W.J. Bijman

Publikatie 1.27

AARDAPPELEN EN BIOTECHNOLOGIE

Technologische ontwikkeling en maatschappelijke acceptatie

Oktober 1993



SIGN: L 26 - 1.27
EX. NO: C
MLV:

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
Afdeling Algemeen Economisch Onderzoek en Statistiek

580541

REFERAAT

AARDAPPELEN EN BIOTECHNOLOGIE: TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELING EN MAATSCHAPPELIJKE ACCEPTATIE

Bijman, W.J.
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1993
Publikatie 1.27
ISBN 90-5242-226-5
55 p.

Binnen enkele jaren zullen de eerste genetisch gemodificeerde (transgene) aardappelrassen op de markt komen. Deze publikatie laat zien hoe ver de technologische ontwikkeling is gevorderd, wie bij die ontwikkeling zijn betrokken en welke maatschappelijke factoren die ontwikkeling bevorderen dan wel belemmeren. Eerst wordt een overzicht gegeven van de veldproeven met transgene aardappelen. Vervolgens worden betrokken actoren besproken. Hoewel transgene aardappelen door onderzoeksinstituten en biotechnologiebedrijven worden ontwikkeld, vormen de veredelingsbedrijven de spil in het proces van commercialisering van de nieuwe technologie. Terwijl de ontwikkeling van de transgene aardappelen vooral gestuurd wordt door de mogelijkheden van de techniek, zal succesvolle marktintroductie afhangen van de maatschappelijke acceptatie. Bepalend daarvoor is het maatschappelijke debat rond veiligheidsaspecten, milieu-aspecten, sociaal-economische en ethische aspecten. De veiligheidsaspecten zullen via wetgeving worden geregeld. Over de andere aspecten moeten voorstanders en critici in een maatschappelijke dialoog tot een vergelijk zien te komen.

Biotechnologie/Aardappelen/TechnologyAssessment/Acceptatie

POTATOES AND BIOTECHNOLOGY: TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND PUBLIC ACCEPTANCE

The potato is one of the first genetically modified food crops to be marketed. This publication surveys which transgenic potatoes are being developed, what actors are involved and what societal aspects promote or restrain the commercial introduction. First, an overview is given of field release experiments with transgenic potatoes. The Netherlands is a major player in world-wide potato research. Second, the actors involved are discussed. Biotechnology companies and research institutes develop and apply genetic engineering techniques, but potato breeding companies are the crucial actor for commercialisation of transgenic varieties. Third, while the state of the art in biotechnology research determines what transgenic potatoes are currently available, it is public acceptance that determines when these new varieties will be released. Public acceptance depends on the safety, environmental, socio-economic and ethical aspects of transgenic potatoes. While safety aspects require regulation, the other aspects will have to be settled in a societal dialogue between proponents and critics.

Biotechnology/Potato/TechnologyAssessment/Acceptance

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

INHOUD

		Blz.
WOORD VOORAF		5
1.	INLEIDING	7
	1.1 Aanleiding voor de publikatie	7
	1.2 Herkomst van de informatie	8
	1.3 Opbouw van de publikatie	9
2.	VELDPROEVEN MET TRANSGENE AARDAPPELEN	10
	2.1 Inleiding	10
	2.2 Het gebruik van merker-genen	11
	2.3 Verbetering van de bescherming tegen plagen en ziekten	12
	2.4 Verbetering van bewaar- en verwerkingseigenschappen	15
	2.5 Veldproeven in het buitenland	16
	2.6 Conclusie	17
3.	DE ACTOREN	19
	3.1 Inleiding	19
	3.2 Universiteiten en DLO-instituten	20
	3.3 Biotechnologiebedrijven	22
	3.4 Veredelingsbedrijven	24
	3.5 Aardappeltelers	25
	3.6 Verwerkende industrie	26
	3.7 Overheid	27
	3.8 Conclusie	29
4.	MAATSCHAPPELIJKE ASPECTEN	30
	4.1 Inleiding	30
	4.2 Milieuveiligheid	31
	4.3 Consumptieveiligheid	33
	4.4 Sociaal-economische aspecten	35
	4.5 Ethische aspecten	37
	4.6 Overige maatschappelijke aspecten	38
	4.7 Conclusie	40
5.	ACCEPTATIE DOOR DE CONSUMENT	42
	5.1 Inleiding	42
	5.2 Publieksacceptatie	43

INHOUD

		blz.
5.3	Consumentenacceptatie	45
5.4	Vergroting van het maatschappelijk draagvlak	46
5.5	Conclusie	47
6.	CONCLUSIES	48
	LITERATUUR	51
	VERKLARENDE WOORDENLIJST	53

WOORD VOORAF

In de maatschappelijke discussie rond landbouwbiotechnologie werd tot voor kort vooral gesproken over de merites van deze nieuwe technologie in het algemeen. Terwijl de technologische ontwikkeling verder gaat, wordt het steeds duidelijker dat er meer behoefte is aan informatie over specifieke toepassingen van landbouwbiotechnologie. Een van die specifieke toepassingen zijn genetisch gemodificeerde aardappelen.

Het LEI-DLO heeft op verzoek van consumentenorganisaties en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij een onderzoek uitgevoerd naar de ontwikkeling en introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen. Dit onderzoek is opgezet als een Technologisch Aspectenonderzoek (TA). Dit betekent dat naast een weergave van de stand van de techniek vooral is gekeken naar factoren die de maatschappelijke inbedding van deze techniek bevorderen dan wel belemmeren.

Deze publikatie wil in kort bestek laten zien hoever het onderzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen is gevorderd en tot welke commerciële toepassingen dit onderzoek kan leiden. Tevens wordt duidelijk gemaakt welke instituten en bedrijven bij die technologische ontwikkeling betrokken zijn. Tenslotte worden de maatschappelijke aspecten besproken die bij deze ontwikkeling in het geding zijn, en wordt bekeken hoe de discussie rond deze aspecten doorwerkt op de acceptatie van genetische gemodificeerde aardappelen door de consument.

Er is gekozen voor het gewas aardappel omdat het onderzoek daarnaar reeds ver gevorderd is en omdat de aardappel een belangrijk gewas is voor de Nederlandse akkerbouw. De hoofdstukken over de maatschappelijke aspecten en de acceptatie door de consument zijn echter van bredere betekenis. Hier worden de maatschappelijke discussiepunten besproken die ook gelden voor andere toepassingen van genetische modificatie in de land- en tuinbouw.

Deze publikatie is geschreven voor een breed publiek dat nader kennis wil maken met een specifieke toepassing van landbouwbiotechnologie. In de tekst is gestreefd naar zo weinig mogelijk jargon. In een verklarende woordenlijst worden een aantal onvermijdelijke vaktermen uitgelegd.

De directeur,

L.C. Zachariasse

Den Haag, oktober 1993

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding voor de publikatie

Sinds halverwege de jaren tachtig staat landbouwbiotechnologie in de aandacht van media en beleidsmakers. Die belangstelling wordt vooral gevoed door het karakter van de biotechnologie. Deze nieuwe technologie is op veel manieren toepasbaar en biedt zeer veel nieuwe mogelijkheden in de landbouw, zoals verbeterde rassen, efficiëntere produktie en nieuwe afzetgebieden. De belangstelling voor het probleemoplossend vermogen van deze nieuwe technologie wordt nog versterkt doordat de Nederlandse landbouw moeilijke tijden doormaakt (als gevolg van onder andere marktverzadiging, hervorming van het Europees landbouwbeleid en het milieubeleid). Terwijl er op grote schaal en op veel plaatsen onderzoek wordt gedaan naar de mogelijkheden van biotechnologie, zijn er momenteel nog weinig toepassingen in de praktijk. De komende jaren gaat dat veranderen. Daarmee wordt het zinvol stil te staan bij de wenselijkheid van specifieke toepassingen en bij de maatschappelijke effecten.

Veel van de discussies over de mogelijkheden en beperkingen van landbouwbiotechnologie zijn tot nu in algemene termen gevoerd. Debatten tussen voorstanders en critici van deze nieuwe technologie gingen meestal over de veiligheid en de wenselijkheid van de technologie zelf. Dat was ook logisch gezien het ontwikkelingsstadium van de technologie en het vrijwel ontbreken van concrete biotechnologische produkten. Omdat het echter om een technologie gaat die voor veel verschillende doeleinden kan worden toegepast, zijn dergelijke algemene debatten weinig vruchtbaar. Uiteindelijk gaat het om de voorwaarden waaronder concrete produkten worden toegelaten en geaccepteerd.

De laatste jaren is duidelijker geworden welke nieuwe produkten, als resultaat van het biotechnologisch onderzoek, binnenkort op de markt gebracht zullen worden. Tot die nieuwe produkten behoren ook genetisch gemodificeerde aardappelen. In deze aardappelen zijn de erfelijke eigenschappen veranderd, door genen die verantwoordelijk zijn voor deze eigenschappen te veranderen, uit te schakelen of toe te voegen. Om deze reden worden ze ook wel "transgene" aardappelen genoemd. In deze pu-

blikatie wordt om redenen van beknoptheid vooral die laatste term gebruikt.

Met de verschuiving van de aandacht van biotechnologie in het algemeen naar de concrete nieuwe produkten ontstaat ook behoefte aan informatie over deze produkten, over het (economisch) kader waarin ze worden ontwikkeld en geïntroduceerd, over wie daarbij betrokken zijn, over de mogelijkheden en beperkingen van introductie, en over de maatschappelijke controversen die rond deze produkten spelen. Al deze aspecten vormen samen de dynamiek van de technologisch ontwikkeling.

In deze publikatie wordt de dynamiek achter de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen geanalyseerd. Het doel van deze publikatie is een (beknopt) antwoord te geven op de volgende vragen.

- Welke transgene aardappelen worden ontwikkeld, door wie en met welke doelstellingen?
- Welke maatschappelijke discussiepunten spelen een rol bij de introductie van transgene aardappelen?
- Welke mogelijkheden en beperkingen levert dat op voor introductie?
- Hoe zit het met de publieksacceptatie van transgene aardappelen?

1.2 Herkomst van de informatie

De informatie die in deze publikatie wordt gepresenteerd is het resultaat van een LEI-DLO-onderzoek naar de dynamiek achter transgene aardappelen. Het onderzoek bestond enerzijds uit literatuurstudie en anderzijds uit interviews met een aantal betrokkenen. Dit onderzoek werd uitgevoerd op verzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en van consumentenorganisaties. Omdat de transgene aardappel één van de eerste genetisch gemodificeerde voedingsgewassen is die op de markt zal verschijnen, is de introductie ervan een soort test voor de maatschappelijke strijd over de voorwaarden waaronder deze produkten worden toegelaten en geaccepteerd.

De resultaten van het onderzoek zijn in eerste instantie gepubliceerd als LEI-DLO-onderzoeksverslag (Bijman, 1993). De onderhavige publikatie kan gezien worden als een uitgebreide samenvatting van het onderzoeksverslag. Omdat tussen het verschijnen van het onderzoeksverslag en deze publikatie een periode van een half jaar ligt, is van de gelegenheid gebruik gemaakt om enkele gegevens toe te voegen dan wel bij te werken. Toegevoegd is een korte behandeling van de ethische aspecten (in § 4.5) en een bespreking van enkele recent verschenen rapporten over de houding van publiek en consumenten tegenover (landbouw)biotechnologie (in hoofdstuk 5).

1.3 Opbouw van de publikatie

In hoofdstuk 2 worden de Nederlandse en buitenlandse veldproeven met transgene aardappelen geïnventariseerd. Het blijkt dat Nederland in het onderzoek naar genetische modificatie van aardappelen een belangrijke rol speelt. In hoofdstuk 3 worden de actoren besproken die direct dan wel indirect bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen betrokken zijn. In hoofdstuk 4 komen de maatschappelijke aspecten aan de orde. De maatschappelijke discussie rond landbouwbiotechnologie verschuift steeds meer van de technologie in het algemeen naar concrete toepassingen en produkten. In hoofdstuk 5 wordt gekeken hoe het staat met de acceptatie van landbouwbiotechnologie in het algemeen en van transgene aardappelen in het bijzonder. In hoofdstuk 6, tenslotte, worden enkele conclusies getrokken over (toekomstige) introductie van transgene aardappelen.

2. VELDPROEVEN MET TRANSGENE AARDAPPELEN

2.1 Inleiding

De aardappel was een van de allereerste gewassen waarbij, vanaf halverwege de jaren tachtig, genetische modificatie succesvol kon worden toegepast. Voor veel experimenten met genetische modificatie werd de aardappel als modelgewas gebruikt, omdat het bij de aardappel relatief eenvoudig is een (gemodificeerde) cel te laten uitgroeien tot een volledige plant. Al spoedig beperkte het onderzoek met aardappelen zich niet meer tot modelstudies, maar richtte men zich op verbetering van eigenschappen van de aardappel zelf. Ook voor de commerciële toepassing van genetische modificatie bleek de aardappel een interessant gewas. Omdat de aardappel vegetatief (dat wil zeggen niet via kruising) vermeerderd wordt kan een eenmaal ingebrachte eigenschap niet verloren gaan in het selectieproces.

Onderzoek naar transgene aardappelen wordt in bijna alle industrielanden (OECD-landen) uitgevoerd, alsmede in een aantal ontwikkelingslanden. De eerste veldproeven met aardappelen werden in 1987 uitgevoerd, in de VS. Sindsdien is het aantal veldproeven elk jaar toegenomen, tot een totaal van 133 voor de periode 1987-92. Na raapzaad blijkt de aardappel het populairste gewas om genetisch te modificeren; in 15% van alle (878) veldproeven met transgene planten ging het om het gewas aardappel (OECD, 1993). In Nederland werd in 1988 de eerste veldproef met transgene aardappelen uitgevoerd. Deze aardappelen, van het Leidse biotechnologiebedrijf MOGEN, waren resistent gemaakt tegen het *aardappelvirus-X*. In de periode 1987-92 vonden in Nederland 13 veldproeven met transgene aardappelen plaats.

De veldproeven 1) met transgene aardappelen kunnen in drie categorieën worden ingedeeld, al naar gelang de doelstelling van de transformatie. De eerste categorie bestaat uit experimenten met aardappelen waaraan merker-genen zijn toegevoegd. Het doel daarvan is het kunnen onderscheiden van gemodificeerde planten. De tweede categorie veldproeven is gericht op het verbeteren van de bescherming tegen ziekten en plagen. Een betere bescherming is vooral uit milieu-oogpunt gewenst, omdat daarmee het verbruik aan chemische bestrijdingsmiddelen teruggedrongen kan worden. De eigenschappen waarop het onderzoek zich richt zijn a) ongevoeligheid voor onkruidbestrijdingsmiddelen (dit is herbicide-tolerantie) en b) bescherming tegen ziekten (vooral tegen virussen, bacteriën en schimmels) en insekten. In de derde categorie veldexperimenten gaat het om het verbeteren van bewaar- en verwerkingseigenschappen. De concrete toepassingen hier zijn verandering van het gehalte vast-stofbestanddelen, verandering van de zetmeelsamenstelling, verbetering van de stootgevoeligheid en verbetering van de kouderesistentie.

In dit hoofdstuk wordt het onderzoek naar transgene aardappelen per toepassing besproken. Daarbij gaat de meeste aandacht uit naar onderzoek en veldproeven in Nederland. Die beperking wordt gerechtvaardigd door de vooraanstaande positie die Nederland internationaal inneemt op het terrein van onderzoek, veredeling, teelt en export van aardappelen. Wageningen en omgeving herbergt 's werelds grootste concentratie van aardappelonderzoek. Geen enkel ander land kent zo'n geavanceerd systeem van rassenonderzoek en commerciële veredeling (Young, 1990). De activiteiten van Nederlandse onderzoeksinstituten en veredelingsbedrijven zijn grotendeels representatief voor het onderzoek en de veldproeven wereldwijd. De buitenlandse veldproeven worden in § 2.5 kort behandeld.

2.2 Het gebruik van merker-genen

Omdat de techniek van genetische modificatie nog niet zover ontwikkeld is dat het inbrengen van een gen altijd succesvol is, moeten gemodificeerde cellen en planten worden geïdentificeerd. Hiervoor gebruikt men een zogeheten merker-gen dat tegelijk met het gewenste gen wordt inge-

1) We bespreken hier veldproeven met transgene aardappelen en geen laboratoriumexperimenten, omdat gegevens over deze laatste niet voorhanden zijn. Gegevens over veldproeven zijn via de registratie voor toelating te achterhalen.

bracht. Met de "merker" kan men gemodificeerde cellen, weefsels en planten van niet-gemodificeerde onderscheiden.

De meest gebruikte merker is een gen dat verantwoordelijk is voor resistentie (bescherming) tegen het antibioticum "kanamycine". Cellen waarin dit gen is opgenomen hebben de resistentie tegen kanamycine verkregen en kunnen daarom normaal groeien in een celcultuur waaraan deze stof wordt toegevoegd. Cellen die niet zijn gemodificeerd, die dus de resistentie niet hebben gekregen, groeien niet in een celcultuur met kanamycine.

Een andere veelgebruikte merker is een gen dat verantwoordelijk is voor herbicide-tolerantie (ongevoeligheid voor onkruidbestrijdingsmiddelen). Door het inbouwen van zo'n gen kan men gemodificeerde planten onderscheiden van niet-gemodificeerde planten. Indien een proefveld wordt bespoten met het herbicide, sterven de niet-gemodificeerde planten terwijl de planten waarbij de modificatie succesvol is geweest geen last hebben van het bestrijdingsmiddel. Met deze merker vindt de selectie dus plaats nadat de gemodificeerde cellen tot volledige planten zijn uitgegroeid.

2.3 Verbetering van de bescherming tegen plagen en ziekten

Het onderzoek naar transgene aardappelen die een betere bescherming bezitten tegen plagen en ziekten kan in drie groepen worden verdeeld: resistentie tegen ziekten (veroorzaakt door virussen, schimmels of bacteriën), resistentie tegen insekten en herbicide-tolerantie.

Het verst gevorderd is het onderzoek naar virusresistentie. Reeds in 1988 heeft het biotechnologiebedrijf MOGEN in Nederland de eerste veldproef uitgevoerd met transgene aardappelen die resistent waren gemaakt tegen *aardappelvirus-X* (meestal met de Engelse afkorting *PVX* aangeduid). Deze aandacht voor virusziekten werd vooral ingegeven door de technische mogelijkheden van het moment. Voor een aantal virussen geldt namelijk dat resistentie door slechts één gen wordt bepaald. Daar het technisch nog niet mogelijk is eigenschappen die door meerdere genen worden bepaald te modificeren, is veel modificatie-onderzoek in eerste instantie gericht op virusziekten 1). Naast MOGEN doet ook een aantal instituten voor landbouwkundig onderzoek in Wageningen onderzoek naar

---

1) Hoewel er verschillende methoden van genetische modificatie bestaan om virusresistentie in te bouwen, heeft men de meeste vorderingen gemaakt met de introductie van genen die coderen voor het manteleiwit van het virus.

virusresistentie. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar *PVX*, maar ook *aardappelvirus-Y*, *bladrolvirus* en *tabaksratelvirus*.

Virusziekten zijn om verschillende redenen een interessant doel in het modificatie-onderzoek. Virusziekten kunnen slechts preventief worden bestreden. Omdat virussen worden overgebracht door bladluizen, bestrijdt men deze met chemische middelen. Via fytosanitaire maatregelen probeert men het uitgangsmateriaal virusvrij te houden. Hiertoe is in Nederland een uitgebreid keuringssysteem opgezet, uitgevoerd door de Nederlands Algemene Keuringsdienst (NAK). In gebieden waar een dergelijke keuringsdienst ontbreekt, of waar het om klimatologische redenen moeilijker is de virusbesmetting te voorkomen, kunnen virusresistente aardappelen een interessant alternatief bieden.

Het verkrijgen van resistentie tegen schimmelziekten wordt algemeen als zeer moeilijk beschouwd, vooral omdat deze resistentie door meerdere genen wordt bepaald. Toch heeft het biotechnologiebedrijf MOGEN reeds transgene aardappelen ontwikkeld die een betere resistentie tegen schimmels bezitten. Vanaf 1992 doet MOGEN, samen met aardappelkweker KARNA, veldproeven met gemodificeerde aardappelen. Deze aardappelen hebben een gen ingebouwd gekregen dat codeert voor het eiwit osmotine, dat de groei van schimmeldraden remt en de afbraak van schimmelsporen veroorzaakt. Hoe succesvol deze veldproeven zijn geweest is niet gemeld.

Het verbeteren van de schimmelresistentie is één van de belangrijkste doelstellingen in de aardappelveredeling. De schimmel *Phytophthora* is in Nederland én wereldwijd de belangrijkste schimmelziekte. Voor de bestrijding van deze ziekte is men aangewezen op het preventief gebruik van chemische middelen. Er zijn geen aardappelrassen met volledige resistentie tegen *Phytophthora* 1), en betrouwbare curatieve bestrijdingsmiddelen zijn niet beschikbaar. Voor de preventieve bestrijding moet de aardappelteler een groot aantal keren spuiten, soms elke twee weken. Dit leidt tot een aanzienlijk verbruik aan schimmelbestrijdingsmiddelen (fungiciden) in de aardappelteelt. In 1990 werd in Nederland ruim 2 miljoen kg actieve stof aan fungiciden in de aardappelteelt verbruikt (dit is gemiddeld 12,8 kg per hectare).

Bacterieziekten in de Nederlandse aardappelteelt worden vooral veroorzaakt door *Erwinia*-bacteriën. Deze bacteriën maken de celwand kapot, waardoor de knollen gaan rotten. Dit gebeurt vooral in vochtige omstandigheden, als water het doorlaten van zuurstof belemmert. Zieke knollen

---

1) Zo is het ras Bintje, dat circa 40% van het totale aardappelareaal in Nederland beslaat, zeer gevoelig voor *Phytophthora*.

leiden tot zwarte of donkere verkleuring van de stengelvoet (*zwartbenigheid*) of tot rot hoger aan de stengel (*stengelnatrot*). Hoewel deze ziekten in Nederland zelden tot opbrengstverliezen leiden zijn ze van belang omdat ze wel schade veroorzaken in landen die Nederlandse pootaardappelen importeren. *Stengelnatrot* ontwikkelt zich vooral in warme klimaatzones, terwijl *zwartbenigheid* een voorkeur heeft voor vochtige streken met een gematigde temperatuur. Een effectieve bestrijdingsmethode is niet aanwezig. Beheersing van de ziekte gebeurt via het gebruik van gezond uitgangsmateriaal en via het zo klein mogelijk houden van de kans op besmetting en beschadiging. Net als bij virusziekten geldt ook voor bacterieziekten dat het voorkómen daarvan in andere landen moeilijker is dan in Nederland.

Onderzoek naar transgene aardappelen met resistentie tegen bacteriën is gericht op het inbouwen van genen die verantwoordelijk zijn voor antibacteriële eiwitten. Deze genen kunnen uit insekten worden gehaald of nieuw worden geconstrueerd. Het Belgische biotechnologiebedrijf Plant Genetic Systems (PGS) heeft deze genen in aardappelen ingebouwd. Veldproeven met deze transgene aardappelen zijn in 1992 uitgevoerd door de Nederlandse aardappelkweker Meijer. Ook het Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek (CPRO-DLO) te Wageningen doet veldproeven met transgene aardappelen die resistent gemaakt zijn tegen bacteriële infectie.

Insekten die een plaag vormen voor aardappelen zijn bladluizen, de Coloradokever en de nachtvlinder. Bladluizen vreten het gewas aan, maar zijn vooral schadelijk in de pootaardappelteelt omdat ze virusziekten overbrengen. De Coloradokever is een internationaal gevreesd insekt dat het gewas aanvreet. In Nederland bestaat een wettelijke verplichting tot bestrijding. De nachtvlinder (Potato Tuber Moth) is een serieuze plaag in warme en tropische klimaatzones. Het zijn met name de larven die schade veroorzaken door zich in te graven in bladeren en poters, zowel in het veld als tijdens bewaring. In Nederland vormt de nachtvlinder geen bedreiging. Omdat echter een groot deel van de pootgoedexport bestemd is voor warme klimaatgebieden, zoals het Middellandse-Zeegebied, bestaat er wel belangstelling bij Nederlandse kwekers voor bestrijding van dit insekt.

Zowel de Coloradokever als de nachtvlinder blijken gevoelig te zijn voor giftige eiwitten geproduceerd door de bacterie *Bacillus thuringiensis*. Het verkrijgen van insektresistentie in aardappelen via genetische modificatie richt zich daarom op deze eiwitten. In 1992 zijn in Nederland veldproeven uitgevoerd met transgene aardappelen met insektresistentie. Die aardappelen waren ontwikkeld door PGS, terwijl de veldproeven werden uitgevoerd door aardappelkweker Hettema.

De derde categorie transgene aardappelen in deze paragraaf betreft herbicide-tolerante aardappelen. De belangrijkste doelstelling van het inbouwen van herbicide-tolerantie is het vervangen van zwaar milieubelastende onkruidbestrijdingsmiddelen voor minder belastende middelen. Dit commerciële streven sluit aan bij het overheidsbeleid om het bestrijdingsmiddelenverbruik terug te dringen en vervuilende middelen te vervangen door minder vervuilende middelen. Daarnaast wordt herbicide-tolerantie ook gebruikt als selectiemethode voor transgene planten (zie § 2.2).

De aardappel behoort tot de eerste groep gewassen waarin herbicide-tolerantie werd ingebouwd. PGS heeft aardappelen tolerant gemaakt voor het herbicide Basta via het inbouwen van bacteriële genen die verantwoordelijk zijn voor enzymen die het herbicide uitschakelen. In 1989 heeft het toenmalige onderzoeksinstituut ITAL (later opgegaan in het CPRO-DLO) te Wageningen een veldproef uitgevoerd met herbicide-tolerante aardappelen afkomstig van PGS. Deze proef vormde een onderdeel van een risico-analyse met transgene planten.

2.4 Verbetering van bewaar- en verwerkingseigenschappen

Een steeds groter deel van de Nederlandse aardappeloogst wordt industrieel verwerkt tot aardappelprodukten als frites, puree en chips. Daarmee krijgen bewaar- en verwerkingseigenschappen ook meer aandacht bij de aardappelveredeling. Voor de verwerkende industrie zijn de volgende eigenschappen speciaal van belang: zetmeelsamenstelling, drogestofgehalte, gehalte aan bepaalde suikers, gevoeligheid voor koude, verkleuring, gevoeligheid voor stoten (zogenaamde stootblauwgevoeligheid), inwendige beschadigingen en uitwendige kwaliteit. Meestal zijn deze eigenschappen via de traditionele veredeling niet of nauwelijks te verbeteren. Daarom probeert men via de weg van genetische modificatie de gewenste kwaliteitsverbetering te verkrijgen. Drie eigenschappen heeft men reeds via genetische modificatie weten te verkrijgen dan wel te verbeteren: verminderde stootblauwgevoeligheid, verminderde koudegevoeligheid bij bewaring en veranderde zetmeelsamenstelling.

In Wageningen, bij het biotechnologiebedrijf Keygene, zijn transgene aardappelen ontwikkeld die een verminderde stootblauwgevoeligheid bezitten. "Stootblauw" is vooral een probleem voor de fritesindustrie. De blauwe tot grijszwarte verkleuring in de knollen ontstaat als tijdens het rooien, het transport of de bewerking de aardappel te ruw wordt behandeld. Deze blauwe plekken worden zwart bij het bakken van de aardappelen en leiden dus tot uitval. In 1992 stonden de eerste transgene aardappelen met verminderde stootblauwgevoeligheid op het veld. Deze proeven werden uitgevoerd door de aardappelkweekbedrijven Ropta-

ZPC en Cebeco te zamen. Of deze proeven het gewenste resultaat hebben opgeleverd is op het moment van schrijven nog niet bekend.

In 1992 heeft het kweekbedrijf KARNA voor het eerst een veldproef gedaan met transgene aardappelen met een gewijzigde zetmeelsamenstelling. Normaal hebben aardappelen twee soorten zetmeel: amylose en amylopectine. De aardappel van KARNA, die is ontwikkeld door de Vakgroep Plantenveredeling van de Landbouwuniversiteit Wageningen (LUW), bevat alleen zetmeel van het soort amylopectine. Deze zogenoemde amylose-vrije aardappel is bestemd voor de zetmeelindustrie. Zetmeelcoöperatie AVEBE, het moederbedrijf van KARNA, hoopt met de amylose-vrije aardappel het produktieproces efficiënter te maken en nieuwe afzetmarkten te verkrijgen. AVEBE hoopt vanaf 1998 deze aardappel ook werkelijk industrieel te kunnen verwerken. Daarvoor zijn minstens 800 hectare met transgene aardappelen nodig.

Een interessant aspect van de amylose-vrije aardappel is dat deze eigenschap ook in een natuurlijke mutant (dit is een plant met afwijkende erfelijke eigenschappen) is gevonden. Via de traditionele weg van veredelen zou met deze nieuwe eigenschap ook een nieuw aardappelras gekweekt kunnen worden. Dit is echter veel langduriger en omslachtiger dan het genetisch modificeren van een bestaand ras. Het veredelingswerk aan de mutant gaat echter wel door, zodat in het geval dat de transgene variant niet wordt geaccepteerd, KARNA op termijn toch een amylosevrije aardappel op de markt kan brengen.

Naast verandering van de amylose/amylopectine-verhouding worden ook andere aspecten van de koolhydraatsamenstelling van de aardappel door de Vakgroep Plantenveredeling van de LUW onderzocht. Zo kijkt men ook naar andere zetmeelsoorten en naar het totale zetmeelgehalte. Met deze gemodificeerde aardappelen zijn in 1993 voor het eerst veldproeven genomen.

2.5 Veldproeven in het buitenland

Naast Nederland zijn in de periode tot en met 1992 in ten minste elf andere OECD-landen veldproeven met transgene aardappelen gedaan. De belangrijkste landen zijn (tussen haakjes het aantal veldproeven met aardappelen): België (9), Canada (19), Nieuw Zeeland (10), Verenigd Koninkrijk (19) en Verenigde Staten (50) (OECD, 1993). De meest onderzochte eigenschap is virusresistentie (48x). Daarna komen insektresistentie (29x), herbicide-tolerantie en ziekte-resistentie (beiden 19x) en bewaar- en verwerkingseigenschappen (18x).

In Denemarken zijn in 1993 voor het eerst veldproeven gehouden met transgene aardappelen die mogelijk koel bewaard kunnen worden zonder

dat ze ongewenste suikers vormen. Bij het bewaren van aardappelen zit men met het probleem van het kiemen (het vormen van spruiten). Er zijn twee opties om dit probleem tegen te gaan, elk met specifieke nadelen. Enerzijds kan men het kiemen tegengaan door de aardappelen te bewaren bij een lage temperatuur, maar dan ontstaan er ongewenste suikers in de aardappel (dit is de zogeheten koude-verzoeting). Een te hoog gehalte suikers in de aardappelen geeft onacceptabel donker gekleurde aardappelprodukten die bovendien een bittere smaak hebben. Anderzijds kan men chemische middelen gebruiken die het kiemen afremmen. Deze middelen staan de laatste jaren ter discussie, omdat ze schadelijk kunnen zijn voor de consument en het milieu. De verwerkende industrie is naarstig op zoek naar alternatieven voor het gebruik van deze chemische middelen.

Uit de Verenigde Staten zijn veldproeven gemeld met transgene aardappelen die een veranderde zetmeel/suiker-verhouding hebben. Ook worden binnenkort proeven verwacht met aardappelen die een hoger drogestofgehalte hebben. Een hoger zetmeelgehalte kan leiden tot lagere verwerkingskosten en tot een verminderde vetopname tijdens het bakken. In het Amerikaanse onderzoek naar transgene aardappelen spelen twee grote bedrijven een belangrijke rol: het chemie- en biotechnologieconcern Monsanto en de chipsproducent Frito-Lay.

2.6 Conclusie

De aardappel blijkt een interessant gewas voor onderzoek naar genetische modificatie. Een deel van de veldproeven met aardappelen wordt daarom verricht omwille van het onderzoek zelf. Bij het andere deel gaat het om commerciële toepassingen van transgene aardappelen. Omdat reeds een aantal jaren veldproeven worden gedaan, kan men de eerste transgene rassen binnen enkele jaren op de markt verwachten. In deze proeven gaat het om transgene aardappelen met verbeterde bescherming tegen ziekten en plagen alsmede om verbeterde bewaar- en verwerkingseigenschappen. De nieuwe rassen zullen een of meer van de volgende eigenschappen hebben: verbeterde virusresistentie, herbicide-tolerantie of insektresistentie. Ook aan schimmelresistentie wordt gewerkt, vooral tegen de schimmel *Phytophthora*. Omdat schimmels een moeilijk oplosbaar probleem vormen zal de introductie van transgene rassen met schimmelresistentie nog wel even op zich laten wachten. In het onderzoek naar transgene aardappelen met verbeterde bewaar- en verwerkingseigenschappen is men het verst gevorderd met de amylose-vrije fabrieksaardappel. Een nieuw ras met deze eigenschap wordt binnen enkele jaren verwacht.

Hoewel het onderzoek naar transgene aardappelen reeds vergevorderd is, is nog weinig met zekerheid te zeggen over het tijdstip van introductie. De marktintroductie van transgene aardappelrassen is niet alleen afhankelijk van de stand van de techniek en het marketingbeleid van de veredelingsbedrijven maar ook van maatschappelijke acceptatie. De introductie van genetisch gemodificeerde voedingsgewassen is momenteel onderwerp van maatschappelijke discussie. Voorstanders en critici strijden over de voorwaarden van introductie en de (wettelijke) regulering daarvan. In hoofdstuk 4 worden deze zaken verder behandeld. Eerst zullen we in hoofdstuk 3 bekijken welke actoren een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen.

3. DE ACTOREN

3.1 Inleiding

Bij de ontwikkeling en de introductie van transgene aardappelen in Nederland zijn vele personen, bedrijven en instellingen betrokken. De activiteiten van die actoren en hun motivatie vormen de dynamiek van de technologische ontwikkeling. Er zijn, enigszins vereenvoudigd, twee groepen actoren: één groep die genetische modificatie van aardappelen aanbiedt en één die genetische modificatie vraagt. Aan de aanbodkant bevinden zich de actoren die het wetenschappelijk en technologisch onderzoek uitvoeren. Zij geven aan wat er technisch mogelijk is, op welke termijn dat mogelijk is en tegen welke prijs. Zij zijn het die de eigenlijke transformatie uitvoeren, op eigen initiatief of op verzoek. De actoren aan de aanbodkant zijn universiteiten, DLO-instituten en biotechnologiebedrijven. Deze instellingen laten niet alleen zien wat technisch mogelijk is, maar willen die technologie ook commercialiseren.

Aan de vraagkant bevinden zich de actoren die de nieuwe techniek willen gebruiken om hun produkten of produktieprocessen te verbeteren. Dit zijn in de eerste plaats veredelingsbedrijven, die genetische modificatie willen inzetten bij het kweken van nieuwe rassen. Maar ook gaat het om de klanten van de veredelingsbedrijven, die met problemen te kampen hebben in de teelt, de bewaring of de verwerking van aardappelen.

Dit hoofdstuk beschrijft welke actoren direct dan wel indirect bij het onderzoek en de veldproeven betrokken zijn en welke motieven ze daarvoor hanteren. De volgende actoren worden besproken: universiteiten en DLO-instituten, biotechnologiebedrijven, aardappelveredelaars, telers, verwerkende industrie en overheid. Ook consumenten zijn belangrijke actoren; zonder acceptatie door de consument stokt de verdere ontwikkeling van transgene aardappelen. Omdat ze echter niet bij het onderzoek en de veldproeven zijn betrokken, worden ze hier niet besproken. In hoofdstuk 5 komt het vraagstuk van de acceptatie aan de orde.

3.2 Universiteiten en DLO-instituten

Van de Nederlandse universiteiten is alleen de Landbouwuniversiteit Wageningen met genetische modificatie van aardappelen bezig. Andere universiteiten doen wel onderzoek naar genetische modificatie, maar richten zich daarbij op andere gewassen of op specifieke aspecten van deze technologie. Het onderzoek van de Vakgroep Plantenveredeling van de LUW is enerzijds fundamenteel van aard, dat wil zeggen dat het gaat om het verkrijgen van theoretisch inzicht in de processen en verschijnselen die een rol spelen bij plantenveredeling. Anderzijds wordt deze kennis ook uitgewerkt tot technieken die direct in veredelingspraktijk toepasbaar zijn. Deze vertaling van theoretische kennis in praktische toepassingen gebeurt vooral in onderzoek in opdracht van derden (zogeheten contractonderzoek).

De aardappel is altijd een belangrijk gewas geweest in het onderzoek van de Vakgroep Plantenveredeling. Nieuwe wetenschappelijke kennis wordt vaak direct getest in de aardappelveredeling. Het onderzoek naar de genetische achtergrond van de zetmeelproduktie in de aardappel heeft reeds geresulteerd in een amylose-vrije transgene aardappel. Hiervoor is gebruik gemaakt van de anti-sense gentechnologie. Bij deze vorm van genetische modificatie worden geen genen toegevoegd, maar wordt de werking van een gen onderdrukt. Ander biotechnologisch onderzoek dat een bijdrage kan leveren in de aardappelveredeling is het ophelderen van de genenkaart en het opsporen van genen die verantwoordelijk zijn voor resistentie (bijvoorbeeld tegen *Phytophthora*) in wilde variëteiten.

De LUW en ook de biologie-vakgroepen van andere universiteiten hebben verschillende motieven voor hun onderzoek naar genetische modificatie. Ten eerste is er de puur wetenschappelijke uitdaging om meer kennis te verkrijgen van de processen die een rol spelen bij veredeling. Daaraan gekoppeld is de uitdaging om de theoretische kennis ook in de praktijk te toetsen en toe te passen. Met dergelijk biotechnologisch onderzoek is momenteel internationaal veel eer te behalen. Daarnaast spelen signalen uit de veredelingspraktijk een belangrijke rol. Er blijkt vanuit het veredelingsbedrijfsleven grote belangstelling te bestaan voor toegepast biotechnologisch onderzoek. Bovendien hebben de nationale overheid en de EG flinke subsidies voor biotechnologisch onderzoek beschikbaar gesteld. Ook dit is een signaal voor onderzoekers om aan dergelijk onderzoek prioriteit te geven.

Ook voor de instituten van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij speelt de wetenschappelijke uitdaging een belangrijke rol. Daarnaast worden zij, nog meer dan de LUW, geconfronteerd met vragen uit de praktijk. De

DLO-instituten hebben een lange traditie van toegepast onderzoek, dat meestal in samenwerking met het bedrijfsleven wordt uitgevoerd.

Het belangrijkste DLO-instituut voor de aardappelveredeling is het Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek (CPRO-DLO) te Wageningen. De voorgangers van het CPRO-DLO deden al veel onderzoek met aardappelen. De Stichting voor Plantenveredeling (SVP) was sterk praktijkgericht en hield zich bezig met het ontwikkelen van kruisingsouders (zogeheten geniteurs). Bij de stichting ITAL, waar de huidige afdeling Moleculaire Biologie van het CPRO-DLO vandaan komt, is men in 1984 begonnen met onderzoek naar genetische modificatie van aardappelen. Men heeft toentertijd om verschillende redenen voor het gewas aardappel gekozen: het is een uitstekend modelgewas, het is van groot economisch belang voor de Nederlandse landbouw, en de aardappelteelt kent een hoge ziektedruk. De aardappel is altijd het belangrijkste gewas gebleven in het onderzoek naar genetische modificatie.

De afdeling Moleculaire Biologie van het CPRO-DLO werkt aan twee onderzoeksprogramma's waarin transgene aardappelen een hoofdrol spelen. In de eerste plaats ontwikkelt men moleculair-biologische technieken ten behoeve van het veredelingsonderzoek zelf. Voor het aardappelonderzoek betekent dit onder andere de constructie van een genenkaart (samen met de LUW) en het lokaliseren van een gen dat verantwoordelijke is voor resistentie tegen aaltjes. In de tweede plaats worden de methoden en technieken uit het eerste programma toegepast voor de introductie van duurzame resistentie tegen ziekten en plagen. Daarbij gaat het vooral om genen die niet via kruising zijn over te brengen, maar uitsluitend via genetische modificatie. Ander onderzoek bij het CPRO-DLO met transgene aardappelen richt zich op verbetering van bacterie-resistentie en schimmelresistentie.

Op het terrein van veredelingsonderzoek is de relatie tussen de onderzoeksinstituten en het bedrijfsleven de laatste jaren van karakter veranderd. Het onderzoek bij de DLO-instituten is opgeschoven richting fundamenteel onderzoek, waarbij het toegepast gewasonderzoek steeds meer aan het bedrijfsleven zelf wordt overgelaten. Het CPRO-DLO richt zich nu meer op het ontwikkelen van nieuwe veredelingstechnieken die de doelgroep op middellange termijn kan inzetten. Deze nieuwe prioriteitsstelling in het veredelingsonderzoek had een aantal, onderling gerelateerde, redenen. Ten eerste stagneerden de overheidsuitgaven voor landbouwkundig onderzoek. Minder geld noopte tot het duidelijker stellen van prioriteiten. Ten tweede konden de universitaire vakgroepen niet aan de toegenomen vraag naar basiskennis voldoen. DLO-instituten moesten hier een grotere bijdrage leveren. Ten derde waren de grotere onderzoeksinspanningen van het bedrijfsleven aanleiding om de taakverdeling tussen overheid en bedrijfsleven te herzien. Ten slotte betekende de

opkomst van biotechnologie een nieuwe uitdaging waar de instituten graag aan wilden werken. Bij een stabiel of slinkend onderzoeksbudget betekende deze belangstelling voor biotechnologie een vermindering van de inspanningen op andere terreinen.

3.3 Biotechnologiebedrijven

Met de opkomst van biotechnologie is het traditionele systeem van aardappelveredeling, bestaande uit de Vakgroep Plantenveredeling, het CPRO-DLO en de veredelingsbedrijven, uitgebreid met een nieuwe groep actoren, de zogeheten "nieuwe biotechnologiebedrijven". Onder biotechnologiebedrijven worden die bedrijven verstaan die speciaal zijn opgericht voor de commercialisering van biotechnologische kennis. Deze bedrijven zijn vaak ontstaan vanuit de universiteiten, waar medewerkers mogelijkheden zagen om hun kennis op het terrein van biotechnologie te gelde te maken via private ondernemingen. Bij de aardappelveredeling in Nederland zijn twee Nederlandse biotechnologiebedrijven betrokken alsmede één Belgisch bedrijf: MOGEN in Leiden, Keygene in Wageningen en Plant Genetic Systems (PGS) in Gent. Hieronder worden de activiteiten deze bedrijven kort besproken.

MOGEN International, opgericht in 1985, onderscheidt in haar onderzoek drie aandachtsgebieden: 1) gewasbescherming, vooral ziekteresistentie; 2) gewasverbetering, gericht op het produceren van enzymen in planten of uit planten; en 3) technologie-ontwikkeling. Dit laatste is vooral bedoeld ter ondersteuning van de andere twee. Het onderzoek van MOGEN is niet specifiek op gewassen gericht, maar veeleer probleem-georiënteerd. In het gewasbeschermingsonderzoek gaat het om de ontwikkeling van gewassen met resistentie tegen belangrijke virussen, schimmels, bacteriën en insekten.

Als eerste gewas/probleem-combinatie heeft men virusziekten bij aardappelen genomen. Deze keuze werd ingegeven door het economisch belang van aardappelen enerzijds en de stand van de techniek anderzijds. In 1986, toen MOGEN met dit onderzoek begon, was het nog niet mogelijk andere resistentie via genetische modificatie te verkrijgen. Als commercieel bedrijf moest men echter laten zien de kennis en techniek van genetische modificatie in huis te hebben. Met de *PVX*-resistente transgene aardappel bewees MOGEN haar vaardigheid. Overigens is de belangstelling van Nederlandse aardappelkwekers voor een *PVX*-resistent aardappelras gering. *PVX* is geen ernstige ziekte in de Nederlandse aardappelteelt. Met behulp van vermeerdering via weefselkweek en strenge controle weet men de ziekte redelijk onder controle te houden. In de landen rond de Middellandse Zee heeft men daar meer moeite mee, waar-

door er een voortdurende behoefte is aan virusvrij pootgoed uit Nederland. Een virusresistent ras zou deze import overbodig kunnen maken, en daarmee een bedreiging vormen voor de Nederlandse pootgoedexport.

Het tweede probleem in de aardappelteelt waar MOGEN zich op richt zijn schimmels. Internationaal gezien is de schimmel *Phytophthora* het grootste probleem in de aardappelteelt. MOGEN werkt aan het inbouwen van schimmelresistentie in de aardappel. Dit onderzoek wordt financieel ondersteund door het veredelingsbedrijf KARNA (onderdeel van zetmeelproducent AVEBE) en uitgevoerd in samenwerking met de LUW en de Rijksuniversiteit Leiden. In 1992 hebben MOGEN en KARNA de eerste veldproeven met schimmelresistente aardappels uitgevoerd. In het derde onderzoeksproject zoekt MOGEN naar oplossingen voor het probleem van de aardappelmoeheid. Vooral in de teelt van fabrieksaardappelen is dit een serieus probleem. Ter bestrijding van de aaltjes die aardappelmoeheid veroorzaken worden nu nog veel grondontsmettingsmiddelen gebruikt, wat echter uit milieu-overwegingen ongewenst is. Ook dit onderzoek van MOGEN wordt financieel ondersteund door AVEBE.

In tegenstelling tot MOGEN is Keygene een initiatief vanuit de veredelingsbedrijven zelf. Het bedrijf is in 1989 opgezet door de Rabobank en vijf veredelingsbedrijven van land- en tuinbouwgewassen. Deze vijf zijn Royal Sluis, De Ruijter en Zonen, Enza Zaden, Ropta-ZPC Research en Cebeco Zaden. Het onderzoek van Keygene richt zich op twee terreinen. In de eerste plaats werkt men aan het ontwikkelen van moleculair-biologische selectiemethodes. Met deze nieuwe selectietechnieken kunnen sneller de resultaten van een klassiek veredelingsexperiment worden vastgesteld en daarmee het gehele veredelingsproces worden versneld. Vooral in de aardappelveredeling, waar het ontwikkelen van een nieuw ras 12 tot 15 jaar duurt, is die versnelling zeer gewenst. In de tweede plaats werkt Keygene aan het verbeteren van resistentie tegen virussen en schimmels in groentegewassen. Specifiek voor de aardappelteelt doet Keygene onderzoek naar verbetering van de stootblauwgevoeligheid (zie § 2.4).

Het Belgische biotechnologiebedrijf Plant Genetic Systems (PGS) is een van de oudste en bekendste biotechnologiebedrijven ter wereld. PGS werd in 1983 opgericht door prof. Van Montagu. Deze hoogleraar microbiologie aan de Rijksuniversiteit van Gent stond aan de wieg van de genetische modificatie-techniek. Het onderzoek van PGS richt zich op het ontwikkelen van moleculair-biologische technieken voor de plantenveredeling, maar ook op het ontwikkelen van prototypes voor de commerciële veredeling. Bij de toepassing van genetische modificatie worden drie aandachtsgebieden onderscheiden: insektresistentie, herbicide-resistentie en hybride-technologie.

De eerste experimenten met genetische modificatie van planten werden uitgevoerd met tabak, aardappel en tomaat (alle drie behorende tot de So-

lanaceae-familie). PGS heeft daarmee veel kennis van genetische modificatie van aardappelen opgebouwd. Deze kennis is onder andere toegepast bij het ontwikkelen van herbicide-resistente aardappelen (tegen het herbicide Basta), insektresistente aardappelen (tegen de nachtvlinder) en bacterie-resistente aardappelen (tegen *Erwinia*-bacteriën).

3.4 Veredelingsbedrijven

Alle grote Nederlandse aardappelveredelingsbedrijven zijn betrokken bij onderzoek met transgene aardappelen. De eigenlijke genetische modificatie wordt uitgevoerd door een DLO-instituut, de Vakgroep Plantenveredeling van de LUW of een biotechnologiebedrijf, terwijl de veredelingsbedrijven de veldproeven doen, waarbij ze kijken of de modificatie de gewenste resultaten heeft opgeleverd en of de transgene planten geschikt zijn voor verdere rasontwikkeling.

Aardappelveredelaars hebben verschillende motieven om met transgene aardappelen te werken. Genetische modificatie biedt immers nieuwe mogelijkheden in de veredeling: het inbrengen van nieuwe eigenschappen en/of het verbeteren van bestaande eigenschappen. De hoogste prioriteit in de aardappelveredeling heeft het verbeteren van resistentie tegen ziekten en plagen, omdat het huidige verbruik van gewasbeschermingsmiddelen teruggedrongen moet worden. Men kiest voor gebruik van genetische modificatie in het verbeteren van resistentie indien er langs conventionele weg geen of weinig vooruitgang is te bereiken. Dit geldt bijvoorbeeld voor bacterieziekten (*Erwinia*) en voor schimmelziekten (*Phytophthora*). Tevens kan met het toepassen van genetische modificatie mogelijk tijdwinst worden behaald. Aardappelveredeling is een langdurig proces; tussen het moment van kruisen met geniteurs tot opname in de Rassenlijst verloopt normaliter een periode van 12 tot 15 jaar. Met inzet van genetische modificatie kan het proces wellicht worden ingekort met 3 à 4 jaar. Deze versnelling in het veredelingsproces geldt bijvoorbeeld voor de transgene aardappel met veranderde zetmeelsamenstelling.

Zoals gezegd doen alle grote veredelingsbedrijven veldproeven met transgene aardappelen. De nieuwe eigenschappen van deze transgene aardappelen weerspiegelen de prioriteiten die de verschillende bedrijven in hun veredelingsprogramma's stellen. Bedrijven die vooral rassen voor de export ontwikkelen, zullen vooral (ook) kijken naar teeltproblemen die voorkomen in de importerende landen. Een voorbeeld daarvan is het bedrijf Hettema dat veldproeven doet met transgene aardappelen die resistent zijn tegen de nachtvlinder. Een ander voorbeeld is het veredelingsbedrijf KARNA, dat in haar veredelingsprogramma zowel naar landbouwkundige kwaliteiten als naar geschiktheid voor zetmeelbereiding

kijkt. Wat betreft de landbouwkundige kwaliteiten is resistentie tegen aaltjes een belangrijk doel waarvoor moleculaire veredeling wordt ingezet.

Naast investeringen in eigen onderzoek of in contractonderzoek zijn veredelingsbedrijven gezamenlijk betrokken bij onderzoek naar transgene aardappelen. Reeds in de jaren tachtig werd biotechnologisch onderzoek ten behoeve van de plantenveredeling (mede)gefinancierd. In het kader van het Innovatiefonds Plantenveredeling (InPla) werd in de periode 1984-1988 door het veredelingsbedrijfsleven 5 miljoen gulden beschikbaar gesteld. Vier projecten waren speciaal gericht op de aardappelveredeling. Tegenwoordig wordt via de Stichting Stimulering Aardappelonderzoek (SSA) jaarlijks 250.000 gulden beschikbaar gesteld voor veredelingsonderzoek bij onder andere de Vakgroep Plantenveredeling en het CPRO-DLO. Ook via de Nederlandse Aardappel Associatie (NAA) wordt collectief onderzoek gefinancierd. De NAA is echter een overlegforum voor al het aardappelonderzoek, dus haar terrein is veel breder dan alleen de veredeling. De NAA heeft jaarlijks circa 1 miljoen gulden te besteden. In de derde plaats wordt ook door het Produktschap voor Aardappelen onderzoek naar genetische modificatie van aardappelen gefinancierd.

3.5 Aardappeltelers

Aardappeltelers zijn indirect betrokken bij het onderzoek naar en de veldproeven met transgene aardappelen. Omdat zij de klanten zijn van de veredelingsbedrijven, kunnen zij de richting van de aardappelveredeling beïnvloeden middels het kenbaar maken van hun wensen. Die wensen betreffen echter meestal de problemen in de huidige teelt, terwijl een nieuw ras pas over 12 à 15 jaar gereed is. Daarom spelen verwachtingen van de veredelaar omtrent de toekomstige markt een belangrijke rol. Deze lange termijn van rasontwikkeling heeft als consequentie dat aardappelveredelaars niet bereid zijn om nu reeds definitieve uitspraken voor of tegen genetische modificatie van aardappelen te doen. Men wil alle wegen voor de toekomst open laten.

De meeste veredelingsbedrijven zijn onderdeel van coöperaties die de aardappelen van hun leden verhandelen (zoals bij Cebeco, Ropta-ZPC en Agrico). Daarmee hebben de leden in principe de mogelijkheid om het onderzoeksbeleid van de veredelaar te beïnvloeden, en een uitspraak te doen over de wenselijkheid van bepaalde toepassingen van genetische modificatie. In hoeverre dat ook gebeurt, is niet onderzocht.

3.6 Verwerkende industrie

De aardappelverwerkende industrie bestaat uit verwerkers van fabrieksaardappelen tot aardappelzetmeel en verwerkers van consumptie-aardappelen tot aardappelprodukten als frites, chips en puree. De produktie van aardappelzetmeel is in Nederland geheel in handen van AVEBE te Veendam. Dit bedrijf is de grootste producent van aardappelzetmeel en aardappelzetmeelderivaten 1) ter wereld. Het is een coöperatie van ca. 6500 akkerbouwers, waarvan er circa 4300 in de Veenkoloniën wonen. In 1991/92 produceerde AVEBE 1,2 miljoen ton aardappelzetmeel en derivaten. Van het aardappelzetmeel wordt circa 45% afgezet in de voedingsmiddelenindustrie. Het overige deel wordt verder verwerkt tot derivaten, die worden toegepast in onder meer de papierindustrie en de textielindustrie. Van de totale produktie van zetmeel en derivaten wordt ca. 80% geëxporteerd.

AVEBE is een belangrijke financier van het Nederlandse onderzoek naar transgene aardappelen. Zij draagt bij in de financiering van het onderzoek van MOGEN naar schimmelresistentie en nematodenresistentie. Daarnaast is de amylosevrije aardappel met geld van onder ander AVEBE ontwikkeld. In vergelijking met andere bedrijven in de aardappelsector is AVEBE een zeer grote onderneming, met een lange traditie en relatief hoge investering in R&D-activiteiten.

Van de in Nederland geteelde consumptie-aardappelen wordt een steeds groter deel verwerkt tot aardappelprodukten. In 1980 werd 757.000 industrieel verwerkt; in 1990 was dit gestegen tot 1.969.000 ton. Momenteel wordt ongeveer de helft van alle Nederlandse consumptie-aardappelen bestemd voor industriële verwerking in Nederland. Het zijn met name het bereidingsgemak en de mogelijkheden voor variatie die aardappelprodukten zo populair maken bij de consument. De gemiddelde Nederlandse consument eet per jaar 28 kg aardappelprodukten, naast 56 kg tafelaardappelen. Overigens is de buitenlandse consument ook zeer belangrijk voor de Nederlandse aardappelverwerkende industrie. Meer dan tachtig procent van de totale hoeveelheid aardappelprodukten wordt in het buitenland afgezet.

De meeste Nederlandse aardappelverwerkers zijn slechts indirect betrokken bij genetische modificatie van aardappelen, via onderzoekfinanciering door het Produktschap voor Aardappelen en door de European Chips and Snack Association (ECSA). Het is echter de verwachting dat de directe betrokkenheid de komende jaren zal toenemen, via een intensiever

---

1) Derivaten zijn afgeleide produkten.

contact met aardappelveredelaars. Het versterken van de relatie tussen veredeling en verwerking heeft zowel economische als technische redenen. De groei van de industriële verwerking heeft de bedrijven een belangrijkere plaats gegeven in de aardappelketen. Daaraan gekoppeld is de grotere aandacht in de veredeling voor eigenschappen die juist door de industrie worden gewenst. Er wordt steeds meer gezocht naar specifieke "industrierassen". Een derde reden is de verticale integratie in de aardappelketen. Deze integratie krijgt vooral gestalte in de vorm van afstemming tussen verschillende schakels, bijvoorbeeld ten behoeve van "Integraal Ketenbeheer". Omdat in de marketing van landbouwprodukten steeds meer nadruk wordt gelegd op de kwaliteit van het (eind)produkt, zoeken de (detail)handel en de industrie naar wegen om controle uit te oefenen op de veredeling en de teelt. Veel kwaliteitsaspecten van aardappelen en aardappelprodukten worden immers bepaald in de veredeling en de teelt. Genetische modificatie is de techniek die ruimere mogelijkheden biedt om de door de industrie gewenste eigenschappen ook werkelijk in een nieuw ras op te nemen.

3.7 Overheid

De overheid is op verschillende manieren direct dan wel indirect betrokken bij het (veld)onderzoek met transgene aardappelen. Het beleid inzake biotechnologie wordt meestal onderverdeeld in innovatiebeleid en toelatingsbeleid. Enerzijds subsidieert de overheid het onderzoek naar en de ontwikkeling van transgene aardappelen in het kader van haar beleid om technologisch innovatie te stimuleren. Anderzijds reguleert de overheid de toepassing van transgene aardappelen om de veiligheid voor mens en milieu te kunnen garanderen.

Het technologiestimuleringsbeleid is in de jaren tachtig opgezet omdat biotechnologie werd gezien als een sleuteltechnologie voor toekomstige economische ontwikkeling. Via subsidiëring van onderzoek, zowel fundamenteel als toegepast, wilde de overheid de ontwikkeling van biotechnologie stimuleren, met als doel het verbeteren van de internationale concurrentiepositie van het (agro-)industriële bedrijfsleven. In dit kader werd een aantal technologiestimuleringsprogramma's opgezet, vooral door het ministerie van Economische Zaken (EZ). Ook door de EG werd de ontwikkeling van biotechnologie gestimuleerd via het beschikbaar stellen van onderzoekssubsidies.

In de jaren tachtig was het Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma biotechnologie (IOP-b) het belangrijkste stimuleringsprogramma waarmee, door het ministerie van EZ, fundamenteel biotechnologisch onderzoek werd bevorderd. Vanuit het ministerie van Landbouw, Natuurbe-

heer en Visserij werd als onderdeel van het IOP-b een specifiek stimuleringsprogramma opgezet voor het landbouwkundig onderzoek. Dit programma liep van 1987 tot 1992, werd beheerd door de Programmacommissie Landbouwbiotechnologie (PcLB) en had een budget van ruim 13 miljoen gulden. Eind jaren tachtig werd het accent in het technologiebeleid verschoven van fundamenteel onderzoek naar toepassingsgericht onderzoek en stimulering van het bedrijfsleven.

Sinds 1987 subsidieert het ministerie van EZ biotechnologisch onderzoek door bedrijven via het programma PBTS-biotechnologie (Programmatische Bedrijfsgerichte Technologiestimulering). Uit de interviews bleek dat alle grote aardappelveredelaars subsidies uit de PBTS-pot hebben ontvangen. De beschikbaarheid van subsidies was een extra stimulans om in biotechnologisch onderzoek te investeren. De gehele plantenveredeling doet een relatief groot beroep op de PBTS-regeling. Van de 240 projecten in de periode 1987-1991 hadden er 53 (22%) betrekking op de plantenveredeling (Ministerie van LNV, 1993b: 45). Aardappelveredelaars in het noorden van het land (zoals KARNA en Ropta-ZPC) hebben ook een beroep gedaan op subsidies in het kader van de ISP-regeling, die speciaal is bedoeld om innovatieve investeringen in de noordelijke provincies te stimuleren.

Naast bovengenoemde stimuleringsprogramma's financiert het ministerie van LNV ook biotechnologisch onderzoek via de reguliere financiering van landbouwkundig onderzoek. In het beleid van het ministerie van LNV ligt de prioriteit bij de resistentie-veredeling, met name bij fundamenteel-strategisch onderzoek naar ontwikkeling van resistentie tegen schimmel-, bacterie-, virus- en nematodenaantasting (Ministerie van LNV, 1993a: 39). Het toelatingsbeleid van de overheid geeft aan onder welke voorwaarden genetische modificatie mag worden toegepast. Hierbij gaat het vooral om de eisen inzake veiligheid voor mens en milieu van genetisch gemodificeerde organismen (ggo's). De regelgeving ter bescherming van mens en milieu betreft het ingeperkt gebruik van ggo's (dat wil zeggen in afgesloten laboratoria of onderzoekskassen), de doelbewuste introductie van ggo's in het milieu en de bescherming van werknemers. Deze regelgeving is reeds een aantal jaren operationeel. Onderzoeksprojecten en veldproeven met transgene aardappelen moeten aan de veiligheidseisen voldoen die in de genoemde regelgeving zijn vervat.

Over de produktveiligheid van landbouwprodukten die met behulp van genetische modificatie zijn geproduceerd is nog geen besluit genomen. Wel is inmiddels overeenstemming dat dergelijke produkten aan extra veiligheidstoetsen moeten voldoen. Over hoe die extra toetsen eruit moeten zien wordt momenteel gediscussieerd door zowel wetenschappers, overheid als maatschappelijke groeperingen. Voor transgene aardap-

pelen is het dus nog niet duidelijk aan welke eisen ze moeten voldoen alvorens ze voor consumptie vrijgegeven kunnen worden.

Naast de nationale overheid moet ook het stimulerings- en toelatingsbeleid van de EG genoemd worden. Hoewel de technologieprogramma's van de EG nog gering zijn in vergelijking met de nationale programma's is er wel een trend naar verschuiving van subsidie-activiteiten van Den Haag naar Brussel. Bij het toelatingsbeleid is de EG een zeer belangrijke actor. Juist op het terrein van nieuwe technologieën en nieuwe produkten probeert de EG gemeenschappelijke regels te ontwerpen voordat alle lidstaten met hun eigen regels komen. De (EG-)regels inzake de veiligheid van transgene landbouwprodukten worden in het volgende hoofdstuk besproken.

3.8 Conclusie

In de inleiding van dit hoofdstuk werd een onderscheid gemaakt tussen actoren die de nieuwe technologie aanbieden en actoren die de technologie vragen. De eerste categorie bestaat vooral uit onderzoeksin- stellingen en biotechnologiebedrijven die laten zien wat technisch haalbaar is. In de tweede groep bevinden zich de veredelingsbedrijven en hun klanten, die problemen hebben waarvoor genetische modificatie mogelijk een oplossing biedt.

In de dagelijkse praktijk is dit onderscheid vaak moeilijk te maken omdat technologische ontwikkeling een interactief proces is tussen aanbieders en gebruikers van (nieuwe) technieken. Dat toch het onderscheid wordt gemaakt heeft twee redenen. Ten eerste omdat bij een nieuwe technologie als biotechnologie nog nauwelijks sprake is van gebruikers. De eerste transgene aardappelen zijn voornamelijk ontwikkeld vanuit een optiek van "wat is technisch mogelijk". Pas in tweede instantie zijn daar commerciële toepassingen voor bedacht. Ten tweede maakt het onderscheid tussen aanbieders en vragers van technologie duidelijk wie welke rol speelt in het gehele proces van technologische ontwikkeling. Het blijkt bijvoorbeeld dat de onderzoeksinstituten en nieuwe biotechnologiebedrijven van belang zijn waar het gaat om te laten zien wat met genetische modificatie mogelijk is, maar dat het uiteindelijk de veredelingsbedrijven zijn die, op basis van hun eigen prioriteiten, beslissen welke transgene aardappelrassen zij op de markt willen brengen. Omdat commercialisering van de resultaten van het onderzoek naar transgene aardappelen loopt via de verkoop van nieuwe rassen vormen de veredelingsbedrijven de cruciale schakel.

4. MAATSCHAPPELIJKE ASPECTEN

4.1 Inleiding

Genetisch gemodificeerde aardappelen zijn één van de eerste biotechnologische landbouwprodukten die binnenkort op de markt verschijnen. De introductie van transgene gewassen wordt echter niet door iedereen enthousiast ontvangen. Er is een omvangrijke maatschappelijke discussie gaande over de voor- en nadelen, over de mate van regulering en over de wenselijkheid van specifieke toepassingen. Ook op politiek niveau wordt gediscussieerd over de merites van biotechnologie, met name over de ethische implicaties en over de mate waarin deze technologie gestimuleerd en gereguleerd moet worden.

In de maatschappelijke en politieke discussie rond transgene gewassen kunnen drie categorieën van maatschappelijke aspecten worden onderscheiden: veiligheidsaspecten, sociaal-economische aspecten en ethische aspecten (Straughan, 1990). Bij veiligheidsaspecten gaat het zowel om de veiligheid voor humane consumptie van (produkten van) transgene gewassen als om de veiligheid voor het milieu. Hoewel iedereen van mening is dat dergelijke produkten veilig moeten zijn, is er verschil van mening over hoe streng de veiligheidseisen moeten zijn en welke risicoanalyses de nieuwe produkten moeten ondergaan alvorens ze in het milieu of op de markt worden toegelaten.

Bij sociaal-economische aspecten gaat het om effecten op de landbouw, de toeleverende industrie en de verwerkende industrie (de voedingsmiddelenindustrie). Wie heeft voordeel bij de nieuwe technologie, en wie ondervindt de nadelen? Deze vragen moeten ook gesteld worden ten aanzien van ontwikkelingslanden: welke landen en sociaal-economische groepen zullen voordelen behalen en welke slechts nadelen? Gekoppeld aan de sociaal-economische aspecten zijn juridische en politieke vraagstukken. Het is de vraag of degenen die verantwoordelijk zijn voor de commerciële en politieke besluiten rond genetisch gemodificeerde gewassen ook rekening houden met de belangen van diegenen die met de nadelige effecten worden geconfronteerd (vooral als dit groepen zijn die minder macht hebben).

Bij de ethische aspecten gaat het om de waardering van biotechnologie op basis van religieuze of andere metafysische overtuigingen: is genetische modificatie "natuurlijk"? Persoonlijke opvattingen omtrent het ingrijpen in de natuur en de grenzen die men daarbij stelt spelen daarbij een belangrijke rol.

In dit hoofdstuk zullen we deze drie categorieën maatschappelijke aspecten nader uitwerken waarbij vooral naar transgene aardappelen wordt gekeken.

4.2 Milieuveiligheid

De discussie over de milieuveiligheid van genetisch gemodificeerde organismen (ggo's) is reeds een aantal jaren gaande. In de jaren tachtig is op nationaal en internationaal (OECD/EG) niveau een intensieve discussie gevoerd over de risico's van ggo's en de manier waarop deze risico's moeten worden beperkt. Deze discussie heeft geleid tot Europese en nationale wetgeving ter bescherming van mens en milieu.

Het ingeperkt gebruik (binnen kassen, laboratoria e.d.) van ggo's is in Nederland geregeld in de Wet Milieubeheer. Vergunningen voor het gebruik van ggo's worden afgegeven door de gemeenten en de Minister van VROM, nadat hierover advies is gevraagd aan de Voorlopige Commissie Genetische Modificatie (VCOGEM). De VCOGEM is een wetenschappelijk adviescommissie, die adviseert over de risico's verbonden aan het vervaardigen van en aan handelingen met ggo's. De Nederlandse wetgeving is een nationale invulling van de EG-richtlijn "ingeperkt gebruik van genetisch gemodificeerde micro-organismen" (EG 90/219).

Doelbewuste introductie van ggo's in het milieu is geregeld in het Besluit Genetisch Gemodificeerde Organismen van de Wet Milieugevaarlijke Stoffen. Dit Besluit heeft betrekking op alle ggo's (dieren, planten en micro-organismen) die worden geïntroduceerd in het milieu. Vergunningen worden afgegeven door de Minister van VROM, na advisering door de VCOGEM. De VCOGEM kijkt vooral naar de volgende twee zaken. Ten eerste, vormt het ggo een direct risico voor de menselijke gezondheid en voor het milieu? Ten tweede, kan de eigenschap worden overgedragen aan andere organismen en kunnen deze vervolgens een risico voor mens en milieu inhouden (bijvoorbeeld een plaag worden)? Het Besluit GGO is de nationale implementatie van de EG-richtlijn "doelbewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu" (90/220). Deze richtlijn gaat uit van het door de OECD ontwikkelde "case by case" en "step by step" principes. Deze houden in dat elke introductie in het milieu als een afzonderlijk geval wordt beoordeeld en dat de regelgeving in de loop der tijd, naarmate men meer ervaring heeft met doelbewuste intro-

ductie, aangepast kan worden (de regelgeving kan zowel strenger als minder strenger worden). De EG-richtlijn voor doelbewuste introductie kent twee procedures, te weten een nationale procedure voor de toelating van veldexperimenten en een communautaire procedure voor toelating tot de handelsfase.

Tenslotte is er nog de EG-richtlijn "Bescherming van werknemers". Deze regelt de bescherming van werknemers tegen mogelijk ziekteverwekkende micro-organismen, waaronder mede inbegrepen ggo's. Deze richtlijn zal eind 1993 middels een Algemene Maatregel Van Bestuur op basis van de ARBO-wet worden geïmplementeerd.

Ondanks deze regelgeving is de maatschappelijke discussie over de milieu-effecten van transgene landbouwgewassen niet beëindigd. Met name de milieu-organisaties leggen veel nadruk op de mogelijke korte- en lange-termijnrisico's van transgene planten.

In de eerste plaats hebben milieu-organisaties kritiek op de omvang van de verplichte risico-analyses. Er zou volgens hen veel meer onderzoek moeten worden gedaan naar onbedoelde neveneffecten en de risico-analyses zouden veel breder en veel langduriger van opzet moeten zijn. Ook zouden de risico's van de overdracht van (nieuw) genetisch materiaal van de cultuurplant naar wilde verwanten beter onderzocht moeten worden. Voor de aardappel zal ongewenste overdracht van genetisch materiaal via soortkruisingen waarschijnlijk niet optreden (Evenhuis en Zadoks, 1990). Genoverdracht naar wilde verwanten zal waarschijnlijk wel optreden indien transgene aardappelen in Zuid-Amerika worden geteeld. Of dit werkelijk nadelige ecologische effecten zal hebben is afhankelijk van de eigenschappen die worden overgedragen.

Het tweede punt van kritiek van milieu-organisatie betreft het risico van het doorbreken van ingebouwde resistentie. Dit risico doet zich voor bij het inbouwen van *Bacillus thuringiensis*-genen die coderen voor toxische eiwitten waarmee bijvoorbeeld de nachtvlinder kan worden bestreden. Intensief gebruik van dit toxine leidt tot resistentie bij de vlinder, waardoor ook het biologische bestrijdingsmiddel met dit toxine niet meer bruikbaar is.

Ten derde hebben milieu-organisaties grote bezwaren tegen de introductie van herbicide-tolerante gewassen. Ook hier bestaat het risico van onkruiden die resistent worden door het omvangrijke gebruik van specifieke middelen. Tevens wijzen deze organisaties erop dat de inbouw van herbicide-tolerantie waarschijnlijk tot een groter verbruik van onkruidbestrijdingsmiddelen zal leiden. Dit druist volgens hen volledig in tegen de gewenste vermindering van het verbruik van chemische middelen.

Terwijl dus reeds regelgeving bestaat om de milieu-risico's van transgene planten te beperken is nog steeds maatschappelijke discussie gaande over de ernst van die risico's en daarmee over de toereikendheid van de

bestaande regelgeving. Deze paradox heeft vooral te maken met een tweedeling in de maatschappelijke beoordeling van transgene gewassen. Volgens Sarink et al. (1991) is er in de maatschappelijke discussie over milieu-effecten van transgene gewassen sprake van twee, min of meer gescheiden communicatienetwerken. Het ene netwerk omvat personen en organisaties binnen de onderzoekswereld, het biotechnologisch bedrijfsleven en de overheid. Dit netwerk is grotendeels verantwoordelijk voor de regelgeving inzake de milieurisico's. Het andere netwerk bestaat uit maatschappelijke organisaties zoals milieu- en consumentenorganisaties, kerkelijke groepen, boeren- en dierenwelzijnsorganisaties. Actoren in de twee netwerken beoordelen de milieu-effecten van transgene gewassen vanuit afzonderlijke invalshoeken. Organisaties uit het eerste netwerk benadrukken de potentiële voordelen (ook voor het milieu) van transgene planten. Zij zien genetische modificatie als een wetenschappelijke of economische uitdaging waarvan de uiteindelijke voordelen groter zullen zijn dan de mogelijke nadelige effecten. De organisaties uit het tweede netwerk vragen meer aandacht voor mogelijke gevaren, vooral op langere termijn. Zij vragen zich af of genetische modificatie wel past in een streven naar duurzame landbouw. Daarbij worden de milieu-effecten beoordeeld in samenhang met andere baten en lasten, waarbij ook sociaal-economische en ethische aspecten een rol spelen.

Een aantal aardappelkwekers vindt de regelgeving inzake de veldproeven met transgene planten te streng. Men moet teveel voorzorgsmaatregelen treffen tegen ongewenste verspreiding, teveel formulieren invullen en teveel (gevoelige) informatie prijsgeven. Dit brengt extra kosten met zich en soms zelfs vertraging van het onderzoek. Tegelijkertijd zijn zij zich terdege bewust van het belang van strenge regelgeving voor het verkrijgen van een maatschappelijke draagvlak voor de introductie van transgene gewassen. Gezien de scepsis jegens de veiligheid van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten zal de maatschappelijke acceptatie eerder met strenge dan met soepele veiligheidsvoorschriften zijn gediend.

4.3 Consumptieveiligheid

De komst van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten heeft bij overheden en andere betrokkenen de vraag opgeroepen hoe de consumptieveiligheid van dergelijke produkten kan worden gegarandeerd. Is de huidige regelgeving inzake de consumptieveiligheid van landbouwprodukten en voedingsmiddelen toereikend, of moeten nieuwe criteria en toetsingsprocedures worden ontwikkeld? Door verschillende nationale overheden en internationale organisaties zijn voorstellen gedaan voor beoordelingsstrategieën voor de consumptieveiligheid van transgene land-

bouwprodukten. Deze voorstellen zijn door het onderzoeksinstituut RIKILT-DLO geïnventariseerd en geëvalueerd (Kok, 1992). Alleen in de Verenigde Staten zijn reeds richtlijnen ingevoerd, in alle andere landen is de discussie over de voorstellen nog niet afgerond.

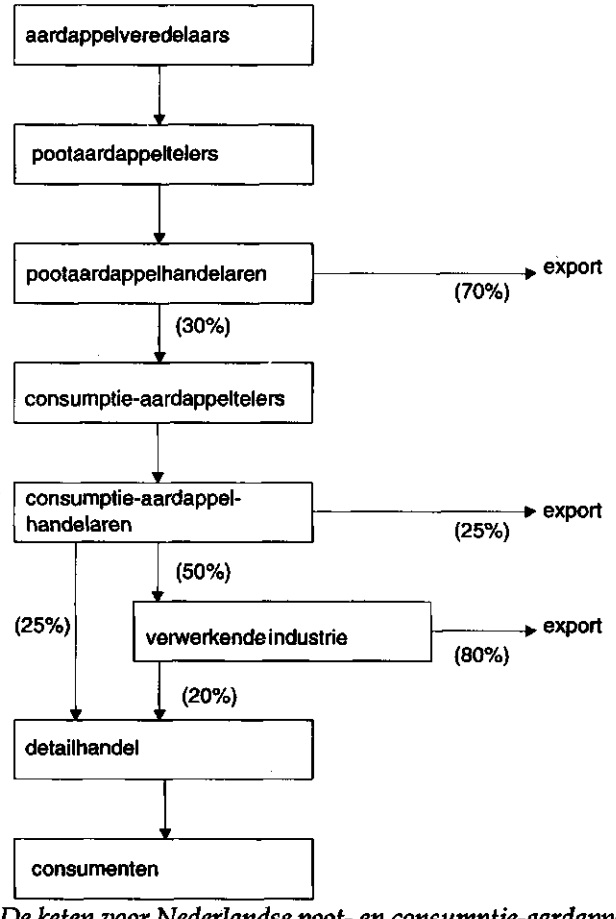
Twee zaken komen in alle voorstellen terug (Kok, 1992: 48). Het eerste is de noodzaak een transgeen produkt te vergelijken met zijn klassieke tegenhanger. Is er sprake van "wezenlijke gelijkheid"? Het tweede is de ook onder milieuveiligheid genoemde "case-by-case" benadering. Voor transgene aardappelen betekent het concept van wezenlijke gelijkheid dat zij zullen worden vergeleken met niet-gemodificeerde soortgenoten. Nog niet duidelijk is wat men precies gaat vergelijken; gaat het alleen om "wetenschappelijk objectieve" criteria of speelt ook de beleving van de consument een rol? Een neveneffect van het hanteren van het concept van wezenlijke gelijkheid is dat er meer onderzoek zal worden gedaan naar de veiligheid en gezondheid van conventionele aardappel- rassen. Men moet immers informatie hebben over de aanwezigheid van en de variatie in voedingsstoffen en andere stoffen in specifieke rassen. Ook in dit vergelijkend onderzoek biedt biotechnologie nieuwe mogelijkheden.

De case-by-case benadering betekent dat de beoordelingscriteria per geval worden vastgesteld. De impliceert dat de beoordelingsprocedure voor transgene aardappelen in de loop der tijd kan veranderen. Deze verandering kan zowel een versoepeling als een aanscherping van de veiligheidseisen zijn. Hoewel deze procedure tot onzekerheid kan leiden bij consument en producent, wordt zij momenteel door alle partijen als de beste aanpak gezien.

Een van de moeilijke punten in de discussie over de nieuwe beoordelingsstrategieën is de invulling van het begrip veiligheid. Hoewel alle betrokkenen ervan overtuigd zijn dat genetisch gemodificeerde landbouwprodukten alleen op de markt mogen worden gebracht indien ze veilig zijn, bestaat er over de invulling van de aspecten veiligheid en gezondheid nogal verschil van mening. Veiligheid is een normatief begrip. Bij het vaststellen van criteria voor de consumptieveiligheid van transgene voedingsmiddelen moet men bepalen wat de risico's zijn én moet men een (normatief) oordelen vellen over deze risico's. Bij de risicobeoordeling van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten kijken sommige betrokkenen alleen naar wetenschappelijk objectieve risico's, terwijl anderen de veiligheidsdiscussie plaatsen in een breder kader van duurzame ontwikkeling.

4.4 Sociaal-economische aspecten

De introductie van transgene aardappelen kan in principe economische gevolgen hebben voor alle partijen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij de produktie, handel en consumptie van aardappelen. Die partijen zijn veredelaars, telers, handelaren (groothandel, export, detailhandel), industriële verwerkers en consumenten (zie figuur 4.1). Maar ook het onderzoek en de ontwikkeling van transgene aardappelen kunnen reeds economische consequenties met zich brengen voor de betrokken bedrijven en instituten. Omdat het vooralsnog zeer moeilijk is een kwalitatieve inschatting te maken van de sociaal-economisch effecten van de introductie van transgene aardappelen zullen we ons hier beperken tot een kwalitatieve analyse van mogelijke effecten.



Figuur 4.1 De keten voor Nederlandse poot- en consumptie-aardappelen

Het ontwikkelen van een transgeen aardappelras is vooralsnog een dure en risicovolle aangelegenheid. Biotechnologisch onderzoek vergt hoge investeringen en het is onduidelijk of en wanneer die investeringen kunnen worden terugverdiend. Daarbij speelt het probleem van de bescherming van intellectueel eigendom. In de land- en tuinbouw is de bescherming van nieuwe rassen, en daarmee de vergoeding voor het veredelingswerk, geregeld via het kwekersrecht. Het kwekersrecht geeft de kweker gedurende een aantal jaen het exclusieve recht op verhandeling van het nieuwe ras. In Nederland geldt het kwekersrecht op een aardappelras gedurende een periode van 30 jaar.

Volgens biotechnologiebedrijven biedt het kwekersrecht onvoldoende bescherming nu met de nieuwe technieken veel sneller een nieuw ras kan worden gemaakt. Omdat de huidige commerciële voorsprong van 12 jaar bij aardappelveredeling (namelijk de tijd nodig voor het ontwikkelen van een nieuw ras) aanzienlijk kan worden teruggebracht, zou een te korte periode overblijven om de investeringen terug te verdienen. Op nationaal en internationaal niveau wordt momenteel overleg gevoerd over aanpassing van het kwekersrecht en/of invoering van octrooirecht voor planten. Terwijl biotechnologiebedrijven en sommige onderzoeksinstellingen aandringen op toepassing van het octrooirecht op planten, zijn aardappelveredelaars voorstanders van versterking van het kwekersrecht.

De introductie van genetische modificatie heeft reeds een bijdrage geleverd aan het concentratieproces onder aardappelveredelingsbedrijven, en zal dat ook in de toekomst blijven doen. De ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen is in feite alleen voor grote veredelingsbedrijven weggelegd. Enerzijds omdat de investeringen in biotechnologisch onderzoek hoog en risicovol zijn. Anderzijds omdat het voldoen aan de hogere eisen ten aanzien van de kwaliteit en veiligheid van transgene aardappelen hogere kosten met zich brengt.

Deze concentratie in het veredelingsbedrijfsleven is niet uniek voor de aardappelsector. Ook in de veredeling van andere land- en tuinbouwgewassen heeft de laatste jaren een aanzienlijke concentratie van bedrijven plaatsgevonden (zie bijvoorbeeld Ruivenkamp, 1989). Waar de (Nederlandse) aardappelveredeling afwijkt van de algemene trend is dat de veredelingsbedrijven internationaal gezien relatief klein zijn en geen onderdeel vormen van multinationale concerns in de agrochemie of voedingsmiddelenindustrie. Het is niet uitgesloten dat dit in de toekomst zal veranderen.

Voor de aardappelteler zal een transgene aardappel met verbeterde bescherming tegen ziekten en plagen een verschuiving in de kosten met zich brengen: lagere uitgaven voor gewasbescherming en hogere uitgaven voor de pootaardappelen. Indien de introductie van transgene aardappelrassen tot hogere opbrengsten leidt (minder verlies wegens ziekten), zal

de prijs van aardappelen waarschijnlijk dalen. Zoals bij de meeste innovaties in de landbouw zal het economisch voordeel daarmee niet toevallen aan de telers, maar deels aan de producent van de innovatie, in dit geval het biotechnologiebedrijf en/of het veredelingsbedrijf, en deels aan de consument. De aardappelen met verbeterde bewaar- en verwerkingseigenschappen zullen vooral economisch voordeel opleveren voor de industriële verwerker (minder verlies, efficiëntere verwerking en betere kwaliteit) en uiteindelijk ook voor de consument.

De introductie van transgene aardappelen leidt ook tot versterking van de relaties tussen de verschillende schakels in de aardappelketen (zie figuur 4.1). Ten eerste is het voor de verwerkende industrie interessant om bij de veredeling betrokken te zijn nu genetische modificatie daarvoor nieuwe opties biedt. Het veredelingsproces kan nog beter op de wensen van de verwerkende industrie worden afgestemd, zowel wat betreft de kwaliteit van het eindprodukt als de efficiëntie van het verwerkingsproces. Industriële verwerkers zullen daarom als financiers van het veredelingsonderzoek gaan optreden. Een tweede reden voor de verticale integratie in de aardappelketen heeft te maken met de moeizame acceptatie van transgene landbouwprodukten door de consument. Volgens een OECD-studie zullen biotechnologisch innovaties alleen dan succesvol zijn als de afnemer (zowel industrie, detailhandel als consument) zijn instemming betuigt met concrete toepassingen (OECD, 1992). En deze instemming zal alleen gegeven worden als de afnemer overtuigd is dat de transgene aardappel een kwalitatieve verbetering inhoudt. Kwaliteit betreft hier zowel de eigenschappen van het produkt als van het produktieproces (bijvoorbeeld de belasting van het milieu). De noodzaak van instemming bevordert daarom het overleg tussen de verschillende schakels in de produktieketen.

Hoe groot de economische effecten van de introductie van transgene aardappelen zullen zijn is vooral afhankelijk van de mate en de snelheid waarmee deze nieuwe aardappelen door de consument worden geaccepteerd. Daarbij gaat het niet alleen om de Nederlandse consument. Omdat het grootste deel van de Nederlandse aardappelproduktie uiteindelijk in het buitenland wordt afgezet, is de acceptatie van de buitenlandse consument evenzeer van groot belang. Het thema van publieksacceptatie wordt in hoofdstuk 5 verder behandeld.

4.5 Ethische aspecten

Genetische modificatie is een fundamenteel nieuwe technologie waarmee men processen van voortplanting, groei en stofwisseling van de plant op moleculair-genetisch niveau gericht kan wijzigen, op een manier die

niet eerder mogelijk was en vaak in de natuur niet voorkomt. Daarmee worden eigenschappen aan planten gegeven die ze van nature nooit kunnen hebben. Een voorbeeld daarvan is de transgene aardappel die resistent is gemaakt tegen insekten door genen uit bacteriën in de aardappel te plaatsen. Vanwege dit grensdoorbrekende karakter van genetische modificatie vragen velen zich af hoever we mogen gaan met deze technologie.

Vaak zijn de ethische bezwaren die tegen deze technologie worden geuit gebaseerd op religieuze of andere metafysische overtuigingen. Vanuit delen van de biologische landbouw, geïnspireerd door de antroposofie, wordt bezwaar aangetekend tegen het reductionistisch karakter van de genetische modificatie (Lammerts van Bueren, 1993). Met reductionisme wordt bedoeld de opvatting dat verschijnselen uitsluitend te begrijpen zijn uit de eenvoudigere samenstellende delen. In een reductionistische visie wordt de plant uitsluitend gezien als een produktiemiddel, als een machine. Genetische modificatie versterkt deze visie omdat bij deze techniek eigenschappen van de plant gereduceerd worden tot de verantwoordelijke genen, zonder de relatie tussen de plant en zijn omgeving in acht te nemen. In feite wordt de plant steeds meer van zijn omgeving losgemaakt. Antroposofen stellen daar tegenover dat men de plant moet zien als een organisme dat leeft in samenhang met zijn omgeving, als onderdeel van een agro-ecosysteem (Lammerts van Bueren, 1993).

In de maatschappelijke discussie rond transgene aardappelen spelen ethische bezwaren een ondergeschikte rol. De meeste aandacht gaat immers uit naar de milieu- en veiligheidsdiscussie. Een van de verklaringen daarvoor is dat milieu- en veiligheidsaspecten makkelijker te vatten zijn in technische criteria, waarover men overeenstemming kan bereiken. Toch spelen ethische aspecten op de achtergrond wel een rol. Veel mensen hebben een gevoel van onbehagen bij genetische modificatie, zonder dat dit gevoel in expliciete bezwaren wordt omgezet.

4.6 Overige maatschappelijke aspecten

Bij bovengenoemde ethische aspecten gaat het om persoonlijke opvattingen omtrent de "natuurlijkheid" van genetische modificatie. Ook bij andere maatschappelijke aspecten rond transgene gewassen spelen persoonlijke oordelen en de normen en waarden waarop die zijn gebaseerd een belangrijke rol. Soms worden de onder 4.5 genoemde ethische aspecten wel de "smalle ethiek" genoemd, terwijl de normatieve beoordeling van de andere aspecten de "brede ethiek" wordt genoemd. Om verwarring te voorkomen zullen we andere aspecten waarbij normen en waarden in het geding zijn hier behandelen onder de kop "overige maatschappelijke aspecten".

De volgende maatschappelijke aspecten gelden niet specifiek voor transgene aardappelen, maar voor genetisch gemodificeerde gewassen in het algemeen. Omdat deze aspecten niet nader zijn onderzocht, worden ze hier slecht kort toegelicht.

1. Besluitvormingsprocedures. Welke procedures moeten worden gevolgd in de besluitvorming rond het onderzoek naar en de toepassing van transgene gewassen? Wie zijn er bij de procedures betrokken? Over welke zaken moet worden besloten? Welke criteria moeten worden gehanteerd in de toetsing op bijvoorbeeld veiligheid? Gezien het belang van genetisch modificatie enerzijds en de onzekerheid omtrent de effecten anderzijds zien veel partijen in de samenleving het als van groot strategisch belang bij de besluitvorming betrokken te zijn. Een belangrijk aspect in de discussie omtrent besluitvormingsprocedures is de afweging tussen korte- en lange-termijneffecten. In (politieke) besluitvorming wordt vaak voor korte-termijnoplossingen gekozen ten nadele van de lange-termijneffecten. Wat betekent dit voor besluitvorming inzake een technologie die pas op termijn grootschalige effecten zal sorteren?
2. Verdeling van voor- en nadelen. Elke nieuwe technologie brengt voor- en nadelen met zich. De vraag is aan wie de voordelen toevallen en wie met de nadelen worden geconfronteerd. Hebben zij die nadeel ondervinden voldoende mogelijkheden om zich daartegen te beschermen, of worden ze gecompenseerd, door de overheid of door hen die de vruchten plukken? Inzake genetisch gemodificeerde gewassen bestaat bij verschillende groepen in de samenleving de angst dat de voordelen eenzijdig zullen toevallen aan de bedrijven die deze technologie ontwikkelen, meestal grote agro-chemie ondernemingen, en dat de risico's op de (kleine) boeren en op het milieu worden afgewenteld. Hoe kunnen we zorgen voor een rechtvaardige verdeling van baten en lasten?
3. Noord-Zuid verhoudingen. De vraag is welk effect de ontwikkeling van genetisch gemodificeerde gewassen in de industrielanden zal hebben op ontwikkelingslanden. Zal het de kloof tussen Noord en Zuid vergroten of juist verkleinen? Het gaat daarbij om de effecten van technische mogelijkheden als substitutie van grondstoffen, toename van de produktiviteit en teelt van oorspronkelijk tropische produkten in gematigde klimaatgebieden. Indien de handelsbalans tussen Noord en Zuid verslechterd, moeten we dan compensatie bieden?
4. Effect op de wereldvoedselvoorziening. Genetisch gemodificeerde gewassen kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de verhoging van de produktiviteit in de landbouw. Dit is vooral van belang voor ontwikkelingslanden, waar de bevolking vaak sneller groeit dan de voedselproduktie. Daarmee is niet gezegd dat genetisch gemodificeerde gewassen het huidige hongerprobleem uit de wereld kunnen helpen,

daar honger meestal een politiek-economisch en geen landbouwkundig probleem is. Er moet dus een afweging worden gemaakt tussen investeringen in biotechnologisch onderzoek en investeringen in andere methoden om de voedselvoorziening veilig te stellen, inclusief verbetering van de huidige technieken.

5. Duurzame ontwikkeling. De introductie van genetisch gemodificeerde gewassen valt in een periode waarin extra kritisch wordt gekeken naar de milieu-effecten van nieuwe en bestaande technieken. Bij de introductie van nieuwe produkten en technieken wordt gekeken of deze wel passen in een streven naar duurzame ontwikkeling van landbouw en natuur. Duurzame ontwikkeling is echter een vaag begrip, dat door velen anders wordt ingevuld. Met als gevolg dat ook de relatie tussen transgene gewassen en duurzame ontwikkeling anders wordt beoordeeld. Met name de milieu-risico's voor de lange termijn zijn aanleiding om verschillend tegen transgene gewassen aan te kijken. Ontwikkelaars van deze gewassen benadrukken meestal de voordelen en zijn bereid bepaalde risico's te accepteren. Critici benadrukken de risico's en concluderen daaruit dat het wenselijk is strengere veiligheidseisen te stellen en meer risico-onderzoek te doen. Ook benadrukken critici dat er voldoende alternatieven voor transgene gewassen voorhanden zijn om dezelfde problemen op de lossen. Volgens voorstanders bieden die alternatieven onvoldoende (economisch) perspectief.
6. Keuzevrijheid voor de consument. Het laatste maar zeker niet het minst belangrijke ethische vraagstuk rond transgene gewassen is de mate van keuzevrijheid voor de consument. Met name consumentenorganisaties dringen erop aan dat de consument moet kunnen kiezen tussen wel en niet gemodificeerde landbouwprodukten. Hoe moet echter die keuzevrijheid verzekerd worden? Keuzevrijheid veronderstelt twee zaken: verschillende opties om uit te kiezen en vrijheid om te kiezen. Wie verzorgt de verscheidenheid aan opties? Is dat de markt, of speelt ook de overheid hier een rol? Moet aan iedere consument dezelfde variatie aangeboden worden? Hoe wordt de keuzevrijheid gegarandeerd? Bijvoorbeeld: hoe weet de consument of de aardappel die hij/zij in de winkel koopt wel of niet met behulp van genetische modificatie is geproduceerd? Consumentenorganisaties pleiten daarom voor etikettering van transgene produkten.

4.7 Conclusie

In dit hoofdstuk hebben we een aantal maatschappelijke aspecten op een rij gezet die spelen in de discussie rond genetisch gemodificeerde aardappelen. Daarbij hebben we onderscheid gemaakt tussen veiligheids-

aspecten (veiligheid voor milieu en consument), sociaal-economische aspecten, ethische en overige maatschappelijke aspecten. Bij ethische aspecten gaat het ook om de normen en waarden die in de discussie rond veiligheid en sociaal-economische effecten naar voren komen. De meeste van deze aspecten zijn niet beperkt tot aardappelen maar gelden voor transgene gewassen in het algemeen.

In de discussie rond transgene gewassen kan men drie deeldiscussies onderscheiden: rond het innovatiebeleid, rond het toelatingsbeleid en rond publieksacceptatie. In alle drie deeldiscussies komen de verschillende aspecten in meer of mindere mate terug. Bij het innovatiebeleid van de overheid gaat het om het stimuleren van innovatie in de land- en tuinbouw en in de voedingsmiddelenindustrie. De centrale vraag daarbij is welk soort innovatie moet worden gestimuleerd en hoe dat moet worden gedaan? Oftewel: wat zijn de doelstellingen en welke instrumenten wil men daarvoor inzetten? Critici van het huidige innovatiebeleid stellen dat er vergelijkenderwijs te veel geld wordt besteed aan biotechnologisch onderzoek en te weinig aan onderzoek naar alternatieven, zoals bijvoorbeeld biologische landbouw.

In het toelatingsbeleid is geregeld aan welke (veiligheids)criteria transgene gewassen moeten voldoen voordat zij in het milieu of op de markt worden toegelaten. Inzake de (grootschalige) introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu is reeds regelgeving van kracht. Toch hebben met name de milieu-organisaties veel kritiek op de gehanteerde criteria. Zij stellen dat vooral lange-termijneffecten op het milieu onvoldoende zijn en worden onderzocht. De discussie over de (veiligheids)criteria waaraan genetisch gemodificeerde voedingsmiddelen moeten voldoen om op de markt te worden toegelaten is nog niet afgerond. In deze discussie staan twee vragen centraal: aan welke veiligheidscriteria moeten de nieuwe produkten voldoen, en welke andere criteria moeten eventueel in de toelatingsprocedure worden opgenomen? Sommige maatschappelijke organisaties willen ook graag sociaal-economisch en ethisch aspecten in de toelatingsprocedures opnemen. Het probleem is echter dat deze aspecten vaak moeilijk in harde criteria en eenduidige regels zijn te vatten. De overheid staat daarom op het standpunt dat zij alleen de veiligheid van transgene produkten wil garanderen, en dat andere aspecten door marktpartijen of maatschappelijke organisaties onderling moeten worden besproken en eventueel geregeld. Die "andere aspecten" spelen ook een rol bij de acceptatie van transgene aardappelen door de consument. In het volgende hoofdstuk zullen we bekijken welke criteria voor de consument van belang zijn bij het wel of niet accepteren van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten.

5. ACCEPTATIE DOOR DE CONSUMENT

5.1 Inleiding

Nu binnen een paar jaar de eerste genetisch gemodificeerde aardappelen op de markt worden verwacht, stellen de meeste betrokkenen zich de vraag: hoe zal de consument reageren? De consument bepaalt uiteindelijk of hij/zij transgene aardappelen wil eten, en zo ja, onder welke voorwaarden. De invoering van genetische modificatie in de aardappelveredeling staat of valt bij het vertrouwen van de consument in de resultaten van deze nieuwe technologie.

De vraag naar de acceptatie door de consument is niet alleen van belang voor bedrijven die transgene aardappelen ontwikkelen en deze willen commercialiseren. Ook voor de nationale overheid is acceptatie een belangrijk vraagstuk. De overheid moet immers een middenweg vinden tussen het voldoende garanderen van de veiligheid van transgene aardappelen voor de mens en het milieu enerzijds en het stimuleren van innovatieprocessen in de land- en tuinbouw en de agro-industrie anderzijds. Strenge veiligheidseisen dragen bij aan het winnen van het vertrouwen van de consument maar kunnen het innovatieproces vertragen. Onvoldoende strenge eisen kunnen echter leiden tot wantrouwen en daarmee tot afwijzing van de nieuwe produkten door de consument. Maatschappelijke organisaties plaatsen de acceptatie van transgene gewassen in een bredere discussie over de ecologische risico's van traditionele en nieuwe technologieën, en over de veiligheid en het nut van bepaalde nieuwe voedingsmiddelen.

In binnen- en buitenland is onderzoek gedaan naar de acceptatie van biotechnologie. Daarbij is meestal gekeken naar de houding van het publiek in het algemeen. Slechts enkele studies hebben de acceptatie van specifiek de consument tot onderwerp. Studies naar consumentenacceptatie zijn echter uiteindelijk het meest interessant, omdat deze veel specifieker ingaan op de beoordeling van genetisch gemodificeerde voedingsmiddelen.

In dit hoofdstuk zullen we de resultaten bespreken van enkele nationale en internationale studies naar de acceptatie van biotechnologie en gene-

tisch gemodificeerde voedingsgewassen. In § 5.2 gaat het om de acceptatie door het publiek in het algemeen (publieksacceptatie), terwijl in § 5.3 de consument centraal staat (consumentenacceptatie). In § 5.4 worden enkele suggesties gedaan voor het vergroten van de acceptatie. In § 5.5 worden enkele conclusies getrokken over de mogelijke acceptatie van transgene aardappelen.

5.2 Publieksacceptatie

Uit onderzoek naar de beoordeling van biotechnologie door het Nederlandse publiek blijkt dat de houdingen ten aanzien van verschillende toepassingen zeer uiteen lopen (Heijs et al., 1993). Die houdingen variëren van positief (milieuzorg, produktie van medicijnen, landbouw) via neutraal (diergeneeskunde, voedselindustrie) tot tamelijk negatief (veeteelt). In het onderzoek is onder andere gekeken naar de samenhang tussen kennis van specifieke toepassingen van biotechnologie en de houding jegens deze toepassingen. Het kennisniveau van het Nederlandse publiek inzake biotechnologie in het algemeen ligt vrij laag. De geringe kennis is volgens de auteurs mogelijk een oorzaak voor de geconstateerde neutrale en verdeelde meningen over sommige toepassingsgebieden (zoals de voedselindustrie) en van de voornamelijk emotionele basis van de houdingen (Heijs et al., 1993: 63).

Voor toepassingen in de landbouw lag de relatie tussen kennis en houding als volgt. Een grotere bekendheid en meer interesse gaan gepaard met een meer positieve houding en een positievere inschatting van de effecten op de economie. Indien de respondenten hun informatie vooral krijgen van milieu-organisaties dan maakt men vaker de inschatting dat er schadelijke gevolgen voor het milieu optreden en is de houding minder gunstig (Heijs et al., 1993: 45).

De belangrijkste conclusie uit dit onderzoek is dat er een grote behoefte bestaat aan meer informatie. "De voornaamste lacunes in de informatievoorziening betreffen de effecten op de gezondheid en het milieu en de controleerbaarheid van de gevolgen, en daarna de regelgeving, de grenzen van de mogelijkheden en de implicaties voor de derde wereld" (Heijs et al., 1993: 56).

Voor het accepteren en het eventueel kopen van transgene aardappelen zijn twee andere conclusies van belang. Vrouwen vinden vaker dan mannen dat bij genetisch gemodificeerde voedselgewassen normatieve grenzen worden overschreden en laten daardoor een minder gunstige houding zien. Deze constatering is van belang omdat de aankoop van voedsel, en dus ook van aardappelen, vooral door vrouwen wordt gedaan.

Daarnaast blijkt uit het onderzoek dat houdingen sterk samenhangen met de intentie om produkten wel of niet te kopen.

Voor de Nederlandse aardappelsector is ook de publieksacceptatie van transgene aardappelen in het buitenland een belangrijk gegeven. Nederlandse aardappelen worden immers voor het grootste deel in het buitenland afgezet (zie figuur 4.1, blz. 35). Indien buitenlandse consumenten transgene aardappelen accepteren, zal dat een extra stimulans zijn voor de Nederlandse veredelaar om transgene rassen op de markt te brengen. Indien de buitenlandse consument deze nieuwe rassen afwijst, zullen veredelaars zich veel terughoudender opstellen. De belangrijkste, voorlopig open vraag is natuurlijk wat het betekent als er een discrepantie optreedt tussen binnen- en buitenlandse acceptatie.

Een recent publieksonderzoek in opdracht van de Commissie van de EG heeft de kennis van en mening over biotechnologie van 12.800 volwassenen in de gehele EG geïnventariseerd (Marlier, 1992). Uit deze studie kwamen enkele interessante verschillen tussen de afzonderlijke lidstaten van de EG naar voren. Het bleek dat inwoners van de noordelijke lidstaten meer kennis hebben van genetische modificatie dan inwoners van de zuidelijke lidstaten. Daarentegen zijn de inwoners van de zuidelijke lidstaten grotere voorstanders van onderzoek naar genetische modificatie. Dit lijkt in tegenspraak met de conclusie uit het Nederlands publieksonderzoek dat meer kennis van genetisch modificatie in de landbouw leidt tot een positieve houding. In het EG-onderzoek ging het echter om genetische modificatie in het algemeen, dus ook bij dieren en mensen. Wat de risico's voor de mens en het milieu betreft, bleken inwoners van Nederland, Duitsland en Denemarken het meest bezorgd.

Voor de mogelijke export van transgene aardappelen is de publieke opinie in zowel Duitsland als de Zuidelijke lidstaten van groot belang. Duitsland is de belangrijkste exportmarkt voor Nederlandse consumptieaardappelen en aardappelprodukten. Duitse consumenten staan zeer kritisch tegenover genetische modificatie: de wenselijkheid van toepassing is laag en de risicoperceptie is hoog. De kans dat op korte of middellange termijn transgene aardappelen op de Duitse markt afgezet kunnen worden is zeer gering. De landen rond de Middellandse Zee vormen de belangrijkste exportmarkten voor Nederlandse pootaardappelen. In tegenstelling tot Duitsland is het publiek in Frankrijk en Zuid-Europa minder negatief jegens genetische modificatie. In deze landen kijkt men meer naar de mogelijke voordelen van deze nieuwe technologie dan naar de mogelijke gevaren.

5.3 Consumentenacceptatie

Onderzoek naar consumentenacceptatie van biotechnologie wordt in Nederland vooral gedaan door het instituut voor consumentenonderzoek SWOKA (Hamstra en Feenstra, 1989; Hamstra, 1991; Hamstra, 1993). Uit dit onderzoek blijkt dat de consumentenacceptatie van genetisch gemodificeerde voedingsmiddelen beïnvloed wordt door drie elementen: 1. de algemene houding van de consument tegenover het gebruik van genetische modificatie; 2. de bezorgdheid van consumenten over eventueel nadelige effecten; en 3. produktkarakteristieken (Hamstra, 1991).

Terwijl eerder onderzoek zich vooral richtte op karakteristieken van de consument (kennis, houding) stonden in het meest recente onderzoek de produktkarakteristieken centraal (Hamstra, 1993). Eerst is een lijst opgesteld van eigenschappen die voor de consument een rol spelen in het beoordelen van produkten. De belangrijkste factoren die produktacceptatie positief beïnvloeden zijn smaak, geschiktheid om zichzelf ermee te verwennen, gezondheid, veiligheid en bijdrage van produktiemethode aan een goed leven voor (klein)kinderen. De acceptatie wordt negatief beïnvloed indien een produkt kan leiden tot fysieke klachten en verstoring van het natuurlijk evenwicht, en indien alleen de producent er voordeel aan ontleent. Daarna is gekeken welke score twintig verschillende produkten voor elk van die eigenschappen behaalden. Bij die produkten zaten zowel traditionele als biotechnologische produkten. Een van de biotechnologische produkten was een herbicide-tolerante aardappel.

Uit deze studie kwamen de volgende algemene conclusies (Hamstra, 1993: 90):

1. Er is een redelijke kans dat consumenten de toepassing van genetische modificatie in de voedselproduktie acceptabel vinden indien a) het niet bij dieren wordt gedaan, b) niet alleen de producent er voordeel bij heeft, en c) er geen negatieve effecten worden verwacht.
2. Morele waarden en overtuigingen inzake de natuur zijn van belang in de evaluatie van voedingsmiddelen en hun produktiemethoden.
3. Produkten die gemaakt zijn met behulp van genetische modificatie zijn niet noodzakelijk minder acceptabel dan produkten die met andere technieken zijn geproduceerd. Hoewel produkten die het resultaat zijn van genetische modificatie in het algemeen minder gunstig worden beoordeeld dan produkten die met behulp van fysieke of traditionele produktiemethoden zijn gemaakt, kunnen ze in sommige gevallen meer acceptabel zijn dan produkten van chemische technologie.

De herbicide-tolerante aardappel krijgt van de consumenten een vrij negatieve beoordeling (Hamstra, 1993: 58). Hij wordt beschouwd als onnatuurlijk, relatief onveilig en van matige kwaliteit. Bovendien leidt die aardappel tot verstoring van het natuurlijk evenwicht.

5.4 Vergroting van het maatschappelijk draagvlak

Voorstanders van de introductie zijn hard op zoek naar wegen om de maatschappelijke acceptatie van transgene gewassen te vergroten. Voor een succesvolle toepassing van deze nieuwe technologie is een ruim maatschappelijk draagvlak onontbeerlijk. Om dit draagvlak te verkrijgen zijn verschillende activiteiten vereist. In de eerste plaats is meer informatie nodig. Daarbij gaat het om juiste en begrijpelijke informatie over de technologie, de regelgeving, de risico's, etc. De vraag is echter wie die informatie moet leveren. Voor een effectieve informatie-overdracht is de betrouwbaarheid van de bron van groot belang. Uit het publieksonderzoek van de EG bleek dat meer dan 50% van de Europeanen milieu- en consumentenorganisaties als de meest betrouwbare bronnen van informatie over biotechnologie beschouwen. Deze organisaties hebben dus een relatief grote invloed op de publieksacceptatie van transgene gewassen.

De belangrijke rol die maatschappelijke organisaties spelen bij de informatie-overdracht naar het brede publiek stelt de techniek-ontwikkelaars voor een probleem. In § 4.2 hebben we reeds gezien dat tussen de ontwikkelaars van de nieuwe techniek en de maatschappelijke organisaties een communicatiekloof bestaat inzake de beoordeling van transgene gewassen. Voor het creëren van een breed draagvlak voor transgene gewassen zal deze kloof moeten worden gedicht. Daarvoor zal er een dialoog moeten worden opgezet tussen partijen uit de twee netwerken (Sarink et al., 1991). In zo'n dialoog zouden de maatschappelijke organisaties kunnen aangeven welke toepassingen men wel en welke men niet acceptabel vindt, en welke overwegingen men daarbij hanteert. Ontwikkelaars zouden via zo'n dialoog een indicatie kunnen krijgen van het draagvlak voor specifieke toepassingen en zouden daarbij de maatschappelijke organisaties de mogelijkheid kunnen geven hun betrokkenheid bij de problematiek in een constructieve vorm te gieten.

Een zinvolle dialoog en het daarbij horend wederzijds respect komen niet uit de lucht vallen. Lacy et al. (1991) geven aan wat daarvoor nodig is. Ten eerste moet het onderwijs de basis leggen voor zo'n dialoog. Dat betekent dat wetenschappers en technologen meer kennis moeten nemen van de maatschappelijke aspecten rond hun werk, en dat het brede publiek meer kennis moet nemen van de biologische en biotechnologische processen. Ten tweede moeten er geloofwaardige instituties zijn die voor de informatie-overdracht zorgen. Uit de resultaten van het EG-onderzoek volgt dat maatschappelijke organisaties hier een belangrijke taak hebben. Ten derde moet duidelijk zijn wie (mee)beslist over regelgeving rond genetische modificatie. Tenslotte moeten er instituties zijn die de dialoog faciliteren en bevorderen.

5.5 Conclusie

Op basis van verschillende studies naar publieks- en consumentenacceptatie van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten is nog weinig met zekerheid te zeggen over de acceptatie van transgene aardappelen. Het blijkt dat de acceptatie sterk afhangt van de eigenschappen van de specifieke toepassingen. Wel kunnen we op basis van die studies de volgende verwachtingen uitspreken: transgene aardappelen zijn niet bij voorbaat onacceptabel; meer kennis over (de effecten van) genetisch gemodificeerde gewassen kan de acceptatie van transgene aardappelen bevorderen; transgene aardappelen die (werkelijke of veronderstelde) negatieve effecten voor de mens en/of het milieu meebrengen worden niet geaccepteerd; transgene aardappelen die alleen voordeel opleveren voor de producent zullen moeilijk worden geaccepteerd; transgene aardappelen die een duidelijk milieuvoordeel opleveren maken een goede kans op acceptatie.

Voor de acceptatie van genetische modificatie van voedingsgewassen in het algemeen is het noodzakelijk dat er een breed maatschappelijke draagvlak ontstaat voor toepassing van deze nieuwe technologie. Daarvoor moeten maatschappelijke organisaties enerzijds en technologie-ontwikkelaars anderzijds in dialoog treden over de voorwaarden en wenselijkheid van concrete toepassingen. Maatschappelijke organisaties hebben een extra verantwoordelijkheid waar het gaat om informatie-overdracht naar het brede publiek.

6. CONCLUSIES

In deze publikatie wordt de dynamiek achter de ontwikkeling en toepassing van transgene aardappelen in Nederland beschreven. Die dynamiek wordt bepaald door een groot factoren, zoals de stand van het techniek, de betrokken actoren, de mogelijke voor- en nadelen, de beoordeling van de mogelijke effecten door verschillende partijen in de samenleving, het overheidsbeleid rond transgene gewassen en de acceptatie door de consument. In deze publikatie wordt beschreven hoe deze verschillende factoren de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen bevorderen dan wel belemmeren.

Genetische modificatie is een vorm van biotechnologie die nieuwe mogelijkheden biedt in de aardappelveredeling. In de eerste plaats kan hiermee het veredelingsproces, dat normaal 12 tot 15 jaar duurt, worden versneld. Omdat nieuwe genen (met nieuwe eigenschappen) gericht worden ingebracht, kunnen een aantal fasen van terugkruisen, zoals bij de traditionele veredeling noodzakelijk is, worden overgeslagen. In de tweede plaats kunnen nieuwe eigenschappen in aardappelrassen worden geïntroduceerd. Daarmee kunnen aardappelkwekers nog beter inspelen op de wensen van afnemers, of dit nu telers, industriële verwerkers of consumenten zijn.

Telers willen rassen met betere resistentie tegen ziekten en plagen. In het kader van het milieubeleid van de overheid en de grotere aandacht van de consument voor de milieu-effecten van produktiemethoden in de landbouw streven aardappeltelers naar vermindering van het verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen. Veel onderzoek met transgene aardappelen is dan ook gericht op het verhogen van de bescherming tegen ziekten en plagen.

De handel en de industrie willen graag aardappelen met betere bewaar- en verwerkingseigenschappen. Daarmee kan uitval tijdens het bewaren of het verwerken (tot aardappelprodukten) worden beperkt en kan de kwaliteit van het eindprodukt worden verhoogd. Vooral de verwerkende industrie gaat zich steeds meer met de aardappelveredeling bezighouden. Technische en financiële factoren bevorderen een hechtere relatie tussen veredelingsbedrijven en de verwerkende industrie. Genetische mo-

dificatie biedt immers meer mogelijkheden om al in het veredelingsproces rekening te houden met de eisen van het verwerkingsproces en de wensen van de consument. Daarnaast vragen de hoge kosten van het inzetten van genetische modificatie in de aardappelveredeling om extra financiering. De verwerkende industrie heeft ruimere mogelijkheden deze financiering op zich te nemen.

De eigenlijke genetische modificatie wordt meestal uitgevoerd door onderzoeksinstellingen of door biotechnologiebedrijven, vaak op verzoek van veredelingsbedrijven. De veldproeven met transgene aardappelen worden uitgevoerd door de veredelingsbedrijven zelf, die ook voor de commercialisering van de nieuwe transgene rassen zorgdragen.

Aan de toepassing van transgene aardappelen zijn naast de voordelen ook risico's verbonden. Deze risico's betreffen met name de veiligheid voor mens en milieu en de sociaal-economische effecten. Daarnaast zijn er ook ethische aspecten in het geding, vooral wat betreft de vraag of overschreiding van natuurlijke grenzen wenselijk is.

Een probleem bij het beoordelen en voorkómen van de risico's van transgene gewassen is de onzekerheid. Enerzijds is de techniek van genetische modificatie nog zo grof en onnauwkeurig dat nooit precies voorspeld kan worden wat het effect zal zijn op de te modificeren plant. Deze onzekerheid is vooral van belang voor de beoordeling van de consumptieveiligheid. Anderzijds is de techniek nog zo nieuw dat het onduidelijk is wat de effecten op lange termijn zullen zijn. Deze onzekerheid is vooral van belang voor de ecologische effecten op lange termijn.

Voor milieu-organisaties is de onzekerheid omtrent de (lange termijn) milieu-effecten aanleiding om te pleiten voor veel meer risico-analyses en voor het uitstellen van commerciële toepassing van transgene aardappelen. Ook consumentenorganisaties stellen zich kritisch op. Transgene aardappelen zijn voor hen alleen acceptabel als duidelijk is dat ze veilig gegeten kunnen worden, als ze geen nadelige milieu-effecten met zich brengen, als niet alleen de producent er voordeel bij heeft en als ze geëtiketteerd worden.

De overheid ziet biotechnologie als een belangrijke technologie voor de Nederlands land- en tuinbouw en stimuleert daarom de ontwikkeling van transgene aardappelen. Dit gebeurt via het innovatiebeleid. Tegelijkertijd ziet de overheid het ook als haar taak de veiligheid van transgene gewassen voor mens en milieu te garanderen; dit gebeurt via het toelatingsbeleid. De keuze voor of tegen specifieke toepassingen van transgene aardappelen laat de overheid over aan de partijen in de maatschappij. Daarvoor hebben die partijen informatie nodig over de technologische ontwikkeling en haar effecten en moeten ze een mening vormen, bij voorkeur in onderling overleg. De overheid ondersteunt de informatievoorzie-

ning en de maatschappelijke meningsvorming via haar communicatiebevorderend en faciliterend beleid.

Acceptatie van transgene aardappelen kan alleen bereikt worden als aan de volgende twee voorwaarden is voldaan. In de eerste plaats dienen die aardappelen te voldoen aan de wensen van de consument: geen negatieve milieu-effecten, veilig voor consumptie en voordelen voor meer partijen dan alleen de producent. In de tweede plaats moeten voorstanders en critici met elkaar in dialoog treden. In die dialoog zou men moeten zoeken naar een consensus over hoe de voordelen van transgene aardappelen te behalen en tegelijkertijd de negatieve effecten te voorkómen.

LITERATUUR

Bijman, W.J.
Technology Assessment voor de landbouw; een verkenning; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1992 (Mededeling 474)

Bijman, W.J.
De ontwikkeling en introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen in Nederland; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1993 (Onderzoeksverslag 113)

Evenhuis, A., en J.C. Zadoks,
Mogelijke gevaren van transgene planten voor wilde planten. Een bijdrage tot de risico-analyse; Wageningen, Landbouwuniversiteit, Vakgroep Fytopathologie, 1990

Heijs, W.J.M., C.J.H. Midden en R.A.J. Drabbe,
Biotechnologie: houdingen en achtergronden; Eindhoven, Technische Universtiteit Eindhoven, Faculteit Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen, 1993

Kok, E.J.
Evaluatie van strategieën ter beoordeling van de voedselveiligheid van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten; Wageningen, RIKILT-DLO, 1992

Lacy, William B., Lawrence Busch, and Laura R. Lacy
"Public perceptions of agricultural biotechnology", in: Bill R. Baumgardt and Marshall A. Martin (eds.), *Agricultural Biotechnology. Issues and Choices. Information for Decision Makers;* West Lafayette, IN, Purdue University Agricultural Experiment Station, blz. 139-161, 1991

Lammerts van Bueren, Edith
"Biotechnologie en planten: veredeling of verarming?, in: Jaap van der Wal en Edith Lammerts van Bueren (red.), *Zit er toekomst in ons DNA? Genetische manipulatie bij plant, dier en mens: een aanzet tot maatschappelijke oordeelsvorming;* Driebergen: Werkgroep Genenmanipulatie en Oordeelsvorming, Louis Bolk Instituut, blz. 41-60, 1993

Marlier, Eric
"Eurobarometer 35.1; Opinions of Europeans on biotechnology in 1991", in: John Durant (ed.), *Biotechnology in public; a review of recent research;* London, Science Museum, blz. 52-108, 1992

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Beleidsnota Landbouwbiotechnologie "Leven in een duurzame toekomst"; Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, directie Wetenschap en Technologie, 1993a

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Bijlage behorende bij de Beleidsnota Landbouwbiotechnologie "Leven in een duurzame toekomst"; Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, directie Wetenschap en Technologie, 1993b

OECD
Biotechnology, Agriculture and Food; Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development, 1992

OECD
Analysis of field release experiments; Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development, 1993 (restricted)

Ruivenkamp, Guido,
De invoering van biotechnologie in de agro-industriële produktieketen; de overgang naar een nieuwe arbeidsorganisatie; Utrecht, Jan van Arkel, 1989

Sarink, Heleen, et al.
Toepassing van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu: kennis, betrokkenheid en overwegingen van maatschappelijke organisaties; Amsterdam, Vrije Universiteit, Werkgroep Biologie en Samenleving, 1991

Straughan, Roger
"Genetic manipulation for food production: social and ethical issues for consumers", *British Food Journal,* vol. 92, no. 7, blz. 13-26, 1990

Young, Nick
Seed Potato Systems in Developed Countries: Canada, The Netherlands and Great Britain; Lima, International Potato Center, 1990

ERRATA

Aanvullingen in de literatuur

Hamstra, Anneke M. en Marijke Feenstra
Consument en biotechnologie. Kennis en meningsvorming van consumenten over biotechnologie; Den Haag, SWOKA, 1989

Hamstra, A.M.
Biotechnology in Foodstuffs. Towards a model of consumer acceptance; Den Haag, SWOKA, 1991

Hamstra, A.M.
Consumer acceptance of food biotechnology. The relation between product evaluation and acceptance; Den Haag, SWOKA, 1993

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Amylopectine	Soort zetmeel in aardappelen
Amylose	Soort zetmeel in aardappelen
Amylose-vrije aardappel	Aardappel zonder amylose-zetmeel, dus met enkel amylopectine-zetmeel
Anti-sense gentechnologie	Techniek van genetische modificatie waarbij de betekenis ("sense") van een gen ongedaan wordt gemaakt
Contractonderzoek	Betaald onderzoek ten behoeve van een specifieke opdrachtgever
Ecologie	Leer van de relatie tussen organismen en hun omgeving
Fungicide	Schimmelbestrijdingsmiddel
Fytosanitaire maatregelen	Maatregelen waarmee men het optreden of het overbrengen van ziekten bij planten tegengaat
Gen	Drager van erfelijke eigenschap, deel van het DNA-molecuul
Genetische modificatie	Verandering van de erfelijke eigenschappen door het veranderen van een gen of het inbrengen van een "vreemd" gen
Genenkaart	Beschrijving van de functie van alle genen
GGO's	Genetisch gemodificeerde organismen
Herbicide	Onkruidbestrijdingsmiddel
Herbicide-tolerantie	Ongevoeligheid voor onkruidbestrijdingsmiddelen
Integraal Ketenbeheer	Het streven naar een hogere en constante kwaliteit in de gehele produktketen
Kloneren	Ongeslachtelijke voortplanting, waarmee genetisch identieke nakomelingen worden verkregen

Merker-gen	Een gen dat verantwoordelijk is voor een eigenschap waarmee gemodificeerde planten kunnen worden onderscheiden van niet-gemodificeerde planten
Moleculaire veredeling	Veredeling van planten via het veranderen van een deel van het DNA-molecuul (van een gen)
Mutant	Organisme met afwijkende erfelijke eigenschappen
Nematoden	Aaltjes; meestal aardappelcyste-aaltjes
PVX	Potato Virus X = aardappelvirus X
R&D	Research & Development = onderzoek naar en Ontwikkeling van nieuwe technieken en produkten
Reductionisme	De opvatting dat verschijnselen uitsluitend te begrijpen zijn uit de eenvoudigere samenstellende delen
Resistentie	Weerstand tegen aantasting (door virus, schimmel of bacterie)
Stootblauw	Blauwkleurige beschadiging van de aardappel als gevolg van ruwe behandeling
Tolerantie	Ongevoeligheid
Transgeen	Genetisch gemodificeerd
Vegetatieve vermeerdering	Ongeslachtelijke vermeerdering van planten
Weefselkweek	Techniek waarbij plantencellen en -weefsels *in vitro* (in glas) worden vermenigvuldigd