

ONTWIKKELING EN INTRODUCTIE VAN GENETISCH GEMODIFICEERDE AARDAPPELEN IN NEDERLAND



SIGN: L 28-113
EX. NO: C
MLV:

Mei 1993

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

5 87602

REFERAAT

ONTWIKKELING EN INTRODUCTIE VAN GENETISCH GEMODIFICEERDE AARDAPPELEN IN NEDERLAND

Bijman, W.J.

Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1993

Onderzoekverslag 113

ISBN 90-5242-216-8

160 p., tab., fig.

Dit rapport is onderdeel van een proces van Technology Assessment. Daartoe is onderzocht wat de stand van zaken is omtrent de ontwikkeling en introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen in Nederland, en hoe verschillende groepen in de maatschappij deze ontwikkeling beoordelen. De gepresenteerde informatie is gebaseerd op literatuurstudie en op interviews. Nadruk wordt gelegd op de interactie tussen de ontwikkeling van genetisch gemodificeerde aardappelen en andere trends in de aardappelketen, zoals voortgaande integratie en meer aandacht voor milieu en kwaliteit. De economische gevolgen zijn moeilijk te kwantificeren zolang nog geen transgene aardappelen op de markt zijn. Veel hangt af van de publieksacceptatie, die vooralsnog terughoudend is.

Biotechnologie/Aardappelen/Effecten/Publieksacceptatie/Technology Assessment

DEVELOPMENT AND INTRODUCTION OF GENETICALLY MODIFIED POTATOES IN THE NETHERLANDS

This report is part of a Technology Assessment process. It analyses the state of the art in genetic engineering of potatoes. It discusses the perspectives and barriers for commercial introduction of transgenic potatoes in the Netherlands. The information is based on documentary analysis and interviews. Emphasis is put on the interaction between the development of transgenic potatoes and the restructuring of the potato chain. The introduction of transgenic potatoes will further the vertical integration in the product chain, but economic effects are hard to quantify. Public attitude towards genetic engineered food products is still rather reserved.

Biotechnology/Potato/Technology Assessment/Impact/Public Acceptance

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Bijman, W.J.

Ontwikkeling en introductie van genetisch gemodificeerde
aardappelen in Nederland / W.J. Bijman. - Den Haag :
Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO). - Fig., tab. -
(Onderzoekverslag / Landbouw-Economisch Instituut
(LEI-DLO) ; 113)

ISBN 90-5242-216-8

NUGI 835

Trefw.: aardappelen / biotechnologie.

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
SUMMARY	14
1. INLEIDING	19
1.1 Aanleiding van het onderzoek	19
1.2 Doel van het onderzoek	20
1.3 Technology Assessment	21
1.4 Opzet en afbakening van het onderzoek	22
1.5 De aardappelketen	24
1.6 Indeling van het rapport, en leeswijzer	26
2. PRODUCTIE EN AFZET VAN AARDAPPELEN	28
2.1 Inleiding	28
2.2 Aardappelteelt	28
2.2.1 Inleiding	28
2.2.2 Pootaardappelen	29
2.2.3 Consumptie-aardappelen	30
2.2.4 Fabrieksaardappelen	31
2.2.5 Bestrijdingsmiddelengebruik	32
2.2.6 Geïntegreerde teelt	33
2.2.7 Prijzen en inkomens	36
2.3 Handel en afzet	37
2.3.1 Inleiding	37
2.3.2 Pootaardappelen	39
2.3.3 Consumptie-aardappelen	41
2.4 Industriële verwerking	41
2.4.1 Consumptie-aardappelverwerkende industrie	41
2.4.2 Zetmeelindustrie	42
2.5 Detailhandel en Consumenten	43
2.5.1 Inleiding	43
2.5.2 Consumententrends	44
2.5.3 Biologische aardappelen	45
2.5.4 Integrale Ketenbeheersing	46
2.6 Conclusies	47
3. INTRODUCTIE VAN GENETISCHE MODIFICATIE IN DE AARD-APPELVEREDELING	50
3.1 Inleiding	50
3.2 De oude en nieuwe structuur van de aardappelveredeling	51
3.2.1 De traditionele structuur	51
3.2.2 De nieuwe structuur	52

3.3	Het veredelingsonderzoek	54
3.3.1	Inleiding	54
3.3.2	Heroriëntatie, en introductie van biotechnologie	54
3.3.3	Het Instituut voor Plantenveredeling	56
3.3.4	Het Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek	57
3.4	De aardappelveredelingsbedrijven	59
3.4.1	Inleiding	59
3.4.2	Concentratie van veredelingsbedrijven	59
3.4.3	De veranderde relatie tussen kweekbedrijven en DLO-instituten	60
3.4.4	De veredelingsbedrijven en transgene aardappelen	62
3.5	Nieuwe biotechnologiebedrijven	64
3.5.1	Inleiding	64
3.5.2	MOGEN International NV	65
3.5.3	Keygene NV	67
3.5.4	Plant Genetic Systems	68
3.6	Conclusies	69
4.	GENETISCH GEMODIFICEERDE AARDAPPELEN MET EEN BETERE BESCHERMING TEGEN ZIEKTEN EN PLAGEN	72
4.1	Inleiding	72
4.2	<i>Phytophthora</i>	73
4.2.1	Het probleem	73
4.2.2	Transgene aardappelen	74
4.2.3	Alternatieven	76
4.3	Aardappelmoeheid	77
4.3.1	Het probleem	77
4.3.2	Transgene aardappelen	79
4.3.3	Alternatieven	80
4.4	<i>Rhizoctonia</i> (Lakschurft)	83
4.4.1	Het probleem	83
4.4.2	Transgene aardappelen	83
4.4.3	Alternatieven	83
4.5	Virusziekten	84
4.5.1	Het probleem	84
4.5.2	Transgene aardappelen	85
4.5.3	Alternatieven	85
4.6	Bacterieziekten	86
4.6.1	Het probleem	86
4.6.2	Transgene aardappelen	86
4.6.3	Alternatieven	87
4.7	Onkruiden	87
4.7.1	Het probleem	87
4.7.2	Transgene aardappelen	87
4.7.3	Alternatieven	88

4.8	Insekten	88
4.8.1	Het probleem	88
4.8.2	Transgene aardappelen	89
4.8.3	Alternatieven	90
4.9	Conclusies	90
5.	GENETISCH GEMODIFICEERDE AARDAPPELEN MET VERBETERDE BEWAAR- EN VERWERKINGSEIGENSCHAPPEN	92
5.1	Inleiding	92
5.2	Zetmeelsamenstelling	93
5.2.1	Het probleem	93
5.2.2	Transgene aardappelen	93
5.2.3	Alternatieven	94
5.3	Stootblauwgevoeligheid	94
5.3.1	Het probleem	94
5.3.2	Transgene aardappelen	95
5.3.3	Alternatieven	95
5.4	Reducerende suikers	95
5.4.1	Het probleem	95
5.4.2	Transgene aardappelen	96
5.4.3	Alternatieven	96
5.5	Overige ontwikkelingen	96
5.5.1	Onderzoek in Nederland	96
5.5.2	Onderzoek in het buitenland	97
5.6	Conclusies	97
6.	ECONOMISCHE ASPECTEN ROND GENETISCH GEMODIFICEERDE AARDAPPELEN	99
6.1	Inleiding	99
6.2	Aardappelveredelaars	100
6.3	Aardappeltelers	101
6.4	De aardappelketen	104
6.5	Octrooirecht of kwekersrecht	107
6.6	Conclusies	110
7.	PUBLIEKSACCEPTATIE	112
7.1	Inleiding	112
7.2	Consumentenonderzoek	113
7.3	Internationaal onderzoek naar publieksacceptatie	113
7.4	Voedselveiligheid en gezondheid	115
7.5	Milieu-effecten	116
7.6	Verwachtingen omtrent publieksacceptatie	119
7.7	Opties voor vergroten van publieksacceptatie	120
7.8	Conclusies	122
8.	CONCLUSIES	124
8.1	Inleiding	124
8.2	Dominante trends in de aardappelketen	125

	Blz.
8.3 Genetische modificatie in de aardappelveredeling	127
8.4 Barrières en perspectieven voor transgene aardappelen	129
9. SLOTBESCHOUWING EN AANBEVELINGEN	131
9.1 Beschouwing van aanpak en resultaten	131
9.2 Aanbevelingen voor vervolgactiviteiten en vervolgonderzoek	132
LITERATUUR	135
GEBRUIKTE AFKORTINGEN	146
BIJLAGEN	147
1. Leden van de begeleidingscommissie	148
2. Uitwerking van een TA-proces	149
3. Geïnterviewde personen	152
4. Vragenlijsten	153
5. Belangrijkste pootaardappelrassen in Nederland (1991)	158
6. Bestrijdingsmiddelengebruik in de aardappelteelt	159

WOORD VOORAF

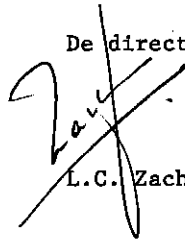
Dit rapport geeft de resultaten weer van een onderzoek naar de ontwikkeling en toepassing van genetisch gemodificeerde aardappelen. Dit onderzoek vormt de eerste deelstudie van een driejarig onderzoeksproject naar de "maatschappelijke aspecten van landbouwbiotechnologie", dat bij het LEI-DLO in september 1991 van start is gegaan. Binnen het brede begrip "maatschappelijke aspecten" wordt bij het LEI-DLO de nadruk gelegd op economische en institutionele aspecten. Daarmee wordt bedoeld op de economische en institutionele randvoorwaarden waarbinnen biotechnologie in de landbouw wordt ontwikkeld en toegepast.

Het LEI-DLO-project is een onderdeel van het onderzoeksprogramma "Ecologische, maatschappelijke en ethische aspecten van biotechnologie", van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Dit programma is opgesteld ten behoeve van consumentenorganisaties, om extra aandacht te geven aan de consumentenaspecten rond landbouwbiotechnologie. Consumentenorganisaties zijn, via de Stichting Consument en Biotechnologie, nauw betrokken bij de opzet en uitvoering van de verschillende projecten binnen dit onderzoekprogramma.

Binnen het LEI-DLO past het project "maatschappelijke aspecten van landbouwbiotechnologie" in het streven meer aandacht te geven aan technologische ontwikkelingen. Daarbij wordt onder andere gebruik gemaakt van het onderzoekmodel Technology Assessment (TA). In TA-studies worden zowel de technologische ontwikkeling als de maatschappelijke effecten onderzocht. Het onderzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen is opgezet als een TA-studie.

Het onderzoek is begeleid door een commissie waarin naast het Ministerie van LNV en de Stichting Consument en Biotechnologie ook het bedrijfsleven en enkele maatschappelijke organisaties vertegenwoordigd waren (zie bijlage 1). Aan de leden van de commissie is dank verschuldigd, evenals aan anderen die informatie hebben verschaft of commentaar hebben geleverd op concept-hoofdstukken.

De directeur,



L.C. Zachariasse

Den Haag, mei 1993

SAMENVATTING

1. Inleiding

Dit rapport is het resultaat van een eerste deelstudie in het kader van het onderzoekprogramma "Ecologische, maatschappelijke en ethische aspecten van biotechnologie" van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. De keuze voor genetisch gemodificeerde (= transgene) aardappelen lag voor de hand: de aardappel is een belangrijk gewas in de Nederlands landbouw, de aardappelteler staat voor de belangrijke uitdagingen, zoals het terugdringen van het verbruik van bestrijdingsmiddelen, en het onderzoek naar transgene aardappelen is reeds ver gevorderd.

Dit rapport is een onderdeel van een Technology Assessment (TA) proces. TA is het onderzoek naar de effecten van nieuwe technologieën en het inbrengen van de resultaten van dit onderzoek in de besluitvorming rond die nieuwe technologieën. Een belangrijk onderdeel daarvan is het in kaart brengen van de technologische ontwikkeling zelf.

In dit rapport worden de volgende vragen beantwoord:

- Wat is de stand van zaken in het onderzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen (= transgene aardappelen)?
- Op welke termijn kunnen transgene aardappelen op de markt verwacht worden?
- Wie zijn de belangrijkste actoren betrokken bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen? Welke motieven hebben zij daarvoor?
- Hoe verhoudt zich de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen tot andere (structurele) veranderingen in de aardappelketen.
- Wat kan nu reeds gezegd worden over de economische effecten van transgene aardappelen?
- Wat zijn de perspectieven en barrières voor publieksacceptatie van transgene aardappelen?

De informatie in dit rapport is gebaseerd op literatuurstudie, op gegevens uit LEI-databanken en op interviews met betrokkenen uit de aardappelketen. De aardappelketen bestaat uit alle actoren die direct bij onderzoek, veredeling, teelt, verwerking, handel en consumptie van aardappelen betrokken zijn (zie figuur 2.1).

2. Produktie en afzet van aardappelen

Bij de Nederlandse aardappelteelt waren in 1990 bijna 22.000 bedrijven betrokken, waarvan het merendeel akkerbouwbedrijven is. In de akkerbouw is de aardappel het belangrijkste gewas; de aardappelteelt neemt 45% van de totale produktiewaarde van akkerbouwgewassen voor haar rekening. In 1990 werden nog goede prijzen voor aardappelen genoteerd. Daarna zijn de prijzen, met name door produktie-uitbreiding in binnen- en buitenland, flink gedaald. Gegeven het grote belang van aardappelen in de akkerbouw heeft een prijsdaling voor aardappelen een relatief groot effect op het inkomen van de akkerbouwer.

De aardappelteelt is een grootverbruiker van bestrijdingsmiddelen. Het totale verbruik in 1990 bedroeg ruim 12 miljoen kg actieve stof. De kosten voor aankoop van deze middelen bedroegen 162 miljoen gulden. In het kader van het milieubeleid zal dit verbruik aanzienlijk moeten worden gereduceerd.

De totale aardappelproduktie bedroeg in 1990 ruim zeven miljoen ton, waarvan de helft consumptie-aardappelen, ruim één miljoen ton pootaardappelen en de rest fabrieksaardappelen. Pootaardappelen worden voor 70% geëxporteerd. Twee derde van alle consumptie-aardappelen worden geëxporteerd, hetzij als aardappel hetzij als aardappelprodukt. De groei in de export komt vooral van de aardappelprodukten. De verwerking tot aardappelprodukten is de laatste jaren steeds belangrijker geworden. Van de totale beschikbare hoeveelheid consumptie-aardappelen wordt de helft industrieel verwerkt.

In de afzet van aardappelen speelt de trend naar hogere kwaliteit en meer aandacht voor het milieu. Dit laatste blijkt onder andere uit de groeiende afzet van biologische aardappelen. Meer aandacht voor kwaliteit leidt onder andere tot het instellen van Integrale Ketenbeheersing (IKB).

3. Introductie van genetische modificatie in de aardappelveredeling

Bij de introductie van genetische modificatie in de aardappelveredeling spelen drie partijen een hoofdrol: onderzoeksinstellingen van de overheid, biotechnologiebedrijven en aardappelveredelingsbedrijven. Binnen de eerste categorie zijn het belangrijkste het Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek (CPRO-DLO) van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, en het Instituut voor Plantenveredeling (IVP) van de Landbouwuniversiteit Wageningen. In Nederland zijn twee nieuwe biotechnologiebedrijven actief op het terrein van genetisch gemodificeerde aardappelen: Keygene te Wageningen en MOGEN te Leiden. Daarnaast is voor de

Nederlandse aardappelsector ook het Belgische biotechnologiebedrijf Plant Genetic Systems (PGS) van groot belang. Een aantal Nederlandse aardappelveredelaars doen veldonderzoek samen met PGS.

De veredelingsbedrijven zitten in een proces van structurele veranderingen. Ten eerste is er een concentratie van bedrijven gaande. De overblijvers zijn groter en krachtiger. Ten tweede moeten de veredelingsbedrijven tegenwoordig een groter deel van het veredelingsonderzoek, dat vroeger bij de onderzoeksinstituten in Wageningen plaats vond, zelf uitvoeren. Dit betekent extra investeren in onderzoek. Ten derde leidt de opkomst van genetische modificatie in de aardappelveredeling tot extra investeringen in biotechnologisch onderzoek, hetzij op het eigen bedrijf, hetzij als contractonderzoek. Alle bedrijven willen de ontwikkelingen van dichtbij volgen. Ten vierde staan de veredelingsbedrijven onder extra druk van teelt en afzet om met milieuvriendelijke (dus resistente) rassen te komen. Al met al leiden deze ontwikkelingen ertoe dat de rol en de positie van de veredelingsbedrijven in de aardappelketen aan belang wint.

4. Toepassingen van transgene aardappelen

De transgene aardappelen die momenteel worden ontwikkeld, kunnen in twee categorieën worden verdeeld: aardappelen met een betere bescherming tegen ziekten en plagen en aardappelen met verbeterde bewaar- en verwerkingseigenschappen.

Alle belangrijke ziekten en plagen (zowel in Nederland als daarbuiten) in de aardappelteelt zijn onderwerp van onderzoek naar transgene aardappelen: *Phytophthora*, aardappelmoehed, lakschurft (*Rhizoctonia*), virusziekten, bacterieziekten, onkruiden en insecten. Hoewel een aantal van deze ziekten en plagen in Nederland geen of weinig schade opleveren, zijn ze wel interessant gezien de omvangrijke export van pootaardappelen. Het verst gevorderd is het onderzoek naar virusresistente aardappelen. Transgene aardappelen met resistentie tegen aardappelvirus X (PVX) kunnen over enkele jaren op de markt verwacht worden. Het onderzoek naar transgene aardappelen met resistentie tegen aardappelziekte en aardappelmoehed (de twee belangrijkste ziekten in de Nederlandse teelt) is nog in een beginstadium. Dergelijke transgene aardappelen worden pas rond het jaar 2000 op de markt verwacht.

Transgene aardappelen met verbeterde bewaar- en verwerkingseigenschappen zijn reeds ontwikkeld, en worden momenteel aan veldproeven onderworpen. Het gaat daarbij om veranderde zetmeelsamenstelling en om verminderde stootblauwgevoeligheid. De transgene aardappel met veranderde zetmeelsamenstelling (een amylose-vrije aardappel) is een fabrieksaardappel. Deze eigenschap is vooral interessant voor de zetmeelindustrie. De transgene aardap-

pel met verminderde stootblauwgevoeligheid is een consumptie-aardappel en leidt tot minder uitval in de aardappelverwerkende industrie. In het buitenland werkt men ook aan andere transgene aardappelen, bijvoorbeeld met een hoger zetmeelgehalte. In Denemarken heeft men een aardappel met een betere kouderesistentie ontwikkeld. Dit maakt het mogelijk dat aardappelen bij lagere temperaturen bewaarbaar zijn, en het gebruik van (chemische) kiemremmingmiddelen verminderd kan worden.

5. Economische aspecten rond transgene aardappelen

Zolang niet duidelijk is wat de prijs zal zijn van transgene aardappelen in vergelijking tot hun conventionele soortgenoten, en hoe effectief de nieuwe eigenschappen zullen zijn, is het moeilijk een kwantitatieve inschatting te maken van de economische effecten van introductie. Wel is duidelijk dat het onderzoek naar transgene aardappelen extra kosten met zich meebrengt voor veredelaars. Of deze extra investeringen terugverdiend kunnen worden, en op welke termijn, is vooralsnog zeer onzeker. Daarmee bevorderen deze risicovolle investeringen het concentratieproces onder veredelingsbedrijven. Of deze bedrijven hun investeringen kunnen terugverdienen is ook afhankelijk van de mate van bescherming van intellectueel eigendom. Daarom wordt momenteel intensief overleg gevoerd, zowel nationaal als internationaal, over aanpassing van kwekers- en octrooirecht.

Voor de aardappelteler zal een transgene aardappel met verbeterde bescherming tegen ziekten en plagen een verschuiving in de kosten met zich meebrengen: lagere uitgaven voor gewasbescherming en hogere uitgaven voor uitgangsmateriaal. Wat de aardappelen met verbeterde bewaar- en verwerkingseigenschappen precies betekenen voor de economie van de aardappelverwerking is niet bekend.

De introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen zal waarschijnlijk de verticale integratie in de aardappelketen versterken. De reden hiervoor is dat transgene aardappelen alleen toegepast kunnen worden indien de afnemers (industrie, detailhandel, consument) daarmee instemmen. 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 productieproces (bijvoorbeeld de belasting van het milieu). De noodzaak van instemming bevordert het overleg tussen de verschillende schakels in de keten.

6. Publieksacceptatie

Of en op welke schaal transgene aardappelen zullen worden toegepast, is in de eerste plaats afhankelijk van de houding van

het publiek (of de consument). Bij de eventuele acceptatie door de consument spelen vele zaken een rol, waarbij de consumptieveiligheid en de effecten voor het milieu het belangrijkste zijn. Voor beide aspecten valt momenteel nog geen definitief antwoord te geven. Dat leidt er mede toe dat de consument zich vooralsnog terughoudend opstelt.

Uit verschillende studies naar publiekshouding jegens biotechnologie kwam naar voren dat men de transgene landbouwgewassen op zich als redelijk positief beschouwd. Wel moet dan de consumptieveiligheid gegarandeerd zijn, en de moet er, per saldo, geen negatief effect voor het milieu bestaan. Er is duidelijk verschil in risicoperceptie van transgene landbouwprodukten tussen verschillende lidstaten van de EG. Omdat Nederland (poot)aardappelen exporteert naar bijna alle lidstaten, is publiekshouding in het buitenland ook van belang voor de Nederlandse aardappelsector.

Uit een EG-studie naar publiekshouding kwam naar voren dat de meeste mensen milieu- en consumentenorganisaties als de betrouwbaarste bronnen beschouwen waar het gaat om informatie over (effecten van) biotechnologie. Inzake de transgene aardappel zijn Nederlandse milieu-organisaties het meest kritisch. Met name vanwege de onzekerheid omtrent milieu-effecten pleiten zij voor een terughoudend beleid. Consumentenorganisaties benadrukken vooral de noodzaak van informatie aan de consument. Daarom pleiten zij voor verplichte etikettering.

Een grotere acceptatie van transgene landbouwprodukten kan alleen bereikt worden indien er een breder maatschappelijk draagvlak is voor toepassing van genetische modificatie in de landbouw en voedselproductie. Om dit draagvlak te verkrijgen zullen voorstanders en critici in dialoog moeten treden. Inzake de transgene aardappel betekent dit een dialoog tussen de bedrijven die transgene aardappelen ontwikkelen en commercialiseren enerzijds, en maatschappelijke organisaties als milieu- en consumentenorganisaties anderzijds.

7. Conclusies

De ontwikkeling van transgene aardappelen wordt vooral bepaald door de mogelijkheden die de technologische ontwikkeling biedt. De introductie van transgene aardappelen in de aardappelketen wordt mede bepaald door ontwikkelingen die reeds gaande zijn in die sector. Een belangrijke ontwikkeling is de horizontale en verticale integratie in de keten. Aan de afzetkant is vooral de grotere nadruk op kwaliteit en milieu van groot belang. Transgene aardappelen zullen pas dan op grote schaal geaccepteerd worden als duidelijk is dat zij kwalitatieve verbeteringen met zich meebrengen.

SUMMARY

1. Introduction

This report analyses the development and introduction of genetically modified potatoes in the Netherlands. This study is part of a larger research programme on "Ecological, societal and ethical aspects of biotechnology", funded by the Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries. Genetically modified potatoes were chosen as a first case study for the following reasons: potato is an important crop in Dutch agriculture; potato farmers are obliged to reduce the use of chemical pesticides, and are thus looking for alternative ways to prevent damage and loss by pests and diseases; applied research on genetically modified potatoes is well advanced.

This report is part of a Technology Assessment (TA) process. TA is the study of the impact of new technologies as well as introducing the outcome of the impact studies in decision making on those new technologies. A major part of TA is analysing the technological development itself.

The following questions are answered in this report:

- What is the state of the art in applied research on genetically modified potatoes (= transgenic potatoes)?
- When shall the first transgenic potatoes be marketed in the Netherlands?
- Who are the main (Dutch) actors involved in developing and introducing transgenic potatoes? Why are they involved?
- How is the development and introduction of genetically modified potatoes related to other (structural) developments within the potato industry?
- What can be said about the economic impact of transgenic potatoes?
- What are the perspectives for public acceptance of transgenic potatoes?

The information given in this report is based on documentary analysis, on data from LEI-DLO databanks, and on interviews with key persons directly or indirectly involved in the production, trade or consumption of potatoes. The concept of the product chain is used, both for defining the actors involved and for looking at the economic impact. The potato chain consists of all actors involved with potato research, potato breeding, potato farming, potato trade, potato processing and potato consumption.

2. Dutch potato production and sale

In 1990 almost 22,000 farms were engaged in potato production. In arable farming potato is the most important crop, generating 45% of total production value of all arable crops. In recent years the potato prices have decreased, mainly due to abundant supply. This has had a depressing effect on income in Dutch arable farming.

One of the major challenges for potato farmers is the reduction of pesticide use. The use of chemical pesticides is very high in Dutch potato cultivation, due to intensive farming methods. In 1990 farmers used more than 12 million kg (active ingredient) of chemical pesticides for the potato crop (purchasing costs: 162 million guilders). Government environmental policies oblige farmers to reduce the use of pesticides by at least 50% up to the year 2000.

In 1990 the Dutch potato production totalled seven million tonnes. This total consists of 3.5 million tonnes of ware potatoes, 1 million tonnes of seed potatoes and 2.5 million tonnes of starch potatoes. Seventy percent of all seed potatoes is exported. Of the ware potato production two thirds are exported, either as fresh potatoes or as potato products (frozen french fries, potato chips, etc.). In recent years the export of potato products has shown the highest growth rate. The industrial processing potatoes has become more and more important. Of all ware potatoes more than fifty percent is now supplied to the processing industry.

The trend in consumer preferences towards higher quality products and more attention to environmental aspects is also affecting potato markets. This can be seen from the growing market for ecologically produced potatoes. The demand for higher quality products has led to initiatives of Integrated Chain Control. This means that all stages of the potato chain are incorporated in efforts to enhance the quality of the final product. The idea behind these efforts is that many quality aspects of the final product are determined in preceding stages of the product chain.

3. Introduction of genetic engineering in potato breeding

Three groups of actors are directly engaged in the introduction of genetic engineering in potato breeding: public research institutes, biotechnology firms, and potato breeding companies. The most important public research institutes are the Centre for Plant Breeding and Reproduction Research (CPRO-DLO) of the Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, and the Department of Plant Breeding (IVP) of the Agricultural University

Wageningen. Two new biotechnology firms are doing research on transgenic potatoes in the Netherlands: Keygene, of Wageningen, and MOGEN, of Leiden. Also important for the Dutch potato industry is the Belgian new biotechnology firm Plant Genetic Systems (PGS). Several Dutch potato breeding companies have research contracts with PGS.

The potato breeding companies, the third group of actors, are currently going through a process of restructuring. Firstly, there is a concentration of companies under way, through mergers and take-overs. Secondly, potato breeders have enlarged breeding research activities, as potato breeding research at public institutes has been restructured. Thirdly, the rise of genetic engineering has urged the companies to increase investments in biotechnology research, either in-house or as contract research. All companies feel the need to stay in touch with the latest research findings. Fourthly, pressure has increased on breeding companies to come up with varieties that have better pest and disease resistance, and thus need less pesticides. As a result of the restructuring process the potato breeding companies will become stronger and more influential in the potato product chain as a whole.

4. Applications of transgenic potatoes.

Two kinds of transgenic potatoes can be distinguished: those with a better resistance to pests and diseases, and those with improved characteristics for storage and processing.

All important potato pests and diseases are subject to genetic engineering research: diseases and loss caused by nematodes, viruses, fungi, bacteria, insects and herbicides. Although several of these pests and diseases are not a major threat to potato cultivation in the Netherlands, they are important because of the large export of seed potatoes. For instance, Dutch seed potatoes exported to Mediterranean countries are faced with (sub)tropical diseases endemic in these countries.

In the Netherlands the first genetically modified potatoes have been virus resistant potatoes. Transgenic potatoes with resistance to Potato Virus X (PVX) will be ready for commercial introduction within a few years. Currently these potatoes are subject to cultivation tests. Genetic engineering research on resistance to nematodes and fungi - the two most important threats to the Dutch potato crop - is only in its infancy. Commercial introduction of transgenic potatoes with improved resistance to nematodes or fungi is not expected until the end of the century.

Transgenic potatoes with improved storage and processing characteristics have already been developed in the Netherlands,

and are now subject to cultivation tests. In one kind of transgenic potatoes the starch content has been changed. This amylose-free potato may make the industrial starch processing more efficient. Another kind of transgenic potatoes has been made less vulnerable to bruising, in order to reduce the loss of raw material during storage, transport and processing. In Denmark research on transgenic potatoes is directed at improving cold resistance. Potatoes with a better cold resistance can be stored at lower temperatures and therefore need less chemicals for restraining sprout growth. In other countries genetic engineering research is directed at enhancing the starch content.

5. Economic aspects of transgenic potatoes

Because both the efficacy and the price of transgenic potatoes are still unknown, it is difficult to make a quantitative assessment of the economic impact. However, it is already evident that genetic engineering research requires potato breeders to increase their investments in R&D. Whether and when these investments will yield profits is still very uncertain. Thus, the need to do this kind of investment furthers the process of concentration among breeding companies. Return on investment in genetic engineering research is also dependent on the system of intellectual property protection. Both nationally and internationally current systems of plant breeding rights are under discussion.

For potato farmers the introduction of transgenic potatoes with improved disease resistance may lead to a shift in variable costs: lower costs for pesticides but higher costs for starting material.

Transgenic potatoes with improved storage or processing characteristics may earn higher prices for potato farmers, while here, too, the starting material may be more expensive. However, the economic impact can only be stated in hypothetical terms.

The introduction of transgenic potatoes will reinforce the vertical integration in the potato chain. Transgenic potato varieties will only be grown under approval from the customer (trading firm, processing company, retailer or consumer). Approval will only be given if the transgenic variety holds an evident qualitative improvement compared to non-modified varieties. Qualitative improvements can concern the characteristics of both the product and the production process (for instance the environmental impact). The need for approval strengthens the integration between different stages of the product chain.

6. Public acceptance

Whether transgenic potato varieties will be grown depends foremost on the attitude of the public (or consumer). For con-

sumer acceptance many aspects are of concern, while safety for human consumption and environmental impact are the most important. For these aspects no definite answer can be given, thus leading to a reserved attitude by the consumer and the public at large.

Public attitudes towards biotechnology have been studied in various countries, as well as in the European Community as a whole. Most studies showed that transgenic crops are valued moderately positive. Of course, the *sine qua non* is safety for human consumption and no negative environmental effects. There seems to be a clear difference in risk perception of transgenic food products between various EC countries. Because Dutch potatoes are exported to almost all other EC member states, public attitude in all these countries is important for the Dutch potato industry.

In an EC study on public attitude towards biotechnology it was shown that most people consider environmental and consumer organisations as the most trust worthy sources of information on the impact of biotechnology. Concerning transgenic potatoes in the Netherlands the environmental organisations are the most critical. They favor a restrained approach because it is still uncertain what the (long term) environmental impact will be. Consumer organisations stress the importance of sufficient information for the consumer. Therefore they favor compulsory labelling.

In order to achieve broad acceptance of transgenic agricultural products a dialogue must be set up between proponents and critics of genetically modified food crops. In this dialogue the parties involved must listen to and respect each others arguments. Only this way some consensus may be reached on what applications of genetic engineering holds benefits for all groups in society. Concerning transgenic potatoes this implies that biotechnology firms and the potato business on the one hand and environmental and consumer organisations on the other hand must enter a dialogue to discuss which transgenic potatoes should be developed and introduced.

7. Conclusions

So far the development of genetically modified potatoes has mainly been determined by the feasibility from a technological point of view. The commercial introduction, however, will also be determined by other structural developments in the potato industry. One of the major structural developments is horizontal and vertical integration in the potato industry. In the sale of potatoes and potato products more emphasis is placed on quality and environmental aspects. Transgenic potatoes will only be accepted by consumers if they hold evident qualitative improvements that are beneficial for all.

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding van het onderzoek

Reeds in 1988 werd in Nederland de eerste genetisch gemodificeerde aardappel 1) aangemeld bij de Raad voor het Kwekersrecht, voor het verkrijgen van kwekersrecht en voor opname op de Rassenlijst. Indien het registratie-onderzoek en het cultuur- en gebruikswaarde-onderzoek de gewenste resultaten opleveren, kan dit nieuwe aardappelras, dat beter bestand is tegen virusinfectie, rond 1995 op de markt worden gebracht. In de tweede helft van de jaren negentig worden ook andere genetisch gemodificeerde aardappelen (met bijvoorbeeld verbeterde ziekteresistentie of veranderde zetmeelsamenstelling) op de markt verwacht.

Transgene aardappelen zijn een van de eerste toepassingen van genetische modificatie in de landbouw. Genetische modificatie is een belangrijke techniek binnen de biotechnologie. Rond de ontwikkeling en toepassing van transgene aardappelen hangen nog veel onzekerheden. Hoewel men in het onderzoek reeds gevorderd is, kon nog niet met zekerheid worden aangegeven welke transgene aardappelen wanneer klaar zijn voor marktintroductie. Naast deze technische factoren spelen ook economisch criteria een belangrijke, selecterende rol.

Op zich is het niet vreemd dat de ontwikkeling en introductie van een nieuwe technologie gepaard gaat met onzekerheid. Elke nieuwe techniek moet zich in de praktijk bewijzen, voordat van een succesvolle innovatie sprake kan zijn. Bij genetische modificatie van landbouwgewassen spelen echter een aantal speciale factoren, die de onzekerheid versterken. Ten eerste gaat het om een nieuwe basistechnologie, die geheel nieuwe mogelijkheden biedt in met name de veredeling van landbouwgewassen. Voordat deze mogelijkheden kunnen worden benut is veel fundamenteel onderzoek nodig (en reeds uitgevoerd). Hoewel de eerste genetisch gemodificeerde plant reeds tien jaar geleden werd ontwikkeld, zijn er nog geen commerciële toepassingen van deze techniek. Dat genetisch gemodificeerde planten interessante commerciële mogelijkheden bieden, wordt door weinigen betwijfeld. Hiervan getuigen ook de omvangrijke investeringen van zowel overheden als bedrijven in deze technologie. Een tweede factor die de onzekerheid rond transgene planten versterkt, betreft de effecten van deze technologie op mens, dier en milieu. Juist omdat het een breed toepasbare basistechnologie is, is het moeilijk om vooraf aan te geven wat de consequenties zullen zijn. Onzekerheid omtrent de effecten

1) Naast de term "genetisch gemodificeerde aardappelen" wordt in dit rapport ook het synoniem "transgene aardappelen" gebruikt.

betreft onder andere de voedselveiligheid, de schade voor het milieu op korte en lange termijn, de sociaal-economische structuur van de landbouw en de ethische aspecten.

De onzekerheid rond de mogelijkheden en effecten van genetische modificatie van landbouwgewassen is een van oorzaken van de terughoudende opstelling van het Nederlandse publiek jegens deze technologie. Tegelijkertijd kijkt de consument steeds kritischer naar de kwaliteit van het voedselproduct én het daarbij horende productieproces. Vooral mogelijke milieu-effecten van huidige en toekomstige produktiemethoden tellen steeds zwaarder in het oordeel van de consument bij aankoop van landbouwprodukten en voedingsmiddelen. De combinatie van onzekerheid rond mogelijkheden en effecten en de kritischer houding jegens de kwaliteit van produkt en productieproces heeft in Nederland tot nog toe geleid tot een geringe publieksacceptatie van genetische modificatie van landbouwgewassen.

Om meer duidelijkheid te krijgen rond de mogelijkheden en effecten van genetische modificatie van landbouwgewassen is het onderhavige onderzoek opgezet.

1.2 Doel van het onderzoek

Het onderzoek had als doel informatie te verzamelen, te analyseren en te presenteren over de ontwikkeling en toepassing van genetisch gemodificeerde aardappelen in Nederland, en over de mogelijke sociaal-economische effecten daarvan. Daarbij ging het om twee soorten informatie. Enerzijds ging het om informatie over de technologische ontwikkeling: over de mogelijkheden van de technologie, over de effecten, en over de actoren die bij de technologische ontwikkeling betrokken zijn. Deze informatie moet een beeld opleveren van de richting en de aard van de technologische ontwikkeling. Anderzijds ging het om informatie over de manier waarop verschillende groepen en organisaties de mogelijkheden en de consequenties van de technologische ontwikkeling waarderen.

De behoefte aan informatie over de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen bestaat vooral bij maatschappelijke organisaties en bij de overheid, maar ook bij het bedrijfsleven. Maatschappelijke organisaties kunnen met de gevolgen van de introductie te maken krijgen. Daarom willen consumentenorganisaties, milieu-organisaties en landbouworganisaties weten hoever de technologische ontwikkeling gevorderd is, welke effecten verwacht mogen worden, en hoe negatieve effecten eventueel kunnen worden voorkomen. Ook de overheid, met name het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, wil weten aan welk onderzoek wordt gewerkt, en welke introducties op stapel staan. De overheid wordt immers geconfronteerd met de maatschappelijke discussie rond de wenselijkheid van bepaalde toepassingen van genetische modificatie, en met de roep om meer of minder regelgeving inzake biotechnologie. Tenslotte is het aardappelbedrijfsleven geïnteresseerd in de meningen van verschillende maatschappelijke groeperingen

omtrent de introductie van transgene aardappelen. Daarnaast wordt ook een overzicht van de technologisch ontwikkelingen nuttig geacht. Hoewel ondernemers in het aardappelbedrijfsleven zelf direct of indirect bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen betrokken zijn, hebben weinigen een compleet overzicht over de recente en te verwachten ontwikkelingen.

Het verzamelen van informatie over de technologische ontwikkeling en over de maatschappelijke beoordeling daarvan, zijn onderdelen van een specifiek onderzoekmodel dat hier wordt gehanteerd, namelijk Technology Assessment (TA). In de volgende paragraaf wordt uitgelegd wat de functie van TA is, en hoe een compleet TA-proces is opgebouwd.

1.3 Technology Assessment

Technology Assessment (TA) is het onderzoek naar de effecten van nieuwe technologieën en het inbrengen van kennis van deze effecten in de besluitvorming rond nieuwe technologieën (Bijman, 1992a). Uit deze definitie volgen vanzelf de twee soorten informatie die, zoals hierboven gesteld, verzameld moet worden: informatie over de technologische ontwikkeling en haar effecten (de technische component), en informatie over de maatschappelijke beoordeling van de techniek (de assessment component). TA is echter niet alleen informatie verzamelen. Het is juist ook het bespreken van deze informatie met betrokkenen, en het inbrengen van beide soorten informatie in de besluitvorming rond nieuwe technologie. Het uiteindelijke doel van TA is verbreding van de besluitvorming rond nieuwe technologieën (Van Eijndhoven, 1991).

De verbreding van de besluitvorming rond nieuwe technologie komt voort uit enerzijds de veranderingen in het proces van technologische ontwikkeling zelf en anderzijds de manier waarop de samenleving met technologie denkt te kunnen en moeten omgaan (Smits en Leyten, 1991). Technologische ontwikkelingen en daaraan gekoppelde maatschappelijke veranderingen verlopen in een steeds hoger tempo. Soms is sprake van geheel nieuwe ontwikkelingen, zoals bij genetische modificatie. Een belangrijk punt is ook dat de afstand tussen fundamentele wetenschap en technologische toepassing is verkleind. Dit is duidelijk zichtbaar bij de plantenveredeling, waar biotechnologie wordt ingezet voor veredeling op moleculair niveau (DNA-niveau). De maatschappelijke discussie rond nieuwe technologieën is toegenomen door onder andere de volgende factoren. Technologie wordt steeds meer gezien als een strategische factor in de concurrentiestrijd tussen bedrijven (of zelfs tussen landen). Dat overheden dit toegenomen belang van technologie erkennen, blijkt onder andere uit de stimuleringsprogramma's die zijn opgezet. Politieke en maatschappelijke discussie over de mogelijke gevolgen van nieuwe technologie wordt gevoed door de risico's (bijvoorbeeld bij kernenergie) en de negatieve effecten (milieuvervuiling) van bestaande technologie. Bovendien raken veel wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen aan ethi-

sche overwegingen en diepgewortelde levensovertuigingen. Ook belangrijk voor het ontstaan van de maatschappelijke discussie is het besef dat technologie geen exogeen verschijnsel is, maar dat het resultaat is van keuzen van mensen, en als zodanig beïnvloedbaar.

De eigenschappen van de technologische ontwikkeling enerzijds en een aantal maatschappelijke ontwikkelingen anderzijds hebben sinds de jaren zestig geleid tot een grotere behoefte aan een meer systematische maatschappelijke beïnvloeding van technologische ontwikkeling. Technology Assessment is één van de wegen waarlangs de verbreding van besluitvorming over technologie plaats kan vinden.

Een volledig TA-proces bestaat idealiter uit zes stappen (Bijman, 1992a): 1) probleemdefiniëring, 2) analyse van technologische ontwikkeling, 3) analyse van mogelijke effecten, 4) analyse van besluitvorming, 5) discussie over resultaten van analyses, en 6) opstellen van scenario's en/of opties. Om een idee te geven wat voor soort vragen bij elke stap kunnen worden gesteld zijn in bijlage 2 de verschillende stappen uitgewerkt voor de onderhavige deelstudie naar genetisch gemodificeerde aardappelen. Deze uitwerking geeft een soort handleiding voor de opzet van een TA-studie.

Dit verslag geeft vooral informatie over de technologische ontwikkeling van genetisch gemodificeerde aardappelen, en over de economische en institutionele context waarin deze aardappelen worden ontwikkeld en mogelijk toegepast. Omdat nog niet bekend is wanneer en welke transgene aardappelen op de markt komen, en wat die zullen gaan kosten, kan van een kwantitatieve analyse van economische effecten geen sprake zijn. Wel wordt in hoofdstuk 6 onder de titel "Economische aspecten" een kwalitatieve schets gegeven van veranderingen in de economische context die gerelateerd zijn aan de ontwikkeling en toepassing van transgene aardappelen. Met dit rapport zijn stappen 1 tot en met 3 van een TA-proces grotendeels doorlopen. Uiteindelijk wordt binnen het LEI-DLO programma "maatschappelijke aspecten van landbouwbiotechnologie" gestreefd naar het doorlopen van alle zes stappen.

1.4 Opzet en afbakening van het onderzoek

De informatie die in dit rapport wordt gepresenteerd is op twee manieren verzameld. Eerst is literatuuronderzoek gedaan, vooral naar de stand van de techniek. Daarna zijn interviews gehouden met een groot aantal personen die direct dan wel indirect bij de ontwikkeling en toepassing van transgene aardappelen betrokken zijn. Er is gestreefd om interviews te houden met personen uit alle schakels van de aardappelketen. Tijdens deze interview is gevraagd naar de rol van betrokkene bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen, en naar zijn/haar mening over mogelijke effecten. De informatie uit de interviews is aangevuld met schriftelijke bronnen. Voor de analyse van sociaal-

economische aspecten is mede gebruik gemaakt van gegevens uit LEI-databanken. In bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van de personen die zijn geïnterviewd, terwijl in bijlage 4 de gehanteerde vragenlijsten staan afgedrukt.

Zoals gezegd lag de nadruk in dit onderzoek op economische aspecten rond transgene aardappelen. Economische aspecten is een breder begrip dan economische effecten. Want naast aandacht voor de mogelijke economische consequenties (bijvoorbeeld voor aardappeltelers of -veredelaars) is ook gekeken naar de economische randvoorwaarden die gelden bij ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen. Dat wil zeggen de economische factoren die de introductie beïnvloeden of zelfs bepalen: investeringen in onderzoek, verwachte opbrengst, toepassingen waar wel en waar niet aan verdiend kan worden, etc. Voor een beoordeling van de mogelijke economische effecten is van belang te weten op welke termijn en op welke schaal transgene aardappelen zullen worden toegepast. Dit is vooral afhankelijk van de acceptatie door de consument of door het publiek als geheel. Daarom wordt speciale aandacht besteed aan de publiekshouding jegens genetisch gemodificeerde aardappelen.

Het onderzoek richt zich in de eerste plaats op de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen in Nederland. Nederland is echter maar een klein land, en een dergelijke aanpak zou het gevaar in zich kunnen bergen dat belangrijke ontwikkelingen in het buitenland over het hoofd worden gezien. Vooral als deze buitenlandse ontwikkelingen op termijn effecten hebben op de Nederlandse aardappelsector, dan zou deze beperking tot Nederland minder gewenst zijn. De nadelen van afbakening tot Nederland zijn echter voor deze studie niet groot, om verschillende redenen. Ten eerste is Nederland een vooraanstaand aardappelland. Nederland is niet alleen de grootste aardappelexporteur ter wereld, maar herbergt ook de grootste concentratie aardappelonderzoekers (in Wageningen en omgeving). De aardappelveredeling in Nederland is zeer goed ontwikkeld, en van een hoog kwaliteitsniveau. Ten tweede worden de nieuwste buitenlandse ontwikkelingen in de biotechnologie intensief gevolgd door Nederlandse aardappelonderzoekers. Omgekeerd geldt ook dat biotechnologiebedrijven die een nieuwe techniek hebben ontwikkeld of een nieuwe eigenschap hebben gevonden die voor de aardappelveredeling of -teelt van belang is, deze zullen aanbieden aan Nederlandse veredelaars. De investeringen in biotechnologisch onderzoek zijn vaak dermate groot dat ze alleen terugverdiend kunnen worden op de internationale markt. Daarmee worden zelfs bij de beperking van het onderzoek tot introductie in Nederland de belangrijkste ontwikkelingen in het buitenland meegenomen.

In de Nederlandse aardappelsector wordt meestal onderscheid gemaakt tussen pootaardappelen, consumptie-aardappelen en fabrieks-aardappelen (of zetmeelaardappelen). Pootaardappelen vormen het uitgangsmateriaal voor de teelt van consumptie- en fabrieks-aardappelen. Consumptie-aardappelen zijn bestemd voor verse consumptie (als tafelaardappelen) en voor de verwerkende industrie

die er aardappelprodukten als frites en chips van maakt. Fabrieksaardappelen vormen een aparte categorie, omdat deze aardappelen bijna volledig bestemd zijn voor de verwerking tot zetmeel. In dit onderzoek is naar transgene aardappelen van alle drie types gekeken. Gemodificeerde eigenschappen die de teelt betreffen zijn vaak voor alle drie types van belang, terwijl veranderde verwerkings- of consumptie-eigenschappen meestal specifiek voor een bepaald type aardappel van belang zijn.

Bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen spelen aardappelveredelingsbedrijven een cruciale rol. Daarom wordt in dit rapport veel aandacht besteed aan de aardappelveredeling. De activiteiten in de aardappelveredeling worden beperkt door tenminste twee factoren, namelijk de stand van de techniek en de economische randvoorwaarden. De economische factoren bepalen in de eerste plaats hoeveel geld er beschikbaar is voor veredelingsactiviteiten en veredelingsonderzoek. Daarnaast worden de eigenschappen waarop de aardappelveredeling zich richt, grotendeels bepaald door de mogelijkheden om met die eigenschappen economische voordelen te behalen in de teelt, de verwerking en de handel. Toch is het uiteindelijk de stand van de techniek die bepaalt in welke mate men de biologische eigenschappen van de aardappel kan manipuleren en benutten om de economisch gewenste eigenschappen te verkrijgen. Hiermee wordt meteen het belang van genetische modificatie duidelijk. De introductie van genetische modificatie betekent namelijk dat de mogelijkheden om de erfelijke eigenschappen van aardappelen te manipuleren, aanzienlijk worden verruimd. Bestaande eigenschappen kunnen worden onderdrukt of zelfs verwijderd en nieuwe eigenschappen kunnen worden toegevoegd.

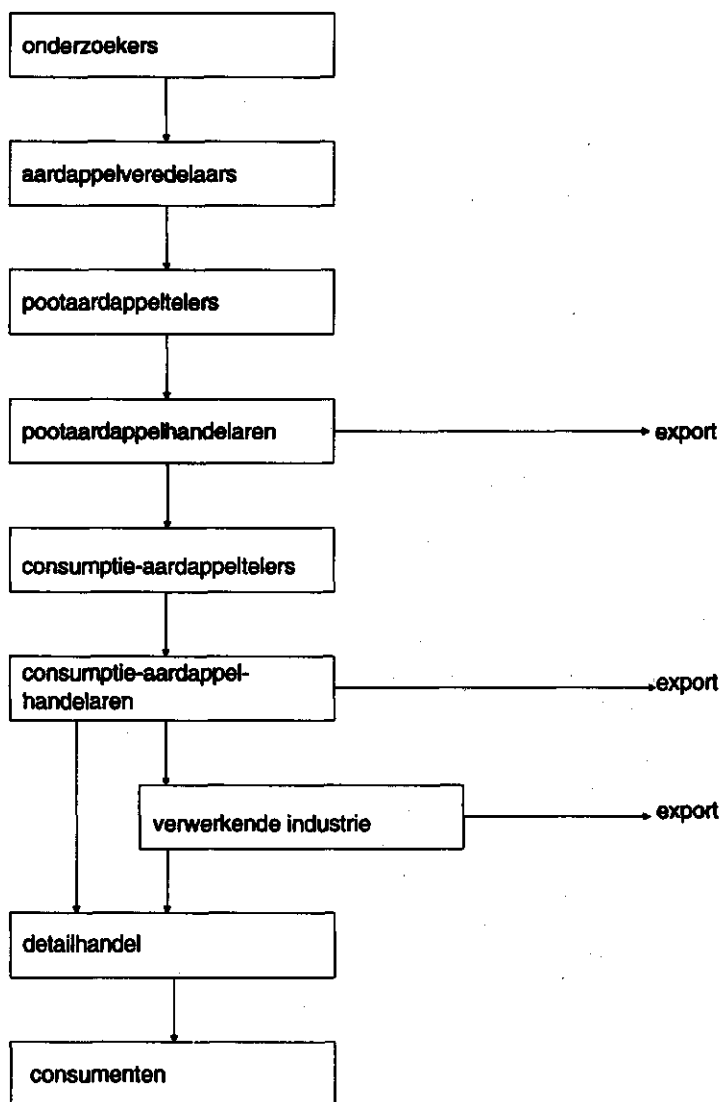
De veredeling kan echter niet los gezien worden van ontwikkelingen in de teelt, de verwerking, de verhandeling en de consumptie. Vandaar dat in deze studie een ketenbenadering wordt gehanteerd. Hoe de aardappelketen is opgebouwd en wat de belangrijkste structurele ontwikkelingen daarin zijn wordt in de volgende paragraaf beschreven.

1.5 De aardappelketen

De aardappelketen bestaat uit alle actoren die direct bij het onderzoek, de veredeling, de teelt, de verwerking, de handel en de consumptie van aardappelen en aardappelprodukten betrokken zijn. Tevens geeft de keten aan hoe de onderlinge relaties liggen. Voor dit onderzoek hebben we de aardappelketen in negen schakels verdeeld: onderzoekers, veredelaars, pootaardappelteelers, pootaardappelhandel, consumptie-aardappelteelers, consumptie-aardappelhandel, verwerkende industrie, detailhandel en consumenten. Figuur 1.1 geeft de keten voor consumptie-aardappelen. De keten voor fabrieksaardappelen is veel korter en veel geconcentreerder; er is geen duidelijk onderscheid tussen telers van pootaardappelen en van fabrieksaardappelen, er bestaat geen om-

vangrijke handel, en er bestaat in feite maar één afzetkanaal, namelijk de zetmeelindustrie AVEBE.

De hier gepresenteerde ketens zijn mede gebaseerd op eerder LEI-onderzoek naar agribusiness-complexen in Nederland (Post et al., 1987). In dat onderzoek lag de nadruk op de afzetstructuur, waarbij vrij gedetailleerd werd aangegeven langs welke weg poot-aardappelen, consumptie-aardappelen en fabrieksaardappelen werden



Figuur 1.1 De Nederlandse consumptie-aardappelketen

afgezet. In dit rapport ligt de nadruk meer op het begin van de keten. Een ander belangrijk verschil met de agribusiness-complexbenadering is de toevoeging van onderzoekers in de hier gepresenteerde aardappelketen. Omdat genetisch gemodificeerde aardappelen via het onderzoek (bij overheidsinstituten of bij private onderzoekbedrijven) in de aardappelketen worden geïntroduceerd, zijn de onderzoekers als een aparte schakel opgenomen.

Een ketenbenadering is om verschillende redenen interessant voor het onderhavige onderzoek. Ten eerste geeft de keten aan welke actoren direct met de genetisch gemodificeerde aardappel te maken hebben of krijgen. Ten tweede kan door het "invullen" van de keten duidelijk gemaakt worden hoe de (economische) relaties liggen tussen de verschillende actoren, en wie de dominante actoren zijn in de aardappelsector.

De presentatie van de keten zoals in figuur 1.1 dient uiteindelijk als vertrekpunt voor een beschrijving van de dynamiek van de keten. En juist die dynamiek is van groot belang voor de dit verhaal. De introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen en de mogelijke effecten daarvan worden sterk beïnvloed door andere ontwikkelingen in de aardappelketen die reeds gaande zijn of mogen worden verwacht. Voorbeelden van die andere structurele ontwikkelingen zijn horizontale en verticale integratie in de keten, meer aandacht voor milieu-aspecten en een veranderende opstelling van de consument. Mogelijke effecten van introductie moeten altijd aan die andere ontwikkelingen worden gerelateerd. Daarom wordt in hoofdstuk 2 niet alleen een beschrijving gegeven van de aardappelketen, maar ook van de belangrijkste structurele veranderingen die momenteel in de keten optreden.

1.6 Indeling van het rapport, en leeswijzer

Dit rapport is bestaat uit vier onderdelen, die eventueel apart kunnen worden gelezen. Hoofdstukken 2 en 3 geven de economische en institutionele context waarbinnen genetisch gemodificeerde aardappelen worden ontwikkeld en mogelijk toegepast. In hoofdstukken 4 en 5 wordt het onderzoek naar concrete toepassingen van transgene aardappelen geïnventariseerd. Hoofdstukken 6 en 7 analyseren enkele maatschappelijke aspecten rond genetisch gemodificeerde aardappelen. Afgesloten wordt met conclusies (hoofdstuk 8) en een slotbeschouwing (hoofdstuk 9).

Hoofdstuk 2 geeft een economische schets van een deel van de aardappelketen, namelijk van de produktie en afzet van aardappelen en aardappelprodukten. Daarbij wordt aangegeven hoeveel actoren daarbij betrokken zijn, en wie de belangrijkste zijn. Tevens worden een aantal ontwikkeling besproken die van grote invloed zijn op de produktie en afzet van aardappelen, en daarmee op de dynamiek van de keten.

Lezers die reeds bekend zijn met de produktie en afzet van aardappelen kunnen eventueel beginnen met hoofdstuk 3. Dit hoofdstuk analyseert eerst de structurele veranderingen in de aardap-

pelveredeling en het veredelingsonderzoek, en vervolgens de introductie van genetische modificatie in de aardappelveredeling. Ook in dit hoofdstuk wordt aangegeven wie de belangrijkste actoren in de veredeling en het veredelingsonderzoek zijn, en hoe hun onderlinge relaties liggen.

Hoofdstukken 4 en 5, waarin concrete toepassingen van transgene aardappelen worden gepresenteerd, zijn per toepassing telkens verdeeld in drie onderdelen. Eerst wordt het probleem geschetst waarvoor de transgene aardappel mogelijk een oplossing kan bieden. Vervolgens wordt de stand van het onderzoek naar deze transgene aardappel weergegeven, waarbij ook wordt aangegeven wie in Nederland daarmee bezig is. Tenslotte worden alternatieve oplossingen voor het geschetste probleem beschreven. In hoofdstuk 4 worden transgene aardappelen met een verbeterde bescherming tegen ziekten en plagen besproken, terwijl in hoofdstuk 5 verbeterde bewaar- en verwerkingseigenschappen aan bod komen.

Hoofdstukken 6 en 7 gaan in op een aantal maatschappelijke aspecten rond genetisch gemodificeerde aardappelen. In hoofdstuk 6 worden de sociaal-economische aspecten aardappelen besproken. Daarbij gaat het om een kwalitatieve inschatting van mogelijke effecten voor de keten als geheel, en voor enkele schakels apart. De omvang van mogelijke economische effecten zijn sterk afhankelijk van de adoptie van transgene aardappelen door veredelaars en telers. Dit hangt weer sterk af van de houding van de consument tegenover deze aardappelen. In hoofdstuk 7 wordt de huidige publiekshouding jegens genetisch gemodificeerde voedingsgewassen geschetst, alsmede de zaken die van invloed zijn op die houding.

In hoofdstuk 8 worden een aantal conclusies getrokken, terwijl in hoofdstuk 9 een slotbeschouwing wordt gegeven over de aanpak en de resultaten van het onderzoek. Tevens worden enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan.

2. PRODUKTIE EN AFZET VAN AARDAPPELEN

2.1 Inleiding

De ontwikkeling en toepassing van genetisch gemodificeerde aardappelen vindt niet in een vacuüm plaats, maar wordt mede bepaald door de economische mogelijkheden en beperkingen van de aardappelsector (naast uiteraard de technische mogelijkheden, de acceptatie en de regelgeving). Om de relatief grote aandacht voor onderzoek naar transgene aardappel te begrijpen is het noodzakelijk te weten hoe belangrijk de aardappelteelt is binnen de Nederlandse akkerbouw en hoe groot het bestrijdingsmiddelenverbruik in die teelt is. Om een uitspraak te kunnen doen over de consumentenhouding jegens transgene aardappelen is het noodzakelijk te weten hoe en waar de meeste aardappelen worden afgezet. Dit hoofdstuk schetst de produktie en afzet van aardappelen en aardappelprodukten. Daarmee worden de volgende onderdelen van de aardappelketen behandeld: teelt, handel en afzet, industriële verwerking, en consumptie. De aardappelveredeling en het veredelingsonderzoek komen in hoofdstuk 3 aan de orde.

Per schakel wordt beschreven welke actoren daarin actief zijn, en worden economische gegevens gepresenteerd. Belangrijk is ook hoe de relaties liggen tussen de actoren uit de verschillende schakels. Daarnaast worden de belangrijkste uitdagingen voor de keten als geheel besproken. Deze uitdagingen en de veranderingen in structuur en strategie die daarmee samenhangen, zijn van invloed op het innovatieproces in de aardappelketen en daarmee op de ontwikkeling en mogelijke toepassing van transgene aardappelen.

In paragraaf 2.2 komt eerst vrij uitgebreid de aardappelteelt aan de orde. Daarna volgen de handel en afzet (2.3) en de industriële verwerking (2.4). In 2.5 worden ontwikkelingen in de detailhandel en de consumptie beschreven, waarna in 2.6 enkele conclusies worden getrokken over structurele veranderingen in de keten als geheel.

2.2 Aardappelteelt

2.2.1 Inleiding

In 1990 werden in Nederland ruim 7 miljoen ton aardappelen geteeld (tabel 2.1). Tot 1985 is de produktie van aardappelen bijna continu gestegen, daarna is het produktieniveau redelijk stabiel gebleven. Aardappelen vormen samen met granen en suikerbieten de belangrijkste teelten in de Nederlandse akkerbouw. Aardappelen zijn van deze drie het belangrijkste gewas. De totale produktiewaarde van aardappelen bedroeg in 1990 ruim 1,7 miljard

gulden (in 1980 was dit ruim 1 miljard). Door de dalende EG-graangeprijzen is het belang van de aardappelteelt voor de opbrengsten in de akkerbouw verder toegenomen. De aardappelteelt neemt 45% van de totale produktiewaarde van akkerbouwgewassen voor haar rekening (in 1980 was dit 35%). Het aantal akkerbouwbedrijven 1) met aardappelen bedroeg 11.312 (dit is 70% van het totaal aantal akkerbouwbedrijven). Het totaal areaal aardappelen op akkerbouwbedrijven bedroeg 138.200 ha (LEI-DLO/CBS, 1991). Het gemiddelde areaal aardappelen op akkerbouwbedrijven was in 1990 ruim 12 ha.

Tabel 2.1 Produktie van aardappelen (x 1000 ton)

	1975	1980	1985	1990
Consumptie-aardappelen	2.036	3.050	3.574	3.568
Pootaardappelen	539	900	1.114	1.090
Fabrieksaardappelen	2.429	2.316	2.461	2.378
Totaal	5.004	6.266	7.149	7.036

Bron: Produktschap voor Aardappelen, diverse jaarverslagen.

Er worden echter niet alleen op "echte" akkerbouwbedrijven aardappelen geteeld. Ook tuinbouwbedrijven, gemengde bedrijven en zelfs veehouderijbedrijven telen aardappelen. In 1990 werden op totaal 21.672 landbouwbedrijven aardappelen geteeld (tabel 2.2). Het totale aardappelareaal bedroeg 175.300 ha. Het gemiddelde areaal aardappelen per bedrijf was 6,1 hectare. Dit cijfer is de laatste jaren toegenomen, doordat het totaal areaal is gestegen terwijl het aantal bedrijven aanzienlijk terugliep. Overigens hebben bedrijven op kleigrond gemiddeld een groter (7,7 ha) areaal aardappelen dan bedrijven op zandgrond (3,3 ha). Twee derde van de bedrijven met consumptie- en/of pootaardappelen treft men aan op kleigrond, een derde op zandgrond. Het gemiddelde areaal fabrieksaardappelen bedroeg 14,6 ha in 1990 (Produktschap, 1991).

2.2.2 Pootaardappelen

Pootaardappelen worden voornamelijk geteeld in Groningen en Friesland (Noordelijke zeekleigebieden), in (de kop van) Noord-Holland en in Flevoland (vooral Noordoostpolder). Deze concentratie in de pootaardappelteelt hangt voornamelijk samen met het klimaat. Door de noordenwinden die in deze regio's het sterkst aanwezig zijn, worden bladluizen weggehouden, en kan men virus-

1) Akkerbouwbedrijven volgens de indeling in (hoofd)bedrijfstypen, volgens de NEG-typologie (NEG = Nederlandse variant op EG-bedrijfstyping).

vrij pootgoed telen. In totaal waren, in 1990, 3.817 bedrijven betrokken bij de teelt van pootaardappelen, op een totaal areaal van 35.600 ha (tabel 2.2). Tussen 1980 en 1990 is het aantal pootaardappeltelers teruggelopen met 18 procent, terwijl het areaal is toegenomen met 7 procent. In 1990 bedroeg het gemiddelde areaal pootaardappelen per bedrijf 9,3 ha. De gemiddelde bruto-opbrengst per hectare lag in de periode 1986-1990 op 32,7 ton (Produktschap, 1992) (Bijlage V geeft een overzicht van het areaal van de belangrijkste Nederlandse pootaardappelrassen in 1991).

Tabel 2.2 Bedrijven en areaal met aardappelen

	1980	1990
-----	-----	-----
Consumptie-aardappelen		
- aantal bedrijven	25.043	16.121
- oppervlakte in ha	68.900	76.900
Pootaardappelen		
- aantal bedrijven	4.678	3.817
- oppervlakte in ha	33.200	35.600
Fabrieksaardappelen:		
- aantal bedrijven	5.898	4.300
- oppervlakte in ha	70.623	62.838
Totaal aantal bedrijven *)	32.647	21.672
Totaal areaal in ha	172.800	175.300
-----	-----	-----

*) Het totaal is minder dan het aantal van de drie categorieën bij elkaar opgeteld omdat een groot aantal bedrijven verschillende categorieën aardappelen teelt.

Bron: LEI-DLO/CBS, 1992.

2.2.3 Consumptie-aardappelen

In 1990 werden door 16.121 landbouwbedrijven consumptie-aardappelen geteeld, op een totaal areaal van bijna 77 duizend hectare (tabel 2.2). In 1980 waren er nog 25.043 consumptie-aardappeltelers met een areaal van 69 duizend ha. Evenals bij de pootaardappelen is het aantal telers afgenomen (met 35 procent in tien jaar tijd) terwijl het areaal is toegenomen (met 12 procent). Het gemiddeld areaal consumptie-aardappelen per bedrijf is circa 5 hectare. De gemiddelde bruto-opbrengst per hectare in de periode 1986/1990 was 47,9 ton (Produktschap, 1992).

Consumptie-aardappelen worden voornamelijk (80%) op klei-grond geproduceerd. De belangrijkste produktieregio's zijn Zuid-West Nederland en de Flevopolders. Er vindt de laatste jaren een toename plaats van de teelt van consumptie-aardappelen op zand-grond. Enerzijds is deze toename te verklaren uit de opwaardering

van zandaardappelen voor de verwerkende industrie. Anderzijds bestaan er op zandgronden meer mogelijkheden voor uitbreiding van het aardappelareaal vanwege de geringere teeltfrequentie.

2.2.4 Fabrieksaardappelen

Fabrieksaardappelen vormen de grondstof voor de aardappelzetmeelindustrie. Om die reden wijkt de teelt van fabrieksaardappelen af van de consumptie-aardappelteelt op de volgende aspecten (Produktschap, 1991):

- De fabrieksaardappelen worden vrijwel alleen in het noordoosten van Nederland verbouwd, met als centrum de Veenkoloniën. In deze streek is ook de zetmeelindustrie (AVEBE) gevestigd.
- Voor deze industrie is alleen het zetmeel van belang, zodat speciale rassen gekweekt en verbouwd worden, die een hoge opbrengst per hectare combineren met een hoog gehalte aan zetmeel. Deze rassen zijn als regel niet of minder geschikt voor gewone consumptie of voor verwerking tot aardappelprodukten.
- De aardappelen worden in coöperatief verband verwerkt, zodat teelt en afzet volledig geïntegreerd zijn. Deze volledige integratie houdt in, dat de fabrieksaardappelen, behoudens abnormale omstandigheden, buiten de consumptie-aardappelmarkt blijven.
- De telersprijs, die afhangt van het zetmeelgehalte, wordt bepaald door de minimumprijzen, die in het kader van de EG-graanzetmeelregeling worden vastgesteld.

In 1990 werden fabrieksaardappelen geteeld op 4.300 bedrijven en een areaal van 62.838 ha. In 1980 was dit nog 5.989 bedrijven en 70.623 ha (tabel 2.2). Terwijl het areaal consumptie- en pootaardappelen met 10% is gestegen, is het areaal fabrieksaardappelen in de periode 1980-1990 juist gedaald met 11%. Toch is er de laatste jaren weer sprake van een lichte stijging van het areaal. De afname in de eerste helft van de jaren tachtig had vooral te maken met dalende opbrengsten. Lagere uitbetalingsprijzen waren het gevolg van lagere EG-minimumprijzen en van financiële problemen bij de verwerkings- en afzetcoöperatie AVEBE. De toename van het areaal gedurende de laatste jaren wordt veroorzaakt door uitbreiding in het bestaande teeltgebied (alternatieve gewassen blijken qua opbrengst moeilijk te kunnen concurreren) en uitbreiding in de randgebieden in de provincies Overijssel en Gelderland. De produktie per hectare is bij fabrieksaardappelen lager dan bij consumptie-aardappelen, gemiddeld 39,4 ton voor de periode 1987-1991 (Produktschap, 1992).

Van het totale areaal fabrieksaardappelen wordt ongeveer 10% gebruik voor het zogenoemde "TBM-pootgoed". Dit pootgoed wordt door de telers zelf gebruikt (dus niet verhandeld). De TBM-regeling (Teeltbeschermingsmaatregelen fabrieksaardappelen) betreft een controle op de gezondheid van het pootgoed, vergelijkbaar met de NAK-keuring van pootaardappelen.

2.2.5 Bestrijdingsmiddelengebruik

Momenteel de grootste uitdaging voor de aardappelteelt is het terugdringen van het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen. Dit is niet alleen noodzakelijk om de zware belasting van het milieu te beperken, maar ook voor de ontwikkeling van een duurzame landbouw. Voor dit laatste is het belangrijk dat de afhankelijkheid van de chemische middelen wordt doorbroken, onder andere om te voorkomen dat door eenzijdige chemische bestrijding resistentie tegen allerlei ziekteverwekkers en plaagorganismen ontstaat, of dat gronden langere tijd ongeschikt worden voor de gewenste vorm van plantaardige produktie.

De intensieve produktiemethoden in de Nederlandse aardappelteelt hebben geleid tot een hoog verbruik van chemische middelen in het bestrijden van ziekten en plagen. Drie categorieën ziekten en plagen in de aardappelteelt worden meestal onderscheiden:

1) bodemgebonden ziekten (nematoden, schimmels, bacteriën en insecten); 2) onkruiden; en 3) niet-grondgebonden ziekten en plagen (*Phytophthora*, bewaarziekten, *Rhizoctonia*, bacteriën, bladluizen en coloradokever). Chemische middelen worden ook ingezet voor regulatie van de groei en de ontwikkeling van het gewas. Toepassingen daarvan zijn beïnvloeding van de knolsortering, doorwasbestrijding, voorkoming van besvorming, kiemremming en loofddoding.

Van het totale verbruik van bestrijdingsmiddelen in de Nederlandse landbouw neemt de akkerbouw 70% voor haar rekening (MLNV, 1990a: 38). Binnen de sector akkerbouw vormen grondontsmettingsmiddelen, met bijna 70% van het totale middelenverbruik, de grootste groep (MLNV, 1990a: B-1). Grondontsmetting is nodig om aaltjes (nematoden) te bestrijden. Afgezien van grondontsmettingsmiddelen, die meestal niet voor één specifiek gewas worden gebruikt, wordt ruim de helft van alle bestrijdingsmiddelen in de akkerbouw ten behoeve van de aardappelteelt gebruikt. Van alle bestrijdingsmiddelen tegen bovengrondse ziekten en plagen in de aardappelteelt wordt 90% gebruikt voor bestrijding van aardappelziekte (*Phytophthora*) (MLNV, 1990b: 54).

Het totale bestrijdingsmiddelenverbruik in de aardappelteelt (12 miljoen kg actieve stof) bestaat voor 72% uit nematiciden (tabel 2.3). Twee derde van alle nematiciden wordt in de teelt van fabrieksaardappelen gebruikt. Dit hoge verbruik wordt verklaard door de intensieve teelt (met vruchtwisseling 1 op 2) in de Veenkoloniën. De hoogste kosten zijn echter verbonden aan gebruik van fungiciden, namelijk ruim 70 miljoen gulden. Fungiciden worden voornamelijk ingezet tegen *Phytophthora*. Bijlage 6 geeft een uitsplitsing van het (gemiddeld) verbruik naar aardappel- en grondsoort.

In de "Structuurnota Landbouw" heeft het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV, 1989) doelstellingen geformuleerd voor de gewasbescherming in de Nederlandse land- en tuinbouw: in het jaar 2000 moet het totale verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen met meer dan 50% zijn gereduceerd (ten opzichte van het verbruik in de periode 1984-1988). Voor het ver-

Tabel 2.3 Verbruik en kosten van gewasbeschermingsmiddelen in de aardappelteelt (1990)

Gewasbeschermings- middelen	Verbruik, in 1000 kg actieve stof	Kosten in mln. gulden
Fungiciden	2.257	70,2
Insecticiden	104	9,3
Herbiciden	569	33,5
Nematiciden	8.730	44,8
Overige middelen	356	4,9
Totaal	12.016	162,7

Bron: Berekend op basis bijlage 6 (gemiddeld verbruik) en van LEI-DLO/CBS, 1992 (oppervlaktegegevens).

bruik van grondontsmettingsmiddelen geldt zelfs een gewenste reductie van 80% in het jaar 2000 ten opzichte van het verbruik in 1985. Deze doelstellingen zijn vertaald in concrete beleidsmaatregelen in het Meerjarenplan Gewasbescherming (MLNV, 1990a). De beleidsstrategie die in het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) is uitgewerkt, bestaat uit drie hoofdlijnen:

- vermindering van de afhankelijkheid van chemische gewasbescherming;
- vermindering van de omvang van het verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen;
- vermindering van de emissie van chemische bestrijdingsmiddelen naar het milieu.

De teeltmaatregelen die in het MJP-G en de bijbehorende sectorplannen worden voorgesteld komen vooral neer op het invoeren van geïntegreerde teeltsystemen.

2.2.6 Geïntegreerde teelt

Een groot deel van het huidige verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen kan worden teruggedrongen met behulp van aanpassingen in de teeltmethoden, in de richting van geïntegreerde akkerbouw. Een geïntegreerde teeltstrategie komt neer op het streven naar zowel verlaging van de kosten als verhoging van de kwaliteit van het produkt en de duurzaamheid van het produktieproces. Hiervoor wordt kunstmest zoveel mogelijk vervangen door organische mest en chemische bestrijdingsmiddelen door niet-chemische methoden. Leidraad bij geïntegreerde teelt is dat doelen en middelen op deelterreinen niet strijdig mogen zijn, maar elkaar juist dienen aan te vullen en te versterken.

Systemen voor geïntegreerde akkerbouw zijn vooral ontwikkeld op het proefbedrijf OBS te Nagele, dat onderdeel is van het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (FAGV). Op het proefbedrijf OBS zijn meer dan tien jaar

lang drie produktiesystemen met elkaar vergeleken: een ecologisch gemengd bedrijf, een gangbaar akkerbouwbedrijf, en een geïntegreerd akkerbouwbedrijf. Bij de ontwikkeling van geïntegreerde teeltsystemen diende het ecologisch bedrijf vaak als inspiratiebron en pionier. De resultaten van het onderzoek zijn zeer bemoeuwigend voor de geïntegreerde teeltsystemen; zowel uit milieu- als economische oogpunt blijkt geïntegreerde akkerbouw zeer gunstige perspectieven te bieden (Vereijken en Wijnands, 1990).

Een geïntegreerde teeltstrategie specifiek voor de aardappelteelt is uitgewerkt door Vereijken en Van Loon (1990). Zij bespreken de verschillende teeltmethoden, waarbij opvalt dat de genoemde middelen meerdere doelen tegelijk dienen. Deze doelen betreffen de teelttechniek, de bedrijfsconomie en de milieuhygiëne. Hieronder volgt een korte samenvatting van de methoden van een geïntegreerde aardappelteelt.

- *Gezonde vruchtwisseling*: in plaats van de huidige 1 op 2 (bij fabrieksaardappelen) en 1 op 3 (bij andere aardappelen) moet de vruchtwisseling worden verruimd tot 1 op 4.
- *Breed resistente cultivars*: met resistenties tegen virusziekten, tegen een of meerdere pathotypen van het aardappelmotcysteaaltje, en tegen *Phytophthora*, zowel in blad als knol. Breed resistente cultivars zijn niet alleen voor ons land van belang, maar via de pootgoedexport ook voor aardappelteelers in talloze ontwikkelingslanden.
- *Matige en gedeelde stikstofbemesting*: minder met stikstof bemesten betekent kosten besparen, maar ook kiezen voor een niet te zwaar gewas dat minder bevattelijk is voor ziekten en plagen, zoals *Phytophthora* en bladluizen. Bovendien kan hiermee de oogst van late rassen enigszins worden vervroegd en kunnen daarmee de nadelen van een late oogst worden voorkomen.
- *Mechanische onkruidbestrijding*: met uitzondering van zware kleigrond zijn er op alle grondsoorten goede mogelijkheden voor mechanische onkruidbestrijding, afhankelijk van de aanwezige soorten en aantallen onkruiden.
- *Mechanische loofdoeding*: onder bepaalde voorwaarden kan men bij consumptie-aardappelen met loofklappen volstaan. Bij aantasting door *Phytophthora* kan loofbranden wellicht een alternatief vormen. Bij de pootgoedteelt is onder gunstige weersomstandigheden trekken van loof mogelijk, waarbij bovendien de aantasting van de knollen door *Rhizoctonia* wordt tegengegaan.
- *Organische bemesting*: dierlijke mest en groenbemesting verbeteren de structuur van de bodem, waarop aardappelen meestal reageren met een wat hogere opbrengst. Door kunstmest zoveel mogelijk te vervangen door organische mest kan men bovendien kosten besparen.
- *Aangepaste grondbewerking*: de aard van de structuurherstellende grondbewerking, die onmisbaar is voor het behoud van

de bodemvruchtbaarheid, moet afgestemd worden op de bemesting en onkruidbestrijding.

- *Geleide bestrijding van ziekten en plagen:* indien toch chemische bestrijding nodig blijkt, moet dit gebeuren op basis van bestrijdingscriteria en vroegtijdige opsporing van besmettingshaarden.
- *Vroege oogst:* vroeg oogsten vermindert de kans op ongunstige rooi-omstandigheden en daarmee de risico's van structuurverval, oogstverlies, aardappelopslag, extra kosten, ziekten en uitval tijdens bewaring. Het is daarom zaak bij consumptie- en fabrieksaardappteelt de oogst zoveel mogelijk te vervroegen en laat-rijpe cultivars zoveel mogelijk te vermijden.
- *Groenbemester als nagewas:* door na de oogst nog een groenbemester in te zaaien, wordt de resterende of nog mineraliserende nitraatstikstof vastgelegd. Vooral gele mosterd is een effectieve onkruidonderdrukker in de stoppel, vanwege de snelheid en de mate waarin de grond wordt bedekt.

Vereijken en Van Loon (1990: 64) concluderen dat vanuit een geïntegreerde optiek de emissies naar het milieu van meststoffen en bestrijdingsmiddelen het best worden beperkt door een vroege teelt, vooral die van pootgoed. De belangrijkste veranderingen die ten behoeve van het milieu en de continuïteit van de teelt moeten worden doorgevoerd zijn verruiming van de teeltfrequentie, op zijn minst naar 1:4, en een andere prioriteitsstelling bij de rassenkeuze. Omdat slechts tien procent van alle rassen die in de Rassenlijst voor 1990 staan beschreven, voor geïntegreerde teelt in aanmerking komen, pleiten de schrijvers met klem voor meer aandacht bij het veredelen en kweken voor rassen die bruikbaar zijn in een geïntegreerde teelt.

In een geïntegreerde teeltstrategie wordt het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen niet geheel uitgesloten, maar wel beperkt tot het hoogst noodzakelijke. Omdat niet-chemische bestrijding van ziekten en plagen meer risico's voor de aardappelteler meebrengt, zullen chemische middelen als een soort verzekering achter de hand worden gehouden. De maatregelen die door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij zijn gepresenteerd in het Meerjarenplan Gewasbescherming komen grotendeels neer op het invoeren van geïntegreerde akkerbouw. De overheid streeft er naar dat in 1995 30% van de akkerbouwers en in 2000 vrijwel alle akkerbouwers geïntegreerde bedrijfssystemen geheel of gedeeltelijk toepassen (MLNV, 1992c: 55). Van Loon, aardappelonderzoeker bij het PAGV, verwacht dat de Nederlandse aardappeltelers in een jaar of tien allemaal overgestapt zullen zijn op geïntegreerde teeltsystemen (interview). Overigens is moeilijk aan te geven welke telers al wel en welke nog niet zijn overgestapt op een geïntegreerde teelt. Zoals hierboven duidelijk is geworden, bestaat een geïntegreerde teelt uit een groot aantal maatregelen die allemaal in meer of mindere mate toegepast kunnen worden.

2.2.7 Prijzen en inkomens

Zoals reeds gezegd is de aardappelteelt de belangrijkste teelt voor de Nederlandse akkerbouwer. Voor wat het inkomen betreft is de aardappelteelt de kurk waar de akkerbouw op drijft. De afgelopen jaren is dit alleen nog maar sterker geworden door de daling van het saldo van de meeste andere (marktordenings)produkten.

De prijs die de telers voor hun (consumptie-)aardappelen ontvangen schommelt nogal over de jaren. Zo was in de afgelopen vijf jaar de laagste gemiddelde telersprijs voor consumptie-aardappelen 14,4 gulden per 100 kg in 1987/88, terwijl de hoogste prijs, die in 1989/90 werd behaald, 27,3 gulden per 100 kg bedroeg (LEI-DLO, 1992b: 55). De prijs die telers voor fabrieks-aardappelen krijgen, wordt bepaald door de EG-zetmeelregeling. Deze regeling, die is gebaseerd op het EG-graambeleid, stelt een minimumprijs voor tot zetmeel verwerkte aardappelen. De minimum-telersprijs voor fabrieksaardappelen is in de afgelopen jaren gedaald, van 14,3 gulden per 100 kg veldgewicht in 1987/88 naar 13,0 gulden in 1990/91. Deze daling is het gevolg van aanpassingen in het EG-landbouwbeleid, die tot lage prijzen leiden voor alle marktordeningsprodukten in de akkerbouw.

Het inkomen in de akkerbouw varieerde de laatste jaren nogal (tabel 2.4). Met name in 1987/88 werden slechte resultaten geboekt. Het herstel in de twee jaren daarna hing voor het meren-

Tabel 2.4 Uitkomsten akkerbouwbedrijven (algemeen gemiddelde)

	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92 a)
Opbrengst per 100 gld. kosten b)	76	89	100	95	86
Arbeidsopbrengst ondernemer,					
x 1000 gld. per ondernemer b)	-11,0	26,0	59,5	45,7	26,0
Ondernemersinkomen,					
x 1000 gld. per ondernemer	4,0	45,3	77,0	63,1	43,0

a) Voorlopig; b) Pachtbasis;

Bron: LEI-DLO, 1992c: 156.

deel samen met de gestegen prijzen van aardappelen. Sinds 1989/90 zijn de bedrijfsuitkomsten in de akkerbouw weer verslechterd.

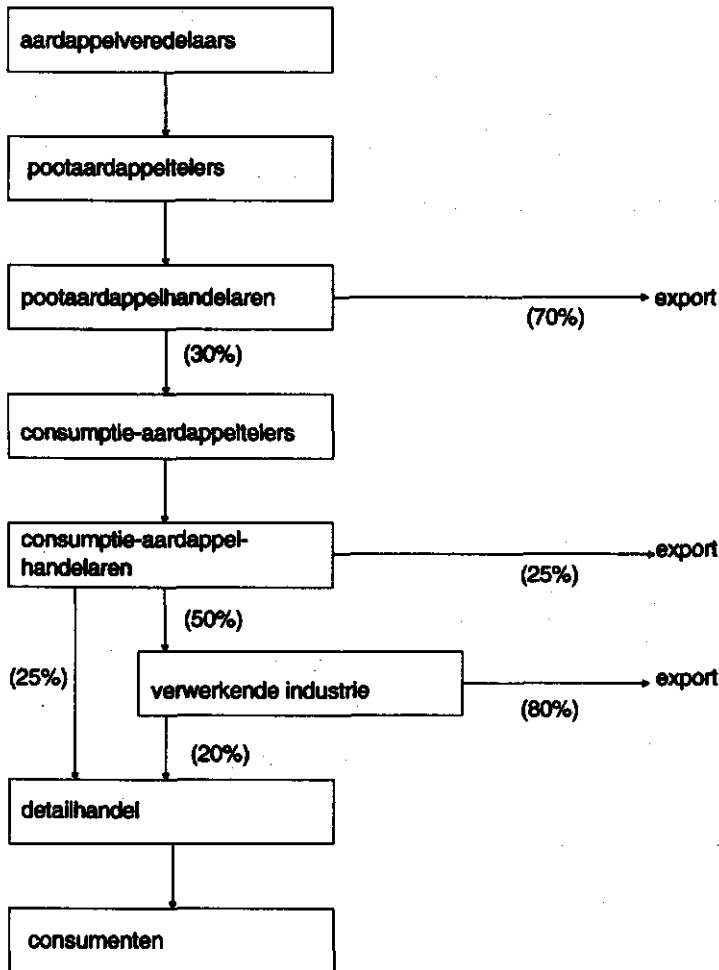
Hoewel prijs en produktie in principe negatief gecorreleerd zijn, betekent een toename van de produktie in Nederland niet noodzakelijk dat de prijs daalt. Omdat twee derde van de produktie wordt geëxporteerd is de prijs in Nederland sterk afhankelijk van de produktie in het buitenland. Sinds 1990 zijn de prijzen voor consumptie-aardappelen gedaald. Deze prijsdaling wordt vooral veroorzaakt door een grotere produktie, zowel binnenlands als in de andere Europese landen. In 1992 daalde de gemiddelde prijs

van alle aardappelen met 25%, en die van consumptie-aardappelen zelfs met 40% (LEI-DLO, 1993).

2.3 Handel en afzet

2.3.1 Inleiding

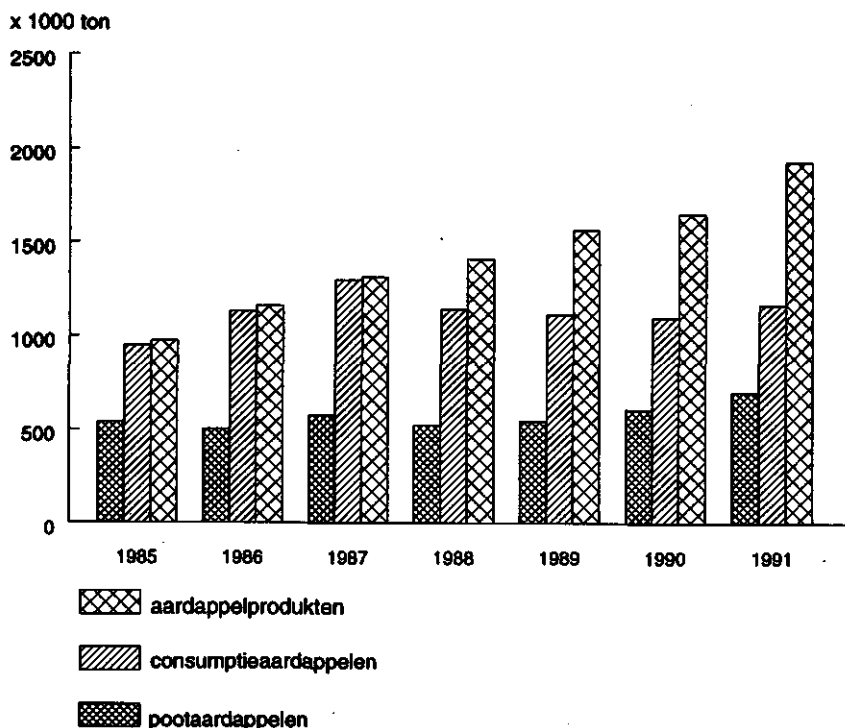
Naast de aardappeltelers bestaat de aardappelsector uit een groot aantal bedrijven die de afzet van consumptie- en pootaardappelen verzorgen. Het grote aantal handelaren heeft enerzijds te



Figuur 2.1 De keten voor poot- en consumptie-aardappelen

maken met de omvang van de handel, anderzijds met de verschillende stappen in de afzetkolom. De keten voor poot- en consumptie-aardappelen (figuur 2.1) geeft aan welke stappen een aardappel doorloopt voordat deze de consument bereikt. In deze paragraaf wordt de handel in consumptie-aardappelen en pootaardappelen beschreven. Omdat bijna alle fabrieksaardappelen rechtstreeks aan de zetmeelindustrie worden geleverd, bestaat hier nauwelijks een handels-apparaat. Alleen bij de beperkte import en export van fabrieksaardappelen spelen aardappelhandelaren een rol. Hieronder beperken wij ons tot de handel in consumptie- en pootaardappelen.

Nederland is de 's werelds grootste exporteur van aardappelen. In 1990 bedroeg de totale export van pootaardappelen, consumptie-aardappelen en aardappelprodukten 3,5 miljoen ton (figuur 2.2). Sinds 1980 is de export met 1,4 miljoen ton gestegen. De export van pootaardappelen is geleidelijk toegenomen; van ruim 400.000 ton in 1980 naar 700.000 ton in 1991. De uitvoer van consumptie-aardappelen is redelijk stabiel gebleven, terwijl de export van aardappelprodukten enorm is gestegen. De totale exportwaarde bereikte in het seizoen 1990/91 het recordbedrag van ruim 2 miljard gulden (Produktschap, 1992: 27).



Figuur 2.2 Export van pootaardappelen, consumptie-aardappelen en aardappelprodukten (op basis van vers)

2.3.2 Pootaardappelen

De afzet van pootaardappelen loopt grotendeels via de groot-handel. De telers zorgen meestal zelf voor de bewaring van het pootgoed na de oogst en voor het marktklaar maken van de aardap-pelen (uitlezen, sorteren, verpakken). Het marktklaar maken van de pootaardappelen wordt gecoördineerd door de handelaren, omdat die contacten hebben met de afnemers in binnen- en buitenland. Het aantal handelaren in pootgoed loopt de laatste jaren voortdu-rend terug. In 1987 handelden nog 613 bedrijven in pootaardappe-len, in 1990 was dit aantal gedaald tot 559 (BGA, 1992: 39). De handel is overigens sterk geconcentreerd. Deze concentratie van de handel komt vooral tot uiting bij de export. In 1990 namen zes exporteurs 86% van alle pootaardappelexport voor hun rekening (BGA, 1992: 39). Volgens één van de geïnterviewde aardappelhande-laren zijn momenteel vier handelshuizen (Hetteema, Agrico, ZPC, en Wolf en Wolf) verantwoordelijk voor circa 85% van alle export.

Van de totale produktie aan pootaardappel wordt bijna 70% geëxporteerd. Nederland is de belangrijkste producent in de we-reld van gecertificeerd pootgoed. De exportmarkten liggen zowel binnen als buiten de EG (tabel 2.5). Binnen de EG zijn Italië, Frankrijk, Duitsland en België belangrijke exportmarkten. Buiten de EG worden veel pootaardappelen in Noord-Afrika (Magreb-landen) verkocht. De laatste jaren is ook Rusland een grote klant van de Nederlandse pootgoedexporteurs. De export van pootaardappelen be-

Tabel 2.5 Belangrijkste exportmarkten voor Nederlandse pootaard-appelen (1991)

Exportmarkten	x 1000 ton	% van tota-le export
Magreb-landen (Marokko, Algerije, Tunesië)	90	13
Italië	89	13
Oost-Europa	72	10
Frankrijk	66	9
Duitsland	59	8
Portugal	54	8
België/Luxemburg	46	7
Mashrak-landen (Egypte, Libanon, Syrië, Jordanië)	42	6
Spanje	38	5
Verenigd Koninkrijk	33	5
Griekenland	22	3
Overig	89	13
Totaal	700	100

Bron: LEI-DLO, 1992a.

reikte in 1991 de recordhoeveelheid van 700.000 ton. De waarde van deze export bedroeg 550 miljoen gulden (LEI-DLO, 1992a).

Van de totale afzet van pootaardappelen nemen de coöperaties twee derde voor hun rekening, en de particuliere bedrijven één derde (Coöperatie Magazine, juni 1992). Bij de export van pootaardappelen spelen de particuliere bedrijven, met 54 procent van de totale export, de hoofdrol (BGA, 1992: 39). De belangrijkste coöperaties in de pootaardappelhandel zijn ACM, Agrico, Cebeco (Wolf en Wolf), en ZPC. De belangrijkste particuliere pootaardappelhandelaren zijn Hetteema en Meijer.

De coördinatie in de pootaardappelkolom komt voornamelijk voor rekening van de groothandel. De kracht van de grote handelsbedrijven wordt niet alleen bepaald door hun marktaandeel bij de afzet van pootaardappelen, maar ook door hun activiteiten op het terrein van de aardappelveredeling. De meeste handelsbedrijven beschikken over zogeheten monopolierassen. Dit zijn rassen waarop kwekersrecht van toepassing is en die alleen onder licentie mogen worden geteeld en/of verhandeld. De kwekersrechthouder bepaalt wie zijn ras mag vermeerderen en verhandelen 1). Aardappel telers telen deze rassen onder contract, wat meestal inhoudt dat ze een terugleverplicht hebben. Omdat de monopoliehouder de handel in het pootgoed zelf in handen heeft, kan hij enigszins controle uitoefenen op kwaliteit en bestemming. In toenemende mate geven de handelshuizen zelf adviezen over teelt en bewaring van hun monopolierassen, aan de bij hun aangesloten telers. Monopolierassen hebben de laatste jaren aan belang gewonnen ten opzichte van vrije rassen. In 1980 werden ongeveer evenveel vrije rassen als monopolierassen geteeld. In 1990 was de verhouding veranderd in 36% vrije rassen en 64% monopolierassen (BGA, 1992: 33) (zie bijlage V voor een overzicht van de kwekersrechthouders van de belangrijkste pootaardappelrassen).

Voor pootaardappelen bestaat een garantieregeling die het risico van prijsdaling, in geval het aanbod de vraag overtreft, beperkt door een kunstmatige bodem in de markt te leggen. Deze regeling wordt uitgevoerd door de STOPA, de Stichting Overleg Pootaardappelaangelegenheden. Handelshuizen en telers kunnen gedurende het seizoen hun aardappelen aanbieden bij de STOPA, die de partijen pootaardappelen uit de markt neemt tegen een bepaalde minimumprijs. Het STOPA-fonds wordt geheel gefinancierd uit bijdragen van de telers, via heffingen opgelegd door het Landbouwschap en het Bedrijfsschap voor de Groothandel en Tussenpersonen in Aardappelen. In 1990 werd 11.000 ton aardappelen aan de STOPA aangeboden (Produktschap, 1992).

1) Daartegenover staan de zogenaamde vrije rassen, die iedereen mag telen en verhandelen. Het bekendste voorbeeld is het ras Bintje.

2.3.3 Consumptie-aardappelen

Net als bij de pootaardappelen speelt ook bij de afzet van consumptie-aardappelen de groothandel een belangrijke rol. Meer dan 85% van alle consumptie-aardappelen wordt door de telers verkocht aan de groothandel (particulier dan wel coöperatief). De groothandel verkoopt ze vervolgens door aan de detailhandel, de verwerkende industrie en grootverbruikers, in binnen- en buitenland. De rest van de aardappelen wordt door telers zelf verkocht op veilingen, aan de detailhandel, aan de verwerkende industrie, of direct aan de consument. De verwerkende industrie is de belangrijkste klant; zij neemt ongeveer 50% van alle consumptie-aardappelen af.

De telers kunnen hun aardappelen op verschillende manieren aan de afnemers verkopen. Twintig procent gaat via de vrije verkoop, veertig procent via contractteelt en veertig procent via "pools". Via deze pools, die worden beheerd door de handelshuizen, kunnen telers hun risico's spreiden, door hun aardappelen in een gezamenlijke pot te storten waaruit het hele jaar door, tegen wisselende prijzen, partijen worden verkocht. De telers ontvangen aan het eind van het seizoen dezelfde (gemiddelde) prijs. De belangrijkste coöperaties actief in de handel in consumptie-aardappelen zijn Aardappel BV, Agrico, Nedato, ZPC, Koval en ACM. De coöperaties hebben een marktaandeel van 44 procent in de afzet van consumptie-aardappelen (Coöperatie Magazine, juni 1992).

Consumptie-aardappelen worden voor een groot deel in het buitenland afgezet. Van de totale hoeveelheid beschikbare wordt 67% geëxporteerd. De export bestaat voor 40% uit aardappelen en voor 60% uit aardappelprodukten (op basis van hoeveelheid verse aardappelen) (Produktschap, 1992). In de totale export van consumptie-aardappelen is het belang van de aardappelprodukten toegenomen terwijl dat van verse aardappelen min of meer stabiel is gebleven (figuur 2.2). Het exportvolume aan consumptie-aardappelen (vers, en produkten op basis van vers) bedroeg in 1991 ruim 3 miljoen ton.

Consumptie-aardappelen (zowel vers als produkten) worden voornamelijk naar de lidstaten van de EG geëxporteerd. Duitsland is de belangrijkste exportmarkt, met een totale exportwaarde van 582 miljoen gulden in 1991 (LEI-DLO, 1992a).

2.4 Industriële verwerking

2.4.1 Consumptie-aardappelverwerkende industrie

De verwerking van consumptie-aardappelen tot aardappelprodukten in Nederland is het afgelopen decennium meer dan verdubbeld, van 757.000 ton in 1980 tot 1.969.000 ton in 1990. Hiermee neemt de verwerkende industrie ongeveer de helft van de in Nederland beschikbare consumptie-aardappelen voor haar rekening. De

totale produktie van aardappelprodukten bedroeg bijna 918.500 ton in 1991 (Produktschap, 1992).

Bij de verwerking van aardappelen tot produkten worden vier produkt-groepen onderscheiden: voorgebakken produkten, zoals frites (79,7% van alle verwerkte aardappelen), gedroogde produkten, zoals granulaat (14,0%), snacks, zoals chips (5,6%), en overige produkten, zoals aardappelkroketten (0,7%) (Produktschap, 1992).

De toename, in de jaren tachtig, in de produktie en consumptie van aardappelprodukten blijkt vrijwel geheel voor rekening te zijn gekomen van de voorgebakken produkten. De groei van de consumptie van deze produkten kan verklaard worden uit het bereidingsgemak en uit de mogelijkheden voor variatie. De consument vraagt meer gemaksvoedselprodukten, maar heeft ook behoefte aan een ruimere keuze en een grotere afwisseling op het menu.

In 1991 waren in de verwerkende industrie 22 producenten actief in Nederland, waarvan de meeste (17) in voorgebakken produkten. Ook de verwerkende industrie kent een grote concentratie; de zes grootste producenten nemen 80% van alle aardappelverwerking voor hun rekening (Produktschap, 1992). De belangrijkste producenten zijn Aviko BV te Steenderen, en McCain Foods Holland BV te Hoofddorp. Aviko, in handen van Cebeco-Handelsraad (3/4) en Suikerunie (1/4), is de grootste industriële verwerker van aardappelen in Nederland. Zij neemt ongeveer 40% van alle verwerkte aardappelen voor haar rekening. McCain Foods Holland is een dochter van het Canadese bedrijf McCain. In Europa is McCain de grootste industriële aardappelverwerker.

Binnen de EG is Nederland de belangrijkste industriële verwerker van consumptie-aardappelen. Thans vindt bijna 30% van de totale EG-verwerking in Nederland plaats (BGA, 1992). Andere EG-landen met een grote verwerkende industrie zijn Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk.

Meer dan tachtig procent van de totale hoeveelheid aardappelprodukten wordt in het buitenland afgezet. De export is de laatste jaren voortdurend gestegen, en bereikte in 1991 een volume van 890 duizend ton en een waarde van 1,3 miljard gulden. Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk zijn met respectievelijk 288, 184 en 120 duizend ton de belangrijkste buitenlandse afnemers van aardappelprodukten (LEI-DLO, 1992a). De consumptie van aardappelprodukten neemt net als in Nederland ook in andere EG-landen nog steeds toe. De belangrijkste groei in exportmarkten is te vinden in de landen van Zuid-Europa.

2.4.2 Zetmeelindustrie

Alle fabrieksaardappelen zijn bestemd voor de verwerking tot aardappelzetmeel. De "Coöperatieve Verkoop- en Productievereniging van Aardappelmeel en Derivaten AVEBE", te Veendam, is de enige aardappel-zetmeelindustrie in Nederland, en zelfs de belangrijkste producent van aardappelzetmeel en aardappelzetmeelderivaten ter wereld. De netto omzet van AVEBE in 1990/91 bedroeg bijna 1,3 miljard gulden. AVEBE had in 1990/91 6600 leden, waar-

van circa 4300 in de Veenkoloniën. Duitsland is een steeds belangrijker gebied voor aanvoer van de fabrieksaardappelen. Momenteel haalt AVEBE circa 15% van haar grondstof uit Duitsland. In het kader van haar diversificatie-strategie gaat AVEBE zich ook richten op andere zetmeeldragers, zoals maïs en tapioca (AVEBE Jaarverslag 1990/91).

AVEBE produceerde in 1990/91 bijna 1,2 miljoen ton aardappelzetmeel en derivaten (AVEBE Jaarverslag 1990/91). Van het aardappelzetmeel wordt circa 35% als zodanig afgezet, met name in de voedingsmiddelenindustrie (Produktschap, 1992). Het overige deel (65%) wordt verder verwerkt tot zetmeelderivaten. Deze worden toegepast in de papierindustrie en de textielindustrie, en verder onder andere als kleefstof, als cementverharder en als boorspoeling voor de oliewinning. Van de totale produktie van zetmeel en derivaten wordt circa 80% geëxporteerd. De belangrijkste markten zijn respectievelijk het Verenigd Koninkrijk, Italië, Duitsland, en Frankrijk. In 1991 bedroeg de export van aardappelzetmeel (dus exclusief derivaten) 207.000 ton, met een waarde van circa 170 miljoen gulden (LEI-DLO, 1992a).

2.5 Detailhandel en Consumenten

2.5.1 Inleiding

In deze paragraaf worden enkele ontwikkelingen geschetst die zich vooral voordoen in de laatste schakels van de keten, in de detailhandel en bij de consument. Deze ontwikkelingen werken door in de gehele keten, en zijn mogelijk van invloed op de introductie van transgene aardappelen. Drie zaken worden hier nader toegelicht: nieuwe consumententrends, biologische aardappelen (als een uitwerking van de veranderende consumentenvoorkeur, en integrale ketenbeheersing).

In het algemeen kan men stellen dat binnen de keten de macht verschuift richting de detailhandel en de consument. De markt voor voedingsmiddelen is een kopersmarkt. De consument kan eisen stellen aan de kwaliteit van de aangekochte voedingsmiddelen, en doet dat ook steeds meer. Producenten van consumptie-aardappelen proberen in te spelen op de kritischer opstelling van de consument. Van toenemende belang voor de articulatie van consumentenwensen is het grootwinkelbedrijf, dat het grootste deel van de aardappelverkoop aan consumenten voor haar rekening neemt. De inkoopmacht van het grootwinkelbedrijf neemt toe, zodat zij steeds meer eisen kan stellen aan de voorgaande schakels in de keten, bijvoorbeeld ten aanzien van de kwaliteit van de aardappels.

De detailhandel voor aardappelen en aardappelprodukten bestaat uit levensmiddelenbedrijven (supermarkten), groentespeciaalzaken (groentewinkels en groenteman aan de deur) en overigen (markt, teler). Voor de verkoop van aardappelen zijn de marktaandeelen van deze afzetkanalen respectievelijk 56%, 17% en 27% (Jansen et al., 1991: 29). Het marktaandeel van de landelijke super-

marktketens bij de afzet van aardappelen, groenten en fruit neemt nog steeds toe (idem).

2.5.2 Consumententrends

De consumptie van aardappelen in Nederland is vrij stabiel op 85 kg per persoon per jaar. Wel is een verschuiving gaande van verse aardappelen naar de consumptie van aardappelprodukten (met name frites). Zoals in paragraaf 2.4.1 vermeld kan deze verschuiving verklaard worden uit het bereidingsgemak en de variatie van aardappelprodukten. De gemiddelde Nederlandse consument eet 28 kg aardappelprodukten, dit is 33% van de totale aardappelconsumptie (BGA, 1992).

De consument in Nederland en andere Westeuropese landen bekijkt de door hem/haar aangekocht voedingsmiddelen steeds kritische (Traill, 1989). Niet alleen de kwaliteit van het eindproduct, in termen van veiligheid, smaak, uiterlijk, en voedingswaarde, zijn van belang bij de koopbeslissing. Ook de wijze van produceren, en dan met name wat betreft milieu-aspecten, gaat een steeds grotere rol spelen. Deze kritischer opstelling van de consument geldt ook voor de aankoop van aardappelen.

Consumenten- en milieu-organisaties leveren een bijdrage aan de kritischer opstelling van de consument. In haar produktonderzoek kijkt de Consumentenbond naar de volgende aspecten: kwaliteit, veiligheid en gezondheid, en milieu (M. Schuttelaar in AGF Vakblad, 28/5/92, blz. 14). In februari 1992 heeft de Consumentenbond de resultaten van een consumententest van tafelaardappelen gepubliceerd (Consumentengids, februari 1992). In deze test werd gekeken naar verschillende kwaliteitsaspecten, zoals smaak en het voorkomen van ziekten en gebreken (rot, blauw en groen), en naar milieu-aspecten, zoals het nitraat- en cadmiumgehalte en de mate van weerstand tegen ziekten (wat een maat kan zijn voor bestrijdingsmiddelengebruik). Vooral de traditionele rassen als Bintje en Eigenheimer komen zeer slecht uit de test.

Via het leveren van deze informatie probeert de Consumentenbond de aardappelsector aan te zetten tot de produktie en levering van aardappelen met een hogere kwaliteit en een lagere milieu-belasting. Milieu-organisaties wijzen op het omvangrijke gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen in de gangbare aardappelteelt en pleiten voor een ecologisch verantwoorde aardappelteelt, zoals in de biologische landbouw (Sambeek, 1990; Jansen et al., 1991). De Vereniging Milieudefensie streeft ernaar, via bewustwordingsacties, dat de consument zeer milieubelastende aardappelrassen, zoals Bintje, laat liggen en overgaat tot de aankoop van minder milieu-belastende aardappelrassen, zoals biologische aardappelen.

2.5.3 Biologische aardappelen

Hoewel biologische landbouw een nieuwe benaming is, heeft het als biologisch-dynamische landbouw en ecologische landbouw een lange geschiedenis. De laatste jaren de belangstelling van agrariërs, consumenten, beleidsmakers en maatschappelijke organisaties voor biologische landbouw aanzienlijk gestegen. De toegenomen omschakeling van boeren van gangbare naar biologische landbouw hangt enerzijds samen met de wens om op een andere, meer milieu- en diervriendelijke wijze te produceren, en anderzijds met de toegenomen afzetmogelijkheden voor biologische producten. Consumenten stellen steeds meer belang in de omstandigheden waarin voedsel wordt geproduceerd. Een toenemende groep consumenten is bereid een meerprijs te betalen voor de producten van een milieu- en diervriendelijke landbouw. Beleidsmakers van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij onderkennen het belang van biologische landbouw, zowel voor de primaire produktie als voor de markt (MLNV, 1992b). Biologische landbouw past vooral goed in het streven naar een duurzame landbouw. Op korte termijn blijkt biologische landbouw een belangrijke inspiratiebron te zijn voor meer duurzame produktmethoden, zoals geïntegreerde landbouw. Voor een duurzame landbouw op lange termijn is het van belang voldoende variatie in produktiemethoden te behouden. Biologische landbouw is één van de mogelijke variaties in de verdere ontwikkeling van de landbouw. Ook vanuit verschillende maatschappelijke organisaties wordt de ontwikkeling van biologische landbouw gestimuleerd.

Binnen de biologische landbouw nemen aardappelen een belangrijke plaats in. Van alle biologische landbouwproducten hebben aardappelen het hoogste marktaandeel, namelijk 2,5%. Volgens een onderzoek door het LEI-DLO en het Instituut voor Consumentenonderzoek SWOKA (Baggerman en Hack, 1992) is de potentiële markt voor biologische aardappelen aanzienlijk groter dan genoemd percentage. Voor aardappelen bestaat een "biologisch" marktsegment van 30%. Dit zijn de consumenten die veel belang hechten aan de biologische teeltwijze, en minder belang hechten aan prijs, uiterlijk en formaat van de aardappelen. Baggerman en Hack (1992) concluderen op basis van hun consumentenonderzoek dat het biologisch segment van de afzetmarkt met relatief weinig inspanning bewerkt kan worden. Vergroting van het marktaandeel zou vooral bereikt moeten worden via het verbeteren van de verkrijgbaarheid (in het gangbare afzetkanaal) in combinatie met het verkleinen van het prijsverschil tussen gangbare en biologische producten.

Voor een eventueel grotere afzet van biologische aardappelen is ook de opstelling van het grootwinkelbedrijf van belang. Biologische aardappelen worden namelijk vooral (59%) via de supermarkt verkocht (Baggerman en Hack, 1992: 42). De grootste supermarktketen van Nederland, Albert Heijn, legt geen prioriteit bij biologische aardappelen. Het aandeel biologische aardappelen in de totale aardappelomzet zal volgens AGF-inkoper Veldhuis beperkt blijven, onder andere door de hogere verkoopprijs en de mindere

kwaliteit aan het eind van het seizoen (AGF Vakblad, 28/5/92, blz. 12).

In de primaire produktie neemt de belangstelling voor biologische landbouwmethoden voortdurend toe. Het aantal biologische bedrijven en het areaal groeit de laatste jaren met circa 20% per jaar. In 1991 waren er 440 biologische landbouwbedrijven (waarvan 91 akkerbouwbedrijven), met een gezamenlijk areaal van 9200 ha (waarvan 3037 ha akkerbouwland). Dit is 0,5% van het totale landbouwareaal (MLNV, 1992b: 10).

2.5.4 Integrale Ketenbeheersing

In het streven naar een hogere en een meer constante kwaliteit van voedingsmiddelen wordt tegenwoordig niet meer alleen gekeken naar de kwaliteit van het eindprodukt, maar ook naar wat er met het produkt gebeurt in voorafgaande schakels van de produktieketen. Omdat de kwaliteit van het eindprodukt in verschillende schakels van de produktieketen wordt bepaald, moet bij het streven naar optimale kwaliteit de gehele keten in beschouwing worden genomen. Dit wordt Integrale Ketenbeheersing (IKB) genoemd.

Een voorbeeld van een IKB-project in de aardappelsector zijn de afspraken tussen het grootwinkelbedrijf Albert Heijn (AH), het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) en een aantal aardappelleveranciers (Van der Roest en Horeman, 1991). Het initiatief voor dit project is uitgegaan van AH. Deze heeft aan het CLM gevraagd om criteria op te stellen voor een milieuvriendelijke teelt van consumptie-aardappelen. Vanaf 1991 verwacht AH van zijn leveranciers dat bepaalde teelttechnische zaken gerealiseerd zijn volgens de criteria die het CLM heeft opgesteld. Met dit systeem van "geregistreerde teelt" streeft men naar het terugdringen van het gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Van deelnemende aardappeltelers wordt verwacht dat ze de volgende activiteiten uitvoeren dan wel nalaten: geen vliegtuigbespuitingen en grondontsmetting toepassen, de spuitmachine en de kunstmeststrooier laten keuren, grondmonsters nemen ter bepaling van de N-voorraad, een mineralenbalans bijhouden, en tot slot een overzicht beschikbaar stellen van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen.

In 1991 hebben Agrico-Holland, Nedato, Meijer, Koval en Aardappel BV hun telers gevraagd te gaan werken met geregistreerde teelt. Bij Agrico-Holland werd in 1991 400 ha Bintjes en 1000 ha Agria's geregistreerd geteeld. Vanaf de oogst 1993 wil Agrico-Holland alle aardappelen geregistreerd geteeld hebben (Van der Roest en Horeman, 1991: 30).

Aardappelen van de registreerde teelt zullen niet als zodanig door AH in de winkel worden aangeprezen, en telers krijgen ook geen meerprijs. Voor AH is dit IKB-project een manier om in te spelen op de toenemende zorg van de consument voor de milieuaspecten van landbouwproduktie. AH wil zich daarmee profileren ten opzichte van andere detaillisten. Hoewel de deelname door telers en leveranciers aan dit project voorsnog op vrijwillige

basis geschied, mag verwacht worden dat AH op termijn harde eisen gaat stellen. De aankoopmacht van AH maakt dit mogelijk.

Naast dit AH/CLM-project zijn er ook andere initiatieven genomen om kwaliteitscriteria voor aardappelen en aardappelproductie in te voeren, onder andere door het Produktschap voor Aardappelen en door het Landbouwschap. Van der Roest en Horeman (1991: 36) constateren echter dat iedereen op zijn eigen manier invulling probeert te geven aan de IKB-gedachte. Hierdoor dreigt er een wildgroei aan criteria te ontstaan en komt een echt IKB-systeem, waarin alle schakels overeenkomen dezelfde kwaliteitscriteria te hanteren, niet van de grond.

Eén van de problemen bij het verhogen van de kwaliteit van consumptie-aardappelen via het invoeren van IKB-systemen is de grote versnippering van de aardappelsector. Een groot aantal telers, een groot aantal handelaren, vele afzetkanalen, omvangrijke export en ook nog import dragen allemaal bij tot de versnippering. Ook in de belangenbehartiging is deze versnippering terug te vinden.

Volgens adjunct-directeur Wachter van aardappelcoöperatie "De Z.P.C.", de één na grootste aardappelcoöperatie van Nederland, vormen de vrije telers de grootste belemmering om in de gehele aardappelsector tot kwaliteitsverbetering via IKB-systemen te komen. Hoewel er reeds een grote mate van concentratie de aardappelhandel heeft plaatsgevonden, en veel telers via leveringsplicht aan (coöperatieve) handelshuizen gebonden zijn, bestaat er nog een omvangrijke vrije markt. Telers en handelaren op deze vrije markt zijn niet gebonden aan criteria die in het kader van IKB worden gesteld. Wachter pleit ervoor dat "alle producenten zich aansluiten bij een coöperatie of een vrij handelshuis dat met bepaalde rassen werkt. Dat handelshuis neemt vervolgens het marketingplan voor zijn rekening. Gestructureerd aanbieden, areaalbeheersing en kwaliteitscontrole kunnen in zo'n situatie de hoogste aandacht krijgen." (AGF-Magazine, April 1992).

2.6 Conclusies

In dit hoofdstuk is een schets gegeven van de productie en afzet van Nederlandse aardappelen. Daarmee is ook de (economische) structuur van de aardappelketen gegeven. Naast een beschrijving van de belangrijkste actoren zijn de belangrijkste trends op het terrein van productie, handel en consumptie van aardappelen geschetst. In deze paragraaf worden uit deze trends enkele conclusies getrokken voor de aardappelketen als geheel.

Structuurveranderingen in de aardappelketen blijken het duidelijkst uit de voortgaande horizontale en verticale integratie. Horizontale integratie (concentratie) is vooral zichtbaar in de veredeling en de handel. Het ontwikkelen en commercialiseren van nieuwe rassen en de handel in deze rassen zijn meestal gecombineerd in hetzelfde bedrijf. Dit levert vooral in de pootaardappelhandel krachtige actoren. Concentratie in de (groot)handel in

pootaardappelen komt vooral tot uiting in de export: vier handelshuizen nemen 85% van de gehele pootaardappelexport voor hun rekening. Ook de handel in consumptie-aardappelen wordt steeds meer geconcentreerd, vooral om een voldoende sterke marktpartij de vormen tegenover het grootwinkelbedrijf.

Naast horizontale integratie vindt ook verticale integratie plaats in de aardappelketen. Een eerste voorbeeld daarvan is het toenemend belang van monopolierassen ten opzichte van vrije rassen. Dit impliceert een hechtere relatie tussen telers en handelshuizen. Deze relatie komt tot uiting in de leveringsplicht, maar ook in de adviezen die handelshuizen geven over de teelt en bewaring van "hun" rassen. Een tweede voorbeeld van verticale integratie in de aardappelketen is het streven naar Integrale Kettenbeheersing (IKB). Omdat de kwaliteit van het eindproduct in verschillende schakels van de keten wordt bepaald, moet bij het streven naar optimale kwaliteit de gehele keten in beschouwing worden genomen. Een voorbeeld van een IKB-project zijn de afspraken tussen die Albert Heijn (AH) en enkele aardappelhandelaren. Vanaf 1991 verwacht AH dat de telers die bij deze handelshuizen zijn aangesloten hun teeltmethoden zo wijzigen dat het verbruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen wordt teruggedrongen.

Van groot belang voor de toekomstige structuur van en integratie in de aardappelketen is de rol van de verwerkende industrie. Reeds nu wordt de helft van alle in Nederland beschikbare aardappelen industrieel verwerkt, en de verwachting is dat dit aandeel nog verder zal stijgen. De groei van de totale aardappelexport wordt vooral gerealiseerd via aardappelprodukten. Het belang van de verwerkende industrie in de gehele aardappelketen zal in de nabije toekomst nog sterker worden. Ten eerste zal de afzet van de aardappelverwerkende industrie nog verder groeien, omdat de verschuiving in de aardappelconsumptie van tafelaardappelen naar aardappelprodukten nog wel een tijd door zal gaan. Ten tweede gaat het om een aantal grote (en nog groeiende) bedrijven die alleen al op basis van hun omvang een sterke marktpartij vormen.

De voortgaande horizontale en verticale integratie in de aardappelketen wil nog niet direct zeggen dat er sprake is van optimale afstemming tussen alle actoren. De aardappelketen bestaat uit een groot aantal, nogal diverse actoren, vaak met verschillende belangen. Ook de omvangrijke internationale handel in Nederlandse aardappelen en aardappelprodukten draagt niet bij aan de doorzichtigheid van de keten. Bovendien zijn zowel de teelt als de handel in aardappelen verweven met andere produkten. De aardappelteler werkt met een bouwplan waarin ook andere produkten moeten passen. De handelaar in aardappelen verhandelt vaak ook andere landbouwprodukten. Men kan concluderen dat er veel flexibiliteit is binnen de aardappelketen. Met het streven van veredelings/handelsbedrijven, de verwerkende industrie en het grootwinkelbedrijf naar een betere inhoudelijke en organisatorische afstemming is nog geen centrale regie voor de gehele keten opgezet.

Gezien de diversiteit in de keten valt dit ook niet snel te verwachten.

Milieu en kwaliteit vormen belangrijke uitdagingen voor de keten als geheel. Het milieuprobleem moet in de eerste plaats op het niveau van de teelt worden opgelost. Gezien het milieu-onvriendelijke karakter van het grootste deel van de aardappelteelt, moeten aanzienlijke inspanningen geleverd worden om aan de eisen van het milieubeleid te voldoen. Omdat de milieu-effecten van de aardappelteelt voor de consument steeds belangrijker worden, vormen zij ook voor groot- en detailhandel een belangrijk issue. De milieuvriendelijkheid van de teelt wordt steeds meer als een kwaliteitsaspect van de aardappel opgevat. De biologisch teelt is het meest radicale antwoord op deze milieu-uitdaging. Een klein, maar groeiend percentage consumenten én producenten kiest voor deze oplossing. Daarentegen is de geïntegreerde teelt veel meer een compromis tussen traditionele en biologische teeltmethoden. Andere kwaliteitsaspecten, zoals veiligheid, smaak, uiterlijk en voedingswaarde krijgen meer en meer aandacht van alle schakels in de keten.

3. INTRODUCTIE VAN GENETISCHE MODIFICATIE IN DE AARDAPPELVEREDELING

3.1 Inleiding

Voor het economisch succes van de Nederlandse aardappelsector is het systeem van aardappelveredeling van groot belang geweest. Dit systeem, zoals het tot voor kort functioneerde, had twee belangrijke karakteristieken (Young, 1990). Ten eerste kende het een hechte organisatie en goede samenwerking tussen alle publieke en private actoren. Ten tweede was het gehele systeem sterk marktgericht. Het waren (en zijn) de private kweekbedrijven die nieuwe rassen ontwikkelen en commercialiseren. De overheid speelt vooral een rol bij het landbouwkundig onderzoek, dat het private veredelingswerk moet ondersteunen met nieuw uitgangsmateriaal en nieuwe technieken. Daarnaast is ook de strenge controle op de kwaliteit van zowel het uitgangsmateriaal als het pootgoed een belangrijke factor in de veredeling. Keuring en certificering gebeurt door de Stichting Nederlands Algemene Keuringsdienst voor Zaaizaad en Pootgoed van Landbouwgewassen (NAK).

Genetisch gemodificeerde aardappelen worden geïntroduceerd via het bestaande systeem van aardappelveredeling. Voor de analyse van de effecten van transgene aardappelen is het daarom nodig inzicht te hebben in dit systeem en in de veranderingen die daarin zijn opgetreden of nog zullen optreden. Immers, de structuur en de doelstellingen van dit systeem bepalen in welke mate en op welke wijze genetische modificatie wordt toegepast. Anderzijds heeft de introductie van transgene aardappelen zijn weerslag op de verdere ontwikkeling van het verdelingsstelsel.

In Nederland wordt veel onderzoek gedaan naar en met transgene aardappelen, door onder andere de Landbouwuniversiteit Wageningen, de instituten van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, biotechnologiebedrijven en veredelaars. Voor deze grote belangstelling bestaan zowel wetenschappelijke, economische als ecologische motieven. Ten eerste is de aardappel een interessant gewas voor biotechnologisch onderzoek, vooral omdat het relatief eenvoudig is om een volledige plant te regenereren uit afzonderlijke (getransformeerde) cellen. Ten tweede is de aardappel een belangrijk gewas in de Nederlandse landbouw. Ten derde is de Nederlandse aardappelteelt een grootverbruiker van chemische bestrijdingsmiddelen en is men in het kader van nieuwe milieuwetgeving hard op zoek is naar alternatieven.

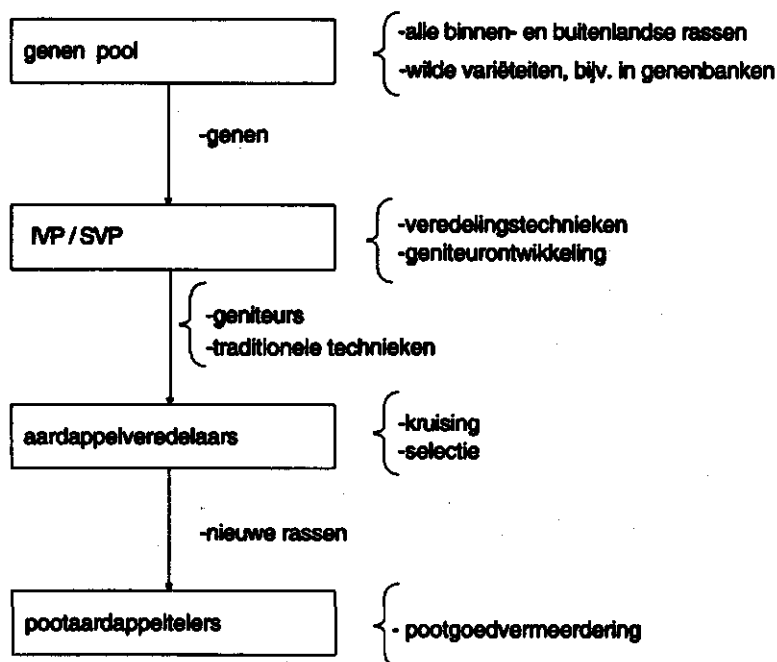
Dit hoofdstuk analyseert de veranderingen in het systeem van aardappelveredeling. Daarbij gaat het om veranderingen onafhankelijk van biotechnologie én om veranderingen die juist geïnduceerd zijn door biotechnologie. In paragraaf 3.2 wordt eerst de traditionele structuur van de Nederlandse aardappelveredeling beschreven. Daarna worden de veranderingen in het verdelingsstelsel be-

sproken aan de hand van de rol en positie van de verschillende betrokken actoren. Achtereenvolgens komen de onderzoekinstellingen (3.3), de veredelingsbedrijven (3.4) en de nieuwe biotechnologiebedrijven (3.5) aan de orde. In de laatste paragraaf (3.6) wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste motieven van verschillende actoren in het aardappelveredelingssysteem om onderzoek te doen naar genetisch gemodificeerde aardappelen.

3.2 De oude en nieuwe structuur van de aardappelveredeling

3.2.1 De traditionele structuur

Het traditionele systeem van aardappelveredeling concentreerde zich rond twee groepen actoren: enkele DLO-instituten en de private kweekbedrijven ¹⁾ (figuur 3.1). In het publieke onderzoek hielden vooral het Instituut voor Plantenveredeling van de Landbouwuniversiteit en Stichting voor Plantenveredeling van de toenmalige Directie Landbouwkundig Onderzoek van het Ministerie van Landbouw zich bezig met het onderzoek ten behoeve van de aardappelveredeling.



Figuur 3.1 De traditionele structuur van de aardappelveredeling

1) Kweekbedrijven en veredelingsbedrijven zijn identiek. In de tekst worden deze synoniemen afwisselend gebruikt.

De Stichting voor Plantenveredeling (SVP) was het belangrijkste aardappelveredelingsinstituut van de Directie Landbouwkundig Onderzoek. Het onderzoek was sterk praktijkgericht, en omvatte alle stappen tussen basis-uitgangsmateriaal en geniteurontwikkeling 1). Het basis-uitgangsmateriaal bestond bijvoorbeeld uit wilde variëteiten, buitenlandse en binnenlandse rassen. De geniteurs die uit het onderzoek resulteerden werden tegen geringe vergoeding beschikbaar gesteld aan de kwekers. Deze op hun beurt gebruikten de geniteurs om gewenste eigenschappen in bestaande rassen in te kruisen om zo nieuwe rassen te verkrijgen. Soms deed het SVP zelf al de kruisingen, en konden kwekers zaad of knolletjes kopen.

Ook voor het Instituut voor Plantenveredeling (IVP) van de Landbouwuniversiteit Wageningen was aardappelveredeling een belangrijk terrein van onderzoek. Het IVP hield zich bezig met meer fundamentele en lange-termijnproblemen inzake plantenveredeling. Resultaten van dit onderzoek werden echter vaak meteen in het veld getoetst. Derhalve was het onderzoek van het IVP ook sterk praktijkgericht. Het IVP hield zich ook bezig met het ontwikkelen van nieuwe veredelings technieken (bijvoorbeeld haploïde-techniek), die dan bij de SVP op grotere schaal toegepast konden worden.

De kweekbedrijven hielden zich voornamelijk bezig met kruising en selectie, dat wil zeggen het ontwikkelen van nieuwe rassen. Ze deden zelf geen veredelingsonderzoek. Voor nieuw uitgangsmateriaal waren ze dus aangewezen op het SVP en soms het IVP. De private veredeling bestond uit een groot aantal vaak kleine bedrijven. De samenwerking tussen de kwekers onderling en tussen de kwekers en de Wageningse instituten was hecht. Het Wageningse onderzoek was immers grotendeels afgestemd op de wensen van de kwekers. Pas bij het op de markt brengen van nieuwe rassen was sprake van concurrentie tussen de kweekbedrijven. Een aantrekkelijke kant van het Wageningse onderzoek was ook dat de kosten grotendeels door de overheid (i.c. het Ministerie van Landbouw) werden gedragen.

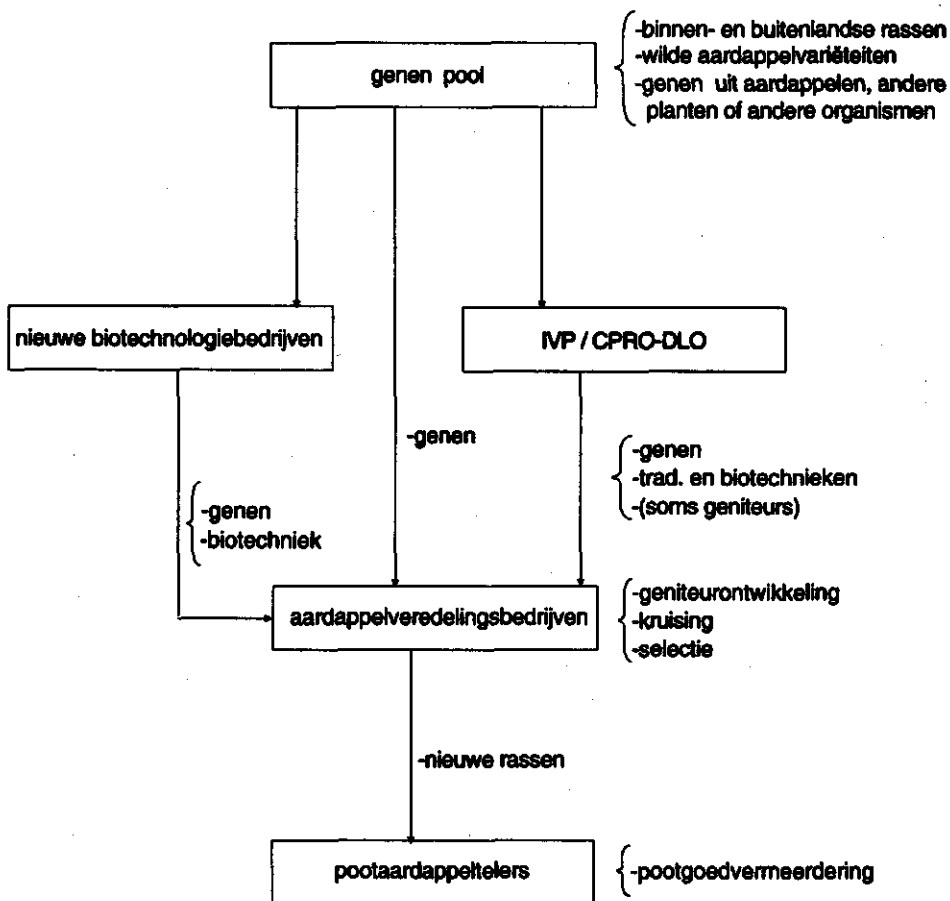
3.2.2 De nieuwe structuur

In de jaren tachtig zijn er belangrijke technische en organisatorische veranderingen opgetreden in het systeem van aardappelveredeling. Aan de technische kant is dat met name de introductie van biotechnologie die nieuwe opties in de veredeling mogelijk maakt. Voor wat betreft de organisatie van de aardappelveredeling kunnen drie gelijktijdig optredende processen onderscheiden worden. Ten eerste heeft het publiek landbouwkundig onderzoek ten behoeve van de aardappelveredeling een heroriëntatie ondergaan. De activiteiten van de door de overheid gefinancierde onderzoekinstellingen (de DLO-instituten) zijn verschoven van

1) Een geniteur is een geselecteerde kruisingsouder.

praktijkgericht naar strategisch onderzoek (zie 3.3). Ten tweede concentreert het private veredelingswerk zich op steeds minder bedrijven. Daarbij hebben de veredelingsbedrijven hun onderzoek-inspanningen de laatste jaren aanzienlijk uitgebreid (zie 3.4). Ten derde is er de opkomst van de "nieuwe biotechnologiebedrijven", zoals MOGEN en Keygene, die zich volledig richten op het uitvoeren en commercialiseren van biotechnologisch onderzoek (zie 3.5). Deze drie processen hebben ertoe geleid dat de posities en de onderlinge relaties van de verschillende actoren in het veredelingsstelsel zijn veranderd.

In de nieuwe structuur van de aardappelveredeling zijn de belangrijkste actoren het Instituut voor Plantenveredeling (IVP) van de Landbouwuniversiteit, het Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (CPRO-DLO), de nieuwe biotechnologiebedrijven en de veredelings-



Figuur 3.2 De nieuwe structuur van de aardappelveredeling

bedrijven (figuur 3.2). Uit de figuur worden twee belangrijkste verschillen ten opzichte van de oude structuur duidelijk. Ten eerste vormen de nieuwe biotechnologiebedrijven een nieuwe groep actoren in het systeem van aardappelveredeling. Ten tweede is de spilfunctie in het veredelingsproces veel meer bij de private veredelingsbedrijven komen te liggen. In de hierna volgende paragrafen wordt per groep actoren gekeken wat hun positie en functie in het nieuwe systeem van aardappelveredeling is.

3.3 Het veredelingsonderzoek

3.3.1 Inleiding

Door verschillende gesprekspartners in de interviewronde is er op gewezen dat "Wageningen" de grootste concentratie aardappelonderzoek ter wereld heeft. De grote omvang van het Wageningse aardappelonderzoek is uiteraard een weerslag van het grote belang en de omvang van de aardappelteelt in Nederland. Dit Wageningse systeem van aardappelonderzoek heeft de laatste jaren een omvangrijke herstructurering doorgemaakt. Vooral de DLO-instituten hebben de afgelopen jaren vele reorganisaties doorgemaakt. Bezuinigingen en veranderende prioriteiten in het overheidsonderzoek lagen hieraan ten grondslag. Ook de introductie van biotechnologie in het onderzoek heeft geleid tot heroriëntatie van onderzoeksbeleid.

In deze paragraaf wordt de heroriëntatie in het veredelingsonderzoek van de DLO-instituten en de introductie van biotechnologie in het onderzoek eerst in algemene zin geanalyseerd. Daarna wordt het onderzoek van de twee belangrijkste onderzoeksinstituten voor de aardappelveredeling, het IVP en het CPRO-DLO, besproken.

3.3.2 Heroriëntatie, en introductie van biotechnologie

Traditioneel wordt het traject van kennisontwikkeling in de landbouw onderverdeeld in drie fasen: fundamenteel, toepassingsgericht en praktijkonderzoek. Het fundamenteel onderzoek wordt met name uitgevoerd door de universiteiten (onder andere de LUW). Veel fundamentele kennis wordt in het buitenland ontwikkeld. Door open karakter van de internationale wetenschappelijke wereld komt deze kennis ook snel in Nederland beschikbaar. De omzetting van deze basiskennis in toepasbare kennis gebeurt bij de DLO-instituten, bij TNO en bij de universiteiten zelf. Het praktijkonderzoek en de ontwikkeling van nieuwe producten vindt plaats bij proefstations, regionale onderzoekscentra (ROC's) en bedrijven. Deze verdeling van kennisgenererende activiteiten over drie groepen onderzoekinstellingen is niet absoluut. De overgangen zijn in de praktijk soms moeilijk aan te geven en verschillende actoren zijn actief in meerdere fasen van kennisontwikkeling.

In de tweede helft van de jaren tachtig is de oriëntatie in het publieke veredelingsonderzoek verschoven van toepassingsge-

richt en praktijkonderzoek richting fundamenteel onderzoek. De nieuwe fase in het traject van kennisontwikkeling die door de DLO-instituten wordt ingenomen wordt strategisch onderzoek genoemd. Dit is onderzoek gericht op het ontwikkelen van nieuwe kennis en nieuwe technieken die de doelgroep op middellange termijn kan inzetten. Het uitgangspunt is vaak wel een praktisch probleem, maar de aanpak is breder en fundamenteeler dan in het traditionele toepassingsgericht onderzoek. Aan de heroriëntatie in het veredelingsonderzoek van de DLO-instituten liggen verschillende overwegingen ten grondslag. De NRLO benadrukte dat een verschuiving van praktijkonderzoek naar basisonderzoek nodig was omdat de universitaire vakgroepen niet aan de grote vraag naar basiskennis konden voldoen (NRLO, 1990: 10). Een andere reden was het niet meer groeien van, en in bepaalde gevallen zelfs bezuinigingen op, de overheidsuitgaven voor landbouwkundig onderzoek (Van der Meer et al., 1991). Deze stabilisatie van de inkomsten bij DLO-instituten noodzaakte tot het duidelijker stellen van prioriteiten ten aanzien van het soort en de omvang van het veredelingsonderzoek. Voor het veredelingsonderzoek heeft DLO toen gekozen voor meer nadruk op de techniekontwikkeling, en minder op het toegepaste gewasonderzoek. Een derde reden voor de veranderingen in de organisatie van het veredelingsonderzoek is dat de toegenomen onderzoekinspanning van veredelingsbedrijven zelf een nieuwe prioritering in het publiek onderzoek mogelijk en zelfs noodzakelijk maakten. De NRLO heeft voor verschillende sectoren van de Nederlandse land- en tuinbouw de veranderende taakverdeling tussen overheid en bedrijfsleven voor wat betreft het onderzoek ten behoeve van de plantenveredeling geanalyseerd, en daarover geadviseerd (NRLO, 1990). In het vervolg zullen we zien dat deze verschuivingen in de oriëntatie van het landbouwkundig onderzoek belangrijke consequenties had voor het systeem van aardappelveredeling.

Deze verschuivingen in het veredelingsonderzoek vielen samen met de opkomst van biotechnologie. Halverwege de jaren tachtig waren de verwachtingen van biotechnologie voor de landbouw hoog gespannen. Biotechnologie zou grote veranderingen in de landbouw tot gevolg hebben, tot nieuwe producten en verbeterde productieprocessen leiden. Sommigen betoogden zelfs dat biotechnologie een snelle oplossing zou bieden voor de problemen waar de landbouw mee worstelde, zoals milieuproblemen en overschotten. Wie er vroeg bij was zou de eerste lucratieve vruchten van biotechnologie plukken. Deze verwachtingen werden nog gevoed door het grote belang dat de overheid aan biotechnologie hechtte. Als speerpunttechnologie zou het van grote betekenis zijn in de internationale concurrentiestrijd (Roobeek, 1987). De biotechnologie-stimuleringsprogramma's 1) van de Ministeries van EZ en van LNV waren

1) Voor de landbouw waren dit vooral het landbouwdeel van het IOP-b, en het biotechnologieprogramma van de PBTS.

een uiting van het nationale belang dat aan deze nieuwe technologie werd gehecht.

Niet alleen de overheid, maar ook onderzoeksinstituten zelf legden nieuwe prioriteiten bij biotechnologie. Door onderzoekers, van de LUW en van de DLO-instituten, werd biotechnologie als een nieuwe wetenschappelijke uitdaging gezien. Bij een stabiel of slinkend onderzoeksbudget betekende deze belangstelling voor biotechnologie een vermindering van de inspanningen op andere terreinen. Daarbij kwam dat voor biotechnologisch onderzoek extra middelen te verkrijgen waren, hetzij via de stimuleringsprogramma's van de overheid, hetzij via contractresearch voor bedrijven.

Reeds in 1983 stichtte het kwekersbedrijfsleven gezamenlijk het Innovatiefonds Plantenveredeling (InPla), ter stimulering van het onderzoek naar biotechnologie ten behoeve van de plantenveredeling 1). De belangstelling van veredelingsbedrijven voor biotechnologie werd vooral ingegeven door de mogelijkheden die de nieuwe technieken boden voor het veredelingswerk. Met biotechnologie verschuift een deel van het veredelingswerk van het niveau van de gehele plant naar het niveau van de cel en het DNA. Hiermee kan het veredelingsproces versneld en verbreed worden. Via analyse van gewenste eigenschappen op moleculair niveau, met behulp van genetische markers kan veredeling selectiever en sneller worden. Genetische modificatie biedt mogelijkheden om het veredelingsproces te verbreden door het introduceren van nieuwe eigenschappen. Hierbij kan het gaan om geheel nieuwe eigenschappen die de soort van nature niet heeft, of om sterk verbeterde eigenschappen, zoals verbeterde ziekteresistentie. Ten einde deze nieuwe technische mogelijkheden in te zetten voor hun eigen kweekprogramma's, sluiten de veredelingsbedrijven onderzoekcontracten met het IVP, met het CPRO-DLO of met de nieuwe biotechnologiebedrijven. De activiteiten van de veredelingsbedrijven op het terrein van transgene aardappelen worden in paragraaf 3.4 verder besproken.

3.3.3 Het Instituut voor Plantenveredeling

Tot een aantal jaren geleden was het onderzoek van het Instituut voor Plantenveredeling (IVP) van de Landbouwuniversiteit Wageningen sterk gericht op de praktijk van de veredeling. Tegenwoordig richt men zich meer op het fundamenteel onderzoek, dat wil zeggen op de theoretische achtergronden van processen en ver-

-
- 1) In het kader van de InPla heeft het veredelingsbedrijfsleven (voor zowel land- als tuinbouwgewassen) in de periode 1984-1988 5 miljoen gulden beschikbaar gesteld voor medefinanciering (maximaal 50%) van onderzoeksprojecten naar biotechnologie ten behoeve van de plantenveredeling. Vier projecten waren speciaal gericht op de aardappelveredeling. Van de totaal 17 projecten zijn er 11 uitgevoerd bij het CPRO-DLO (Stichting, 1992).

schijnselen in de plantenveredeling (NRLO, 1990: 9). Naast het basisonderzoek wordt deze kennis ook uitgewerkt tot praktisch toepasbare technieken voor de veredeling. Deze toepassing van kennis gebeurt vooral in derde-geldstroom onderzoeksprojecten. De basistechnieken waaraan het IVP werkt worden niet alleen ten behoeve van aardappelen ontwikkeld, maar ook voor andere gewassen. Genetische modificatie is een belangrijk techniek waarmee men het genetisch onderzoek kan verdiepen. Met de resultaten van dergelijk onderzoek is nationaal en internationaal eer te behalen voor een wetenschappelijk onderzoeker.

Het aardappelonderzoek van het IVP staat onder leiding van prof.dr. E. Jacobsen. Voor zijn komst naar Wageningen werkte hij reeds tien jaar bij de Rijksuniversiteit Groningen aan het onderzoek naar de genetische achtergrond van de zetmeelproductie in de aardappel. Dit onderzoek heeft geresulteerd in de ontwikkeling van een amylose-vrije aardappel (zie ook hoofdstuk 6). Hiervoor is gebruikt gemaakt van de zogeheten anti-sense gentechologie. Bij deze vorm van genetische modificatie worden geen genen toegevoegd, maar wordt de werking van een gen onderdrukt. Andere aardappelprojecten van het IVP zijn het ontwikkelen van de genetische kaart, het opsporen en cloneren van natuurlijk voorkomende resistentiegenen (bijvoorbeeld tegen *Phytophthora*), en het verder ontwikkelen van de anti-sense gentechologie.

Het onderzoeksbeleid van het IVP wordt bepaald door het instituut zelf, binnen het kader van de Landbouwuniversiteit als geheel, en is formeel onafhankelijk van het Ministerie van LNV of van het bedrijfsleven. De laatste jaren is het contractonderzoek (derde geldstroom-onderzoek) bij de Landbouwuniversiteit in het algemeen, en bij het IVP in het bijzonder, enorm toegenomen 1). Hierdoor vindt een grotere beïnvloeding plaats van het onderzoeksbeleid door opdrachtgevers (overheid en bedrijfsleven). De toename van het aantal contractonderzoekprojecten is het gevolg van bezuinigingen door de overheid op het wetenschappelijk onderzoek enerzijds, en een grotere vraag, vooral bij het bedrijfsleven, naar kennis van veredelingsprocessen en de ontwikkeling van nieuwe veredelings technieken anderzijds.

3.3.4 Het Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek

Het strategisch en toepassingsgericht onderzoek ten behoeve van de aardappelveredeling vindt plaats bij het Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek van de Dienst Land-

1) In 1991 telde de LUW voor het eerst meer onderzoekers die werden betaald voor organisaties buiten de universiteit dan "eigen" onderzoekers, respectievelijk 393 tegenover 372 onderzoekers. In 1988 waren het nog 259 tegenover 370 onderzoekers. Met name bij de Vakgroep Plantenveredeling kwamen in drie jaar tijd meer dan 20 extra onderzoekers (Wageningse Universiteitsblad 34, 12/11/92).

bouwkundig Onderzoek (CPRO-DLO). Het CPRO-DLO is het resultaat van een fusie (per juni 1991) tussen de DLO-instituten CPO (Centrum voor Plantenveredelingsonderzoek) en CRZ (Centrum voor Rassonderzoek en Zaadtechnologie), en delen van de Stichting ITAL. Het CPO was reeds een fusie tussen de DLO-plantenveredelingsinstituten SVP (Stichting voor Plantenveredeling) en IVT (Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen).

Bij de voorgangers van het CPRO-DLO was aardappelonderzoek reeds een belangrijke onderdeel. Het SVP was sterk praktijkgericht en hield zich bezig met het ontwikkelen van geniteurs, bijvoorbeeld om eigenschappen van wilde variëteiten in te kruisen. 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, economisch een belangrijk gewas, en de aardappelteelt kent een aantal serieuze problemen (vooral de hoge ziektedruk). De aardappel is altijd het belangrijkste gewas gebleven in het onderzoek naar genetische modificatie. Van alle onderzoekers van de afdeling Moleculaire Biologie (totaal ongeveer 25 mensen) werkt de helft aan het onderzoek naar genetische modificatie van aardappelen (interview).

De afdeling Moleculaire Biologie van het CPRO-DLO, onder leiding van dr. W. Stiekema, werkt met twee onderzoekprogramma's aan transgene aardappelen (DLO, 1992). In de eerste plaats werkt men aan de ontwikkeling en toepassing van moleculair-biologische technieken ten behoeve van het plantenveredelingsonderzoek. Voor de aardappelveredeling richt men zich op de constructie van een genetische kaart en op de lokalisatie van een nematoderesistentiegen. In de tweede plaats worden de methoden en technieken uit dit eerste programma toegepast voor de introductie van duurzame resistenties tegen ziekten en plagen in gewassen. Daarbij gaat het vooral om resistentiegenen die niet via kruising zijn over te brengen, maar uitsluitend via genetische modificatie. Voor de aardappelveredeling richt men zich op de introductie en expressie van genen coderend voor monoclonale antilichamen, waarmee transgene planten met resistentie tegen aardappelcysteaaltjes (nematoden) kunnen worden verkregen. Ander onderzoek bij het CPRO-DLO met transgene aardappelen richt zich op verbetering van bacterieresistentie en van schimmelresistentie (zie verder hoofdstuk 5).

Voor de Nederlandse aardappelveredeling is de Duits-Nederlandse aardappelgenenbank van groot belang. De genenbank betreft een zaadcollectie van wilde knolvormende soorten in *Solanum*, die in het veredelingsonderzoek gebruikt kunnen worden. In deze genenbank, die tot stand is gekomen in het kader van het Duits-Nederlands samenwerkingsverdrag in genetische bronnen, werkt het CPRO-DLO samen met het Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (FAL) in Braunschweig. Voor de mondiale instandhouding en beschikbaarheid van aardappelgenen speelt deze Duits-Nederlandse genenbank een belangrijke rol. Andere grote aardappelgenenbanken zijn gesitueerd in Sturgeon Bay (USA) en bij het International Potato Institute (CIP) in Peru.

3.4 De aardappelveredelingsbedrijven

3.4.1 Inleiding

In paragraaf 3.2.2 is reeds gesteld dat de veredelingsbedrijven de spil vormen in de nieuwe structuur van de aardappelveredeling. Deze bedrijven hebben zelf nogal wat veranderingen ondergaan de laatste jaren. Het aantal bedrijven is flink gedaald door fusies en overnames. De relatie tussen de veredelingsbedrijven en de DLO-instituten die zich met veredelingsonderzoek bezig houden is aanzienlijk veranderd. Collectief onderzoek is ingevuld voor individueel contractonderzoek. Daartoe hebben de verschuivingen in de onderzoeksprioritering bij DLO een belangrijke bijdrage geleverd, maar ook het concentratieproces onder de kwekers zelf. Tenslotte heeft de opkomst van biotechnologie, in het bijzonder de ontwikkeling van transgene aardappelen, het werk van de veredelingsbedrijven geherstructureerd. In de hierna volgende subparagrafen worden deze veranderingen in en rond de veredelingsbedrijven stuk voor stuk geanalyseerd.

3.4.2 Concentratie van veredelingsbedrijven

Het veredelingsbedrijfsleven bestaat momenteel uit negen kweekbedrijven met daaromheen zo'n honderd individuele kwekers. Omdat deze laatsten zelf bijna geen kruisingswerk doen, maar hun uitgangsmateriaal (zaad of knolletjes) van de veredelingsbedrijven ontvangen, moet men eigenlijk spreken van selecteurs. De grote veredelingsbedrijven fungeren tevens als vertegenwoordiger van individuele kwekers. Vier van de negen veredelingsbedrijven zijn coöperaties, de andere vijf zijn particuliere bedrijven. De coöperaties zijn KARNA (onderdeel van AVEBE), Agrico, Wolf en Wolf (grotendeels in handen van Cebeco-Handelsraad) en Ropta-ZPC. De particuliere bedrijven zijn Hetteema, Meijer, Stet en Slot, Van Rijn en Schaap.

De laatste jaren heeft een sterke concentratie plaatsgevonden onder de veredelingsbedrijven. Grote bedrijven hebben kleintjes opgekocht en coöperaties zijn samengegaan. In de nabije toekomst worden verdere concentraties verwacht, zowel bij de coöperaties als bij de particuliere bedrijven. Een van de geïnterviewde aardappelkwekers gaf de volgende drie redenen voor verdere concentratie in de veredeling. Ten eerste worden het veredelingswerk en het onderzoek te duur voor de kleine bedrijven. Ook het conventionele kweekwerk wordt steeds duurder, omdat er meer nadruk wordt gelegd op ziekteresistentie. Dit vereist investeringen in bijvoorbeeld een quarantaine-laboratorium en het aanstellen van (relatief dure) fytopathologen. Ten tweede moet een veredelingsbedrijf een volledig rassenpakket kunnen aanbieden. Dit geldt voor zowel de binnenlands als de buitenlandse markten, en is van belang om zowel telers als afnemers aan zich te binden. Ten derde wordt het duur biotechnologisch onderzoek steeds belangrijker. Een studie uit 1989 in opdracht van de Nederlandse

Aardappel Associatie (NAA) over "de positie van het Nederlands aardappelveredelingsbedrijfsleven in relatie tot moderne biotechnologische ontwikkelingen" concludeerde dat met name de kleine bedrijven niet in staat zullen zijn de nieuwe ontwikkelingen adequaat te kunnen volgen (Bijloo en Hermesen, 1989).

De veredelingsbedrijven zijn tevens handelsbedrijven in pootaardappelen, en vaak ook in consumptie-aardappelen. Alleen Wolf en Wolf en Hettema handelen enkel in pootaardappelen. Met het kwekersrecht op hun nieuwe rassen, dat voor aardappelen 30 jaar geldig is, hebben de veredelingsbedrijven het exclusieve recht pootgoed van die rassen voort te brengen en in het verkeer te brengen. Hiermee controleren de handels- en veredelingsbedrijven de handel in het pootgoed van deze zogenoemde monopolierassen. Indien de handelsbedrijven ook handelen in consumptie-aardappelen kunnen zij, via contractteelt of leveringsplicht (bij coöperaties) een nog grotere invloed op de teelt en handel uitoefenen, bijvoorbeeld om de prijs en de kwaliteit hoog te houden. Gezien de ontwikkelingen in de markt voor consumptie-aardappelen (meer nadruk op kwaliteit; zie 2.5) bestaat er behoefte bij de handelshuizen om meer greep te hebben op de voorafgaande schakels in de keten.

3.4.3 De veranderde relatie tussen kweekbedrijven en DLO-instituten

De concentratie bij de veredelingsbedrijven is het gevolg van de behoefte aan versterking van de marktpositie in de aardappelhandel, maar vooral ook van de veranderingen in het veredelingsonderzoek. Door bezuinigingen en veranderende prioriteiten in het publieke landbouwkundig onderzoek worden de veredelingsbedrijven gedwongen meer te investeren in eigen onderzoek en/of in contractonderzoek. Omdat de nadruk in het publieke onderzoek meer is komen te liggen op techniekontwikkeling, moeten de kweekbedrijven een groter deel van het veredelingstraject zelf uitvoeren. Voor het uitgangsmateriaal dat zij nog van het CPRO-DLO betrekken, moeten aanzienlijk hogere prijzen worden betaald. Omdat in plaats van nieuwe geniteurs nu nieuwe methoden en technieken worden aangeleverd, moeten de kweekbedrijven hun kennisniveau verhogen. Bij de geniteurs die het CPRO-DLO nog wel ontwikkelt ligt de nadruk op het inbouwen van resistentie-eigenschappen, waarbij de veredelingsbedrijven nog verder moeten veredelen om de gewenste landbouwkundige eigenschappen te verkrijgen.

Uit de interviews is naar voren gekomen dat de veredelingsbedrijven de veranderingen in het aardappelveredelingsonderzoek bij de DLO-instituten als te snel en te vergaand beoordelen. Dat de overheid zich gedeeltelijk terugtrekt uit het praktijkonderzoek wordt wel als juist gezien, vooral daar een aantal kweekbedrijven reeds begonnen waren met het vergroten van hun eigen onderzoekinspanningen. Het probleem ligt echter bij de snelheid waarmee de veranderingen zijn doorgevoerd; de veredelingsbedrijven kregen onvoldoende tijd om zich aan de nieuwe situatie aan te

passen. Aardappelveredelingswerk is een langdurig en duur proces, waarbij de kosten moeilijk terug te verdienen zijn. Daarom viel het de bedrijven zwaar om in korte tijd hun investeringen in veredelingsonderzoek aanzienlijk op te voeren.

Volgens één van de geïnterviewden leidt de verschuiving van publiek naar privaat onderzoek zelfs tot een sanering van de aardappelveredeling. Alleen de grootste bedrijven kunnen zich de uitgaven voor veredelingsonderzoek veroorloven. Ook leidt de verschuiving tot versnippering van het onderzoek en daarmee mogelijk tot duplicering. Hoe groot dit gevaar is, is onduidelijk. Ten aanzien van het veldonderzoek met transgene aardappelen blijkt dat er toch een zekere taakverdeling is tussen de grote veredelingsbedrijven. Een andere punt van kritiek was de keuze bij de DLO-instituten voor ontwikkeling van (bio)technieken ten koste is gegaan van de aanwezige gewaskennis. Dit houdt volgens sommigen ook in dat niet-biotechnologische oplossingen voor de huidige problemen in de teelt onvoldoende aandacht krijgen.

De veranderingen in het overheidsonderzoek, maar ook de concentratie bij de veredelingsbedrijven, hebben geleid tot een veel zakelijker instelling in het aardappelveredelingsonderzoek. Waar vroeger sprake was van goede samenwerking en openheid, zowel onder de veredelaars onderling als met de Wageningse instituten, is nu veel meer sprake van geheimhouding en concurrentie. De contacten met de Wageningse instituten lopen meer via contractresearch, terwijl eigen kennis een instrument in de concurrentiestrijd is geworden.

Naast hun contractonderzoek financieren de veredelingsbedrijven ook collectief het veredelingsonderzoek in Wageningen. Via de Stichting Stimulering Aardappelonderzoek (SSA) wordt jaarlijks 250.000 gulden beschikbaar gesteld voor veredelingsonderzoek bij onder andere het IVP en het CPRO-DLO. Op het totaal van de publieke en private investeringen in het veredelingsonderzoek is dit bedrag vrij gering. Een omvangrijker gezamenlijk onderzoekprogramma, als alternatief voor financiering door de overheid, bleek niet haalbaar, waarschijnlijk vooral door de toegenomen concurrentie tussen de bedrijven.

Ook via de Nederlandse Aardappel Associatie (NAA) wordt collectief onderzoek gefinancierd. De NAA is echter een overlegforum over al het aardappelonderzoek, dus haar terrein is veel breder dan alleen het veredelingsonderzoek. De NAA heeft een tweevoudige functie. Traditioneel is de NAA een programma-adviescommissie van de NRLO. Als zodanig geeft de NAA advies aan de overheid over wat de problemen zijn waar men in de praktijk mee worstelt, en op welke terreinen onderzoek zou moeten gebeuren. Van meer recenter datum is het collectief financieren van onderzoek. Voor onderzoeksprojecten die door het aardappelbedrijfsleven van belang worden geacht, maar niet of onvoldoende door de overheid (kunnen) worden gefinancierd, heeft de NAA circa 1 miljoen gulden per jaar beschikbaar. De coördinatie in de NAA is verschoven van de overheid naar het bedrijfsleven. Voorheen was de aardappelcoördinator van DLO, een overheidsfunctie, tevens voorzitter van de NAA. Van-

wege bezuinigingen is deze functie opgeheven. Tegenwoordig ligt het voorzitterschap van de NAA bij het Produktschap voor Aardappelen. Daarnaast heeft de NAA een eigen coördinator aangesteld 1).

Ondanks dat de NAA een breder werkterrein heeft dan alleen de veredeling, is zij toch voor de veredelaars een belangrijk overlegorgaan. Met de toenemende integratie in de aardappelketen wordt het onderzoek ten behoeve van de verschillende schakels steeds meer op elkaar afgestemd. Het belang van overleg over onderzoek waarbij alle schakels van de keten aanwezig zijn neemt daarmee toe.

3.4.4 De veredelingsbedrijven en transgene aardappelen

Voor de aardappelveredelaars gelden verschillende motieven om zich te richten op onderzoek naar en/of met transgene aardappelen. In de veredeling is het verbeteren van resistentie tegen plagen en ziekten het belangrijkste doel. Men kiest voor genetische modificatie vooral in die gevallen waar langs conventionele weg weinig of geen vooruitgang is te bereiken. Dit geldt bijvoorbeeld voor bacterieziekten (*Erwinia*) en voor aardappelziekte (*Phytophthora*). In bepaalde gevallen verwacht men dat met behulp van transformatie sneller een ras met de gewenste eigenschappen op de markt kan worden gebracht. Dit geldt bijvoorbeeld voor de aardappel met een veranderde zetmeelsamenstelling. Uit de interviews kwamen nog twee andere redenen voor het werken aan transgene aardappelen naar voren. Men hoopt via transformatie van conventionele rassen het kwekersrecht op deze rassen te verlengen, en men wil ervaring opdoen met transgene aardappelen, zowel in het teeltonderzoek, als in het hele proces van introductie (regelgeving en publieksacceptatie). Voor de veredelingsbedrijven zijn het vooral economische motieven die een rol spelen bij de afweging tussen wel of niet transgene aardappelen te ontwikkelen. Het terugdringen van het gebruik van bestrijdingsmiddelen door telers (een milieu-motief) is onderdeel van het economisch motief.

Alle grote veredelingsbedrijven doen veldproeven met transgene aardappelen of zijn bij het onderzoek betrokken. De nieuwe eigenschappen van deze transgene aardappelen weerspiegelen de prioriteiten die de verschillende bedrijven in hun kweekprogramma's stellen. Bedrijven voor wie de afzetmarkt voornamelijk in het buitenland ligt, zullen vooral (ook) kijken naar teeltproblemen die spelen in het buitenland. Een voorbeeld daarvan is Hette-ma, dat zich alleen op pootaardappelen richt, en die voor 90% exporteert. Hette-ma doet veldproeven met transgene aardappelen die resistent zijn tegen het aardappelmotje. Het aardappelmotje is geen probleem in de Nederlandse aardappelteelt, maar wel in de

1) Anno 1992 is dat ir. C.D. van Loon, werkzaam bij het PAGV.

landen rond de Middellandse Zee en in het Midden-Oosten, waar Hettema's belangrijkste exportmarkten liggen.

Een specifiek geval is het kweekinstituut KARNA, dat onderdeel is van de zetmeelproducent AVEBE. Omdat AVEBE een coöperatie van akkerbouwers (vooral uit de Veenkoloniën) is, liggen de belangen van toeleveranciers en (zetmeel)producent grotendeels op dezelfde lijn. Daar in dit gebied weinig andere teelten renderen, volgt KARNA verschillende strategieën om de teelt van fabrieksaardappelen zo goed mogelijk overeind te houden. Onderzoek naar transgene aardappelen is één van die strategieën. KARNA financiert als enige veredelaar onderzoek naar het langs biotechnologische weg verkrijgen van nematodenresistentie. Naast eigenschappen die van landbouwkundig belang zijn, richt KARNA zich ook op eigenschappen die voor de verwerking tot zetmeelprodukten van belang zijn. Dit laatste blijkt uit het onderzoek naar de amylose-vrije aardappel.

Veredelingsbedrijven zijn vooral ook geïnteresseerd in de tijdwinst die mogelijk met biotechnologie gerealiseerd kan worden, omdat aardappelveredeling een langdurig proces is. Vanaf het kruisen met kruisingsouders tot opname in de Rassenlijst verloopt een periode van 12-15 jaar. Bij de meeste veredelaars leeft de gedachte dat met de nieuwe biotechnologische technieken het totale proces men 3-4 jaar kan worden ingekort. Omdat dit nog niet is bewezen, is men voorzichtig om daar volledig op te vertrouwen. Naast transformatie worden ook andere biotechnieken ontwikkeld waarmee het veredelingsproces kan worden versneld, zoals moleculaire markers, veredeling op diploïd niveau en celfusie. Vooral nog worden deze technieken alleen toegepast in onderzoekinstellingen als het IVP en het CPRO-DLO, en nog niet door de veredelingsbedrijven zelf.

Hoewel alle veredelingsbedrijven hun onderzoekspanningen hebben verhoogd, wil dat nog niet zeggen dat zij nu ook meteen een biotechnologie-laboratorium hebben opgezet. Men is vooralsnog terughoudend omdat forse investeringen nodig zijn, waarvan nog niet duidelijk is of die wel terugverdiend zullen worden. Verschillende strategieën worden gevolgd waar het gaat om op de hoogte te blijven van de nieuwste ontwikkelingen en gebruik te maken van de nieuwste technieken. Wolf en Wolf (Cebeco) en Ropta-ZPC doen mee in het nieuwe biotechnologiebedrijf Keygene. Daarnaast heeft Ropta-ZPC zelf ook een biotechnologiebedrijf opgezet (R.Z. Research), dat naast de aardappel tevens werkt aan sier-teeltgewassen. KARNA heeft onderzoekcontracten met MOGEN, maar ook met de Vakgroep Plantenveredeling (IVP) van de LUW. Agrico heeft een contract met het CPRO-DLO. De grote particuliere kweekbedrijven Hettema en Meijer hebben allebei contracten (voor veldproeven) met het Belgische biotechnologiebedrijf Plant Genetic Systems (PGS). Tevens vervult PGS voor hen een antennefunctie, zodat de kweekbedrijven op de hoogte blijven van mogelijk interessante ontwikkelingen binnen het biotechnologisch onderzoek. Ondanks de voorzichtigheid bij investeringen in biotechnologie verwacht men dat op termijn wel een belangrijke rol is weggelegd

voor deze nieuwe technologie. Verscheidene veredelaars spraken de verwachting uit dat in de toekomst een kwart van alle uitgaven voor veredeling en veredelingsonderzoek aan biotechnologie zal worden besteed.

Aardappelveredelaars hebben bij hun investeringen in onderzoek naar en toepassing van genetische modificatie en andere nieuwe biotechnieken ook een beroep gedaan op stimuleringsfondsen van de overheid. In het kader van haar technologiebeleid heeft de nationale overheid verschillende subsidieprogramma's opgezet. Voor de aardappelveredelingsbedrijven is het belangrijkste programma de PBTS-biotechnologie (Programmatische Bedrijfsgerichte Technologie Stimulering), van het Ministerie van Economische Zaken. De PBTS-regeling loopt sinds 1987, en subsidieert onderzoeks- en haalbaarheidsprojecten tot een maximum van 37,5% van de projectkosten. In de eerste jaren van de PBTS was ruim 27 miljoen gulden per jaar beschikbaar, de laatste jaren is dit circa 20 miljoen gulden. Uit de interviews bleek dat ook de meeste aardappelveredelaars aanvragen hadden ingediend voor PBTS-subsidie. Hoeveel geld zij individueel of gezamenlijk hebben gekregen is omwille van concurrentie-overwegingen niet te achterhalen. Wel is bekend dat de gehele plantenveredeling een relatief groot beroep doet op de PBTS-regeling. Van de 187 projecten binnen de PBTS-biotechnologie (1987-1991) hebben er 53 (30%) betrekking op plantenveredeling (De Kleijn et al., 1992). Aardappelveredelaars in het Noorden van het land (KARNA, Ropta-ZPC) hebben voor hun biotechnologie-onderzoek ook subsidie gekregen in het kader van de ISP-regeling, die speciaal bedoeld is om innovatieve investeringen in de Noordelijke provincies te stimuleren.

3.5 Nieuwe biotechnologiebedrijven

3.5.1 Inleiding

Met de opkomst van biotechnologie is het traditionele systeem van aardappelveredeling, bestaande uit IVP, CPRO-DLO en veredelingsbedrijven, uitgebreid met een nieuwe groep actoren, de zogeheten "nieuwe biotechnologiebedrijven". Met nieuwe biotechnologiebedrijven (NBB) worden die ondernemingen bedoeld die speciaal en enkel zijn opgericht voor de commercialisering van biotechnologische kennis. Dit ter onderscheid van bedrijven waar biotechnologie slechts een onderdeel is van een groter onderzoek- of productieproces. NBB zijn meestal ontstaan vanuit de universiteiten. Universitaire medewerkers zagen mogelijkheden om hun kennis op het terrein van biotechnologie te gelde te maken via aparte ondernemingen.

Vanwege het grote belang dat vanuit de overheid aan biotechnologie werd gehecht, was vaak aanzienlijke subsidie beschikbaar voor deze nieuwe ondernemingen. De NBB hebben nog steeds intensieve contacten met het universiteiten en andere instellingen van wetenschappelijk onderzoek, niet alleen vanwege de achtergrond

van de medewerkers of de vestigingsplaats dichtbij een universiteit, maar ook door participatie in projecten van fundamenteel of strategisch onderzoek. Terwijl de NBB zich in de beginfase van hun bestaan vooral op het basisonderzoek zelf richten, om daarmee hun wetenschappelijke status te vestigen, verschuift het onderzoek nu naar de fase van produktontwikkeling (Enzing, 1991: 22). Dit betekent dat intensieve contacten worden aangegaan met bedrijven die de ontwikkelde technieken kunnen toepassen.

In de Nederlandse plantenveredeling zijn drie NBB actief: Florigene BV, Keygene NV en MOGEN International NV. Deze ondernemingen richten zich vooral op de ontwikkeling en licentieverkoop van biotechnologische methoden en technieken, maar soms ook op het zelf toepassen van deze technieken bij het ontwikkelen van nieuwe rassen. Van deze drie NBB richten er twee zich (mede) op de aardappelveredeling: Keygene en MOGEN. Voor de Nederlandse aardappelveredeling is ook het Belgische nieuwe biotechnologiebedrijf Plant Genetic Systems (PGS) van belang. Hieronder zullen we de activiteiten van deze bedrijven op het gebied van aardappelveredeling nader bekijken.

3.5.2 MOGEN International NV 1)

MOGEN is eind 1985 opgericht als dochter van het Amerikaanse bedrijf Molecular Genetics. De vestigingsplaats Leiden hangt samen met de aanwezigheid van Prof. R.A. Schilperoort op de Rijksuniversiteit Leiden, die vooraanstaand onderzoek doet op het gebied van plantenbiotechnologie. Schilperoort heeft het binaire vectorsysteem ontwikkeld, de meest efficiënte en meest toegepaste methode om tweezaadlobbige gewassen genetisch te modificeren. MOGEN heeft de octrooirechten op dit systeem in handen. Het verlenen van licenties voor toepassing van dit systeem, onder andere aan bedrijven als Pioneer Hi-Bred, Calgene en DuPont, is momenteel de belangrijkste bron van inkomsten voor MOGEN (Agrarisch Dagblad, 29/2/92).

In het onderzoek van MOGEN zijn drie aandachtsgebieden te onderscheiden: 1) gewasbescherming, vooral ziekteresistentie; 2) gewasverbetering, wat zich richt op het produceren van enzymen in planten of uit planten; en 3) technologie-ontwikkeling. Dit laatste onderzoeksterrein is vooral bedoeld ter ondersteuning van de eerste twee. Het onderzoek van MOGEN richt zich niet specifiek op gewassen, maar is probleem-georiënteerd.

Het gewasbeschermingsonderzoek is gericht op de ontwikkeling van gewassen met resistenties tegen commercieel belangrijke virussen, schimmels, bacteriën en insecten. Als eerste gewas/probleem-combinatie heeft men virusziekten bij aardappelen genomen. Deze aandacht voor de aardappel heeft enerzijds te maken met het

1) De informatie in deze paragraaf is, tenzij anders vermeld, ontleend aan het artikel "Mogen en het boerenbelang", in *Biotekst*, nr. 11, juni 1992, blz. 3-6.

economische belang van dit gewas voor de Nederlandse landbouw, anderzijds met het feit dat dit gewas zich relatief eenvoudig genetisch laat modificeren. Er is gekozen voor virusziekten omdat het daarbij gaat om slechts één gen. Het veranderen van eigenschappen waarvoor meerdere genen verantwoordelijk zijn is veel moeilijker; deze techniek staat nog in de kinderschoenen. Binnen het virusonderzoek heeft MOGEN de aardappelvariëteiten Escort en Bintje resistent gemaakt tegen het aardappelvirus X (Potato Virus X, PVX). In 1988 zijn met deze transgene aardappelen de eerste veldproeven uitgevoerd (Cornelissen en Van den Elzen, 1989).

Reeds in 1988 is deze aardappel aangemeld bij de Raad voor het Kwekersrecht voor het verkrijgen van kwekersrecht, en voor cultuur- en gebruikswaarde-onderzoek ten behoeve van opname op de Rassenlijst voor Landbouwgewassen. Volgens de meeste aardappelveredelaars is er in Nederland weinig belangstelling voor een PVX-resistente aardappel. Enerzijds is dit virusprobleem in de Nederlandse aardappelteelt niet zo ernstig. Anderzijds wil men geen PVX-resistente aardappel in verband met de export. Juist de gevoeligheid voor virussen zorgt ervoor dat de buitenlandse teler, vooral in het Middellandse-Zeegebied, na drie of vier jaar weer bij de Nederlandse exporteurs aankloppen om nieuwe gezonde aardappelen te kopen. Ondanks deze geringe belangstelling bij Nederlandse kwekers heeft het bedrijf om verschillende redenen bewust voor deze toepassing gekozen. Ten eerste moest MOGEN zich in 1986, toen men met het onderzoek begon, nog bewijzen. Door binnen korte tijd een PVX-resistente aardappel te ontwikkelen, maakte het bedrijf duidelijk dat het de kennis en techniek in huis had om transgene planten te maken. Ten tweede gebruikt MOGEN de PVX-resistente aardappel om de gehele procedure van toelating te testen, en daarbij de overheid onder druk te zetten om zich te beraden op de gewenste wet- en regelgeving. Een derde reden, die overigens niet door MOGEN zelf wordt genoemd, is de mogelijkheid om deze techniek in het buitenland te verkopen. In het buitenland is de virusdruk meestal groter dan in Nederland, en is het systeem van fytosanitaire controle in de pootaardappelvermeerdering minder goed ontwikkeld, zodat vaker virusziekten optreden. Hier ligt dus waarschijnlijk wel een markt voor het inbouwen van PVX-resistentie.

Het tweede probleem van de aardappelteelt waar MOGEN zich op richt is schimmelresistentie. Internationaal gezien is de schimmel *Phytophthora* het grootste probleem in de aardappelteelt. In tegenstelling tot virusresistentie liggen hiervoor in Nederland wel commerciële perspectieven. Het onderzoek naar schimmelresistentie wordt financieel ondersteund door het veredelingsbedrijf KARNA, onderdeel van de aardappelzetmeelindustrie AVEBE. Dit onderzoek voert MOGEN uit in samenwerking met de Landbouwuniversiteit en de Rijksuniversiteit Leiden. In 1992 hebben MOGEN en KARNA de eerste veldproeven met schimmelresistente aardappelen uitgevoerd.

In een derde onderzoeksproject zoekt MOGEN naar oplossingen voor het probleem van de aardappelmoehheid. Dit nematodenonderzoek

concentreert zich vooralsnog op het gewas Zandraket, dat mogelijk resistenties tegen aaltjes bezit. Ook dit onderzoek wordt financieel ondersteund door AVEBE (BioNieuws, 8/11/91).

Ook op het terrein van gewasverbetering kijkt MOGEN naar aardappelen. In een samenwerkingsproject met Gist-brocades probeert MOGEN de plant bepaalde enzymen en eiwitten te laten produceren, bijvoorbeeld een enzym dat de omzetting van zetmeel in suiker beïnvloed (19NU, november 1992). Dit project kan interessant zijn voor de aardappelverwerkende industrie.

Met haar oriëntatie op gewasbescherming speelt MOGEN in op het overheidsbeleid. Met de resultaten van de drie onderzoeksprojecten ten behoeve van de aardappelteelt - virusresistentie, schimmelresistentie en verminderde vatbaarheid voor aardappelmoehheid - kan mogelijk het verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen worden teruggedrongen. Voor MOGEN staan er grote economische belangen op het spel. Immers, het bedrijf richt zich specifiek op het commercialiseren van de resultaten van haar biotechnologisch onderzoek. De investeringen in het onderzoek naar transgene aardappelen moeten derhalve worden terugverdiend. MOGEN treedt relatief vaak in het nieuws; men moet immers de aandeelhouders voortdurend laten zien dat er voortgang wordt geboekt.

3.5.3 Keygene NV

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. Directeur van Keygene is dr. M. Zabeau, afkomstig van het Gentse Plant Genetic Systems (Intermediair, 4/8/89). Keygene is gevestigd in Wageningen.

Het onderzoek van Keygene richt zich op twee terreinen. Ten eerste werkt men aan het ontwikkelen van moleculaire selectiemethoden, die gebruik maken van moleculair-biologische technieken. Met deze nieuwe selectiemethoden kan men sneller de resultaten van een klassiek veredelingsexperiment vaststellen. Hiermee kan het gehele veredelingsproces versneld worden. Ten tweede richt men zich op het verbeteren van resistenties tegen virussen en schimmels in groentegewassen (BioNieuws, 27/3/92).

Specifiek voor de aardappelteelt doet Keygene onderzoek naar transgene aardappelen met verminderde stootblauwgevoeligheid. "Stootblauw" staat voor blauwzwarte verkleuringen die aardappelen kunnen krijgen als er onvoorzichtig mee omgegaan wordt bij lage temperaturen. Dit probleem doet zich vooral voor bij bewaring van aardappelen, waar men de temperatuur zo laag mogelijk wil hebben, om geen chemische kiemremmers te hoeven gebruiken. Deze kwaliteitsverbetering is vooral van belang voor de aardappelverwerkende industrie. In 1992 werden de eerste veldproeven uitgevoerd met transgene aardappelen waarvan wordt verwacht dat ze een verminderde stootblauwgevoeligheid hebben.

Een belangrijk verschil met MOGEN is dat Keygene niet zelf de veredeling ter hand zal nemen en geen veldproeven zal doen. Dat laat men over aan de deelnemende veredelingsbedrijven. Daarmee liggen de financiële risico's bij de deelnemende bedrijven en niet zozeer bij Keygene. De veredelingsbedrijven staan dichterbij de teelt en afzet van aardappelen, en zullen daarom mogelijk andere afwegingen maken bij het introduceren van transgene aardappelen, dan een bedrijf als MOGEN dat zijn kennis te gelde moet maken.

3.5.4 Plant Genetic Systems

Het Belgische bedrijf Plant Genetic Systems (PGS) is een internationaal gerenommeerd biotechnologiebedrijf. PGS is reeds in 1983 opgericht, door Prof. Van Montagu, hoogleraar microbiologie aan de Rijksuniversiteit Gent. In 1991 had PGS circa 120 medewerkers en kapitaal van 60 miljoen dollar (Man, 1991). In het ontwikkelingstraject van nieuwe biotechnologische vindingen zit PGS tussen het fundamenteel onderzoek aan de universiteit en de grootschalige commercialisering door zaadbedrijven en chemische multinationals. PGS richt zich dus op het ontwikkelen van technieken en prototypes. De drie hoofdaandachtsgebieden bij de toepassing van biotechnologie zijn: insekteresistentie, herbicideresistentie en hybride-technologie. Net als Keygene, maar in tegenstelling tot MOGEN, richt PGS zich zowel op moleculair-biologische technieken waarmee de klassieke veredeling verbeterd en versneld kan worden als op het ontwikkelen van transgene planten.

PGS heeft zeer veel kennis van genetische modificatie van aardappelen opgebouwd, mede omdat aardappel (naast tabak en tomaat) een goed modelgewas is voor biotechnologisch onderzoek. PGS heeft verschillende transgene aardappelen ontwikkeld, als model of als zelfstandig prototype. Als uitwerking van het onderzoek naar herbicideresistentie heeft PGS transgene aardappelen ontwikkeld die resistent zijn tegen fosphinocitrine, de actieve stof in de herbicide Basta van het Duitse chemieconcern Hoechst (NRC Handelsblad, 24/1/87).

Onderzoek naar insekteresistentie in aardappel richt zich op de coloradokever en de nachtvlinder (tuber moth). PGS heeft genen uit *Bacillus thuringiensis* geïsoleerd en in aardappelen ingebouwd. De introductie van resistentie tegen nachtvlinder (in de rassen Berolina, Bintje en Kennebec) heeft reeds positieve resultaten opgeleverd (Peferoen et al., 1990). De onderzoekers van PGS verwachten dat resistentie tegen nachtvlinder één van eerste commerciële toepassingen zal zijn van genetische modificatie bij aardappelen (naast herbicide-resistentie). PGS heeft ook transgene aardappelen ontwikkeld die resistent zijn tegen *Erwinia*-bacteriën, de veroorzakers van zwartbenigheid en natrot. In Nederland worden door verschillende veredelingsbedrijven veldproeven uitgevoerd met transgene aardappelen van PGS.

3.6 Conclusies

De afgelopen vijf jaar is de structuur van de Nederlandse aardappelveredeling ingrijpend veranderd. De betrokkenheid van de overheid, dat wil zeggen van het Ministerie van Landbouw, Natuur-beheer en Visserij, is verminderd. Het overheidsonderzoek heeft nieuwe prioriteiten en daarmee een nieuwe organisatie gekregen. De veredelingsbedrijven zijn groter geworden, en hebben hun acti-viteiten op het terrein van onderzoek uitgebreid. Zij hebben de-len van het onderzoek dat voorheen bij de overheidsinstituten werd uitgevoerd overgenomen. De veredelingsbedrijven hebben een veel centralere positie in het veredelingsstelsel ingenomen. Er zijn nieuwe actoren bijgekomen, zoals de nieuwe biotechnologiebe-drijven.

Het veranderingsproces is nog niet ten einde; de nieuwe ta-ken en posities zijn nog niet volledig uitgekristalliseerd. Eén van redenen daarvoor is de recente introductie van biotechnolo-gie, en in het bijzonder genetische modificatie, in de aardappel-veredeling. Omdat deze introductie nog maar net begonnen is, zul-len de belangrijkste effecten nog komen. In deze paragraaf worden een aantal conclusies over de veranderingen in de aardappelver-edeling en de rol daarbij van biotechnologie op een rijtje gezet.

Veranderende rol van de overheid: De belangrijkste verande-ring in het stelsel van aardappelveredeling is de verschuiving van een aantal taken, met name betreffende veredelingsonderzoek, van de overheid naar het aardappelbedrijfsleven. Het Ministerie van Landbouw is altijd de belangrijkste actor geweest bij het vaststellen van de onderzoekagenda. Uiteraard liet zij zich daar-bij adviseren door het bedrijfsleven. Eind jaren tachtig heeft de overheid, in het kader van bezuinigingen en verschuiving van pri-oriteiten, besloten dat een groter deel van het veredelingsonder-zoek door het bedrijfsleven zelf kan worden uitgevoerd. Deze ver-minderde betrokkenheid heeft uiteraard consequenties voor de mo-gelijkheden van de overheid om het veredelingsonderzoek te stu-ren. Indien men vanuit bepaalde doelstellingen van overheidsbe-leid, bijvoorbeeld in het kader van milieubeleid, het verede-lingsonderzoek in een bepaalde richting wil (bij)sturen, dan zul-len daarvoor wellicht andere instrumenten moeten worden gebruikt.

Versterking van de spilfunctie van veredelingsbedrijven: Nog meer dan voorheen vormen de veredelingsbedrijven de spil in het totale stelsel van aardappelveredeling. Dit hangt enerzijds samen met de bovengenoemde "terugtrekkende" overheid. Anderzijds hebben de veredelingsbedrijven aan belang gewonnen door concentratie, door het grotere gebruik van monopolierassen, en vooral door gro-tere investeringen in onderzoek. Hoewel er nu nog negen echte veredelingsbedrijven actief zijn, is de verwachting dat dit aan-tal zal worden teruggebracht tot vijf of zes. Het gebruik van mo-nopolierassen versterkt de positie van de veredelingsbedrijven, die ook handelshuizen zijn, ten opzichte van zowel de aardappel-telers als de afnemers. Een grotere inspanning in eigen onderzoek of contractonderzoek is vereist, niet alleen omdat de overheid

minder investeert in het onderzoek, ook juist ook omdat kennis en technologie steeds belangrijker worden in de concurrentiestrijd. Overigens moet wel worden bedacht dat de integratie in de productieketen, zoals in hoofdstuk 2 beschreven, betekent dat de prioriteiten in het veredelingsproces sterker dan voorheen worden beïnvloed door de wensen van de afnemers (verwerkende industrie en consumenten).

Relatie privaat en publiek onderzoek: Door de terugtrekkende overheid en de sterkere positie van de veredelingsbedrijven heeft ook de relatie met het CPRO-DLO (het belangrijkste onderzoeksinstituut voor de aardappelveredeling) een ander karakter gekregen. De contacten zijn zakelijker en minder intensief geworden. Door sommige veredelaars werden de contacten zelfs slecht genoemd, en werd de bezorgdheid uitgesproken dat het CPRO-DLO het contact met de praktijk verliest. Immers, gewaskennis is verdwenen, en voor nieuwe (bio)technieken kan men ook bij andere instellingen terecht, zoals de LUW en de nieuwe biotechnologie bedrijven. Men moet zich afvragen welk effect de veranderde relaties tussen DLO-instituten en de veredelingsbedrijven, en tussen de bedrijven onderling, heeft op de innovatie in de aardappelsector. In de theorie over concurrentiekracht wordt het belang van netwerken tussen verschillende actoren in een bepaalde sector juist als zeer belangrijk gezien (zie onder andere Porter, 1990). Ook uit de analyse van Young (1990) kwam naar voren dat de gemeenschappelijkheid van belangen en de hechte relaties tussen de verschillende actoren de sterke kanten waren van de Nederlandse aardappelveredeling.

Genetische modificatie in de aardappelveredeling: De ontwikkeling van de techniek van genetische modificatie biedt nieuwe mogelijkheden in de aardappelveredeling. Nieuwe eigenschappen kunnen in aardappelen worden geïntroduceerd, en bestaande eigenschappen kunnen worden verbeterd. Om verschillende redenen bestaat er grote belangstelling onder aardappelveredelaars om deze techniek toe te passen. Ten eerste is de aardappelveredeling een langdurig (12-15 jaar) en moeizaam proces. Technieken die dit proces kunnen versnellen of optimaliseren zijn zeer welkom. Ten tweede is men hard op zoek naar alternatieven voor het huidige omvangrijke verbruik van gewasbeschermingsmiddelen. Verbeterde resistentie tegen ziekten en plagen heeft de hoogste prioriteit in de veredeling. Ten derde neemt de internationale concurrentie op de aardappelmarkt toe, en hoopt men met de introductie van verbeterde en nieuwe eigenschappen de concurrentiepositie te behouden dan wel te versterken. Deze overwegingen van de veredelingsbedrijven kan men zien als de "demand pull" van de ontwikkeling van genetisch gemodificeerde aardappelen.

Nieuwe biotechnologiebedrijven: De nieuwe biotechnologiebedrijven (NBB) vormen een nieuwe groep actoren in de aardappelveredeling. De betekenis van deze bedrijven voor de herstructurering van de aardappelveredeling is vooral gelegen in hun bijdrage aan de introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen. Bedrijven als MOGEN en PGS hebben als eersten laten zien dat het moge-

lijk is transgene aardappelen te ontwikkelen. Samen met onderzoekers die graag aan genetische modificatie werken, omwille van de wetenschappelijke uitdaging, vormen de NBB de "technology push" kant van de ontwikkeling van genetisch gemodificeerde aardappelen. Overigens zal de rol van de NBB in het gehele veredelingsstelsel beperkt blijven. Zij zullen voor de introductie van transgene aardappelen altijd afhankelijk blijven van veredelingsbedrijven, die de toegang tot telers en de markt controleren. Daarnaast bestaat er grote concurrentie tussen onderzoekinstellingen en onderzoekbedrijven. DLO-instituten, TNO-instituten, de LUW en de NBB strijden allemaal om dezelfde opdrachten voor contractonderzoek.

In de volgende twee hoofdstukken zullen we bekijken tot welke resultaten de combinatie van "demand pull" en de "technology push" in het onderzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen heeft geleid. Het onderzoek naar transgene aardappelen wordt daarbij afgezet tegen alternatieve mogelijkheden (dat wil zeggen zonder de inzet van genetische modificatie) om dezelfde oplossingen te bereiken.

4. GENETISCH GEMODIFICEERDE AARDAPPELEN MET EEN BETERE BESCHERMING TEGEN ZIEKTEN EN PLAGEN

4.1 Inleiding

De aardappel is een kwetsbaar gewas, onderhevig aan een groot aantal ziekten en plagen, zoals, insecten, bacteriën, schimmels, virussen, en nematoden. Wereldwijd zijn er voor de aardappel 22 virusziekten, 65 schimmelziekten en 5 bacterieziekten beschreven (Oosterveld et al., 1989). In de Nederlandse aardappelteelt zijn de belangrijkste ziekten en plagen: *Phytophthora*, aardappelmoesheid, lakschurft (*Rhizoctonia*), virusziekten en be-
waarziekten. Daarnaast zijn er ziekten, zoals bacterie-ziekten, die vooral in het buitenland voorkomen, maar vanwege de omvang-
rijke export van poot-aardappelen wel van belang zijn voor de Nederlands aardappelteelt. Tevens vormen bepaalde insecten, zoals bladluizen, een bedreiging voor de aardappelteelt.

De meeste van deze ziekten en plagen worden bestreden met chemische middelen. Omdat deze bestrijdingsmiddelen een zware be-
lasting vormen voor het milieu, streeft de Nederlandse overheid naar een aanzienlijke vermindering van het verbruik (zie 2.2.5). Zowel de overheid, via het landbouwkundig onderzoek, als het
aardappelbedrijfsleven zijn hard op zoek naar alternatieven voor de inzet van chemische middelen. Eén van de mogelijke alternatie-
ven is het ontwikkelen van resistente rassen genetisch modifica-
tie.

Vanuit het fundamenteel biotechnologisch onderzoek worden vele opties voor het ontwikkelen van resistente rassen via gene-
tische modificatie aangedragen. Vaak zijn hierop de optimistische
inschattingen omtrent de mogelijkheden van biotechnologie geba-
seerd. In het meer toegepast onderzoek blijkt echter dat (voorlo-
pig) lang niet alle opties haalbaar zijn. Vaak ontbreekt nog veel
fundamentele kennis, en zijn ook de transformatie-technieken nog
onvoldoende ontwikkeld. De effectiviteit van de huidige technie-
ken van genetische modificatie is nog gering. Vooral het ontbre-
ken van een genenkaart van de aardappel is een beperkende factor.

Ondanks de voorlopig nog beperkte praktische mogelijkheden is het van belang een overzicht te verkrijgen van het huidige on-
derzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen. Een dergelijk
overzicht geeft niet alleen de stand van de techniek, maar vooral
ook de richting van de technologische ontwikkeling. De huidige
onderzoeksprojecten geven aan waar onderzoekers én financierders
van onderzoek hun prioriteiten leggen. Op basis van een overzicht
van het huidige onderzoek kan een inschatting worden gemaakt wel-
ke genetisch gemodificeerde aardappelen wanneer voor de markt be-
schikbaar kunnen komen.

Dit hoofdstuk inventariseert het onderzoek naar transgene
aardappelen met een verbeterde resistentie tegen ziekten en pla-
gen. Per ziekte of plaag wordt eerst het probleem geschetst.

Daarbij wordt aangegeven hoe belangrijk het probleem is voor de Nederlandse aardappelteelt, en hoe telers momenteel hun gewas beschermen. Vervolgens wordt het onderzoek naar transgene aardappelen met resistentie tegen de onderhavige plaag of ziekte besproken. Daarbij wordt aangegeven hoever het onderzoek is gevorderd. Tenslotte bespreken we de mogelijkheden om met niet-biotechnologische technieken de plaag of ziekte beter te bestrijden.

Hoewel in dit hoofdstuk voor elk geschetst probleem twee alternatieve oplossingsrichtingen worden gepresenteerd (transgene aardappelen en geïntegreerde teelt) is geen echte vergelijking gemaakt tussen de alternatieven. De huidige stand van zaken in het biotechnologisch onderzoek maakt het nog niet mogelijk om genetisch gemodificeerde aardappelen reeds voldoende op hun waarde voor de praktijk te beoordelen. Daarnaast valt een vergelijking van de alternatieven op hun landbouwkundige waarde buiten de reikwijdte van dit onderzoek.

De gegevens in dit hoofdstuk zijn voornamelijk afkomstig uit de bestudeerde literatuur, aangevuld met informatie uit de interviews. De snelle ontwikkelingen in het onderzoek naar genetische modificatie en de veelheid aan landen en instituten waar dergelijk onderzoek plaatsvindt, maakt dat een dergelijk overzicht nooit uitputtend kan zijn. Wat betreft de Nederlandse onderzoeksinstituten die met onderzoek naar genetische modificatie van aardappelen bezig zijn, is wel gestreefd naar volledigheid.

Achtereenvolgens komen hieronder de volgende ziekten en plagen aan de orde: *Phytophthora* (4.2), aardappelmoehheid (4.3), lakschurft (4.4), virusziekten (4.5), bacterieziekten (4.6), onkruiden (4.7), en insekten (4.8). In de laatste paragraaf (4.9) worden enkele conclusies getrokken omtrent de termijn van markt-introductie, en wat dat betekent voor de vermindering van het verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen.

4.2 *Phytophthora*

4.2.1 Het probleem

Wereldwijd is *Phytophthora* (in het engels "late blight", in het Nederlands vroeger aardappelziekte genoemd) het grootste probleem in de aardappelteelt. De oorzaak van deze ziekte is de schimmel *Phytophthora infestans*. Op bladeren en stengels ontstaan donkere vlekken die zich in kort tijd sterk kunnen uitbreiden. Ook de aardappelen zelf kunnen geïnfecteerd raken. Sporen van de schimmel bereiken de knol via het regenwater dat van het blad afspoelt. De aardappel krijgt dan bruine, dikwijls vochtige plekken, zodat hij snel rot. De schimmel groeit het best bij vochtig, warm weer, doorgaans vanaf half juni. De ziekte breidt zich dan zeer snel over de akker(s) uit.

Voor de bestrijding van *Phytophthora* is men aangewezen op het preventief gebruik van chemische middelen. Er zijn geen aard-

appelrassen met volledige resistentie tegen *Phytophthora* 1), en betrouwbare curatieve bestrijdingsmiddelen zijn niet beschikbaar (Aardappelwereld, juni 1991). Voor de preventieve bestrijding zijn een groot aantal bespuitingen nodig, vaak om de één tot anderhalve week. Dit leidt tot een aanzienlijk verbruik aan fungiciden in de aardappelteelt (tabel 2.3). In 1990 werd in Nederland ruim 2 miljoen kg actieve stof aan fungiciden in de aardappelteelt gebruikt (dit is gemiddeld 12,8 kg per ha). De hieraan verbonden aankoopkosten bedroegen ruim 70 miljoen gulden. Daarbovenop komen nog de kosten van de inzet van arbeid en machines, alsmede van oogstderving.

Door het beleid van de Nederlandse overheid om het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen terug te dringen heeft het onderzoek naar resistentie tegen *Phytophthora* recentelijk een hoge prioriteit gekregen 2). Er is een groot aantal resistentiegenen bekend, die volledige resistentie geven. Echter, pathogenen zijn in staat om in korte tijd nieuwe virulente fysio's te ontwikkelen, waardoor de resistentie weinig duurzaam is. Daarnaast is er polygeen verervende onvolledige resistentie. Deze is wel duurzaam gebleken, maar het niveau van deze resistentie is tot dusver niet hoog genoeg om chemische bestrijding overbodig te maken. Wel is een aanzienlijke reductie van chemische bestrijding mogelijk voor rassen met deze resistentie. De teelt van vatbare rassen, zoals Bintje, houdt de ziektedruk hoog, waardoor ook meer chemische bestrijding nodig is in rassen met onvolledige resistentie (Bonnier en Kramer, 1991: 49).

Momenteel wordt langs verschillende wegen naar oplossingen gezocht voor het probleem van de *Phytophthora*. Hieronder worden de verschillende oplossingsrichtingen afzonderlijk besproken. Eerst komt het onderzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen aan de orde, daarna de alternatieve oplossingen.

4.2.2 Transgene aardappelen

Het onderzoek naar verbeterde *Phytophthora*-resistentie via transformatie richt zich op genen die coderen voor eiwitten en fyto-alexines die effectief zijn tegen schimmels. Deze genen worden na infectie door een pathogeen geactiveerd. Daarbij gaat de aandacht onder andere uit naar schimmelcelwand-afbrekende enzymen als chitinases en glucanases en ribosoom-inactiverende eiwitten (Vuijk en Dekkers, 1991). Het onderzoek beoogt transgene planten

-
- 1) Zo is het ras Bintje, dat circa 40% van het totale aardappelareaal in Nederland beslaat, zeer gevoelig voor *Phytophthora*.
 - 2) Enkele geïnterviewden vertelden dat het onderzoek naar *Phytophthora*-resistentie in Nederland tot een aantal jaren geleden een relatief lage prioriteit had, juist door het beschikbaar zijn van goedwerkende chemische bestrijdingsmiddelen.

te maken die een verhoogde expressie van de afweergenen hebben. Onderzoek naar *Phytophthora*-resistentie en naar verbetering daarvan via transformatie wordt in Nederland uitgevoerd door de Landbouwniversiteit (Vakgroep Fytopathologie, Vakgroep Plantenveredeling), de Rijksuniversiteit Leiden, het CPRO-DLO, en het biotechnologiebedrijf MOGEN.

De vakgroep Fytopathologie van de LUW onderzoekt de pathogeniteit en de fysiologie van *Phytophthora infestans*. Men zoekt vooral naar de genen die een rol spelen bij de interactie tussen de ziekteverwekker en de waardplant. Een beter inzicht in de pathogeniteit van *Phytophthora* op moleculair niveau kan wellicht de resistentieveredeling (zowel conventioneel als moleculair) ondersteunen.

Om tot een duurzame resistentie tegen schimmels te komen hebben onderzoekers van de Vakgroep Fytopathologie hebben een nieuwe strategie ontwikkeld (De Wit, 1991; Van Kan en De Wit, 1992: 38/39; De Jaeger, 1992). Deze strategie maakt gebruik van de overgevoeligheidsreactie van resistente planten na infectie. Deze overgevoeligheidsreactie houdt in dat zodra een ziekteverwekker binnendringt de plant een paar cellen rond de plaats van infectie laat afsterven. Daarmee wordt ook de belager uitgeschakeld. Het nieuwe systeem van hoogleraar P. de Wit en zijn medewerkers houdt in dat de plant een setje genen ingebouwd krijgt, bestaande uit een resistentiegen en een avirulentiegen. Deze twee genen te zamen maken componenten die met elkaar reageren en een overgevoeligheidsreactie induceren. Met het nieuwe setje genen staat de plant als het ware voortdurend op scherp om een afweerreactie te beginnen. Dit systeem zou niet alleen tegen schimmels, maar zelfs tegen alle pathogenen kunnen werken. Het grootste voordeel van een dergelijk systeem is echter dat er duurzame resistentie kan worden bereikt. Doorbreking van resistentie is bij dit systeem moeilijk, omdat de plant zelf de afweerreactie stuurt. Daarom is dit systeem zo interessant voor het verkrijgen van duurzame resistentie tegen *Phytophthora*. Vergeleken met inbouwen van individuele afweergenen, en het daarbij horend risico van resistentie-doorbreking heeft het systeem van De Wit c.s. veel voordelen. Op welke termijn dit onderzoek praktische resultaten op zal leveren is nog moeilijk te zeggen. Gezien het fundamentele karakter van het systeem en de vele vragen die nog moeten worden opgelost, zal dit nog vele jaren duren.

De Vakgroep Plantenveredeling werkt samen met het CPRO-DLO in een onderzoeksproject gericht op de identificatie, clonering en introductie van natuurlijke resistentiegenen. Men zoekt naar resistentiegenen in zowel cultuur- als wilde variëteiten (interviews).

Onderzoekers van Mogen en de Rijksuniversiteit Leiden hebben eerst gekeken naar met virussen "geplaagde" tomaten en tabak. De planten bleken het eiwit osmotine te produceren. Osmotine remt de groei van schimmeldraden en veroorzaakt afbraak van schimmelsporen. Mogen heeft reeds het gen dat codeert voor osmotine, geïsoleerd (Bionieuws, 8/11/91), en ingebouwd in aardappelen. In 1992

hebben MOGEN en KARNA gezamenlijk een eerste proefveld opgezet met deze genetische gemodificeerde aardappelen. Het doel van deze transformatie is niet alleen resistentie tegen *Phytophthora* maar ook tegen wratziekte. MOGEN verwacht rond 1998 met een *Phytophthora*-resistent aardappelras op de markt te komen (Agrarisch Dagblad, 22/8/92).

Omtrent de commerciële introductie van transgene aardappelen met *Phytophthora*-resistentie kan nog weinig met zekerheid gezegd worden. Zowel uit de interviews als uit de literatuur (Newbury, 1992) wordt duidelijk dat het verkrijgen van schimmelresistentie via genetische modificatie een moeilijk proces is, met name omdat nog veel fundamentele kennis over de interactie plant-pathogeen en over het verdedigingsmechanisme van resistente planten verkregen moet worden. De meeste deskundigen verwachten daarom geen commercieel resultaat voor het jaar 2000. Echter, indien het project van MOGEN en KARNA succes heeft, zouden al eerder transgene aardappelen met schimmelresistentie op de markt kunnen komen.

4.2.3 Alternatieven

Het meeste onderzoek naar niet-biotechnologische middelen/-methoden voor het bestrijden van *Phytophthora* is een onderdeel van het onderzoek naar geïntegreerde akkerbouwsystemen. Vereijken en Van Loon (1990: 63) hebben, op basis van hun ervaring met geïntegreerde akkerbouw, een concrete strategie voor bestrijding van *Phytophthora* uitgewerkt. Deze strategie bestaat uit de volgende acties:

- a. niet-chemische preventie: rassen met maximale (partiële) resistentie; matige N-bemesting; bedrijfshygiëne ten aanzien van afvalhoppen, pootgoedselectie en oogstverliezen/opslagplaatsen;
- b. geleide bestrijding: preventief, afhankelijk van het weer en regionale waarschuwing, in principe niet binnen 14 dagen herhalen; curatief, bij constatering van aangetaste blaadjes, binnen 7 dagen herhalen, liefst pleksgewijze bespuiting.

Deze strategie is verder uitgewerkt in de "Rapportage Werkgroep Akkerbouw" (MLNV, 1990b), waarin de verschillende mogelijkheden worden beschreven om *Phytophthora* met andere middelen/methoden te bestrijden dan met chemische middelen. In het rapport worden telkens de mogelijkheden en de beperkingen of barrières voor toepassing besproken. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan voor concrete actie door de overheid of door het bedrijfsleven. Hieronder worden deze methoden/middelen kort toegelicht.

- * **Resistente/tolerante rassen:** de ontwikkeling van minder vatbare rassen moet hoge prioriteit krijgen; op langere termijn lijkt verdere terugdringing mogelijk door inzet van partieel resistente rassen.
- * **Teeltmaatregelen:** minder N-bemesting, waardoor de vestigings- en ontwikkelingsmogelijkheden van de schimmel worden beperkt; optimalisering van de dosering van chemische midde-

len; het meten in de loop van het groeiseizoen van de hoeveelheid bestrijdingsmiddel nog aanwezig op het gewas; betere controle op bestaande verordeningen (bijvoorbeeld om opslag op afvalhoven tegen te gaan); het voorkomen en bestrijden van aardappelopslag.

- * *Toedieningstechniek*: effectievere toedieningstechnieken kunnen een aanzienlijk reductie op bestrijdingsmiddelengebruik opleveren.
- * *Geleide bestrijding*: differentiatie naar regio's van de waarschuwingdienst aardappelziekte; perceelsgerichte teeltbestrijdingssysteem.

Op basis van deze oplossingsrichtingen zijn concrete plannen uitgewerkt, die vermeldt staan in het "Sectorplan Akkerbouw", dat onderdeel uitmaakt van het Meerjarenplan Gewasbescherming. Deze maatregelen moeten in het jaar 2000 leiden tot een reductie van 30% in verbruik van fungiciden en insecticiden in de aardappelteelt (MLNV, 1990a: B.11).

De ontwikkeling van resistente rassen blijkt, zoals gezegd, geen eenvoudige zaak te zijn. Toch is men bij het CPRO-DLO optimistisch. Onderzoekers van het CPRO-DLO hebben een wilde aardappelvariëteit uit Bolivia verkregen, die in zuivere vorm volledig resistent is tegen *Phytophthora*. Momenteel wordt deze wilde variëteit gekruist om een *Phytophthora*-resistente aardappel te krijgen. De verkregen kruising zal door het Mexicaanse instituut INIFAP, het genen-centrum voor *Phytophthora*, worden getest op duurzaamheid. Het CPRO-DLO verwacht in 1993 aardappelkwekers materiaal te kunnen leveren dat resistent is. De kwekers kunnen de resistentie inbouwen in commerciële rassen. Vervolgens duurt het nog tien jaar voordat ook de aardappeltelers van deze resistentie kunnen profiteren (NRC Handelsblad 27/2/92).

4.3 Aardappelmoetheid

4.3.1 Het probleem

Aardappelmoetheid (AM) wordt veroorzaakt door in de grond levende nematoden, in het bijzonder de aardappelcysteaaltjes. De aaltjes tasten het wortelstelsel van de aardappelplant aan, zodat de opbrengst aanzienlijk verminderd (Mulder et al., 1991). Aardappelmoetheid is een vruchtwisselingsziekte bij uitstek. Hoe vaker er aardappelen worden geteeld op hetzelfde perceel, hoe groter het aantal aaltjes. Bij afwezigheid van aardappelen vindt een natuurlijke reductie plaats van het aantal aaltjes. Bij afwezigheid van waardplanten wordt de populatie ieder jaar 30% kleiner (Van der Wal, 1989).

Aardappelcysteaaltjes moeten worden bestreden om twee redenen. Voor de teelt van pootaardappelen dient de bodem vrij te zijn van nematoden (een nul-tolerantie). Voor de teelt van consumptie- en fabrieksaardappelen is het niet nodig dat de grond vrij is van nematoden, maar wel moet de schade aan het gewas be-

perkt blijven. Hiervoor dient de nematodenpopulatie op een laag peil te worden gehouden.

De nematodenpopulatie kan op drie manieren worden beperkt: via vruchtwisseling, via bodemontsmetting en via resistente aardappelrassen (Van der Wal, 1989). In de praktijk worden alle drie bestrijdingsmethoden gecombineerd gebruikt. Door vruchtwisseling neemt de populatie langzaam af. Deze methode is economisch alleen aantrekkelijk als andere gewassen evenveel of meer opbrengen. Dit is echter zelden het geval. Als alternatief wordt chemische bodemontsmetting gebruikt. Daarmee wordt de populatie met 50-90% verminderd. Deze methode is echter niet overall effectief; in bepaalde gronden worden de middelen door micro-organismen afgebroken voordat ze werkzaam worden. Naast de kosten voor de boer heeft deze methode ook als nadeel dat de grondontsmettingsmiddelen schadelijk zijn voor het milieu. Vooral in de intensieve teelt van fabrieksaardappelen worden grote hoeveelheden nematociden gebruikt, in 1990 gemiddeld 97 kg actieve stof per ha. Het totale verbruik van nematociden in de aardappelteelt lag in 1990 op 8,7 miljoen kg actieve stof. Hiervan werd twee-derde gebruik in de Veenkoloniën. Voor de aanschaf van nematociden gaven de Nederlandse aardappeltelers in 1990 bijna 45 miljoen gulden uit (tabel 2.3).

De derde optie voor de bestrijding van nematoden is de aardappelrassen te voorzien van resistentie tegen de aardappelcysteaaltjes. Resistente rassen worden in Nederland sinds het begin van de jaren vijftig geteeld. Dit lijkt de ideale oplossing, omdat resistentie milieuvriendelijk is, en de kosten van ontwikkeling van resistente rassen betrekkelijk laag zijn. Echter door de grote genetische variatie van de aaltjespopulaties blijkt de resistentie slechts tijdelijk te werken. Enkele jaren na de introductie van resistentie in een bepaald veld kan de populatie van het aaltje zodanig zijn veranderd dat de resistentie onwerkzaam is geworden, dat wil zeggen dat de aaltjespopulatie zich net zo goed vermeerdert op de resistente als op de volledig vatbare rassen. Resistentie blijkt na 3 tot 5 generaties van de aaltjespopulatie onwerkzaam te zijn geworden. Dit komt in de praktijk (met vruchtwisseling) overeen met een jaar of tien (Van der Wal, 1989).

Aardappelcysteaaltjes (*Globodera rostochiensis* en *G. pallida*) komen in Nederland voor in zes pathotypen, te weten Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Pa2 en Pa3 (Bonnier en Kramer, 1991). Pathotypen Ro1 en Pa2 zijn de belangrijkste; Ro2, Ro3 en Ro4 zijn in Nederland vrij zeldzaam (Bonnier en Kramer, 1991: 51). De opkomst van nieuwe pathotypen betekent dat resistentie verloren gaat, en dat de veredelaar naar nieuwe resistenties moet zoeken. Rassen met resistentie tegen Ro1, Ro2 en Ro3 zijn momenteel gangbaar. Er zijn ook enkele rassen die naast resistentie tegen de *G. rostochiensis* pathotypen tevens Pa2-resistent zijn. Er zijn nog geen commercieel interessante rassen beschikbaar met resistentie tegen pathotype Pa3. Wel beschikken veredelingsbedrijven sinds het begin van de jaren tachtig over uitgangsmateriaal met resistentie tegen Pa3.

Volgens onderzoekers van het CPRO-DLO kunnen op korte/middellange termijn (1995-2000) rassen met resistentie tegen Pa3 beschikbaar komen (Bonnier en Kramer, 1991: 8). Bij de aaltjes van het type *pallida* is naast resistentie ook tolerantie van belang. Dat wil zeggen dat niet alleen de aaltjespopulatie verminderd moet worden maar dat ook de planten niet aangetast worden (tolerant zijn).

4.3.2 Transgene aardappelen

Het verkrijgen van aardappelen met resistentie tegen aardap-pelcysteaaltjes langs de weg van transformatie is momenteel nog slechts een theoretische optie. Door de aanwezigheid van popula-ties aardappelcysteaaltjes die bestaan uit verschillende patho-typen is resistentie tegen aardappelmoehheid sowieso een ingewik-kelde zaak. Voor transformatie moeten dan ook nog geschikte re-sistentiegenen beschikbaar zijn, alsmede een systeem voor trans-formatie. Aan beide voorwaarden wordt momenteel nog niet voldaan.

Op tenminste twee plaatsen in Nederland wordt onderzoek ge-daan naar de mogelijkheid om via transformatie AM-resistentie in te bouwen. MOGEN werkt, in samenwerking met Duitse en Engelse on-derzoekers, aan het opsporen en isoleren van resistentiegenen te-gen nematoden in de plant Zandraket. Het doel is uiteindelijk om deze genen in de aardappel in te bouwen. Voor dit onderzoek heeft AVEBE voor een termijn van zes jaar totaal 6 miljoen gulden be-schikbaar gesteld (BioNieuws, 8/11/91).

Het CPRO-DLO, de Vakgroep Nematologie LUW en het Laboratori-um voor Monoclonale Antilichamen onderzoeken de mogelijkheid om genen die coderen voor monoclonale antilichamen gericht tegen speekseiwitten van nematoden in aardappel in te bouwen (Visser et al., 1992: 15). In dit onderzoek wordt gebruikt gemaakt van muizen om de gewenste genen te verkrijgen. De muizen worden inge-spoten met genoemde speekseiwitten. Als reactie op dit li-chaamsvreemde eiwit maakt de muis antilichamen. Uit de cellen die de antilichamen maken wordt het relevante DNA geselecteerd. Dit gen wordt vervolgens in een plant ingebouwd, waarna deze zelf de antilichamen kan aanmaken (na infectie). Hoewel deze techniek bij aardappel nog geen succes heeft opgeleverd, is met behulp van ta-bak al bewezen dat het werkt (NRC Handelsblad, 9/7/92).

De moleculaire veredeling van aardappelen met resistentie tegen nematoden is nog ver weg, en zal pas in de volgende eeuw resultaten voor de praktijk opleveren. Daarnaast zijn er andere toepassingen van biotechnologie die ingezet worden om het AM-pro-bleem te bestrijden, zoals genetische gemodificeerde wortelkolo-niserende schimmels en bacteriën, en detectie van aaltjes met be-hulp van monoclonale antilichamen en DNA-markers.

Voor bestrijding van aardappelmoehheid kan in principe ge-bruik worden gemaakt van de natuurlijke antagonisten van het aardappelcysteaaltje. In laboratoriumproeven bleken bepaalde schimmels in staat de populatie-ontwikkeling van het aardappel-cysteaaltje te reduceren. Ook bleken significante bestrijdingen

van aardappelcysteaaltjes bereikt te zijn na behandeling van poters met de plantegroeibevorderende bacteriën (genoemd door Ottenheim et al., 1989: 96). Deze schimmels en bacteriën hebben echter eigenschappen, zoals een beperkt koloniserend vermogen en een optimumtemperatuur ver boven de gemiddelde bodemtemperatuur, die ze minder geschikt maken voor toepassing in de biologische bestrijding. Biotechnologie biedt hier wellicht uitkomst, omdat de schimmelgenen wellicht kunnen worden overgebracht naar wortelkoloniserende bacteriën. Dergelijk onderzoek wordt uitgevoerd bij het Instituut voor Plantenziektkundig Onderzoek (IPO-DLO) te Wageningen (Waalwijk et al., 1990; Den Belder et al., 1992).

Bij de vakgroep Nematologie van de LUW doet men onderzoek naar de biochemische achtergronden van resistentie van aardappelrassen tegen pathotypen van aardappelcysteaaltjes. Ook verricht men, in samenwerking met het Laboratorium voor Monoclonale Antilichamen, onderzoek naar het optimaliseren van detectie van nematoden met behulp van monoclonale antilichamen en op basis van DNA-polymorfismen (Gommers et al., 1992).

4.3.3 Alternatieven

Omdat de problemen met bodempathogenen vooral het gevolg zijn van de intensieve teelt van slechts enkele gewassen in een korte rotatie, zou een ruimere rotatie de meest voor de hand liggende oplossing zijn. Een ruime vruchtwisseling blijkt echter geen voldoende oplossing te bieden voor beheersing van AM. "Door de voor aaltjes in het algemeen gunstige textuur van de lichte gronden (zoals in de Veenkoloniën, WJB) is daar een zo gevarieerde plantpathogene aaltjespopulatie ontstaan dat deze met vruchtwisseling en inzet van resistente rassen tegen aardappelcysteaaltjes niet kan worden beheerst. Wel kunnen vruchtwisselingsystemen zo worden ingericht dat met een geringer beroep op aanvullende chemische bestrijding kan worden volstaan" (Mulder, Roosjen en Veninga, 1991: 35).

In de "Rapportage Werkgroep Akkerbouw" (MLNV, 1990b) worden verschillende mogelijkheden beschreven om grondgebonden ziekten en plagen te bestrijden met andere dan chemische bestrijdingsmiddelen. Oplossingen moeten vooral gezocht worden in de geïntegreerde toepassing en verbetering van de volgende mogelijkheden 1).

* **Vruchtwisseling:** Met name granen en grassen komen voor vruchtwisseling in aanmerking; maar ook kruisbloemige gewassen of groenbemesters lijken, na gerichte veredeling, in dit opzicht mogelijkheden te bieden. Omdat enkel een ruimere

-
- 1) De hier beschreven maatregelen voor reductie van het gebruik van grondontsmettingsmiddelen gelden voor de gehele akkerbouw. Daar deze middelen vooral voor de aardappelteelt worden gebruikt, kan men deze maatregelen lezen als geldend voor de aardappelteelt.

vruchtwisseling geen voldoende oplossing biedt, moet het worden gecombineerd met resistente en tolerante rassen en/of vanggewassen.

- * *Vanggewassen en tolerante rassen met partiële resistentie:* Aardappellrassen met resistentie tegen het aardappelcysteeltje zijn goede vanggewassen, omdat ze de aaltjes activeren maar verdere ontwikkeling afbreken.
- * *Braak:* Braak met een grasgroenbemester is qua sanerend effect op bodemziekten geheel gelijkwaardig aan een graangewas.
- * *Bemesting en teeltmaatregelen:* Aangepaste bemesting en teeltmaatregelen verminderen de bodempathogenen-concentratie meestal niet, maar verhogen wel de veldresistentie en tolerantie van de gewassen door stress-situaties tegen te gaan.
- * *Bedrijfshygiëne:* Hierbij gaat het vooral om verdere verbetering van de gezondheid van het pootgoed en om het opruimen van gewasresten die bijdragen aan besmetting door en het overleven van bodempathogenen.
- * *Bedrijfsinrichting:* Meer areaal biedt meer mogelijkheden om een ruimere vruchtwisseling te hanteren. Ook goede mogelijkheden voor vermindering van de schade door bodempathogenen bieden akkerbouw-grasland tweelingbedrijven.
- * *Toedieningstechnieken:* Door de juiste keuze uit de voor grondontsmetting beschikbare apparatuur kunnen de resultaten worden verbeterd, waardoor tevens een indirecte besparing op het middelengebruik wordt bereikt.
- * *Geleide bestrijding:* De hoge premie, in de vorm van chemische grondontsmetting, tegen onvoldoende voorspelbare schade door bodempathogenen kan aanmerkelijk worden verminderd met behulp van systemen voor geleide bestrijding.
- * *Alternatieve bestrijdingsmethoden:* Biologische bestrijding van bodempathogenen biedt op langere termijn grote mogelijkheden. De voor bodempathogenen antagonistische bodemorganismen, die naast fysische bodemeigenschappen een belangrijk component vormen van het ziekteverend vermogen, kunnen door gerichte teeltmaatregelen worden gestimuleerd.
- * *Verbetering grondontsmettingsmiddelen:* Door alleen nog middelen op basis van het biologisch meest actieve isomeer toe te laten, kan de dosering in het veld worden teruggebracht van 150 l/ha naar 100 l/ha.
- * *Wettelijk instrumentarium:* "Teneinde de verschillende technische mogelijkheden ter vermindering van de bodemziektenproblematiek te kunnen benutten is een drastische ombuiging van onder andere het huidige aardappelmoeheidsbeleid noodzakelijk. Tevens is nieuwe regelgeving nodig ter regulering van de grondontsmetting in het algemeen" (MLNV, 1990b: 49).

De schrijvers van de "Rapportage" zien voor de korte termijn vooral perspectief in vanggewassen en tolerante rassen met partiële resistentie, in braak, in geleide bestrijding, en in verandering van de samenstelling van dichloorpropeen. Voor de langere termijn liggen gunstige perspectieven vooral bij nieuwe rassen,

bij geleide bestrijding en bij biologische bestrijding (MLNV, 1990b: 43).

De aanbevelingen voor methoden voor niet-chemische bestrijding van AM zijn in de praktijk getest in het onderzoek naar geïntegreerde akkerbouw. Evenals bij de bestrijding van *Phytophthora* ligt de nadruk bij geïntegreerde teelt op niet-chemische preventie en geleide bestrijding (Vereijken en Van Loon, 1990). Geïntegreerde teeltsystemen zijn kennisintensief en vragen derhalve van de teler veel inzicht. Ten opzichte van de traditionele teeltwijze vraagt de geïntegreerde aardappelteelt meer tijd en aandacht voor gewascontrole, mechanische onkruidbestrijding en intensieve bemonstering (Van Loon en Vos, 1989).

Binnen de geïntegreerde teeltsystemen vormt resistentiemanagement een belangrijke methode om aardappelmoehed te bestrijden. Met behulp van resistentiemanagement kan het effect van het verlies van resistentie tegen AM, door het ontstaan en snelle vermeerdering van nieuwe pathotypen aardappalcysteaaltjes, worden beperkt. Er zijn drie strategieën van resistentiemanagement denkbaar, te weten 1) stapelen van resistentiegenen, 2) verdelen van resistentiegenen in de tijd, en 3) verdelen van resistentiegenen in de ruimte (Bonnier en Kramer, 1991: 25). Voor de bestrijding van aardappelmoehed is vooral strategie 2 van groot belang.

Het verdelen van resistentiegenen in de tijd komt er op neer dat rassen met verschillende resistentiegenen in afwisseling worden geteeld volgens een bepaald schema, dat afhankelijk is van de samenstelling (qua virulentie) van de belagerspopulatie. Deze aanpak is bruikbaar voor de bestrijding van aardappelmoehed. "Door afwisselend rassen te telen met resistentiegenen tegen de meest voorkomende pathotypen kan een zeer effectieve onderdrukking van de aaltjespopulatie worden bereikt" (Bonnier en Kramer, 1991: 26). Voor een succesvolle toepassing van deze methode moet de verandering in de samenstelling van de aaltjespopulatie kunnen worden gevolgd. Hiervoor zijn technieken ontwikkeld door de Vakgroep Nematologie in samenwerking met het Laboratorium voor Monoclonale Antilichamen (zie ook Molendijk, 1991). De mogelijkheden van toepassing door aardappeltelers zijn onderzocht in een gezamenlijk onderzoeksprogramma van het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV), het Hilbrandslaboratorium voor Bodemziekten (HLB), het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO), het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO) en het Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO) (Janssens, 1991). Deze detectietechniek wordt reeds in de praktijk toegepast.

Een geheel andere methoden voor de bestrijding van AM is het gebruik van wekstoffen die aardappalcysteaaltjes wekken voordat er aardappelen in de bodem zitten. Bij gebrek aan waardplanten sterven de aaltjes, waarmee de populatie afneemt. Onderzoek naar wekstoffen van aardappalcysteaaltjes wordt uitgevoerd door het Hilbrandslaboratorium voor Bodemziekten te zamen met TNO, NIKO en het bedrijf Luxan (dochter van Cebeco-Handelsraad). In november 1991 melde Luxan dat het een wekstof voor aardappalcysteaaltjes

had gevonden, dat het deze gaat namaken (samen met een chemische multinational) en dat het nieuwe middel in 1995 in de praktijk kan worden gebruikt (Boerderij 26/11/91).

Verminderd gebruik van grondontsmettingsmiddelen leidt vooral in de Veenkoloniën tot grotere problemen met andere aaltjes, namelijk vrijlevende en wortelknobbelaaltjes.

4.4 *Rhizoctonia* (Lakschurft)

4.4.1 Het probleem

Lakschurft wordt veroorzaakt door de schimmel *Rhizoctonia Solani*. De schimmel overwintert in de vorm van sclerotiën (verharde stukjes weefsel) die zich op de knollen bevinden, maar ook los in de grond kunnen voorkomen. Zij zijn op de knollen zichtbaar als zwarte plakken, vandaar de Nederlandse naam lakschurft. Sclerotiën zitten betrekkelijk los op de schil. Zij tasten de knol zelf dan ook niet aan. Op consumptie- en fabrieksaardappelen mogen daarom (in beperkte mate) sclerotiën voorkomen. Pootgoed moet echter zoveel mogelijk vrij zijn van sclerotiën. Na het potten zal de schimmel namelijk gaan groeien en de aardappelplanten aantasten. Vooral bij ongunstige weersomstandigheden zal dit een lagere opbrengst veroorzaken. Het gevaar van knolbesmetting met *Rhizoctonia* is vooral groot vlak na de loofdoding. *Rhizoctonia* is, evenals aardappelmoeheid, een vruchtwisselingsziekte; hoe vaker men aardappelen teelt op hetzelfde perceel, hoe meer men er last van heeft (Van Sambeek, 1990).

De ziekte wordt bestreden door de grond en/of het pootgoed te ontsmetten. In 1987 werd voor bestrijding van *Rhizoctonia* circa 68.000 kg actieve stof gebruikt. Hiervan was circa 41.000 kg voor grondbehandeling en circa 27.000 voor pootgoedbehandeling (MLNV, 1990b: 85/86).

4.4.2 Transgene aardappelen

Transgene aardappelen met ingebouwde resistentie tegen *Rhizoctonia* zijn nog niet gemeld in de literatuur. Wel wordt door Fraley (1992: 41) gemeld dat tabaksplanten die een chitinase-gen uit bonen ingebouwd hebben gekregen, een hogere resistentie tegen *Rhizoctonia* demonstreerden. Te verwachten is dat ook aardappelen dit gen ingebouwd zullen krijgen. Omdat over schimmelresistentie nog zoveel fundamentele kennis ontbreekt (zie 4.2.2), is het moeilijk aan te geven of en zo ja op welke termijn transgene aardappelen met resistentie tegen lakschurft op de markt zullen komen.

4.4.3 Alternatieven

De "Rapportage Werkgroep Akkerbouw" geeft de volgende aanbevelingen voor het terugdringen van het verbruik van chemische middelen voor de bestrijding van *Rhizoctonia* (MLNV, 1990b):

- * *Tolerante rassen*: rassen met een snelle kieming en ontwikkeling van het wortelstelsel in de beginfase;
- * *Loofdoding*: bepaalde vormen van niet-chemische loofdoding in de pootaardappelteelt bieden goede perspectieven;
- * *Biologische bestrijding*: de schimmel *Verticillium biguttatum* kan worden gebruikt als biologisch bestrijdingsmiddel.

Van de ontwikkeling van resistente rassen verwachten het Ministerie van LNV niet veel. "Tegen bodempathogenen met een brede waardplantreeks zoals de schimmels *Verticillium* en *Rhizoctonia*, waarbij de gewasspecialisatie nog onvoldoende duidelijk is, lijkt ook het ontwikkelen van resistente cultivars niet in de nabije toekomst te liggen" (MLNV, 1990b: 45).

De strategie voor de geïntegreerde bestrijding van *Rhizoctonia* omvat de volgende acties (Vereijken en Van Loon, 1990: 63):

- * *niet-chemische preventie*: ruim bouwplan (maximaal 25% aardappelen); blank pootgoed; laat en ondiep poten bij pootgoedteelt; looftrekken; vlot oogsten en snel drogen van de partij;
- * *geleide bestrijding*: alleen pootgoedontsmetting, volgens een criterium op basis van een sclerotiënindex van het pootgoed.

Een systeem voor geïntegreerde bestrijding van *Rhizoctonia* dat ontwikkeld is door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid samen met het PAGV en het HLB, lijkt perspectieven te bieden (Van Loon en Vos, 1989; Lamers, 1991).

4.5 Virusziekten

4.5.1 Het probleem

Virusziekten spelen vooral bij de pootaardappelteelt een belangrijke rol. De vijf belangrijkste virusziekten aardappelbladrolvirus, aardappelvirus-A (PVA), aardappelvirus-X (PVX), aardappelvirus-Y (PVY) en tabaksratelvirus (CPRV-DLO, 1991). Vooral bladrolvirus en PVY zijn van belang voor de Nederlandse aardappelteelt. Kringerigheid, veroorzaakt door tabaksratelvirus, is gebonden aan de grond en wordt overgebracht door aaltjes (*Trichodididae*). De overige virussen worden voornamelijk door bladluizen verspreid.

Virusziekten kunnen slechts indirect worden bestreden door ze te voorkomen, onder andere via fytosanitaire maatregelen. Curatieve maatregelen zijn niet mogelijk. Belangrijk bij virusbestrijding is het voorkomen van besmetting door bladluizen. Het bestrijden van bladluizen gebeurt voornamelijk met behulp van chemische middelen (zie paragraaf 4.8 voor gegevens over het gebruik van insecticiden in de aardappelteelt). Andere maatregelen ter voorkoming van virusziekten zijn het gebruik van gezond uitgangsmateriaal, het verwijderen van infectiebronnen en het verhogen van virusresistentie. Bestrijding van virusziekten is met name voor de export van pootgoed van groot belang omdat de virusdruk in het buitenland meestal groter is dan in Nederland.

4.5.2 Transgene aardappelen

Het inbouwen van resistentie via genetische modificatie is het verst gevorderd voor virusziekten. Voor een aantal virussen geldt dat resistentie slechts door één gen wordt bepaald. Het inbouwen van virusresistentie wordt daarom ook gebruikt als een model voor het genetische modificatie-onderzoek en als een opstap voor het inbouwen van eigenschappen die door meerdere genen worden bepaald.

Er bestaan verschillende methoden van genetische modificatie om virusresistentie in te bouwen (zie Reavy and Mayo, 1992). De meeste vorderingen heeft men echter gemaakt met de introductie van genen coderend voor het manteleiwit van het virus (Vuijk en Dekkers, 1991). Verschillende Nederlandse onderzoeksinstituten doen onderzoek naar de introductie van virusresistentie. Het IPO-DLO richt zich op bladrolvirus (Van der Wilk, 1990). De Vakgroep Virologie van de LUW richt zich op PVY (Van der Vlugt en Goldbach, 1992). Het CPRO-DLO en MOGEN richten zich op zowel PVX, PVY als tabaksrattelvirus. Ook in het buitenland wordt door een groot aantal instellingen onderzoek gedaan naar genetische gemodificeerde aardappelen met virusresistentie.

MOGEN heeft als eerste in Nederland een veldtest uitgevoerd met genetisch gemodificeerde aardappelen (zie ook 3.5.2). De aardappelvariëteiten Escort en Bintje hadden daartoe een resistentie tegen PVX ingebouwd gekregen (Cornelisse en Van den Elzen, 1989). Al in 1988 heeft MOGEN een bij de Raad voor het Kwekersrecht een verzoek ingediend voor verlening van kwekersrecht op deze transgene aardappelen. Ten behoeve van opname op de rassenlijst wordt momenteel cultuur- en gebruikswaarde-onderzoek gedaan. Dit onderzoek vindt plaats bij het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV) te Lelystad. MOGEN verwacht dat deze transgene aardappel in 1995 op markt zal komen (Agrarische Dagblad, 22/8/92).

4.5.3 Alternatieven

Voor geïntegreerde virusziektenbestrijding wordt geadviseerd om virus-resistente rassen te gebruiken, een lage N-bemesting en een hoge K-bemesting toe te passen. Minder stikstof leidt tot een minder zwaar gewas en daarmee tot een minder bevattelijk gewas voor bladluizen. De geleide bestrijding van bladluizen moet gebeuren op basis van duidelijk criteria (bijvoorbeeld het aantal luizen) en een terughoudend gebruik van bestrijdingsmiddelen, onder andere om natuurlijke vijanden te sparen (Vereijken en Van Loon, 1990).

4.6 Bacterieziekten

4.6.1 Het probleem

Bacterieziekten in de Nederlandse pootaardappelteelt worden vooral veroorzaakt door *Erwinia*-bacteriën. Deze bacteriën zijn in staat pectinase te splitsen, de celwand van aardappels kapot te maken, en knollen te laten rotten. Dit gebeurt vooral in vochtige omstandigheden, als water de diffusie van zuurstof belemmert. Zieke knollen leiden tot zwarte of donkere verkleuring van de stengelvoet ("zwartbenigheid") of tot het optreden van een waterige rot hoger aan de stengel (stengelnatrot).

Natrot geeft in Nederland maar zelden meetbare opbrengstverliezen. In importerende landen echter, met een ander klimaat of teeltsysteem, kunnen partijen, die in Nederland gezond lijken, toch een totale misoogst geven. Stengelnatrot ontwikkelt zich vooral in warme klimaten, terwijl zwartbenigheid een voorliefde heeft voor vochtige streken met een gematigde temperatuur. Uit proeven is gebleken dat het pootgoed hierbij de bron van de infectie vormt en verder verspreiding naar gezonde planten als regel beperkt blijft (Oosterveld et al., 1989: 18).

Een effectieve bestrijdingsmethode voor natrot is niet aanwezig. Een pootgoedteler is daarom aangewezen op beheersing van de ziekte. Dit betekent dat het uitgangsmateriaal zo weinig mogelijk besmet en beschadigd mag zijn. Daarnaast moet men gedurende de hele teelt het maken van beschadigingen en het creëren van vochtige omstandigheden zoveel mogelijk voorkomen (Roozen, 1991).

4.6.2 Transgene aardappelen

Onderzoek naar transgene aardappelen met resistentie tegen bacteriën richt zich op het identificeren, cloneren en inbouwen van genen die coderen voor antibacteriële peptiden (Destefano-Beltran et al., 1992). Deze genen kunnen uit insecten worden gehaald of *de novo* worden geconstrueerd. Door het Belgische biotechnologiebedrijf Plant Genetic Systems (PGS) is in Bintje-aardappelen een gen (afkomstig uit een insect) geïntroduceerd dat codeert voor antibacteriële peptiden. Deze aardappelen worden momenteel in Nederland in een veldproef getest op hun gevoeligheid voor besmetting met *Erwinia*-bacteriën (BGGO 91/2).

Bij het CPRO-DLO wordt gewerkt aan de constructie en introductie van een synthetisch thioninegen dat een bacterie-toxisch eiwit produceert (Florack et al., 1990). Een andere biotechnologische weg die men bij het CPRO-DLO volgt is die van de somatische celhybridisatie (of protoplastenfusie). Met deze techniek heeft men een *Solanum tuberosum* (aardappel) weten te combineren met *Solanum brevidens*. De hiermee verkregen aardappelen hebben mogelijk een verhoogde resistentie tegen *Erwinia*-bacteriën (BGGO 92/1).

4.6.3 Alternatieven

Het voorkomen van bacterieziekten in de aardappelen hangt sterk samen met de mechanisatie van de teelt. Niet-biotechnologische oplossingen moeten worden gezocht in de veredeling op resistentie en tolerantie, en in het aanpassen van de oogstmethoden (MLNV, 1990b). Er is vooral behoefte aan goede detectiemethoden waarmee routinematig vastgesteld kan worden of uitgangsmateriaal gezond is.

4.7 Onkruiden

4.7.1 Het probleem

Onkruiden leiden in de aardappelteelt tot lagere opbrengst en lagere kwaliteit van de aardappelen. Onkruid veroorzaakt bij de oogst extra rooibeschatiging en rooiverliezen. Ter bestrijding van onkruiden worden chemische middelen ingezet. Het totaal herbicidegebruik in de aardappelteelt bedroeg in 1990 569.000 kg actieve stof. De kosten hiervan bedroegen 33,5 miljoen gulden (tabel 2.3) Om de milieubelasting ten gevolge van het gebruik van chemicaliën terug te dringen zal het gebruik van deze middelen beperkt worden of zullen schadelijke middelen door minder-schadelijke worden vervangen.

4.7.2 Transgene aardappelen

Herbicide-resistentie (of herbicide-tolerantie 1)) was één van eerste toepassingen van genetische modificatie bij planten. Mullineaux (1992: 75) geeft drie verklaringen voor deze vroege en grote belangstelling voor inbouw van herbicide-resistentie. Ten eerste was het mechanisme van herbicide-resistentie althans gedeeltelijk bekend voordat men met genetische modificatie deze resistentie poogde te bereiken. Ten tweede, uit onderzoek naar herbicide tolerante onkruiden en gewassen was gebleken dat de introductie van één enkel gen voldoende was om het gewenste resultaat op te leveren. En ten derde, omdat grote agrochemische bedrijven de belangrijkste supporters van het onderzoek waren, waren omvangrijke financiële middelen beschikbaar.

De aardappel behoort tot de eerste groep gewassen waarin herbicide-resistentie werd ingebouwd. Verschillende technieken

-
- 1) Bij herbicide-resistentie wordt de werking van het herbicide verminderd of ongedaan gemaakt. Bij herbicide-tolerantie ondervindt de plant geen of weinig nadelige gevolgen van het herbicide, maar laat het herbicide intact. Meestal worden beide technieken onder één noemer geplaatst, in Nederland is dit herbicide-resistentie, in Engelstalige publikaties meestal "herbicide-tolerance".

worden toegepast om herbicide-resistentie te bereiken (Mullineaux, 1992: 76). Bij aardappelen is onder andere gebruikt gemaakt van detoxificatie-genen. Door PGS zijn bacteriële genen die coderen voor enzymen die een herbicide inactiveren, in aardappelen geplaatst. Hiermee heeft PGS aardappelen resistent gemaakt voor het herbicide Basta (van het Duitse agrochemie-concern Hoechst). In 1989 heeft het toenmalige onderzoeksinstituut ITAL (later CPRO-DLO) een veldproef uitgevoerd met herbicide-resistente aardappelen afkomstig van PGS. De proef was opgezet voor de risico-analyse van genetisch gemodificeerde aardappelen (zie Sarink en Voorzanger, 1991). In de VS worden momenteel (1992) veldproeven gedaan met aardappelen die resistentie bezitten tegen de herbiciden 2,4-D en bromoxynil (Federal Register, verschillende nummers 1992).

Het belangrijkste doel van het inbouwen van herbicide-resistentie is het vervangen van zwaar milieu-belastende herbiciden voor minder milieu-onvriendelijk middelen. Dit, commerciële, streven sluit aan op het overheidsbeleid om het bestrijdingsmiddelengebruik terug te dringen en zwaar belastende middelen te vervangen door minder belastende middelen. Daarnaast wordt herbicide-resistentie ook gebruikt als selectiemethode in het onderzoek met genetisch gemodificeerde gewassen (Mullineaux, 1992), en ook bij de selectie van hybridezaad (Van Veen, 1991: 12).

4.7.3 Alternatieven

Voor het terugdringen van het gebruik van chemische middelen bij de bestrijding van onkruiden in de akkerbouw zijn in principe een groot aantal alternatieven beschikbaar. Een opsomming van deze alternatieven wordt gegeven in de "Rapportage Werkgroep Akkerbouw" (MLNV, 1990b). Voor de aardappelteelt liggen de mogelijkheden vooral in mechanische onkruidbestrijding. In mindere mate kunnen ook de volgende methoden een bijdrage leveren aan vermindering van het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen: vruchtwisseling, geleide bestrijding, zaaitijdstip, gedeelde toepassing, middelensubstitutie, en vervanging van preventieve middelen door curatieve middelen.

In de geïntegreerde aardappelteelt wordt naast vruchtwisseling zoveel mogelijk gebruik gemaakt van mechanische bestrijdingsmogelijkheden. Naast de voordelen die dit biedt, staan echter enkele belangrijke nadelen, zoals tragere ontwikkeling van het gewas door beschadigingen (Vereijken en Van Loon, 1990).

4.8 Insekten

4.8.1 Het probleem

Insekten die een plaag vormen voor aardappelen zijn bladluizen, de coloradokever en de nachtvlinder (*Phthorimaea operculella*) (Peferoen et al., 1990). Bladluizen veroorzaken schade aan

het gewas, maar zijn vooral schadelijk in de pootaardappelteelt omdat ze de belangrijkste overbrengers zijn van virussenziekten, zoals de bladrolvirus en PVY. De coloradokever is een internationaal gevreesd insect dat het gewas aanvreet. In Nederland bestaat er een wettelijke verplichting tot bestrijding van de coloradokever. De nachtvlinder (Potato Tuber Moth) is een belangrijke plaag in warme en tropische klimaatzone. Het zijn met name de larven van de nachtvlinder die schade veroorzaken door zich in te graven in bladeren en poters. Dit gebeurt zowel in het veld als in opslagruimten waar de aardappelen worden bewaard tot de verkoop. In Nederland vormt de nachtvlinder geen bedreiging voor de aardappelteelt. Omdat echter een groot gedeelte van de pootgoedexport bestemd is voor warme klimaatgebieden, zoals het Middellandse-Zeegebied, bestaat er wel belangstelling bij Nederlandse veredelaars en telers voor bestrijding van deze plaag.

Het verbruik van chemische middelen voor het bestrijden van insecten in de Nederlandse aardappelteelt lag in 1990 op ruim 100 ton actieve stof, tegen een waarde van 9,3 miljoen gulden (tabel 2.3).

4.8.2 Transgene aardappelen

Zowel de coloradokever als de nachtvlinder blijken gevoelig te zijn voor toxische kristaleiwitten geproduceerd door de bacterie *Bacillus thuringiensis*. Introductie van insect-resistentie in aardappelen via genetische modificatie richt zich daarom op de deze *B. thuringiensis*-eiwitten. De genen die coderen voor deze toxinen tegen coloradokever en tegen nachtvlinder zijn reeds geïsoleerd. Op verschillende plaatsen wordt gewerkt aan de introductie van deze genen in de aardappel (Dellaert et al., 1989).

Bij Plant Genetic Systems heeft men de *B. thuringiensis* genen die coderen voor toxinen tegen coloradokever en tegen nachtvlinder geïntroduceerd in aardappelen. In laboratoriumtests bleken genetisch gemodificeerde aardappelen van verschillende variëteiten (Berolina, Bintje en Kennebec) een verhoogde resistentie tegen de nachtvlinderlarven te hebben (Peferoen et al., 1990). In Nederland worden momenteel (1992) veldproeven uitgevoerd met genetisch gemodificeerde aardappelen (afkomstig van PGS) die mogelijk resistentie tegen nachtvlinder hebben (BGGO 91/5). De onderzoekers van PGS verwachten dat resistentie tegen nachtvlinder een van de eerste commerciële toepassingen zal zijn van genetische modificatie bij aardappelen (naast herbicide-resistentie) (Peferoen et al., 1990: 203; Peferoen, 1992: 146).

Een andere strategie om resistentie tegen insecten te verkrijgen is het inbouwen van genen die coderen voor lectine. Erwte-lectine is giftig voor bepaalde insecten onder bepaalde omstandigheden. Onderzoekers van de Durham University en Shell Research in het Verenigd Koninkrijk hebben transgene aardappelen ontwikkeld waarin erwte-lectine werd aangemaakt (Edwards et al., 1991).

4.8.3 Alternatieven

Om tot een geringer gebruik van insecticiden te komen, worden door het Ministerie van LNV de volgende oplossingsrichtingen voorgesteld: a) het toepassen van geleide en geïntegreerde bestrijding, en b) het ontwikkelen en gebruiken van verbeterde spuitmachines. De geïntegreerde bestrijding zal bestaan uit het gebruik van resistente/tolerante rassen, juiste teeltmaatregelen en bedrijfshygiëne, bestrijdingsmaatregelen op basis van waarnemingen en economische schadedrempels, en biologische bestrijding (MLNV, 1990b: 72).

Voor bestrijding van de nachtvlinder in landen met een subtropisch klimaat zijn chemische middelen beschikbaar. De laatste jaren zijn onderzoeksinstellingen en aardappeltelers in deze landen bezig met het ontwerpen en implementeren van methoden van geïntegreerde bestrijding. Een studie van het International Potato Center (CIP) (Fuglie et al., 1991) laat zien dat in Tunesië goede resultaten zijn geboekt met geïntegreerde bestrijding van de nachtvlinder. Het verbruik van bestrijdingsmiddelen in het veld is gedaald door verbeterde cultuurmethoden. De verliezen door schade tijdens de bewaarperiode zijn gedaald door betere bewaarmethoden en controle. Tevens worden chemische middelen reeds op kleine schaal vervangen door biologische insecticiden.

4.9 Conclusies

In dit hoofdstuk zijn voor elk probleem in de aardappelteelt de opties voor transgene aardappelen en voor conventionele oplossingen naast elkaar gezet. Het doel daarvan is te laten zien dat er voor elk probleem in principe verschillende oplossingen mogelijk zijn. Elke oplossing heeft uiteraard zijn eigen voor- en nadelen. Zoals al in de inleiding van dit hoofdstuk gesteld, zijn de verschillende opties alleen beschreven, en niet met elkaar vergeleken. Een landbouwkundige vergelijking zou in het kader van dit onderzoek veel te ver gaan, en zou, gezien het ontwikkelingsstadium van transgene aardappelen, ook nog niet mogelijk zijn.

De eerste genetisch gemodificeerde aardappelen met verbeterde resistentie tegen een ziekte of plaag kunnen in 1995 op de markt komen. Het verst gevorderd is het onderzoek van MOGEN naar een virusresistente aardappel. Momenteel wordt met deze aardappel cultuur- en gebruikswaarde-onderzoek gedaan (om opgenomen te kunnen worden op de Rassenlijst) en is kwekersrecht aangevraagd. Vanaf 1995 zouden ook aardappelen met herbicide-resistentie en met ingebouwde insecticiden op de markt kunnen verschijnen. Transgene aardappelen met resistentie tegen schimmels, zoals *Phytophthora*, zullen pas tegen het eind van de jaren negentig beschikbaar komen.

Of transgene aardappelen met verbeterde resistenties ook werkelijk in Nederland geteeld gaan worden, hangt echter niet alleen af van de stand van de techniek. Een groot aantal maatschap-

pelijke factoren bepalen of transgene aardappelen door producenten en consumenten geaccepteerd zullen worden. Daarbij horen economische overwegingen: biedt een transgene aardappel economische voordelen, en zo ja, voor wie. De veiligheid voor mens en milieu moet gegarandeerd kunnen worden. Daarbij speelt het probleem van de onzekerheid omtrent de risico's op langere termijn. Voor- en nadelen voor het milieu spelen zijn ook van invloed op de publieksacceptatie van transgene aardappelen. Enkele van deze maatschappelijke factoren, die onderling sterk gerelateerd zijn en ook voortdurend nog veranderen, worden in hoofdstukken 6 en 7 behandeld.

Ook al zouden alle maatschappelijke belemmeringen voor introductie weggenomen kunnen worden, dan is het nog de vraag of transgene aardappelen een belangrijke rol zullen spelen bij de terugdringen van het gebruik aan chemische bestrijdingsmiddelen op korte en middellange termijn. Het Meerjarenplan Gewasbescherming stelt dat het bestrijdingsmiddelengebruik in de akkerbouw in 1995 met 39% en in 2000 met 60% moet zijn teruggebracht. Voor 1995 zal echter nog geen enkele transgene aardappel op de markt komen. Voor het jaar 2000 zullen waarschijnlijk slechts transgene aardappelen die resistent zijn tegen ziekten en plagen waarvoor relatief geringe hoeveelheden middelen worden gebruikt. Transgene aardappelen met resistentie tegen aardappelmoesheid of *Phytophthora*, de ziekten waartegen verreweg de meeste middelen worden ingezet, zullen pas rond of na het jaar 2000 op de markt komen. Dan moeten de doelstellingen van het MJP-G al gerealiseerd zijn. Voor de korte en middellange termijn zijn de niet-biotechnologische oplossingsrichtingen, zoals in dit hoofdstuk weergegeven, van groter belang voor het terugdringen van het bestrijdingsmiddelenverbruik dan de introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen. Pas op de langere termijn zouden transgene aardappelen een belangrijke rol kunnen gaan spelen.

5. GENETISCH GEMODIFICEERDE AARDAPPELEN MET VERBETERDE BEWAAR- EN VERWERKINGSEIGENSCHAPPEN

5.1 Inleiding

Naast het verbeteren van de resistenties tegen ziekten en plagen van wordt in de aardappelveredeling ook gewerkt aan het optimaliseren van de eigenschappen die voor het bewaren en verwerken van belang zijn. De aandacht voor verwerkingseigenschappen is de laatste jaren toegenomen doordat een steeds groter deel van de aardappelproductie voor de verwerkende industrie bestemd is. Momenteel neemt de verwerkende industrie ongeveer de helft van alle Nederlandse consumptie-aardappelen af.

De verwerkende industrie is geïnteresseerd in eigenschappen die het bewarings- en verwerkingsproces optimaliseren en in eigenschappen die de kwaliteit van het eindproduct mede bepalen. Bij het bewaren van aardappelen bestemd voor de verwerkende industrie zijn vooral van belang het gehalte aan reducerende suikers, de spruitgroei, het gewichtsverlies, en ziekten en afwijkingen (Hak en Kristiaan, 1991:28). Reducerende suikers hebben invloed op de kwaliteit van het eindproduct, met name op de smaak en de kleur. Spruitgroei, gewichtsverlies, en ziekten en afwijkingen leiden tot schil- en pitverliezen en daarmee tot een lager rendement van de verwerking. Naast deze bewaareigenschappen zijn voor de verwerkende industrie ook van belang: droge-stofgehalte, verkleuring, blauwgevoeligheid en inwendige rooibeschatiging, en uitwendige kwaliteit (CPRO-DLO, 1991). Nieuwe rassen voor industriële verwerking worden, naast selectie op landbouwkundige kwaliteit, vooral op deze verwerkingseigenschappen beoordeeld.

In dit hoofdstuk bespreken we het onderzoek naar transgene aardappelen die nieuwe eigenschappen hebben die bij bewaren of verwerken van belang zijn. De belangrijkste toepassingen waaraan in Nederland wordt gewerkt, zijn veranderde zetmeelsamenstelling (5.2) en verminderde stootblauwgevoeligheid (paragraaf 5.3). Naar het probleem van de reducerende suikers (5.4) wordt in Nederland veel onderzoek gedaan, echter daarbij komt (nog) geen genetische modificatie aan te pas. In het buitenland gebeurt dit wel. In 5.5 worden enkele onderzoeksprojecten met transgene aardappelen in binnen- en buitenland genoemd, waarover niet veel bekend is of die nog weinig concrete resultaten hebben opgeleverd. In 5.6 worden enkele conclusies getrokken over de ontwikkeling van transgene aardappelen ten behoeve van een betere bewaring en/of verwerking.

5.2 Zetmeelsamenstelling

5.2.1 Het probleem

In de produktie en verwerking van fabrieksaardappelen bestaat de unieke situatie dat slechts één bedrijf, AVEBE, de gehele keten van produktie via verwerking tot afzet controleert. Ook de veredeling van fabrieksaardappelen door het kweekinstituut KARNA valt onder AVEBE (onder de afdeling Grondstofzaken). In de praktijk is er dan ook een nauwe afstemming tussen het veredelingswerk van KARNA en het onderzoekswerk aan een optimale verwerking en het ontwikkelen van nieuwe produkten door de afdeling Research en Development. Met het toenemend belang van R&D voor de (strategische) bedrijfsvoering van AVEBE en de nieuwe mogelijkheden die biotechnologie biedt voor het veranderen of inbouwen van specifieke eigenschappen in de aardappel is het contact tussen KARNA en de afdeling R&D de laatste jaren steeds intensiever geworden (interview). Deze ontwikkeling komt duidelijk tot uiting in het onderzoek naar aardappelen met een veranderde zetmeelsamenstelling.

Bij het onderzoek naar veranderde zetmeelsamenstelling is geen sprake is van een direct probleem dat opgelost dient te worden. AVEBE streeft die veranderde zetmeelsamenstelling na omdat daarmee het verwerkingsproces mogelijk efficiënter kan worden en/of omdat daarmee nieuwe zetmeelprodukten kunnen worden aangeboden. Een efficiënter produktieproces moet leiden tot een verbetering van de concurrentiepositie. Die staat voortdurend onder druk omdat zetmeel uit granen (vooral uit maïs) goedkoper is. Ook de concurrentiepositie van de Veenkoloniale akkerbouwers staat hevig onder druk door een steeds strenger milieubeleid.

5.2.2 Transgene aardappelen

In 1992 heeft KARNA voor het eerst een veldproef opgezet met amylose-vrije aardappelen (Z-Mail 10, juni 1992). Deze aardappelen zijn ontwikkeld door het Instituut voor Plantenveredeling van de LUW. Met behulp van de zogeheten anti-sense-gentechnologie 1)

-
- 1) De anti-sense-gentechnologie houdt in dat de promotor van een gen ertoe wordt aangezet de verkeerde streng van het DNA af te lezen. Het stukje m-RNA dat hiervan resulteert heeft geen betekenis (non-sense of anti-sense). Het non-sense-m-RNA hybridiseert met het normale (complementaire) m-RNA dat codeert voor de produktie van een bepaald eiwit. Door deze hybridisatie kan het normale m-RNA zijn boodschap niet overbrengen, waardoor het eiwit niet aangemaakt wordt. De techniek komt neer op een onderdrukking van het werk van het m-RNA, dat wil zeggen van de overdracht van de code van een gen (stukje DNA) naar de celdelen die het eiwit moeten maken.

zijn prof. Jacobsen en collega's er in geslaagd een aardappel te ontwikkelen die in plaats van twee soorten zetmeel, namelijk amylose en amylopectine (in de verhouding 20%:80%), slechts amylopectine bevat (interviews).

AVEBE is geïnteresseerd in een amylose-vrije aardappel omdat een zetmeelprodukt met 100% amylopectine nieuwe afzetmogelijkheden biedt. Deze nieuwe markten liggen zowel in de voedingsmiddelenindustrie als in de andere industrieën waar zetmeel wordt toegepast. Eén van de interessante eigenschappen van amylose-vrij zetmeel is dat het stabiel is, dat wil zeggen dat het minder snel uit elkaar valt. "Je krijgt betere producten, je maakt nieuwe produkten voor specifieke toepassingen en een aantal stappen in het derivatiseringsproces worden mogelijk overbodig, waardoor je processen een milieuvriendelijker karakter krijgen" (AVEBE-medewerker Alrich, in Z-Mail 10, juni 1992).

Het is het streven van KARNA/AVEBE om op termijn van 4 à 5 jaar de amylose-vrije aardappel reeds op grote schaal (circa 700 ha) te laten telen (interviews).

5.2.3 Alternatieven

De ontwikkeling van een aardappel met een veranderde zetmeel-samenstelling is anders verlopen dan die van in het vorige hoofdstuk besproken transgene aardappelen. De meeste genetisch gemodificeerde aardappelen moesten oplossingen bieden voor problemen in de aardappelteelt die met conventionele veredeling niet of nauwelijks bereikt kunnen worden. Daarentegen is de transgene amylose-vrije aardappel juist ontwikkeld nadat er een mutant was geselecteerd door onderzoekers van de Rijksuniversiteit Groningen (Hovenkamp-Hermelink et al., 1987). Omdat het veredelingswerk dat nodig is om van deze mutant een volwaardig ras te maken nog wel minstens tien jaar zou duren, besloten Jacobsen c.s. te proberen of ze dezelfde eigenschap via genetische modificatie konden verkrijgen. Dit resulteerde in de amylose-vrije transgene aardappel die momenteel door KARNA wordt getest. Het veredelingswerk aan de mutant gaat echter door, zodat in geval dat de transgene variant niet wordt geaccepteerd, AVEBE op termijn toch een amylose-vrije aardappel op de markt kan brengen (interview).

Tot een aantal jaren geleden werd amylose-vrije zetmeel geproduceerd via een chemisch proces. Daar is AVEBE echter mee gestopt omdat er grote nadelen aan verbonden waren: het is energetisch onrendabel en er waren allerlei chemicaliën voor nodig (interview).

5.3 Stootblauwgevoeligheid

5.3.1 Het probleem

Eén van de belangrijkste problemen waarmee de industrie te maken heeft is het "blauw" in de aardappelen. De blauwe tot

grijszwarte verkleuring in de knollen ontstaat als tijdens het rooien, het transport of de bewerking de aardappel te ruw wordt behandeld. Het knolweefsel wordt dan beschadigd en daarna vinden omzettingen plaats die na 1 à 2 dagen een donkere verkleuring tot gevolg hebben (CPRO-DLO, 1991: 206). De blauwe plekken worden zwart bij het bakken van de aardappelen. Het probleem van het "blauw" treedt vooral op als aardappelen worden behandeld bij lage temperaturen, omdat ze dan het kwetsbaarst zijn. Lage bewaar-temperaturen zijn juist gewenst, omdat daarmee het kiemen (de spruitvorming) wordt vertraagd.

5.3.2 Transgene aardappelen

Het Wageningse biotechnologiebedrijf Keygene probeert, in opdracht van aardappelveredelaars Ropta-ZPC en Cebeco, een transgene aardappel te ontwikkelen die minder gevoelig is voor stootblauw (zie ook 3.5.3). Volgens Ropta-ZPC heeft men gekozen voor een biotechnologische aanpak omdat de gewenste eigenschap via conventionele veredelingsmethoden vrijwel niet in te kruisen is (BioNieuws, 27/3/92). Bij de ontwikkeling van deze transgene aardappel maakt Keygene gebruik van de anti-sense technologie.

5.3.3 Alternatieven

Om het optreden van blauw zoveel mogelijk te voorkomen, moeten de aardappelen voorzichtig worden behandeld van rooien tot verwerking, en voor sorteren worden opgewarmd tot circa 15°C. Er bestaan grote rasverschillen in blauwgevoeligheid (CPRO-DLO, 1991: 206).

5.4 Reducerende suikers

5.4.1 Het probleem

Bij de industriële verwerking van aardappelen speelt het gehalte aan reducerende suikers (glucose en fructose) een belangrijke rol. Bij het bakken van chips en frites en bij het drogen tot pureepoeder en aardappel-vlokken gaan deze suikers een reactie aan met de aminozuren, de zogenaamde Maillard-reactie. Een te hoog gehalte aan reducerende suikers in de aardappelen geeft onacceptabel donker (bruin) gekleurde aardappelprodukten die bovendien een bittere smaak hebben. Het probleem van de reducerende suikers is te vergelijken met dat van de stootblauwgevoeligheid, alleen de biochemie van reducerende suikers is veel complexer.

Het gehalte aan reducerende suikers wordt beïnvloed door het ras, de groeiomstandigheden, de bewaarduur en bewaartemperatuur. Met name de bewaartemperatuur is problematisch. Om kieming (spruitvorming) en veroudering tegen te gaan is bewaren bij lage temperaturen gewenst. Bij lage temperaturen worden echter reducerende suikers gevormd (dit probleem wordt ook wel koudeverzoeting

genoemd). Een compromis wordt gevonden in een bewaartemperatuur van tussen de 6 en 10°C. (Hak en Kristiaan, 1991: 28). Afhankelijk van het beoogde eindprodukt kan de bewaartemperatuur een paar graden verschillen. Bij deze temperaturen moet wel de kieming tegengegaan worden; hiervoor worden chemische kiemremmers-middelen gebruikt. Hiervoor worden meestal de middelen profam (IPC) en/of chloorprofam (CIPC) gebruikt (Rynja, 1989: 38). De toelaatbaarheid van deze middelen wordt de laatste jaren echter ter discussie gesteld, omdat ze schadelijke effecten kunnen hebben voor de consument en het milieu (Aardappelwereld, augustus 1991). Voor de verwerkende industrie is het gebruik van deze chemische middelen een belangrijk issue (interview).

5.4.2 Transgene aardappelen

In een internationaal onderzoeksproject, gecoördineerd door de European Chips and Snack Association (ECSA), wordt gezocht naar mogelijkheden om langs de weg van genetische modificatie de vorming van reducerende suikers tegen te gaan (Rynja, 1989). Dit project wordt mede gefinancierd door de Europese Gemeenschap, in het kader van het ECLAIR-programma. De Nederlandse bijdrage aan dit project wordt verzorgd door het ATO-DLO, waar men vooral de biochemische achtergrond van koudeverzoeting onderzoek. De eigenlijke genetische modificatie wordt in het buitenland (Universiteit van Aarhus, Denemarken) uitgevoerd.

5.4.3 Alternatieven

Langs verschillende wegen worden oplossingen gezocht voor het dilemma tussen reducerende suikers bij lage bewaartemperaturen en kieming bij hogere bewaartemperaturen. Ten eerste wordt gezocht naar rassen die bij lage temperaturen geen of minder reducerende suikers vormen. Ten tweede wordt gezocht naar rassen die bij hogere bewaartemperaturen toch voldoende kiemrust hebben. Eén van de geïnterviewden vertelde dat goede vorderingen worden gemaakt bij het inkruisen van een eigenschap dat fysiologische veroudering vertraagd. Een derde weg is het vervangen van chemische kiemremmersmiddelen door natuurlijke middelen. Bij het ATO-DLO in Wageningen wordt onderzoek gedaan naar onder andere Carvon (karwij-olie) als kiemremmer (Aardappelwereld, augustus 1991).

5.5 Overige ontwikkelingen

5.5.1 Onderzoek in Nederland

Bij MOGEN vindt onderzoek plaats naar de produktie van speciale eiwitten door planten (BioNieuws, 13/3/92). Via genetische modificatie wil men planten gebruiken als bioreactor, voor de produktie van soort-vreemde verbindingen of van een extra hoeveelheid van een soort-eigen component. MOGEN is vooral geïn-

teresseerd in farmaceutisch werkzame eiwitten, en in enzymen die bruikbaar zijn in de industrie. Als modelsysteem heeft men de produktie van humaan serum albumine (HSA) in transgene aardappelen onderzocht. Of dit systeem ook commercieel aantrekkelijk is hangt in belangrijke mate af van de kosten die verbonden zijn aan het opwerken en zuiveren van het eindprodukt.

Een ander onderzoek waaraan MOGEN, in samenwerking met Gist-brocades, werkt, is de produktie van alfa-amylase in het zaad van transgene tabaksplanten. Alfa-amylase is een enzym dat in de voedingsmiddelenindustrie gebruikt wordt voor de hydrolyse van zetmeel. Voor een dergelijke industriële toepassing is het niet nodig dit enzym via dure procedures uit de transgene planten te isoleren. Het blijkt voldoende te zijn de gedroogde tabakszaden te vermalen en vervolgens toe te voegen aan het te bewerken zetmeel. Een bijkomend voordeel is de lange houdbaarheid van gedroogd zaad. Een toekomstige stap langs dit technologisch ontwikkelingspad is het combineren van enzym en substraat in één transgene plant, bijvoorbeeld om de structuur van het zetmeel al op het veld aan te passen aan de beoogde industriële toepassing.

5.5.2 Onderzoek in het buitenland

In de Verenigde Staten is het agrochemie-concern Monsanto erin geslaagd het zetmeelgehalte in aardappelen met 20-40 procent te verhogen, door in transgene aardappelen een bacterieel gen voor ADP-glucose-pyrofosforylase tot expressie te brengen (Rochaix, 1992; Fraley, 1992). Een hoger zetmeelgehalte (in het algemeen een hoger droge-stofgehalte) kan leiden tot lagere verwerkingskosten en tot een reductie in de vetabsorptie tijdens het bakken.

Ook in het buitenland wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om zogenaamde om aardappelen "specialty chemicals" (zoals de speciale eiwitten hierboven genoemd) te laten produceren. Fraley (1992) noemt onderzoek waar transgene aardappelen cyclodextrinen produceren na introductie van een bacterieel gen voor cyclodextrine-glycosyl-transferase.

5.6 Conclusies

De verwachting is dat op redelijk korte termijn (circa 5 jaar) een transgene aardappel op de markt zal verschijnen die een veranderde zetmeelsamenstelling heeft. Aardappelzetmeelproducent AVEBE hecht groot belang aan deze toepassing van genetische modificatie bij aardappelen. Het kweekinstituut KARNA heeft in 1992 de eerste veldproeven uitgevoerd met de amylose-vrije aardappel. Ook een transgene aardappel met een verminderde stootblauwgevoeligheid kan over een aantal jaren beschikbaar zijn.

Overigens is op dit moment (eind 1992) niet bekend op de veldproeven succesvol zijn geweest, dat wil zeggen of de planten ook de gewenste eigenschap bezitten. Ook is niet bekend of intro-

ductie van deze nieuwe eigenschappen van invloed is geweest op andere eigenschappen. De bovengenoemde termijnen moeten dan ook gezien worden als een de tijd die tenminste nodig is, indien alle experimenten naar wens verlopen.

Het overig beschreven onderzoek naar transgene aardappelen met verbeterde eigenschappen voor bewaring en/of verwerking, is nog in een zo pril stadium, dat schattingen over de termijn waarop deze commercieel beschikbaar komen weinig zinvol zijn.

Of en welke transgene aardappelen uiteindelijk geteeld zullen worden is niet alleen afhankelijk van de technische mogelijkheden. Ook de economische aspecten rond de introductie, alsmede de acceptatie door de consument zijn van doorslaggevend belang. Deze zaken komen in de volgende hoofdstukken aan de orde.

6. ECONOMISCHE ASPECTEN ROND GENETISCH GEMODIFICEERDE AARDAPPELEN

6.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken is een inventarisatie gemaakt van welke transgene aardappelen momenteel worden ontwikkeld, door wie en met welke doelstellingen. De uiteindelijke toepassing van transgene aardappelen in de praktijk is echter van veel meer factoren afhankelijk dan alleen de technische mogelijkheden. Vele zaken die buiten het domein van wetenschap en technologie liggen spelen daarbij een rol: economische aspecten, wettelijke regelingen, veiligheidsaspecten, publiekshouding, overheidsbeleid en bedrijfsstrategieën. De publiekshouding of -acceptatie komt in het volgende hoofdstuk aan de orde. In dit hoofdstuk behandelen we de economische aspecten rond de ontwikkeling en introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen.

De term "economische aspecten" van transgene aardappelen geeft een bredere benadering aan dan "economische effecten". Deze brede benadering is gekozen omdat economisch effecten vooralsnog zeer moeilijk te berekenen zijn, terwijl nu wel reeds verschuivingen in de economische relaties in de aardappelketen optreden die met investeringen in de biotechnologie samenhangen. Economisch effecten kunnen pas worden berekend als bekend is op welke termijn en in welke omvang transgene aardappelen zullen worden toegepast. Dit proces van diffusie wordt echter bepaald door verschillende factoren, waarover momenteel weinig zekerheid gegeven kan worden. Deze factoren zijn: technische haalbaarheid, economisch voordeel voor technologie-ontwikkelaar en -toepasser, veiligheid voor mens en milieu, en acceptatie door producenten en consumenten (OECD, 1992: 165). Al deze, vooralsnog onzekere, factoren maken dat de bespreking van economische implicaties slechts kwalitatief en indicatief kan zijn.

Economische aspecten rond de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen kunnen op verschillende niveaus worden geanalyseerd: individuele bedrijven, bedrijfstakken of de gehele aardappelsector. In dit hoofdstuk wordt met name gekeken naar de aardappelveredelingsbedrijven (6.2), de aardappeltelers (6.3), en de aardappelketen als geheel (6.4). Bij de aardappelketen als geheel gaat het vooral om veranderingen in de economische relaties tussen de verschillende schakels. Omdat investeringen in onderzoek naar transgene aardappelen mede afhankelijk zijn van de mogelijkheid deze investeringen terug te verdienen, wordt in paragraaf 6.5 aandacht besteed aan de discussie rond de uitbreiding van het kwekersrecht. Het hoofdstuk wordt afgesloten met enkele conclusies (6.6).

6.2 Aardappelveredelaars

In hoofdstuk 3 bleek dat alle grote aardappelveredelingsbedrijven investeringen doen in onderzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen. Deze investeringen passen in het streven naar verbetering of handhaving van de concurrentiepositie via innovatie. In de concurrentiestrijd op de (internationale) markt voor pootgoed is elke veredelaar voortdurend op zoek naar betere rassen. In de jaren tachtig heeft dit zoekproces extra impulsen gekregen door veranderingen in de markt. De directe afnemers van pootgoed, de aardappeltelers, vragen rassen met betere ziekte- en plaagresistentie. De indirecte markt, dat zijn de afnemers van consumptie-aardappelen, vragen aardappelen met een hogere kwaliteit. Indien een gewenste verbetering niet via conventionele veredelingmethoden te behalen is, kan de weg van genetische modificatie wellicht een oplossing bieden.

Het grote belang dat in de plantenveredeling in het algemeen aan genetische modificatie wordt gehecht, de (internationale) concurrentiestrijd en de concrete opties die transgene aardappelen bieden, zijn voor veredelaars voldoende redenen nu te investeren in onderzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen. De grote onzekerheid rond de mogelijkheden, risico's en acceptatie van genetische modificatie maakt dat dit risicovolle investeringen zijn. Het is daarom bijna onmogelijk een redelijke inschatting te maken van de mogelijke baten (in de toekomst) van deze investeringen.

Het ontwikkelen van een transgeen aardappelras is (vooralsnog) een dure zaak. Het is echter moeilijk exact aan te geven wat de kosten zijn van het inbouwen of veranderen van een gen. Nieuwe biotechnologie-bedrijven zullen uit concurrentie-oogpunt niet vertellen wat hun kosten precies zijn. Bovendien is het de vraag in hoeverre de kosten die gemaakt zijn voor de ontwikkeling van de techniek van genetische modificatie volledig terugverdiend moeten worden en dus in de kosten van het inbouwen van een gen verrekend moeten worden (bijvoorbeeld indien onderzoeksubsidies zijn verkregen). Er zijn geen studies bekend waarin de kosten van genetische modificatie in de aardappelveredeling berekend zijn. Herdt (1991) geeft een schatting van de kosten van biotechnologisch onderzoek, op basis van ervaringen in het genetische modificatie-onderzoek van rijst. Voor het verkrijgen van virusresistente planten via genetische modificatie zou US\$ 40 tot 60 miljoen nodig zijn. In dit bedrag zijn ook meegerekend alle kosten voor regeneratie- en moleculair-biologisch onderzoek.

Eén van de geïnterviewden merkte op dat enkel het inbrengen van een gen zo'n 200.000 gulden kost, mits de regeneratie van het gemodificeerde deel van de plant (meestal een cel) geen problemen oplevert en er geschikte genotypen voorhanden zijn om het gen in te brengen. Rekent men echter alle investeringen mee die gemaakt zijn om de techniek te ontwikkelen, dan komen de kosten veel hoger uit. Eén geïnterviewde rekende voor dat MOGEN waarschijnlijk

al meer dan 5 miljoen heeft uitgegeven voor de ontwikkeling van haar eerste transgene (PVX-resistente) aardappel.

Aardappelveredelaars beoordelen de kosten van genetische modificatie aan de hand van het probleem waarvoor de transgene aardappel een oplossing moet bieden. Zo zijn Nederlandse aardappelkwekers niet bereid te investeren in een transgene aardappel die resistent is tegen PVX. Voor het inbouwen van resistentie tegen bladrolvirus zou men, volgens een aardappelkweker, wel 500.000 gulden overhebben. En een oplossing voor het probleem van de aardappelmoeheid zou wel een paar miljoen mogen kosten. Gezien de uitgaven voor *Phytophthora*-bestrijding zou men ook voor het oplossen van dit probleem diep in de buidel willen tasten.

Voor een beoordeling van de kosten van het ontwikkelen van een transgeen aardappelras, moeten deze afgezet worden tegen de ontwikkelingskosten van een conventioneel ras. De kosten die veredelaars moeten maken om een nieuw ras te ontwikkelen zijn de laatste jaren gestegen door de verschuivingen in het Wagenings onderzoek. Ook de sterkere nadruk op ziekteresistentie heeft het veredelingswerk duurder gemaakt. Eén van veredelaars stelde dat zijn veredelingsbudget de laatste jaren met zo'n twintig procent was gestegen doordat hij nu werk moest doen dat voorheen in Wageningen werd uitgevoerd. Kwekers die nu zelf plantenziektenkundig onderzoek doen, hebben een quarantainekas moeten bouwen en (relatief dure) fytopathologen in dienst moeten nemen. Dezelfde kweker vertelde ook dat de investeringen in biotechnologie het veredelingswerk twintig procent duurder hadden gemaakt. Hierbij moet wel bedacht worden dat het niveau van investeringen in R&D relatief laag lag. Een twintig procent verhoging van investeringen in onderzoek kan in absolute bedragen nog heel bescheiden zijn.

De hogere kosten van het (biotechnologisch) onderzoek zullen moeten worden terugverdiend via de afzet van pootaardappelen. Dat betekent dat de omzet omhoog moet of dat de prijs zal stijgen. De meerderheid van de geïnterviewde aardappelkwekers verwacht dat de prijs van pootgoed van transgene aardappelrassen hoger zal liggen dan die van conventionele rassen. Men kon echter niet aangeven hoeveel duurder transgene rassen zullen zijn. Dat hangt niet alleen af van de marktomstandigheden, maar vooral ook van de nieuwe eigenschappen die het transgene ras heeft verkregen.

6.3 Aardappeltelers

Aardappeltelers zullen pas een hogere prijs voor transgene rassen willen betalen indien er voor hen een meerwaarde te behalen is. Deze meerwaarde kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. Ten eerste kan een transgeen aardappelras met een hogere ziekteresistentie het verbruik en daarmee de kosten van bestrijdingsmiddelen doen verminderen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij aardappelen met een verhoogde schimmelresistentie. Ten tweede kan de transgene aardappel het industriële verwerkingsproces efficiënter maken, waardoor de industrie bereid zal zijn een

hogere prijs voor haar grondstof te betalen. Voorbeelden hiervan zijn de amylose-vrije aardappel en de aardappel met verminderde stootblauwgevoeligheid. Ten derde kan het overheidsbeleid (bijvoorbeeld een verbod op het gebruik van bepaalde bestrijdingsmiddelen) ertoe leiden dat de huidige teeltmethoden duurder worden, en daarmee de telers ertoe aanzetten nieuwe (transgene) rassen te verbouwen. Dit is het geval indien een transgene aardappel met resistentie tegen nematoden wordt ontwikkeld.

Een hogere consumentenprijs voor consumptie-aardappelen en voor aardappelprodukten van transgene rassen wordt door de geïnterviewden niet verwacht. De kosten van het ontwikkelen van deze aardappelen zullen moeten worden terugverdiend bij de teelt of bij de industriële verwerking.

De toepassing van transgene aardappelen met verbeterde resistentie zal waarschijnlijk leiden tot een verschuiving in de kosten voor de teler. De uitgaven voor pootgoed zullen stijgen terwijl de uitgaven voor gewasbeschermingsmiddelen zullen dalen. Tabel 6.1 geeft aan hoe de variabele kosten voor aardappel telers zijn opgebouwd. Bij consumptie-aardappelen en pootaardappelen maakt de aankoop van pootgoed ruim een derde van alle variabele kosten uit. Bij fabrieksaardappelen vormt de aankoop van gewasbeschermingsmiddelen een derde van alle variabele kosten. De afgelopen jaren zijn vooral de kosten voor bestrijdingsmiddelen aanzienlijk toegenomen, voor alle drie aardappelsoorten. Voor pootaardappelen steeg deze kostenpost van 629 gulden gemiddeld per jaar in de periode 1978-1982 tot gemiddeld 1273 gulden in de periode 1986-1990 (Jager, 1992).

De introductie van transgene aardappelen die een verbeterde resistentie tegen plagen of ziekten hebben, kan leiden tot een

Tabel 6.1 Variabele kosten in de aardappelteelt, gemiddeld per seizoen voor de periode 1986-1990; in guldens per ha aardappelen en in procenten per tak van de aardappelteelt

	Consumptie-aardappelen	Poot-aardappelen a)	Fabrieks-aardappelen
Pootgoed	1210 (34%)	2171 (38%)	831 (29%)
Meststoffen	589 (17%)	427 (7%)	503 (18%)
Gewasbescherming	825 (24%)	1273 (22%)	920 (33%)
Diversen	36 (1%)	1265 (22%) b)	313 (11%)
Werk door derden	842 (24%) c)	555 (10%)	248 (9%)
Totaal	3502 (100%)	5691 (100%)	2816 (100%)

a) Exclusief pootaardappelen voor de fabrieksaardappelteelt;

b) Kosten voor onder andere plomberen, keuren en STOPA; c) Vooral hoge oogstkosten.

Bron: Jager, 1992.

verminderd verbruik van gewasbeschermingsmiddelen. In 1990 lag het verbruik van bestrijdingsmiddelen in de aardappelteelt op circa 12 miljoen kg actieve stof, waarvoor 163 miljoen gulden werd uitgegeven (tabel 2.3). Deze uitgaven zijn exclusief de loonkosten van het spuiten en de kosten voor aanschaf en onderhoud van spuitmachines.

In het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) is aangegeven met welke percentages het verbruik omlaag moet in het jaar 1995 en in het jaar 2000. Voor dit rapport is alleen het jaar 2000 van belang, omdat er in 1995 nog vrijwel geen transgene aardappelrasen op de markt zullen zijn. De meeste geïnterviewden waren van mening dat de voorgeschreven reductie van het verbruik wel gehaald zal worden. Men achtte voldoende alternatieven voorhanden om het verbruik te verminderen, zonder dat dat tot grote verliezen aan opbrengst en inkomen zal leiden. Voor deze alternatieven komen vooral de maatregelen uit de geïntegreerde teelt in aanmerking. Ook uit de voorlopige resultaten van praktijkonderzoek met geïntegreerde akkerbouw bij het PAGV blijkt dat het terugdringen van het verbruik aan bestrijdingsmiddelen in de praktijk haalbaar is (Wijnands et al., 1992) 1).

Ter illustratie van de mogelijke besparing op bestrijdingsmiddelen zonder de inzet van transgene aardappelen maar wel met geïntegreerde teeltmethoden, hebben we de reductiepercentages uit het MJP-G toegepast op het bestrijdingsmiddelengebruik in 1990 (tabel 6.2). We zien dan dat de uitgaven in het jaar 2000 met ruim 40% gedaald zullen zijn. Een lager verbruik van bestrijdingsmiddelen leidt ook tot lagere kosten voor spuiten (loonkosten, kosten van spuitmachines). Daarentegen kunnen andere kosten stijgen (bijvoorbeeld bij alternatieve bestrijdingsmethoden) of kunnen opbrengsten dalen. De getallen in tabel 6.2 geven slechts een indicatie, omdat de percentages die in het MJP-G worden genoemd gelden vanaf de jaren 1984-1988. Niet bekend is of het verbruik in 1990 hoger lag dan het jaarlijks gemiddelde in de periode 1984-88. Ook moet bedacht worden dat tegenover besparingen op gewasbeschermingsmiddelen hogere kosten voor alternatieve bestrijdingsmethoden en/of opbrengstderving staan.

In tabel 6.2 valt op dat de uitgaven voor fungiciden, die vooral worden ingezet tegen *Phytophthora*, nog steeds aanzienlijk zijn. Dit impliceert dat met de inzet van *Phytophthora*-resistente

1) Daarentegen verwachten Oskam et al. (1992), op basis van verschillende modelberekeningen, dat de doelstellingen van met MJP-G niet gehaald zullen worden, zonder een uitgebreid systeem van verboden en een streng stoffenbeleid. Het inkomensverlies als gevolg van de gereduceerde bestrijdingsmiddelengebruik verhindert namelijk de adoptie van innovatieve teeltmethoden. Een regulerende heffing op bestrijdingsmiddelen zou wel voldoende stimulans geven voor het invoeren van de gewenste teeltmaatregelen (Oskam et al., 1992: 115).

Tabel 6.2 Vermindering van de uitgaven voor bestrijdingsmiddelen in de aardappelteelt bij de uitvoering van het Meerjarrenplan Gewasbescherming

	Uitgaven in 1990 (x mln. gulden)	Reductie in 2000 a) (in procenten)	Uitgaven in 2000 b) (x mln. gulden-)
Nematiciden	44,8	70	13,4
Fungiciden/insecticiden	79,5	25	59,6
Herbiciden	33,5	45	18,4
Overige middelen	4,9	68	1,5
Totaal	162,7		92,9

a) Reductie van verbruikte in hoeveelheden; deze percentages gelden voor de akkerbouw als geheel en voor de reductie ten opzichte van de periode 1984-1988; b) Prijzen van 1990; de uitgaven voor het jaar 2000 geven slechts een indicatie, omdat ze gebaseerd zijn op de gegevens van 1990 voor wat betreft areaal aardappelen, verbruik per hectare en kosten per eenheid middel.

Bron: Reductiepercentages: MLNV, 1990a: 93; uitgaven: tabel 2.3.

transgene aardappelen het meeste voordeel te behalen is voor de aardappelteler (en daarmee ook voor de ontwikkelaar/veredelaar).

De transgene amylose-vrije aardappel die door AVEBE wordt ontwikkeld zou het verwerkingsproces in de zetmeelindustrie efficiënter kunnen maken. Hiermee zou de concurrentiepositie van het aardappelzetmeel (en daarmee van de fabrieksaardappelteelt) versterkt kunnen worden. Dit is vooral voor de akkerbouw in de Veenkoloniën van groot belang, gezien het ontbreken van renderende alternatieven voor fabrieksaardappelteelt. Omdat amylose-vrije aardappelen in een afzonderlijk proces verwerkt moeten worden, zouden er maatregelen moeten worden genomen om deze aardappelen gescheiden te houden van andere aardappels, zowel op het akkerbouwbedrijf, tijdens het transport, als bij de verwerking. Dit zou wellicht extra kosten met zich meebrengen. Omdat de amylose-vrije aardappel zijn nut voor de praktijk nog moet bewijzen, kunnen ook hier nog geen kwantitatieve uitspraken worden gedaan over de economische aspecten van teelt en verwerking.

6.4 De aardappelketen

De ontwikkeling en toepassing van genetisch gemodificeerde aardappelen (en andere biotechnieken) versterkt het proces van concentratie en integratie in de aardappelproductieketen. Op verschillende manieren werken de introductie van transgene aardappelen en het concentratie- en integratieproces op elkaar in. We zullen die interactie hier toelichten.

In hoofdstukken 2 en 3 bleek reeds dat de concentratieprocessen in de aardappelveredeling en aardappelhandel verschillende oorzaken hebben: versterking van de marktkracht ten opzichte van andere actoren, grotere concurrentie onder veredelingsbedrijven zelf, meer investeringen in eigen onderzoek en ontwikkeling, en veranderingen in het door de overheid gefinancierd onderzoek. Een van de veredelaars gaf de volgende redenen voor zijn verwachting dat de concentratie in de aardappelveredeling nog verder zal gaan: het veredelingswerk en het onderzoek worden te duur voor kleine bedrijven; een veredelingsbedrijf moet een volledig ras-pakket kunnen aanbieden; duur biotechnologisch onderzoek wordt steeds belangrijker.

De introductie van genetische modificatie heeft reeds een bijdrage geleverd aan het concentratieproces, 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 kosten verbonden aan het biotechnologisch onderzoek hoog zijn. Anderzijds omdat het voldoen aan de hogere eisen ten aanzien van de kwaliteit en veiligheid van transgene aardappelen, al dan niet in wettelijke regels vastgelegd, hogere kosten met zich meebrengt.

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 Rui-venkamp, 1989). Waar de aardappelveredeling afwijkt van de land- en tuinbouwzaadveredeling is dat de veredelingsbedrijven internationaal gezien nog relatief klein zijn, en geen onderdeel vormen van een multinationalaal concern in de agrochemie of voedingsmidde-lenindustrie. Het is niet uitgesloten dat dit met de voortgaande integratie in de aardappelketen zal veranderen.

Een studie van de OECD naar de strategieën van leidende bedrijven in de agro-industrie concludeert dat de introductie van biotechnologie de onderlinge relaties tussen de verschillende schakels in de keten versterkt (OECD, 1992: 118). De belangrijkste reden voor deze verticale integratie is dat biotechnologische innovaties alleen maar succesvol kunnen worden ingevoerd als de afnemers (zowel industrie, detailhandel, als consumenten) met de toepassing instemmen. Dit heeft te maken met de verschuiving van de dominantie in de keten richting de consument en met de grotere nadruk op kwaliteit van producten en productieprocessen. Ook de onzekerheid rond de acceptatie van genetische modificatie speelt hierbij een belangrijke rol. Deze onzekerheid leidt er volgens de OECD toe, dat bedrijven in hun innovatie-strategieën meer de nadruk leggen op kwaliteitsverbetering dan op kostenverlaging. Indien actoren in de stroomafwaartse schakels van de keten (industrie, detailhandel, en uiteindelijk de consument) de toepassing van genetische modificatie niet als een kwalitatieve verbetering

beschouwen, dan zal deze toepassing moeilijk worden geaccepteerd 1).

De integratie in de aardappelketen is reeds ver gevorderd. De activiteiten van aardappelveredeling en pootaardappelhandel zijn verenigd in dezelfde bedrijven. Vaak zijn deze handelsbedrijven ook betrokken bij de handel in consumptie-aardappelen. Een voorbeeld van de integratie in de aardappelketen vormt het bedrijf C. Meijer te Kruiningen. Meijer heeft sinds 1975 een eigen kweekbedrijf, zij verhandelt pootaardappelen van de rassen waarop zij het kwekersrecht heeft (de monopolierassen), zij verhandelt consumptie-aardappelen, en zij verwerkt aardappelen tot frites en andere aardappelprodukten.

De aardappelverwerkende industrie neemt een steeds dominantere plaats in de keten in, en raakt steeds directer betrokken bij de veredeling. Hiervoor kunnen verschillende redenen worden aangevoerd. Ten eerste wordt een steeds groter deel van de aardappelproductie industrieel verwerkt. De aardappelverwerkende industrie is de laatste jaren flink gegroeid, en heeft daarom aan belang gewonnen in de gehele keten. Ten tweede wordt in de aardappelveredeling, als gevolg van de toegenomen industriële verwerking, steeds meer aandacht besteed aan eigenschappen die juist voor de industrie van belang zijn. Een goede samenwerking tussen industrie en veredeling bevordert de ontwikkeling van "industrierassen". Ten derde leidt de kritischere opstelling van de consument inzake de kwaliteit van aardappelen en aardappelprodukten ertoe dat handel en industrie ook meer betrokken willen zijn bij veredeling en teelt. De meeste kwaliteitsaspecten van de aardappel en van het aardappelprodukt worden immers bepaald bij de veredeling en bij de teelt. Initiatieven van integrale ketenbeheersing (IKB) zijn een uiting van deze grotere nadruk op kwaliteit in de gehele keten. Ten vierde biedt genetische modificatie een ruimere mogelijkheid om de eigenschappen die voor industriële verwerking van belang zijn in het veredelingsproces op te nemen. Ten vijfde zal de verwerkende industrie een belangrijke financier van de aardappelveredeling worden. Omdat een toenemend deel van de toegevoegde waarde in de keten bij de industriële verwerking wordt gegenereerd, heeft de industrie relatief meer mogelijkheden om veredelingsonderzoek te financieren. Ook bij andere land- en tuinbouwprodukten die industrieel worden verwerkt ziet men een intensieve betrokkenheid van de verwerkende industrie bij de veredeling.

De voortgaande integratie in de produktieketen en de betere afstemming van eigen activiteiten op de wensen van afnemers, be-

-
- 1) Deze constatering is vooral van belang voor de genetisch gemodificeerde aardappel met een veranderde zetmeelsamenstelling. De belangrijkste doelstelling van de ontwikkeling deze aardappel is een efficiënter verwerkingsproces, om daarmee de concurrentiepositie van aardappelzetmeel (en van de fabrieksaardappelteelt) te versterken.

tekent ook dat actoren in de stroomafwaarts gelegen schakels een grote invloed zullen hebben op de introductie van genetisch gemo-dificeerde aardappelen. Deze actoren, zoals de verwerkende indus-trie en de detailhandel, staan dicht bij de consument en zullen daarom sterker rekening houden met de wensen en gevoelens van de consument inzake genetische modificatie. Ook in interviews kwam dit naar voren. De interviewpartners van de bedrijven die in de produktieketen het dichtst bij de consument zitten, maakten zich de meeste zorgen over de publieksacceptie van transgene aardappe-len.

6.5 Octrooirecht of kwekersrecht

De opkomst van biotechnologie in de plantenveredeling heeft de vraag opgeroepen of het huidige kwekersrecht wel voldoende be-scherming biedt aan het intellectueel eigendom van genetisch ge-modificeerde planten. Biotechnologiebedrijven en sommige onder-zoeksinstellingen dringen aan op uitbreiding van het octrooirecht naar planten. Zij menen dat het huidige kwekersrecht niet vol-doende bescherming biedt, omdat het met moderne technieken moge-lijk is veel sneller een nieuw ras te ontwikkelen. Volgens een medewerker van MOGEN zou de huidige commerciële voorsprong van 12 jaar bij aardappelveredeling (namelijk de tijd nodig voor het ontwikkelen van een nieuw ras) worden teruggebracht tot 3 à 4 jaar. En dat zou een te korte periode zijn om de investeringen teug te verdienen (Biotekst 11, juni 1992). Om de investeringen in biotechnologisch onderzoek commercieel aantrekkelijk te maken moet er volgens de biotechnologiebedrijven een nieuwe regeling komen voor de bescherming van intellectueel eigendom van hun vin-dingen. Dat betekent dat het kwekersrecht aangescherpt moet wor-den en/of dat het octrooirecht ook van toepassing moet worden ge-maakt op planterassen.

Hiermee raken we aan een zeer omvangrijke discussie over uitbreiding van het octrooirecht en/of versterking van het kwe-kersrecht. Op verschillende niveaus (nationaal en internationaal) en in verschillende fora wordt hierover overleg gepleegd. Momen-teel worden de volgende regelingen aangepast of voorgesteld:

1. De UPOV-conventie (Union pour la Protection des Obtentions Végétales) van 1961, waarin internationale afspraken over kwekersbescherming zijn neergelegd, is in maart 1991 gewij-zigd. Aanleiding van deze herziening was de wens van bio-technologiebedrijven om octrooien te verkrijgen op hun vin-dingen (Van Wijk en Junne, 1992). De nieuwe conventie zal van kracht worden als zij door de parlementen van minimaal vijf aangesloten landen is geratificeerd. De conventie zal tevens in nationaal recht moeten worden omgezet. In Neder-land moet dat via een wijziging van de Zaaizaad- en Plant-goedwet (ZPW).
2. De Europese Commissie (Directoraat-Generaal voor Industrie) heeft reeds in 1988 een voorstel gelanceerd voor een richt-

lijn voor de wettelijke bescherming van biotechnologische vindingen (COM(88)496). Deze moet in overeenstemming zijn met het Europees kwekersrecht en het Europees octrooirecht. Het Europees octrooirecht ligt vast in een Europees Octrooi-verdrag, dat ook door niet EG-staten is ondertekend. De discussies over de interpretatie van het octrooirecht speelt zich af rond het Europees Octrooi Bureau in München, en staat deels los van de discussie in de EG.

3. De Europese Commissie (Directoraat-Generaal voor Landbouw) heeft in 1990 een voorstel voor een verordening voor Europees kwekersrecht gelanceerd (COM(90)347 def). Het doel hiervan is om de nationale wetgeving inzake kwekersrecht te harmoniseren, zodat een veredelaar met één aanvraag en op grond van één beslissing binnen alle landen van de EG een rechtstreekse, gelijktijdige en uniforme bescherming kan krijgen voor het door hem ontwikkelde planterass.

Alle drie voorgestelde regelingen worden momenteel met belanghebbende partijen besproken, zowel nationaal als internationaal. Omdat de herziene UPOV-conventie in nationaal recht omgezet moet worden, en aangesloten landen daarbij een zekere vrijheid van invulling hebben, kunnen ook hieruit nog weinig definitieve conclusies worden getrokken over de afstemming van octrooi- en kwekersrecht inzake transgene planterassen. Een aantal discussiepunten die voor de introductie van transgene aardappelen van belang zijn zullen we hieronder kort bespreken 1).

Octrooiëring van planterassen. In de nieuwe UPOV-conventie is het zogenoemde "dubbelverbod" geschrapt. Dit verbod hield in dat voor de bescherming van rassen niet twee beschermingssystemen (octrooirecht én kwekersrecht) mochten worden toegepast. Dit wil nog niet zeggen dat nu planterassen kunnen worden geoctrooieerd. Daarvoor is aanpassing van de Octrooiwetgeving nodig. Voor het wel of niet uitsluiten van de octrooieerbaarheid van een planterass is van groot belang de omschrijving van een ras. Het voorstel voor Europees kwekersrecht geeft een zodanige omschrijving van een ras dat de octrooiëring van planterassen en plantebestanddelen (die tot een ras behoren) wordt uitgesloten.

Overlapping en afbakening. Een goede afstemming tussen kwekersrecht en octrooirecht is vooral nodig voor nieuwe rassen waarin via genetische modificatie nieuwe genconstructen zijn ingebouwd. Reeds nu zijn de volgende zaken octrooieerbaar: uitgevonden genen, DNA-constructen, werkwijzen om tot deze genconstructen te komen, en specifieke produkten (eiwitten) die in de plant voortgebracht worden door deze genen. Daarmee is nog niet de plant geoctrooieerd, maar slechts de kenmerkende bestanddelen in hun uitingsvorm en is het toepassingsgebied vastgelegd. Indien

1) Deze bespreking is voornamelijk gebaseerd op de "Position Paper Intellectueel Eigendom op Plantaardig Materiaal" en de bijbehorende "Toelichting", van de Nationale Coöperatieve Raad voor land- en tuinbouw (NCR), oktober 1992.

een kwekersrechthouder een ras op de markt wil brengen waarin een geotrooieerd gen is ingebracht, zullen de kwekersrechthouder en de octrooirechthouder afspraken moeten maken over de uitoefening van hun respectievelijke rechten. Deze afspraken kunnen doorwerken in de contracten die de kwekersrechthouder afsluit met zijn vermeerderders.

Claims en uitputtingsregels. Overlappending tussen octrooirecht en kwekersrecht wordt ook veroorzaakt door de reikwijdte van de claims die via een octrooi worden verkregen en de wijze waarop uitputting, afhankelijkheid en gedwongen licenties zijn geregeld in beide rechtsgebieden. De reikwijdte van het recht wordt bepaald door hetgeen wordt geclaimd. De "claim" in het kwekersrecht is eenvoudig het ras. Bij het octrooirecht kunnen de claims op het gebruikte proces en de voortgebrachte produkten betrekking hebben. De octrooihouder zal zijn claim in het octrooischrift zo ruim mogelijk proberen te maken. Dit kan zowel uit oogpunt van technologische vooruitgang en concurrentieverhoudingen als uit wetenschappelijk oogpunt ongewenst, onjuist of aanvechtbaar zijn. De aard van claims vormt al jaren een bron van veel opposities, beroepsprocedures en aanvragen voor nietigverklaring. Maar voor levende materie ligt het nog ingewikkelder. Het is onbekend in welke hoedanigheid en waar in de natuur een gen zich zoal bevindt. Een brede claim kan daardoor onbedoelde gevolgen hebben.

Afhankelijk kwekersrecht. In de herziene UPOV-conventie is voor het eerst het afhankelijk kwekersrecht en daarmee samenhangend het afgeleide ras opgenomen. Voor exploitatie van een afhankelijk kwekersrecht (commercialisatie van een afgeleid ras) is de toestemming van de houder van het oorspronkelijke kwekersrecht nodig. Een definitieve omschrijving van een afgeleid ras is er nog niet, mede omdat de UPOV-conventie nog in nationaal en Europees recht omgezet moet worden. Deze nieuwe regeling is van belang voor de introductie van transgene gewassen. De introductie van een geotrooieerd genconstruct in een plant waarop kwekersrecht rust, leidt slechts tot geringe veranderingen in de genetische samenstelling ten opzicht van het oorspronkelijk ras. Zo'n transgene plant kan daarom alleen een afgeleid ras opleveren, waarvoor slecht afhankelijk kwekersrecht kan worden verkregen.

Een discussiepunt dat in de herziening van de wetgeving rond kwekersrecht en octrooirecht meespeelt is het *farmers' privilege*. Het farmers' privilege houdt in dat telers een deel van hun oogst kunnen gebruiken als zaaizaad of pootgoed zonder dat daarvoor een kwekersvergoeding wordt betaald. Dit privilege is met name bij de teelt van granen, aardappelen, koolzaad en peulvruchten gebruik. In de nieuwe UPOV-conventie is het farmers' privilege optioneel opgenomen, dat wil zeggen dat UPOV-lidstaten zelf kunnen bepalen of ze dit in nationale wetgeving opnemen. Kwekers zijn meestal tegenstanders van het farmers' privilege, terwijl telers juist voorstanders zijn. De relatie met genetisch gemodificeerde gewassen ligt hierin dat veredelaars en/of biotechnologiebedrijven bang zijn dat zij hun investeringen in gewasverbetering niet kunnen terugverdienen vanwege het farmers' privilege. Omdat het oc-

trooirrecht geen farmers' privilege kent, zouden veredelaars kunnen kiezen voor verlening van octrooirrecht op hun vindingen in plaats van kwekersrecht.

In de interviews met aardappelveredelaars is hun gevraagd naar de wenselijkheid van het verlenen van octrooien op aardappelrassen. De meeste aardappelkwekers zijn tegenstanders van het octrooieren van aardappelrassen. Wel is men voorstander van versterking van het kwekersrecht, zoals voorgesteld in de herziene UPOV-conventie. Daarbij werd benadrukt dat het afhankelijk kwekersrecht snel geregeld moet worden, dat ook internationaal het kwekersrecht voor 30 jaar zou moeten gelden (zoals in Nederland) en dat het farmers' privilege moet worden afgeschaft. Naar aanleiding van een vraag over het effect van het farmers' privilege op de veredeling merkte één van de geïnterviewde aardappelveredelaars op dat indien kwekers niet voldoende bescherming van hun vindingen krijgen via het kwekersrecht, zij voor octrooiering van rassen zouden kiezen. Een andere kweker bleek een uitgesproken tegenstander van octrooiering van aardappelrassen. De nadelen van de octrooiwetgeving zijn volgens hem de volgende: de octrooiwetgeving vereist het inschakelen van veel juristen; de duur van een octrooi is slechts 18 jaar, dit is voor aardappelveredeling te kort; het noodzakelijke systeem van proefvelden in vele landen om nieuwe rassen uit te proberen voor opname op de rassenlijst past niet onder de octrooiwetgeving.

6.6 Conclusies

Het berekenen van de economische gevolgen van transgene aardappelen, voor de kweker, de teler of de aardappelketen als geheel, is voorslagnog onmogelijk. Daarvoor moet eerst duidelijk zijn wat een transgene aardappel gaat kosten en wat het beoogde effect zal zijn. In dit hoofdstuk zijn daarom geen kwantitatieve analyses van economische effecten te vinden. Daarentegen is wel geprobeerd een kwalitatieve schets te geven van mogelijke veranderingen in de economie van de veredeling, de teelt en de keten als geheel. Het ontbreken van kwantitatieve gegevens betekent ook dat de discussie over economische voor- en nadelen nog niet beslecht kan worden.

Een belangrijke constatering bij het beschouwen van de economisch aspecten rond transgene aardappelen is dat de aardappelketen reeds enkele structurele veranderingen ondergaat. Deze veranderingen, die in hoofdstukken 2 en 3 staan beschreven, zijn enerzijds een groeiende macht van actoren in stroomafwaarts gelegen schakels (zoals verwerkende industrie en grootwinkelbedrijf), en anderzijds een voortgaande horizontale en verticale integratie in de keten.

De introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen versterkt de integratie in de keten. Ten eerste zal een bedrijf dat transgene aardappelen op de markt wil brengen, vanwege de moeilijke publieksacceptatie in overleg zal treden met zijn afnemer. Ten

tweede, omdat genetische modificatie nieuwe opties biedt in de veredeling, is het voor de verwerkende industrie interessant om bij de veredeling betrokken te zijn. 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. Ten derde heeft de introductie van biotechnologie het veredelingsproces duurder gemaakt. Het onderzoek naar de nieuwe mogelijkheden van genetische modificatie in de aardappelveredeling vergt hoge investeringen, die alleen door grote bedrijven of door bedrijven gezamenlijk kunnen worden opgebracht.

Voor de aardappelkweker betekenen de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen meer investeringen in eigen onderzoek, meer concurrentie op het vlak van R&D, en het incorporeren van een breder spectrum van eigenschappen (voor teelt, verwerking en consumptie) in de veredelingsprogramma's. Alles bij elkaar leidt dit tot een verhoging van de kennisintensiteit van de eigen activiteiten. Een hogere kennisintensiteit vraagt ook een betere bescherming van de resultaten van eigen onderzoek. Vandaar de wens tot versterking van het kwekersrecht, en, in bepaalde gevallen, de wens tot toekenning van octrooirecht. Duidelijke regels over de bescherming van intellectueel eigendom zijn ook nodig omdat veredelingsbedrijven vaker kennis, technieken of genen inkopen bij biotechnologiebedrijven of bij onderzoeksinstituten. Inkorting van de duur van het veredelingsproces kan leiden tot een snellere opeenvolging van nieuwe rassen, en daarmee tot uitbreiding van de marketingactiviteiten van veredelaars. Omdat veredelaars hun investeringen in rasverbetering moeten terugverdienen, zal het uitgangsmateriaal voor de teler duurder worden, tenzij de veredelaar een groter aantal aardappelen van het nieuwe ras kan verkopen.

Indien de aardappelteler een hogere prijs moet betalen voor zijn uitgangsmateriaal, kan hij dat op twee manieren terugverdienen. Eén manier van terugverdienen is via een hogere prijs voor zijn aardappelen. De verwerkende industrie kan een hogere prijs betalen als het bewaar- en verwerkingsproces efficiënter kan verlopen of als er nieuwe, duurdere produkten van gemaakt kunnen worden. Dit laatste geldt waarschijnlijk voor de amylose-vrije aardappel en de aardappel die minder stootblauwgevoelig is. De andere manier van terugverdienen loopt via besparingen op de teeltkosten. In geval van transgene aardappelen met een hogere ziekteresistentie, zal de teler zijn hogere uitgaven voor uitgangsmateriaal kunnen compenseren met lagere kosten voor gewasbescherming.

7. PUBLIEKSACCEPTATIE

7.1 Inleiding

Voor de introductie van transgene aardappelen is de houding van het publiek ¹⁾ van doorslaggevend belang. De consument bepaalt uiteindelijk of en welke genetisch gemodificeerde aardappelen hij/zij wil eten. Voor een bedrijf dat een transgene aardappel heeft ontwikkeld en op de markt wil brengen is momenteel de belangrijkste vraag of de consument deze aardappel zal accepteren, en onder welke voorwaarden. Ook voor de nationale overheid is publieksacceptatie een belangrijk vraagstuk. Enerzijds probeert de overheid acceptatie te bevorderen omdat biotechnologie wordt gezien als een belangrijke sleuteltechnologie voor versterking van de internationale concurrentiepositie van de Nederlandse landbouw en agro-industrie. Anderzijds erkent zij dat er risico's verbonden zijn aan genetische modificatie, en wil zij de veiligheid voor mens en milieu kunnen garanderen. Maatschappelijke organisaties plaatsen de acceptatie van genetische modificatie in een bredere discussie over de ecologische risico's van huidige en nieuwe technologie, en over de veiligheid en het nut van bepaalde nieuwe voedingsmiddelen.

In dit hoofdstuk worden enkele aspecten rond de publiekshouding jegens genetisch gemodificeerde aardappelen besproken. Er zijn geen studies bekend die zich specifiek op de publieksacceptatie van transgene aardappelen richten. Daarom wordt in paragraaf 7.2 de houding van de Nederlandse consument tegenover genetisch gemodificeerde voedingsmiddelen in het algemeen besproken. Daarna komt in 7.3 de houding van de buitenlands consument aan de orde. De huidige discussie rond de voedselveiligheidscriteria voor genetisch gemodificeerde landbouwprodukten komt in 7.4 aan de orde. Mogelijke milieu-effecten van transgene aardappelen worden in 7.5 besproken. In de interviews is gevraagd naar de visie van betrokkenen op publieksacceptatie van transgene aardappelen. Deze visies worden in 7.6 weergegeven, waarbij ook aandacht wordt geschonken aan de discussie rond etikettering. Een van de problemen bij de discussie over de voorwaarden van publieksacceptatie is dat voorstanders en critici van transgene voedingsgewassen vaak tot verschillende netwerken behoren, die onderling weinig contact hebben. Deze problematiek wordt in 7.7 behandeld. Het hoofdstuk wordt afgesloten met enkele conclusies (7.8).

1) Publieksacceptatie en consumentenacceptatie zijn hier identiek.

7.2 Consumentenonderzoek

Noch in Nederland noch in het buitenland is specifiek onderzoek gedaan naar de acceptatie van transgene aardappelen. Wel heeft het Instituut voor Consumentenonderzoek SWOKA onderzoek verricht naar kennis en meningsvorming van Nederlandse consumenten over biotechnologie (Hamstra en Feenstra, 1989), naar consumentenacceptatie van voedingsmiddelen die met behulp van genetische modificatie zijn gemaakt (Hamstra, 1991) en naar consumentenacceptatie en trends op het gebied van voeding in het algemeen (Kuiper, 1991).

Hamstra (1991) concludeert dat in Nederland het algemene niveau van acceptatie van genetische modificatie bij de productie van voedingsmiddelen laag is. De acceptatie van voedingsmiddelen die het resultaat zijn van genetische modificatie wordt beïnvloed door drie factoren: 1. de algemene houding van de consument tegenover het gebruik van genetische modificatie; 2. de bezorgdheid van consumenten over eventueel nadelige gevolgen van de toepassing van genetische modificatie; en 3. de produktkarakteristieken. De eerstgenoemde factor bleek de grootste invloed te hebben. Over de houding tegenover genetische modificatie in het algemeen hadden Hamstra en Feenstra reeds eerder (1989) geconstateerd dat het kennisniveau van het publiek inzake biotechnologie laag is, en dat de meningen nog weinig uitgekristalliseerd zijn.

Kuiper (1991) heeft een inventarisatie gemaakt van recent empirisch onderzoek naar consumentenacceptatie in Nederland. Hieruit bleek dat het vertrouwen in de veiligheid van het produkt het belangrijkste criterium is bij de acceptatie van nieuwe, onbekende en/of alternatieve produktiewijzen en voedingsmiddelen. Een tweede criterium is de schadelijkheid voor dieren en het milieu in het algemeen. Voor de acceptatie van transgene aardappelen betekent dit dat de consument overtuigd moet zijn van de veiligheid, en dat de produktiewijze geen nadelige effecten mag hebben op het milieu.

7.3 Internationaal onderzoek naar publieksacceptatie

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 2.1 op blz. 37). 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 de genetisch gemodificeerde aardappel afwijst, zullen veredelaars zich veel terughoudender opstellen. Daarmee hebben buitenlandse consumenten een belangrijke invloed op de introductie van transgene aardappelen in Nederland. Dit betekent ook dat een discrepantie tussen binnen- en buitenlandse acceptatie

van invloed kan zijn op de concurrentiepositie van de Nederlandse aardappelsector.

In verschillende landen zijn studies verricht naar de mening van het publiek over genetische modificatie in het algemeen, alsmede over specifieke toepassingen zoals transgene gewassen (OECD, 1992: 145). Een recent publieksonderzoek in opdracht van de Commissie van de EG heeft de kennis van en mening over genetische modificatie van 12.800 volwassenen in de gehele EG geïnventariseerd. Uit deze studie kwamen enkele interessante verschillen tussen de afzonderlijke lidstaten van de EG naar voren (Marlier, 1992). Het bleek dat inwoners van de Noordelijke lidstaten (Verenigd Koninkrijk, Nederland, Denemarken, Duitsland) meer kennis van genetische modificatie hebben dan inwoners van de Zuidelijke lidstaten. Daarentegen zijn de inwoners van de Zuidelijke lidstaten grotere voorstanders van genetische modificatie-onderzoek. Wat de risico's voor de humane gezondheid en het milieu betreft, bleken inwoners van Nederland, Duitsland en Denemarken het meest bezorgd. Overigens zijn de inwoners van alle EG-lidstaten sterke voorstanders van overheidscontrole op de toepassing van genetische modificatie.

Terwijl het bovenstaande voor genetische modificatie in het algemeen geldt, is er duidelijk onderscheid tussen verschillende toepassingen voor wat betreft de wenselijkheid van het onderzoek en de perceptie van de daaraan verbonden risico's. Zo wordt toepassing van genetische modificatie voor de produktie van medicijnen als zeer wenselijk beschouwd, met een relatief gering risico, terwijl toepassing bij dieren als zeer onwenselijk wordt gezien, met relatief hoge risico's voor mens en milieu. Genetische modificatie van planten zit ongeveer midden tussen deze twee uitersten, en wordt over het geheel gezien vrij positief beoordeeld.

Voor de mogelijke export van transgene aardappelen is zowel de publieke opinie in Duitsland als in de Zuidelijke lidstaten van groot belang. Duitsland is de belangrijkste exportmarkt voor Nederlandse consumptie-aardappelen en aardappelprodukten. Duitse consumenten (vooral in de voormalige Westduitse deelstaten) staan zeer kritisch tegenover genetische modificatie: de wenselijkheid van dergelijk onderzoek 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 vooralsnog zeer gering. Ook de geïnterviewde aardappelveredelaars onderkennen dit probleem. Geen van de veredelaars/handelaren van pootaardappelen had reeds een duidelijke strategie ontwikkeld voor de introductie van transgene aardappelen op de Duitse markt; men wacht af en bekijkt hoe de publieke opinie zich zal ontwikkelen. De landen rond de Middellandse Zee vormen de belangrijkste exportmarkten voor Nederlandse pootaardappelen (zie tabel 2.5 op blz. 39). In tegenstelling tot Duitsland, lijkt de publiekshouding inzake genetische modificatie in Frankrijk en Zuid-Europa minder kritisch. In deze landen kijkt men meer naar de potenties van deze nieuwe technologie dan naar de mogelijke risico's (Hofstede, 1992).

7.4 Voedselveiligheid en gezondheid

Bij de publieksacceptatie van genetisch gemodificeerde aardappelen speelt de veiligheid voor de gezondheid van de consument een doorslaggevende rol. Indien de consument niet overtuigd is van de veiligheid van een bepaald produkt, dan zal hij/zij dat produkt nooit kopen. Bij veiligheid en gezondheid gaat het in feite om twee afzonderlijke maar aan elkaar gerelateerde aspecten. Veiligheid is de mate waarin een voedingsmiddel schadelijke gezondheidseffecten kan hebben op het menselijk lichaam. Deze effecten kunnen optreden op de korte termijn (vlak na consumptie) of op de lange termijn (na langdurige consumptie). Bij de gezondheid van een voedingsmiddel gaat het om de aanwezigheid van macro- en micronutriënten in relatie tot de samenstelling van het gehele voedingsmiddelenpakket. De veiligheid van een voedingsmiddel kan worden onderzocht met behulp van toxicologische studies. Voor het onderzoek naar de gezondheid van een voedingsmiddel gebruikt men metabolische en voedingskundige studies.

De komst van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten heeft bij betrokkenen (overheden, wetenschappers en marktpartijen) de vraag opgeroepen hoe de veiligheid van dergelijke produkten gegarandeerd kan worden. Dit heeft geleid tot de vraag of bestaande regelgeving inzake de voedselveiligheid nog voldoende houvast biedt voor de beoordeling van die produkten. Door verschillende nationale overheden en internationale organisaties zijn voorstellen gedaan voor strategieën voor beoordeling van de voedselveiligheid van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten. Deze voorstellen zijn door Kok (1992) geëvalueerd. Alleen in de Verenigde Staten zijn reeds richtlijnen ingevoerd, in alle andere landen gaat het om voorstellen voor wetgeving. De discussies en besluitvorming daarover zijn nog niet afgerond.

Twee zaken die in alle voorstellen terugkomen, zijn de vergelijking van een transgeen produkt met zijn klassieke tegenhanger ("wezenlijke gelijkheid") en de case-by-case benadering (Kok, 1992: 48). Voor transgene aardappelen betekent het eerste 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 hantieren van het concept van wezenlijke gelijkheid is dat er meer onderzoek zal worden gedaan naar de veiligheid en gezondheid van conventionele aardappelrassen. Men moet immers informatie hebben over de aanwezigheid van en variatie in nutriënten en anti-nutritionele factoren in specifieke rassen. De case-by-case benadering betekent dat de beoordelingscriteria per geval worden vastgesteld. Dat 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 eisen inhouden. Hoewel deze procedure tot onzekerheden bij consument en producent kan leiden, wordt zij momenteel door alle partijen als de beste aanpak gezien.

Een van de punten in de discussie over de nieuwe beoordelingsstrategieën is de invulling van het begrip veiligheid. Hoewel alle betrokkenen ervan overtuigd zijn dat de genetisch gemodificeerde landbouwprodukten alleen op de markt mogen worden gebracht als ze veilig zijn, bestaan er over de invulling van de aspecten veiligheid en gezondheid nogal wat verschillende meningen (Tils, 1993: 22). Veiligheid is in wezen een normatief begrip. Het vaststellen van een veiligheidscriterium voor genetisch gemodificeerde landbouwprodukten bestaat immers uit een bepaling van de risico's én het normatief oordelen over het wel of niet aanvaardbaar zijn van deze risico's. Bij de risicobeoordeling van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten kijken sommige betrokkenen alleen naar wetenschappelijk objectieve risico's, anderen plaatsen de veiligheidsdiscussie in een breder kader van duurzame ontwikkeling.

7.5 Milieu-effecten

Studies over publiekshouding ten aanzien van biotechnologie laten zien dat er een positief verband bestaat tussen het milieubewustzijn van personen of groepen en hun bezorgdheid over de effecten van biotechnologie (OECD, 1992: 151). In de discussie over de wenselijkheid van genetisch gemodificeerde gewassen spelen daarom mogelijke milieu-effecten een belangrijke rol. Het is niet de bedoeling de milieu-aspecten van transgene planten en de discussie daaromtrent hier uitgebreid te behandelen, omdat dat buiten de reikwijdte van dit rapport valt. De lezer wordt verwezen naar onder andere Ottenheim et al. (1989), Evenhuis en Zadoks (1990), Sarink et al. (1991), Sarink en Voorzanger (1991), Van Veen (1991), en VCOGEM (1992). Hier zal enkel iets worden gezegd over de milieu-effecten in relatie tot publieksacceptatie.

Het milieubewustzijn van de Nederlandse consument is de laatste jaren aanzienlijk toegenomen. Dit milieubewustzijn geldt voor milieuvraagstukken in het algemeen, maar ook voor de milieu-effecten verbonden aan de produktie van het voedsel dat de consument koopt. Bij de ontwikkeling van genetisch gemodificeerde aardappelen wordt op dit milieu-bewustzijn ingespeeld. Hiervan getuigt de grote aandacht in het onderzoek voor verbeterde resistentie tegen ziekten en plagen. Het inbouwen van (soort)vreemde resistentiegenen in het erfelijk materiaal van cultuurgewassen kan het verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen terugdringen. De mogelijk gunstige effecten voor het milieu worden vooral door de biotechnologiebedrijven als argument gebruikt om de acceptatie van transgene gewassen te bevorderen. Een bevestiging van het nut van deze strategie kan worden gevonden bij Hamstra (1991), die constateerde dat produkten die een hoog gewaardeerd doel bevorderen, minder weerstand ondervinden. Hieruit zou men kunnen concluderen dat de acceptatie van transgene aardappelen door de consument bevorderd kan worden door vooral die transgene aardappelen op de markt te brengen die bijdragen aan een vermindering van het

verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen. In hoeverre deze veronderstelling in de praktijk ook geldt is vooralsnog moeilijk te beoordelen. De acceptatie van transgene aardappelen door de consument stoelt op een veelvoud van overwegingen, waarbij mogelijke voordelen voor het milieu afgezet worden tegen mogelijke risico's.

Naast mogelijke voordelen zijn aan transgene planten ook risico's voor het milieu verbonden. Door onderzoekers worden de eventuele negatieve effecten voor het milieu meestal ingedeeld in vier categorieën (VCOGEM, 1992: 67):

- a. het nageslacht van de geconstrueerde transgene plant wordt een plaag;
- b. het nieuw geïntroduceerde gen komt vanuit de cultuurplant terecht in wilde verwanten en deze transgene bastaardplanten worden een plaag;
- c. het nieuw geïntroduceerde gen komt vanuit de cultuurplant terecht in een niet-verwacht organisme en dit transgene niet-verwante organisme wordt een plaag;
- d. de ecologische relaties van de plant veranderen door de nieuw geïntroduceerde eigenschap(pen).

Evenhuis en Zadoks (1990) hebben op basis van literatuuronderzoek de risico's uit categorie b. beantwoord voor een aantal Nederlandse landbouwgewassen. Voor het gewas aardappel stellen zij dat ongewenste overdracht van genetisch materiaal via soortkruisingen waarschijnlijk niet optreedt, omdat de in Nederland voorkomende *Solanaceae* niet kruisbaar zijn met de aardappel. Het CPRO-DLO heeft in een veldproef de mogelijkheid van uitkruising van aardappel met zijn wilde verwanten in Nederland getest, en komt tot dezelfde conclusie, namelijk dat uitkruising niet optreedt (Van Veen, 1991). Evenhuis en Zadoks (1990) benadrukken evenwel dat uitspraken over risico's van genoverdracht alleen gelden voor het gebied en de omstandigheden waarvoor de analyse heeft plaatsgevonden. Er bestaat wel een reëel gevaar voor genoverdracht naar verwante soorten indien transgene aardappelen in Zuid-Amerika worden geteeld.

Milieu-organisaties leggen veel nadruk op de mogelijke risico's van transgene planten. Naast de hierboven genoemde mogelijk negatieve milieu-effecten wijzen zij ook op het risico van doorbreking van (nieuwe) resistenties. Dit gevaar doet zich onder andere voor bij het inbouwen van een gen dat codeert voor een bacteriële toxine tegen het aardappelmotje. Intensief gebruik van het toxine leidt tot resistentie, waardoor ook het biologische bestrijdingsmiddel met dit toxine niet meer bruikbaar is. Zeer grote bezwaren hebben de milieu-organisaties tegen de introductie van herbicide-resistente gewassen. Los van de mogelijke risico's van transgene planten in het algemeen, met name het risico van overdracht van herbicide-resistentie naar wilde verwanten, wijzen zij erop dat de inbouw van herbicide-resistentie waarschijnlijk

leidt tot een groter verbruik van bestrijdingsmiddelen 1). Dit druist volgens hen volledig in tegen de gewenste vermindering van het verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen.

Uit de interviews met de aardappelveredelaars bleek dat de meesten geen bezwaar hadden tegen toepassing van herbicide-resistente aardappelen. Zij benadrukten het voordeel van deze toepassing, namelijk de mogelijkheid een milieubelastend bestrijdingsmiddel door een minder milieu-onvriendelijk middel te vervangen. Ondanks dat de meeste veredelaars een voorstander zijn van herbicide-resistentie en dat transgene aardappelen met deze eigenschap reeds zijn ontwikkeld door PGS, worden er in Nederland geen veldproeven mee gedaan. De belangrijkste reden daarvoor is, dat onkruid in de Nederlandse aardappelteelt geen ernstig probleem vormt. Een aantal kwekers sprak zich uit over de onwenselijkheid van mogelijke koppelverkoop van uitgangsmateriaal en bestrijdingsmiddelen. Er zijn echter geen aanwijzingen dat deze koppelverkoop op korte termijn in de Nederlandse aardappelsector geïntroduceerd zal worden.

De milieu-effecten van genetisch gemodificeerde aardappelen zullen een belangrijk aandachtspunt blijven bij activiteiten ter bevordering van de publieksacceptatie. Daarbij doet zich het probleem voor dat er in de discussie over de milieu-effecten van transgene gewassen sprake is van twee, min of meer gescheiden communicatienetwerken (Sarink et al., 1991). Het ene netwerk omvat personen en organisaties binnen de onderzoekswereld, het biotechnologisch bedrijfsleven en de overheid; het andere netwerk bestaat uit landbouw-, milieu- en consumentenorganisaties. Tussen deze twee netwerken vindt weinig informatie-uitwisseling plaats. Actoren in de twee netwerken beoordelen de milieu-effecten van transgene gewassen vanuit verschillende invalshoeken. Voor organisaties in het eerste netwerk vormen de veiligheidsrisico's voor mens en milieu de primaire zorg. Organisaties binnen het tweede netwerk beoordelen de mogelijke milieu-effecten in samenhang met andere baten en lasten, waarbij ook economische, sociale en ethische aspecten een rol spelen. Vaak worden daarbij ook de alternatieven voor transgene planten in de afweging meegenomen. De communicatiekloof tussen de actoren van de verschillende netwerken belemmert het vergroten van het maatschappelijke draagvlak voor en daarmee de publieksacceptatie van transgene aardappelen. In 7.7 worden enkele suggesties gegeven voor overbrugging van de communicatiekloof. Maar eerst worden hieronder de meningen van de betrokkenen inzake de publieksacceptatie geïnventariseerd.

1) Voor een overzicht van mogelijke voor- en nadelen van herbicide-resistente gewassen zie Goldburg et al. (1990), of een samenvatting daarvan in Bijman (1992b).

7.6 Verwachtingen omtrent publieksacceptatie

In de interviews zijn de aardappelveredelaars gevraagd naar hun verwachting omtrent de publieksacceptatie van transgene aardappelen. Alle veredelaars zagen publieksacceptatie als een groot probleem. Toch verwacht men dat dit probleem met de tijd opgelost zal worden. Het huidige geringe niveau van publieksacceptatie is voor de veredelaars geen reden om het onderzoek naar/met transgene aardappelen uit te stellen of te vertragen. Men verwacht dat de acceptatie zal zijn toegenomen wanneer over enkele jaren de eerste transgene aardappelen op de markt komen. Bovendien gaat men er vanuit dat introductie van transgene gewassen de acceptatie juist zal bevorderen.

Geen van de geïnterviewde aardappelveredelaars had een duidelijke oplossing voor het acceptatieprobleem. Als oplossingsrichting werd vaak genoemd de noodzaak van informatieverstrekking. De angst van het publiek voor biotechnologie zou mede voortkomen uit onwetendheid. De overheid zou meer aan voorlichting over biotechnologie moeten doen. Een andere taak van de overheid bij het bevorderen van de publieksacceptatie is het scheppen van duidelijke regelgeving inzake de veiligheid van genetische modificatie voor mens en milieu. Een van de veredelaars stelde dat de overheid sterker moet benadrukken dat met de huidige regelgeving de veiligheid van veldproeven is gegarandeerd.

Niet alleen de overheid maar ook de bedrijven zelf alsmede organisaties van het bedrijfsleven werken aan het bevorderen van publieksacceptatie. De aardappelveredelingsbedrijven zelf geven informatie over hun biotechnologie-activiteiten aan hun burens en aan de bij hen aangesloten akkerbouwers. Daarvoor worden informatie-avonden georganiseerd waarop de veredelaars vertellen waar ze mee bezig zijn, met welk doel en welke risico's daaraan verbonden zijn. Verschillende bedrijven hebben het Landbouwschap ingelicht over hun activiteiten, en afspraken gemaakt voor de afhandeling van schadeclaims bij eventuele calamiteiten. De meeste veredelaars benadrukken ook dat het belangrijk is om niet geheimzinnig te doen over het eigen onderzoek met transgene aardappelen. Hoe meer geheimzinnigheid, hoe meer achterdocht men wekt. Onder de organisaties van het bedrijfsleven zijn het vooral de Nederlandse Vereniging voor Zaaizaad en Plantgoed (NVZP) en de Nederlandse Industriële en Agrarische Biotechnologie Associatie (NIABA) die proberen het maatschappelijk draagvlak voor genetisch gemodificeerde gewassen te vergroten.

Op de vraag aan veredelaars of de consument wellicht onderscheid zal maken tussen specifieke toepassingen van genetische modificatie bij aardappelen werd verschillend gereageerd. Slechts één aardappelkweker antwoordde dat het benadrukken van het gunstige effect voor het milieu (minder bestrijdingsmiddelen bij verbeterde resistenties) de enige ingang is om het publiek te overtuigen. De anderen hadden daar geen duidelijk oordeel over, of zeiden dat het waarschijnlijk geen enkel verschil zal maken, omdat het algemene oordeel over biotechnologie reeds negatief is.

Hierin verschillen de aardappelveredelaars van de biotechnologie-bedrijven, die juist wel het milieu-aspect benadrukken ter bevordering van publieksacceptatie (zie 7.5). Het is ook opvallend dat de visie van aardappelveredelaars ten aanzien van publieksacceptatie afwijkt van de eerder genoemde bevindingen van Hamstra (1991). Zij constateerde immers dat produkten die een hoog gevalueerd doel bevorderen, bij introductie minder weerstand ondervinden.

Nauw gerelateerd aan de discussie rond het informeren van het publiek is de discussie rond het etiketteren van het gebruik van genetische modificatie bij teelt of bereiding van voedingsmiddelen. Consumentenorganisaties (maar ook milieu-organisaties) zijn voorstander van etikettering (Schuttelaar, 1992). Hun belangrijkste argument voor etikettering is dat de consument de keuzevrijheid moet hebben om te kunnen kiezen tussen produkten die wel en produkten die niet met behulp van genetische modificatie zijn gemaakt. De wens tot etikettering geldt vooral voor produkten die onderwerp zijn van maatschappelijke controversen. Etikettering moet overigens gezien worden als een onderdeel van het streven naar meer algemene en heldere informatie over produkten en produktiewijzen (Van Genderen et al., 1992).

Uit de interviews bleek dat bijna alle aardappelveredelaars en vertegenwoordigers van de aardappelverwerkende industrie tegenstanders zijn van verplichte etikettering. Zij vinden dat met etikettering ten onrechte de indruk wordt gewekt dat veredeling via genetische modificatie wezenlijk anders is dan conventionele veredeling. Bovendien vinden zij zo'n label overbodig, omdat de produkten van genetische modificatie die op de markt verschijnen aan alle door de overheid gestelde normen voldoen, en dus als veilig kunnen worden beschouwd. Uiteindelijk streven zij naar een situatie waarin genetische modificatie gewoon als één van de vele technieken in de landbouw wordt gezien. Of dit een haalbare strategie is, kan worden betwijfeld. Het publiek is immers jarenlang verteld dat biotechnologie juist spectaculaire nieuwe mogelijkheden biedt in onder andere de landbouw en voedselproductie. Ook de grote aandacht vanuit de overheid en het bedrijfsleven voor biotechnologie, bijvoorbeeld waar het gaat om subsidiëring van onderzoek, geeft aan dat het hier gaat om meer dan een kleine vervolgstap in het proces van veredeling.

7.7 Opties voor vergroten van publieksacceptatie

Voorstanders van de introductie van transgene gewassen zijn hard op zoek naar wegen om de maatschappelijke acceptatie van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten te vergroten. Voor een succesvolle toepassing van deze nieuwe technologie is een voldoende groot maatschappelijk draagvlak onontbeerlijk. Om dit maatschappelijk draagvlak te verkrijgen zijn verschillende activiteiten vereist. In de eerste plaats is informatie nodig. Daarbij gaat het om juiste en begrijpelijke informatie over de tech-

nologie, over regelgeving, over 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-organisaties en consumentenorganisaties als de meest betrouwbare bronnen van informatie over biotechnologie beschouwen. Voor andere informatiebronnen golden de volgende percentages: wetenschappers: 37%, dierenwelzijnorganisaties: 29%, overheid: 20%, religieuze organisaties: 10%, industrie: 6%, en politieke organisaties en vakbonden: 5% (Marlier, 1992: 100). Maatschappelijke organisaties als milieu- en consumentenorganisaties kunnen dus een grote invloed uitoefenen op de publieksacceptatie van genetisch gemodificeerde landbouwproducten.

De belangrijke rol die maatschappelijke organisaties spelen bij informatie-overdracht naar het brede publiek stelt de techniek-ontwikkelaars voor een extra uitdaging. In paragraaf 7.5 hebben we reeds opgemerkt dat er twee gescheiden communicatienetwerken bestaan inzake de beoordeling van genetisch gemodificeerde organismen (ggo's). In het ene netwerk zitten de technologie-ontwikkelaars (biotechnologiebedrijven, onderzoekers en delen van de overheid), in het andere netwerk de maatschappelijke organisaties. De communicatiekloof tussen deze twee netwerken zal overbrugd moeten worden, wil men een breed maatschappelijk draagvlak verkrijgen voor ggo's. Er staan de technologie-ontwikkelaars in principe twee wegen ter beschikking om te proberen de kloof te overbruggen. De eerste weg is die van voorlichting over technologie, regelgeving en risico's. Dit is grotendeels een éénrichtingsweg van technologie-ontwikkelaars naar maatschappelijke organisaties. De tweede weg is die van dialoog tussen de twee netwerken. Informatievoorziening langs de eerste weg zal waarschijnlijk niet leiden tot een groter maatschappelijk draagvlak voor toepassingen van ggo's omdat betrokkenen in de verschillende netwerken de introductie vanuit verschillende invalshoeken beoordelen. Een groter maatschappelijk draagvlak zou wel gecreëerd kunnen worden indien er een dialoog wordt opgezet tussen de betrokkenen van de twee verschillende netwerken (Sarink et al., 1991). Bij zo'n dialoog, die een proces van wisselwerking is, zouden maatschappelijke organisaties kunnen aangeven welke toepassingen men wel en welke men niet acceptabel vindt, en welke overwegingen men daarbij hanteert. Zo'n dialoog zou "ontwikkelaars een indicatie kunnen geven van het draagvlak van bepaalde toepassingen en maatschappelijke groepen de mogelijkheid geven hun betrokkenheid bij de problematiek in een constructieve vorm te gieten" (Sarink et al., 1991: 26).

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. Overigens moet de dialoog niet opgezet worden om de acceptatie te verbeteren, maar om het begrip van en voor genetische modificatie te vergroten. "The goals of this dialogue should not be public acceptance but public understanding, not the application of biotechnology but developing responsible decisions regarding biotechnology applications which are compatible with community goals and values" (Lacy et al., 1991: 160).

7.8 Conclusies

Uit studies over de publieksacceptatie van toepassingen van genetische modificatie komt naar voren dat het onderzoek aan transgene planten redelijk positief wordt beoordeeld. Dit betekent dat een introductie van transgene aardappelen (op termijn) mogelijk is. Publieksacceptatie komt echter niet automatisch en vanzelfsprekend tot stand. Vooralsnog is de consument terughoudend in de acceptatie van genetisch gemodificeerde landbouwproducten. Deze afwachtende houding is vooral gebaseerd op onzekerheid omtrent de voedselveiligheid en de effecten voor het milieu.

Wat betreft de voedselveiligheid moet de consument de verzekering krijgen dat het consumeren van voedingsmiddelen die met behulp van genetische modificatie zijn geproduceerd veilig is. Dit is vooral een taak van de overheid. Beoordelingscriteria worden echter in samenspraak met het bedrijfsleven en de maatschappelijke organisaties opgesteld.

Het tweede hoofdaspect bij de publieksacceptatie (het effect op het milieu) is veel minder eenduidig. Vooral lange-termijneffecten zijn vaak moeilijk aan te geven. Daarbij komt dat transgene aardappelen zowel positieve als negatieve milieu-effecten met zich mee kunnen brengen. Er zal een afweging moeten worden gemaakt tussen voor- en nadelen en tussen lange- en korte-termijneffecten, door techniek-ontwikkelaars en maatschappelijke organisaties gezamenlijk. Uit een EG-studie bleek dat deze laatste voor de meeste mensen de belangrijkste bron van informatie over (de effecten van) genetische modificatie zijn.

Verschillende studies concluderen dat publieksacceptatie van genetische modificatie alleen bereikt kan worden via een dialoog tussen techniek-ontwikkelaars en maatschappelijke organisaties. Techniek-ontwikkelaars geven daarbij aan wat technisch en economisch haalbaar is, en maatschappelijke organisaties kunnen daarin aangeven welke toepassingen maatschappelijk acceptabel en wenselijk zijn.

Deze constatering heeft ook gevolgen voor de perspectieven voor acceptatie van transgene aardappelen. De ontwikkelaars en

toepassers van transgene aardappelen zullen in dialoog moeten treden met consumentenorganisaties en met milieu-organisaties. Zo'n dialoog is een voorwaarde voor het verkrijgen van een voldoende maatschappelijk draagvlak voor een succesvolle introductie van transgene aardappelen.

8. CONCLUSIES

8.1 Inleiding

Het onderzoek naar genetische modificatie bij aardappelen is reeds ver gevorderd. De aardappel is een plant die zich relatief eenvoudig laat gebruiken in het biotechnologisch onderzoek. Er is wereldwijd veel kennis op dit terrein ontwikkeld, en er zijn reeds honderden veldexperimenten uitgevoerd met transgene aardappelen. Ook in Nederland is veel kennis van genetische modificatie van aardappelen aanwezig, en ook hier zijn/worden tientallen veldproeven uitgevoerd. De ontwikkeling van transgene aardappelen krijgt in het Nederlands landbouwkundig onderzoek ruime aandacht. Aardappelen zijn voor Nederland immers een belangrijk gewas. Dit blijkt onder andere uit het gegeven dat Nederland de grootste aardappelexporteur ter wereld is, dat Nederland een grote concentratie van aardappelonderzoekers kent, en dat het systeem van pootaardappelselectie en -teelt internationaal vooraanstaand is. Vanuit de aardappelveredeling bestaat er zeer grote belangstelling voor de nieuwe mogelijkheden die genetische modificatie van aardappelen biedt.

Gezien de technische mogelijkheden en de vorderingen in het onderzoek mogen binnen een aantal jaren de eerste transgene aardappelen op de markt worden verwacht. Er bestaat echter nog veel onduidelijkheid over de termijn van commerciële toepassing en over de mogelijke effecten. Daarnaast is al gebleken dat de acceptatie van genetisch gemodificeerde landbouwgewassen moeilijk verloopt. Omdat de aardappel een van de eerste transgene gewassen in de Nederlandse landbouw zal zijn, zal ook de discussie over (voorwaarden voor) acceptatie zich in eerste instantie op dit gewas concentreren. Die discussie gaat vooral over de mogelijke milieu-effecten, over de veiligheid voor de consument, en over mogelijke sociaal-economische effecten.

Dit rapport wil een bijdrage leveren aan die discussie door aan te geven aan welke toepassingen van genetisch gemodificeerde aardappelen in het onderzoek wordt gewerkt, in welke institutionele en economische context die transgene aardappelen worden ontwikkeld en mogelijk worden toegepast, en hoe verschillende betrokken partijen over deze ontwikkeling denken. De in dit rapport gepresenteerde informatie is voor een groot deel verzameld via interviews met betrokkenen uit de aardappelketen (onderzoekers, veredelaars, telers, handelaren en industrie) en met vertegenwoordigers van enkele maatschappelijke organisaties. Omdat het uiteindelijk de aardappelveredelingsbedrijven zijn die wel of niet transgene aardappelrassen op de markt brengen, gaat de meeste aandacht in dit rapport uit naar de activiteiten en visies van deze actoren.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies uit het onderzoek op een rijtje gezet. Eerst worden de dominante trends in de aardappelketen geschetst (8.2). De ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen vindt immers plaats in interactie met deze trends. Daarna wordt in 8.3 concreet ingegaan op de ontwikkeling van transgene aardappelen: wie ontwikkelt wat en om welke redenen. Tenslotte worden in 8.4 de barrières en perspectieven van de publieksacceptatie van transgene aardappelen besproken.

8.2 Dominante trends in de aardappelketen

De activiteiten van de veredelingsbedrijven zijn gericht op het ontwikkelen en commercialiseren van steeds betere aardappelrassen. De veredelaar moet daarbij rekening houden met de wensen van zowel de teler als de afnemer van aardappelen. Voor de teler zijn vooral de landbouwkundige kwaliteiten, zoals bijvoorbeeld ziekteresistentie, van belang. Afhankelijk van de bestemming worden door afnemers verschillende eisen gesteld aan de kwaliteit van de aardappel. Voor de consument van tafelaardappelen gaat het onder andere om smaak, kookeigenschappen en uiterlijk. Voor de industrie zijn de bewaareigenschappen en de geschiktheid voor industriële verwerking van groot belang.

De veredelaar speelt in op huidige én toekomstige trends in de teelt, de handel, de verwerking en de consumptie van aardappelen. Economisch belangrijke veranderingen in de andere schakels zijn mede bepalend voor de introductie van genetische modificatie in de aardappelveredeling. In hoeverre veredelaars op nieuwe trends kunnen inspelen is afhankelijk van hun innoverend vermogen. Hoewel een beoordeling van de innovatiecapaciteit moeilijk te geven is, kan wel geconstateerd worden dat veredelaars hun investeringen in R&D de laatste jaren hebben opgevoerd. De reden daarvoor lag vooral in de gewijzigde verhouding tussen onderzoeksinstituten van de overheid en de veredelingsbedrijven. Waar vroeger de overheidsinstituten al het veredelingsonderzoek voor hun rekening namen, en de veredelingsbedrijven van kant en klare geniteurs voorzagen, moeten de veredelaars nu een veel groter deel van het gehele veredelingstraject voor eigen rekening nemen. De onderzoeksinstituten leggen zich veel meer toe op het ontwikkelen van veredelingsstechnieken, en het onder contract uitvoeren van specifieke onderzoeksprojecten. De relaties tussen de onderzoeksinstituten en de veredelingsbedrijven is daarmee veel zakelijker en minder open geworden. De grotere investeringen in eigen onderzoek heeft er ook toe geleid dat er tussen de veredelingsbedrijven onderling meer geheimhouding en minder samenwerking is dan voorheen. De vraag blijft staan wat de grotere concurrentie en de afgenomen samenwerking voor consequenties heeft voor het innovatieve karakter en de concurrentiekracht van de Nederlandse aardappelveredeling als geheel.

In de aardappelteelt vormt het milieuvraagstuk een belangrijk knelpunt. De overheid wil het verbruik van chemische bestrijdingsmiddelen terugdringen, en heeft daartoe maatregelen genomen. In het jaar 2000 moet het verbruik in de gehele akkerbouw met 60% zijn verminderd. Op de korte termijn moet deze reductie vooral via het invoeren van geïntegreerde teelt worden bereikt. Een van maatregelen van geïntegreerde teelt is een grote inzet van resistente rassen. Op de middellange-termijn zouden transgene aardappelen met verbeterde resistentie een belangrijke rol kunnen spelen. De vraag is dan hoe transgene rassen in de geïntegreerde teelt ingepast kunnen worden.

In de handel in pootaardappelen en consumptie-aardappelen is de enorme export een belangrijk gegeven. Van alle pootaardappelen wordt 70 procent geëxporteerd, en van alle consumptie-aardappelen is dit 65 procent. Consumptie-aardappelen worden voor het grootste deel (60%) in de vorm van aardappelprodukten uitgevoerd. Terwijl de uitgevoerde hoeveelheid verse consumptie-aardappelen de laatste jaren vrij stabiel is, neemt de export van aardappelprodukten nog steeds toe. In 1991 had de export hiervan een waarde van 1,3 miljard gulden. De omvangrijke export betekent voor de introductie van transgene aardappelen dat niet alleen de wensen van de Nederlandse maar ook van de buitenlandse afnemers en consumenten in acht moet worden genomen.

Horizontale en verticale integratie kenmerken de huidige structurele veranderingen in de aardappelketen. Concentratie (of horizontale integratie) van bedrijven en activiteiten is vooral zichtbaar in de veredeling en de handel. De verwachting is dat het huidige aantal van negen gecombineerde veredelings- en handelsbedrijven via fusies of overnames zal worden teruggebracht tot vijf. Verticale integratie blijkt uit een betere afstemming van activiteiten in de verschillende schakels van de keten. Veredelingsbedrijven die nieuwe rassen op de markt brengen binden de telers aan zich via contractteelt en via adviezen voor teelt en bewaring. Daarnaast hebben zij het exclusieve verhandelingsrecht voor de aardappelen van die rassen. De betrokkenheid van meer stroomafwaarts gelegen actoren, zoals de verwerkende industrie en het grootwinkelbedrijf, bij veredeling, teelt en bewaring blijkt onder andere uit de initiatieven voor Integrale Ketenbeheersing (IKB). Een voorbeeld daarvan zijn de voorwaarden voor geregistreerde teelt die Albert Heijn stelt aan zijn toeleveranciers.

Het belang van de verwerkende industrie in de gehele keten is de laatste jaren flink toegenomen. Het aandeel consumptie-aardappelen dat industrieel wordt verwerkt is de laatste jaren aanzienlijk gegroeid, en zal ook in de toekomst waarschijnlijk verder groeien. Momenteel wordt van alle consumptie-aardappelen de helft verwerkt tot aardappelprodukten. Een andere verklaring voor de toegenomen dominantie van de industriële verwerkers is hun omvang. Met name de twee grootste bedrijven in Nederland, McCain en Aviko, behoren tot de grootste aardappelverwerkers van Europa. Als schakel tussen de aardappeltelers en de uiteindelijke consument nemen zij een steeds belangrijkere positie in.

De ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen versterkt het proces van horizontale en verticale integratie. Concentratie van bedrijven mag worden verwacht omdat de omvangrijke investeringen in biotechnologisch onderzoek, die veredelingsbedrijven nodig achten om hun concurrentiepositie te behouden, alleen door grote bedrijven kunnen worden opgebracht. Verticale integratie wordt bevorderd doordat biotechnologische innovatie alleen succesvol kunnen worden toegepast indien de afnemers (industrie, detailhandel, consument) daarmee instemmen. Omdat de consument steeds meer nadruk legt op kwaliteit, zowel van het produkt als van het produktieprocessen, zullen ook transgene aardappelen een kwalitatieve verbetering moeten inhouden.

8.3 Genetische modificatie in de aardappelveredeling

Bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen spelen drie partijen een hoofdrol: onderzoeksinstellingen van de overheid, nieuwe biotechnologiebedrijven en aardappelveredelingsbedrijven. Het zijn de onderzoeksinstellingen, zoals het CPRO-DLO en het IVP, en de nieuwe biotechnologiebedrijven, zoals Keygene, PGS en MOGEN, die de transgene aardappelen ontwikkelen. Omdat deze instellingen en bedrijven hebben laten zien dat het mogelijk is transgene aardappelen te ontwikkelen en omdat zij deze technologie ook willen commercialiseren, kunnen ze gezien worden als de "technology push" voor genetisch gemodificeerde aardappelen. Deze bedrijven en instellingen leveren nieuwe verdelingstechnieken, nieuwe genen of kant en klare transgene aardappelen aan de veredelaars.

Veredelingsbedrijven vormen de spil bij de commerciële introductie van transgene aardappelrassen. Enerzijds zijn zij de klanten van de onderzoeksinstituten en de biotechnologiebedrijven, anderzijds leveren zij produkten voor de teelt, de handel en de verwerking. Veredelaars hebben grote belangstelling voor de mogelijkheden van genetische modificatie in de aardappelveredeling. Ten eerste omdat daarmee het veredelingsproces, dat normaal zo'n 12 jaar duurt, kan worden versneld. Ten tweede is men hard op zoek naar alternatieven voor het huidige omvangrijke verbruik van gewasbeschermingsmiddelen. Verbeterde resistentie tegen ziekten en plagen heeft de hoogste prioriteit in de aardappelveredeling. Ten derde neemt de internationale concurrentie op de aardappelmarkt toe, en hoopt men met de introductie van verbeterde en nieuwe eigenschappen de concurrentiepositie te behouden dan wel te versterken. Veredelaars kunnen gezien worden als de "demand pull" voor genetisch gemodificeerde aardappelen.

Voor alle belangrijke ziekten en plagen in de aardappelteelt wordt in Nederland onderzoek gedaan naar verbeterde resistentie via genetisch modificatie. Het verst gevorderd is het onderzoek van MOGEN met transgene aardappelen die een verbeterde resistentie tegen aardappelvirus-X (PVX) hebben. Deze aardappelen ondergaan momenteel cultuur- en gebruikswaarde-onderzoek, om opgenomen

te kunnen worden op de Rassenlijst van Landbouwgewassen. PVX is echter in de Nederlandse aardappelteelt geen belangrijk probleem. De belangstelling van aardappelveredelaars voor deze toepassing van genetische modificatie is dan ook zeer gering. Wellicht dat er in het buitenland meer belangstelling voor bestaat. Voor de grootste problemen in Nederlandse aardappelteelt, namelijk aardappelmoetheid en *Phytophthora*, bestaan nog geen transgene aardappelen met verbeterde resistentie. Voor aardappelmoetheid is dit zeker nog toekomstmuziek. Voor aardappelziekte is de situatie onduidelijk. De meeste bronnen melden dat dit een dermate ingewikkeld probleem is dat transgene aardappelen alleen in de verre toekomst een mogelijke oplossing kunnen bieden. Daarentegen worden er reeds veldproeven uitgevoerd met transgene aardappelen waarvan men verwacht dat ze een betere weerstand tegen *Phytophthora* hebben. Indien deze proeven succes hebben, dan kunnen aan het eind van de jaren negentig dergelijke transgene aardappelen op de markt verwacht worden. Andere transgene aardappelen waarmee veldproeven zijn of worden uitgevoerd hebben een verbeterde resistentie tegen insecten of tegen bacteriën. Daarnaast zijn er ook aardappelen ontwikkeld die een ingebouwde herbicide-resistentie hebben. Er zijn echter voor Nederland geen veldproeven ten behoeve van landbouwkundig gebruik van dergelijke transgene aardappelen bekend.

Naast de verbeterde bescherming tegen ziekten en plagen worden ook transgene aardappelen ontwikkeld die verbeterde bewaar- of verwerkingseigenschappen hebben. Het verst gevorderd is het onderzoek van aardappelweker KARNA met amylose-vrije aardappelen. Hiermee zijn in 1992 de eerste veldproeven gedaan. Zetmeel-industrie AVEBE (het moederbedrijf van KARNA) is geïnteresseerd in een amylose-vrije aardappel omdat een zetmeelprodukt met honderd procent amylopectine nieuwe afzetmogelijkheden biedt. AVEBE verwacht dat deze aardappel over circa vijf jaar op de markt zal verschijnen. Ander onderzoek richt zich op een transgene aardappel met een verminderde stootblauwgevoeligheid, waardoor minder uitval door beschadigingen optreedt. Vooral in de verwerkende industrie zijn de stootplekken, herkenbaar door de blauwe verkleuringen, ongewenst. Ook voor de verwerkende industrie is het probleem van reducerende suikers van groot belang. Deze suikers vormen zich bij een lage bewaartemperatuur, nodig om kiemvorming tegen te gaan. Transgene aardappelen die hiervoor een oplossing kunnen bieden zijn reeds in het buitenland ontwikkeld.

Samenvattend kan gesteld worden dat veel onderzoek gaande is naar verschillende toepassingen van genetisch gemodificeerde aardappelen. De eerste commerciële introducties worden binnen een termijn van enkele jaren verwacht. Op basis van de stand van de techniek mag verwacht worden dat aan het eind van de jaren negentig transgene aardappelen reeds op grote schaal worden geteeld.

8.4 Barrières en perspectieven van transgene aardappelen

Naast aardappelveredelaars kijken ook telers, handelaren, industriële verwerkers met grote interesse naar de ontwikkeling van genetisch gemodificeerde aardappelen. Daarnaast volgen ook maatschappelijke organisaties, zoals milieu- en consumentenorganisaties, de ontwikkelingen in het onderzoek. Een groot deel van de discussie rond de effecten en - daarmee - de wenselijkheid van genetische modificatie richt zich op transgene aardappelen.

Of transgene aardappelen met verbeterde bescherming tegen ziekten en plagen of met verbeterde bewaar- en verwerkingseigenschappen ook werkelijk in Nederland geteeld zullen worden hangt af van een groot aantal maatschappelijke factoren. In de eerste plaats spelen economische overwegingen een belangrijke rol. Voor de teler moet de transgene aardappel duidelijk economisch voordeliger bieden boven zijn niet-gemodificeerde soortgenoot. Dat betekent dat de kosten van aanschaf en/of gebruik lager moeten zijn of dat de opbrengsten hoger moeten zijn. Voor de toepassingen die zich richten op verbeterde resistentie mag verwacht worden dat het verbruik en daarmee de kosten van bestrijdingsmiddelen lager zullen liggen. In welke mate het verbruik en de kosten van bestrijdingsmiddelen zullen dalen, is op dit moment moeilijk aan te geven. Daarvoor is de introductie van transgene aardappelen nog met teveel onzekerheden omgeven.

Een tweede aspect dat een rol speelt bij de acceptatie is de balans tussen de risico's en de voordelen verbonden aan het gebruik van transgene aardappelrassen. Dit geldt met name voor de milieu-effecten. De effecten op langere termijn van het gebruik van transgene aardappelrassen zijn moeilijk in te schatten. Daarom pleiten verschillende maatschappelijke organisaties (voorlopig) voor een terughoudendheid bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen. Daarentegen kan het verbruik van milieubelastende bestrijdingsmiddelen teruggedrongen worden indien de transgene aardappelen een betere resistentie tegen ziekten en plagen bezitten. Tegenstanders van de inzet van transgene aardappelen stellen dat verminderde inzet van bestrijdingsmiddelen ook via andere wegen kan worden bereikt. Zeker voor de korte termijn hebben zij gelijk, gezien de mogelijkheden van geïntegreerde teelt. Voor de middellange termijn (na het jaar 2000) is dit moeilijk in te schatten, terwijl dit juist de termijn is waarop de transgene aardappelrassen beschikbaar komen. Een verschil van mening ten aanzien van de wenselijkheid van transgene aardappelen komt meestal neer op een verschil in beoordeling van mogelijke voordelen en risico's. Voorstanders benadrukken de voordelen, tegenstanders benadrukken de risico's. Daarbij speelt uiteraard ook de vraag aan wie de voor- en nadelen zullen toevallen.

Een derde aspect dat een belangrijke rol speelt bij de acceptatie van transgene aardappelen is de produktveiligheid. Consumenten willen de garantie hebben dat transgene aardappelen en produkten daarvan net zo veilig zijn als, of bij voorkeur nog veiliger dan, conventionele aardappelen. Over de beoordeling van

de veiligheid van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten wordt momenteel intensief overleg gevoerd tussen het bedrijfsleven, de overheid (nationaal en EG) en de consumentenorganisaties.

Waarschijnlijk van doorslaggevend belang voor de acceptatie van transgene aardappelen is het onderscheid dat gemaakt wordt tussen de verschillende toepassingen. De ene toepassing wordt veel positiever (of minder negatief) beoordeeld dan de andere. Een transgene aardappel met resistentie tegen *Phytophthora* krijgt zowel bij vertegenwoordigers uit de aardappelsector als bij maatschappelijke organisaties een veel hogere waardering dan een transgene aardappel met herbicide-resistentie.

Voor de publieksacceptatie van transgene aardappelen kan hieruit de conclusie worden getrokken dat biotechnologiebedrijven en aardappelveredelingsbedrijven zich moeten richten op die toepassingen die de minste weerstand oproepen, terwijl men de toepassingen die grote weerstand oproepen achterwege zou moeten laten.

Uit de interviews is naar voren gekomen dat de meeste aardappelveredelaars hun activiteiten afstemmen op de wensen van de directe afnemers (telers, handel, industrie) en slechts indirect de wensen van de consument laten doorwerken. Er bestaat ook geen georganiseerd overleg tussen veredelingsbedrijven en consumentenorganisaties. Gezien de voortgaande integratie in de produktieketen, de sterkere positie van de consument en de moeizame acceptatie van genetisch gemodificeerde gewassen, zullen veredelaars alleen in een intensieve dialoog met maatschappelijke organisaties een maatschappelijke draagvlak voor de introductie van transgene aardappelen kunnen vinden.

9. SLOTBESCHOUWING EN AANBEVELINGEN

9.1 Beschouwing van aanpak en resultaten

Dit rapport is onderdeel van een proces van Technology Assessment (TA) van genetische modificatie in de landbouw. Bij TA gaat het om het onderzoek naar de effecten van nieuwe technologieën en het inbrengen van de bevindingen van dat onderzoek in de besluitvorming rond die nieuwe technologieën. Een volledig TA-proces bestaat uit de volgende zes stappen (Bijman, 1992a):

- probleemdefiniëring;
- analyse van technologische ontwikkeling;
- analyse van effecten;
- analyse van besluitvorming;
- discussie over resultaten van analyses;
- opstellen van scenario's en/of opties.

Een volledig TA-proces is een omvangrijk en langdurig geheel. Vaak worden bij aanvang (dus in de fase van probleemdefiniëring) keuzes gemaakt ten aanzien van de omvang en invulling van de verschillende stappen. Soms worden alleen analyses gemaakt en wordt de discussie achterwege gelaten of alleen intern (bij de opdrachtgever) gevoerd. Soms worden slechts enkele effecten geanalyseerd, en blijft ook de discussie noodzakelijkerwijs beperkt. Dit hoeft overigens geen probleem te zijn, zolang de betrokkenen er zich van bewust zijn dat men met een beperkt TA-proces bezig is. Ook voor deze studie naar transgene aardappelen was vanaf het begin duidelijk dat er keuzes moesten worden gemaakt. Deze keuzes betroffen vooral de te verzamelen en te analyseren informatie.

De technologische ontwikkeling zelf (stap 2) komt in dit rapport uitgebreid aan de orde. Daarbij wordt zowel aandacht besteed aan de technisch kant (wat is er mogelijk en hoever is het onderzoek gevorderd) als aan de organisatorische kant (wie is ermee bezig, en met welke doelstellingen). Hoewel in dit rapport vooral de ontwikkelingen in Nederland worden beschreven, geeft het toch een redelijk beeld van de stand van de technologische ontwikkeling internationaal, omdat Nederland op het terrein van aardappelonderzoek vooraanstaand is. Wat onderbelicht is gebleven, is de omvang van de buitenlandse investeringen in onderzoek naar transgene aardappelen, de belangrijkste buitenlandse actoren en hun motieven dan wel belangen.

Onder de kop "analyse van effecten" (stap 2) vallen economisch effecten, milieu-effecten, maar ook sociale en politieke effecten. Baumgardt en Martin (1991) geven een overzicht van de maatschappelijke aspecten rond landbouwbiotechnologie: sociaal-economische effecten, effecten voor gebruik van landbouwproducten in de voedingsmiddelenindustrie en in non-food toepassingen, voedselveiligheid, milieu-effecten, regulering van onderzoek en toelating, versterking van intellectueel eigendomsrechten, effec-

ten op internationale handel en ontwikkelingslanden, ethische aspecten, en de publiekshouding. Een aantal van deze aspecten worden in het rapport op meer of minder uitgebreide wijze besproken. Hoofdstuk 6 behandelt de economische aspecten, inclusief een discussie over versterking van het intellectueel eigendom. Hoofdstuk 7 behandelt de publiekshouding, waarbij ook aandacht wordt besteed aan de veiligheidsdiscussie en de milieu-effecten. Zaken die buiten beschouwing zijn gelaten, zijn effecten op internationale handel en ontwikkelingslanden, ethische aspecten en regulering van onderzoek en toelating.

De besluitvorming rond de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen (stap 4) is slechts gedeeltelijk geanalyseerd. Er wordt in het rapport geen overzicht gegeven van de besluitvormingsfora die bij de technologische ontwikkeling een rol spelen, en de positie van verschillende betrokkenen daarin. Daarentegen is wel geïnventariseerd wie de belangrijkste actoren zijn in de ontwikkeling van transgene aardappelen (biotechnologiebedrijven, onderzoekers en veredelaars), wie tevens een rol spelen bij de introductie (telers, handelaren, industrie), en wie slechts indirect een rol spelen (overheid, consumenten- andere maatschappelijke organisaties. Daarbij is aangegeven wie in de keten als geheel sleutelposities innemen.

De informatie in dit rapport is gebaseerd op literatuurstudie en op interviews. In deze interviews is ook gevraagd naar de mening van de (direct en indirect) betrokkenen over specifieke toepassingen en over mogelijke effecten. Daarmee is reeds een begin gemaakt met activiteiten die onder stap 5 vallen, namelijk discussie over resultaten van analyses. Met de afronding van dit rapport kan nu ook formeel overgestapt worden naar de volgende fasen in een TA-proces.

9.2 Aanbevelingen voor vervolgactiviteiten en vervolgonderzoek

Vervolgactiviteiten zijn in de eerste plaats de volgende stappen in het TA-proces: "discussie over resultaten van analyses" en "opstellen van scenario's en/of opties". De informatie uit dit rapport dient ingebracht te worden in discussies tussen betrokkenen. Maar ook informatie uit andere relevante TA-studies kan daarbij van nut zijn, vooral over die aspecten waaraan in deze studie weinig of geen aandacht is besteed. De betrokkenen die in deze discussies zouden moeten deelnemen, zijn de actoren uit alle schakels van de aardappelketen, alsmede de overheid.

Het bespreken van de informatie uit dit rapport door betrokkenen voldoet tevens aan de wens een dialoog op te zetten tussen voorstanders en critici van genetisch gemodificeerde aardappelen. Deze dialoog is nodig om een maatschappelijk draagvlak voor de introductie van transgene aardappelen te verkrijgen. In zo'n dialoog dienen ook maatschappelijke organisaties die niet direct in de aardappelketen vertegenwoordigd zijn, zoals milieu-organisaties, betrokken te worden. Zo'n dialoog kan via informele weg

worden georganiseerd, maar ook worden geïnstitutionaliseerd. Het is vooral een taak van de overheid om deze dialoog te organiseren en te faciliteren.

Het opstellen van scenario's en/of opties kan gedaan worden nadat de betrokkenen de verschillende issues hebben besproken, en visies, meningen en verwachtingen zijn geïnventariseerd. Men kan daarbij denken aan een scenario waarin wel een dialoog tussen betrokkenen tot stand komt, en een waar partijen tegenover elkaar blijven staan. Ook kan men strenge of minder strenge toelatings-eisen als uitgangspunt voor verschillende toekomstpaden nemen. Het opstellen van opties is meer gebonden aan bepaalde actoren. In feite gaat het daarbij om opties voor het strategisch technologiebeleid van actoren. Het onderhavige onderzoeksproject is vooral bedoeld om consumentenorganisaties meer inzicht te geven in de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen. Op basis van de hier gepresenteerde informatie alsmede de reactie daarop van verschillende betrokkenen, kunnen verschillende opties voor het strategisch technologiebeleid van consumentenorganisaties worden opgesteld.

Uit de bespreking (in 9.1) van de aanpak van het onderzoek werd duidelijk welke aspecten wel en welke niet zijn onderzocht. Op basis van dit overzicht kan men conclusies trekken over mogelijk vervolgonderzoek. Verschillende opties voor vervolgonderzoek worden hieronder opgesomd en toegelicht. Daarbij is een onderscheid gemaakt voor onderzoek dat een direct vervolg is op de deelstudie genetisch gemodificeerde aardappelen, en onderzoek dat genetisch gemodificeerde landbouwprodukten in het algemeen tot onderwerp heeft.

A. Onderzoek betreffende genetisch gemodificeerde aardappelen:

- Onderzoek naar de exacte economische effecten van transgene aardappelen zodra deze op de markt verschijnen of althans wanneer meer bekend is over de prijs en de teelt-technische eigenschappen.
- Onderzoek naar de belangrijkste buitenlandse actoren betrokken bij de ontwikkeling en introductie van transgene aardappelen. Vooral activiteiten van multinationale aardappelverwerkende bedrijven, zoals McCain, Frito-Lay, MacDonalds, etc. lijken een interessante invalshoek.
- Onderzoek naar de verdere integratie in de Nederlands aardappelketen. De aandacht zou vooral uit moeten gaan naar de relatie tussen veredelingsbedrijven en industriële verwerkers, omdat zij de machtigste actoren (zullen) zijn in de keten.

B. Onderzoek betreffende transgene landbouwprodukten algemeen:

- Onderzoek naar de formele en informele besluitvorming rond de ontwikkeling en introductie van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten, met aandacht voor de rol en positie van verschillende betrokkenen daarin. Ten behoeve van consumentenorganisaties zou gekeken kunnen worden waar zij wel en waar zij niet in de besluitvorming betrokken zijn,

en welke rol zij in deze fora spelen. Daarbij gaat het zowel om besluitvormingsfora inzake overheidsregulering als wel fora binnen de sector of keten (bijvoorbeeld overleg voor onderzoekcoördinatie).

- Onderzoek naar de economische effecten van strengere toetsen voor de veiligheid voor milieu en consument. De aanvullende eisen die aan transgene gewassen worden gesteld, zowel wat betreft de milieu-veiligheid als de consumptieveiligheid, brengen extra kosten met zich voor diegene die deze gewassen op de markt wil brengen. Hoeveel extra kosten? Wat betekent dit voor de innovatie in de veredeling?
- Onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen van de integratie van verschillende toelatingsprocedures: rassen-toelating, milieuveiligheidstoets consumptieveiligheidstoets. Transgene landbouwprodukten zullen drie verschillende toelatingsprocedures moeten ondergaan. Wellicht kunnen deze meer op elkaar worden afgestemd, of zelfs volledig worden geïntegreerd. Is dat mogelijk? Wat zijn daarvan de voor- en nadelen?
- Onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen van integratie tussen genetisch gemodificeerde gewassen en geïntegreerde teeltmethoden.

LITERATUUR

Adviescommissie Perspectieven voor de Agrarische Sector in Nederland

Om Schone Zakelijkheid. Perspectieven voor de agrarische ontwikkeling in Nederland

Den Haag, Landbouwschap, 1989

Baggerman, T., en M.D. Hack

Consumentenonderzoek naar biologische produkten. Hoe het marktaandeel vergroot kan worden

Den Haag, LEI-DLO/SWOKA, 1992

Baumgardt, Bill R., and Marshall A. Martin (eds.)

Agricultural Biotechnology. Issues and Choices. Information for Decision Makers

West Lafayette (Indiana), Purdue University Agricultural Experimentation Station, 1991

Belder, E. den, et al.

"Mogelijkheden tot bestrijding van nematoden met behulp van micro-organismen en hun genprodukten", in: PcLB, Tweede Symposium Landbouw-biotechnologie (Ede, 28 januari 1992), blz. 34/35, 1992

BGA

Jaarverslag 1991

Den Haag, Bedrijfschap voor de Groothandel en tussenpersonen in Aardappelen, 1992

Bonnier, F.J.M., en Th. Kramer

Perspectieven van waardplantresistentie voor het terugdringen van het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen in de akker- en tuinbouw. Een inventarisatie van de perspectieven en knelpunten voor het gebruik van waardplantresistentie

Wageningen, CPRO-DLO, 1991

Bijloo, J.D., en J.P.Th. Hermsen

De positie van het Nederlands aardappelveredelingsbedrijfsleven in relatie tot moderne biotechnologische ontwikkelingen

Nederlandse Aardappel Associatie, 1989

Bijman, W.J.

Technology Assessment voor de landbouw; een verkenning

Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1992a

Bijman, W. Jos

"Will herbicide-tolerant crops be tolerated?"

Biotechnology and Development Monitor, nr. 13, December 1992,
1992b

Cornelisse, B.J.C., en P.J.M. van den Elzen

"De eerste veldtests met genetisch gemodificeerde planten in Nederland"

Biotechnologie in Nederland, 1989/1, blz. 15/16, 1989

CPRO-DLO

67e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1992

Wageningen, CPRO-DLO, 1991

Dekkers, J.J., H.C. van der Plas & D.H. Vuijk (eds.)

Agricultural biotechnology in focus in the Netherlands

Wageningen, Pudoc, 1990

Dellaert, L.M.W., et al.

"Resistente aardappelrassen helpen op het milieu te passen", in:
Haverkort et al., 1989, blz. 25-34, 1989

Destefano-Beltran, Luis, et al.

"Enhancing Bacterial and Fungal Disease Resistance in Plants:
Application to Potato", in: Vayda and Park (eds.), pp. 205-221,
1990

Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

DLO onderzoekspan 1992. Deel 2

Wageningen, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij,
Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 1992

Dijk, Gert van, and Chris Mackel

"Dutch agriculture seeking for market leader strategies"

European Review of Agricultural Economics, 18 (1991), pp. 345-
364, 1991

Edwards, Glyn A., et al.

"Pea lectin is correctly processed, stable and active in leaves
of transgenic potato plants"

Plant Molecular Biology, vol. 17, pp. 89-100, 1991

Enzing, C.M.

Biotechnologie Bedrijven in Nederland. De invloed van nieuwe ontwikkelingen op de R&D- en productiefuncties en de betekenis voor opleiding en scholing

Apeldoorn, Studiecentrum voor Technologie en Beleid-TNO, 1991

- Evenhuis, A., en J.C. Zadoks
Mogelijke gevaren van transgene planten voor wilde planten. Een bijdrage tot de risico-analyse
Wageningen, Vakgroep Fytopathologie Landbouw Universiteit, 1990
- Eijndhoven, José van
Verbreiding van besluitvorming over wetenschap en technologie. Een schets van het probleemgebied en aanzetten tot een onderzoeksbenadering
Den Haag, NOTA, 1987
- Florack, D.E.A., et al.
"Synthetic hordothionin genes as tools for bacterial disease resistance breeding", in: Dekkers et al., 1990, blz. 39-48, 1990
- Fraley, Robert
"Sustaining the food supply", Bio/Technology, vol. 10, January, pp. 40-43, 1992
- Fuglie, K, H. Ben Salah, M. Essamet, A. Ben Temine, A. Rahmouni
The Development and Adoption of Integrated Pest Management of the Potato Tuber Moth, *Phthorimaea Operculella* (Zeller) in Tunesia, Lima: International Potato Center, 1991
- Gatehouse, A.M.R., V.A. Hilder, and D. Boulter (eds.)
Plant Genetic Manipulation for Crop Protection
Wallingford: CAB International, 1992
- Genderen, Arie van, Huib de Vriend, Ton Rullmann
Besluitvorming t.a.v. de toelating van levensmiddelen m.b.v. genetische modificatie (discussiestuk)
Den Haag: Stichting Consument & Biotechnologie, 1992
- Goldburg, Rebecca, et al.
Biotechnology's Bitter Harvest. Herbicide-Tolerant Crops and the Threat to Sustainable Agriculture
Biotechnology Working Group, USA, 1990
- Gommers, Fred J., et al.
"Optimalisering van de detectie van plantepathogenen met behulp van monoclonale antilichamen en op basis van nucleinezuurpolymorfismen", in: PclB, Tweede Symposium Landbouwbiotechnologie, blz. 36/37, 1992
- Hamstra, Anneke M., en Marijke H. 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
- Hak, Piet, en Arjen Kristiaan
"Lange bewaring van aardappelen voor industriële verwerking", in:
Aardappelwereld, augustus 1991, blz. 27-29, 1991
- Haverkort, A.J., C.D. van Loon en J. Vos (red.)
Schone aardappelen op goede gronden; symposium ter gelegenheid
van het afscheid van dr.ir. D.E. van der Zaag
Wageningen: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij,
Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 1989
- Herd, R.W.
"Perspectives on agricultural biotechnology research for small
countries", Journal of Agricultural Economics, vol. 42, no. 3,
pp. 298-308, 1991
- Hofstede, Geert
Cultural Roots of Attitudes about Biotechnology
Maastricht: Institute for Research on Intercultural Cooperation,
University of Limburg, 1992
- Hovenkamp-Hermelink, J.H.M., et al., 1987
"Isolation of an amylose-free starch mutant of the potato (*Solanum tuberosum* L.)", in: Theoretical and Applied Genetics, 75:217-221, 1987
- Jaeger, Peter de
"De ziekteverwekker geneest", NRC Handelsblad, 8 oktober 1992,
1992
- Jager, J.H.
Saldi van akkerbouwgewassen
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1992
- Jansen, R., M. Koster en P. van Sambeek
Biologische producten in de supermarkt en groentezaak; met stappenplan voor introductie & promotie
Amsterdam, Milieudefensie, 1991
- Janssens, S.R.M.
"Ontwikkeling begeleidingssysteem bodemgezondheid", in: PAGV/IKC-AGV, 1991, blz. 63-70, 1991
- Kan, Jan A.L. van, en Pierre J.G.M. de Wit
"Nieuwe strategieën voor het verkrijgen van resistentie in cultuur-gewassen", in: PCLB, Tweede Symposium Landbouwbiotechnologie (Ede, 28 januari 1992), blz. 38/39, 1992

Kleijn, E.H.J.M. de, G.J. Boers en A.M.A. Heybroek
Visie op de internationale concurrentiekracht in het uit-
gangsmateriaal
Utrecht, Rabobank Nederland, 1992

Kok, E.J.
Evaluatie van strategieën ter beoordeling van de voedselveilig-
heid van genetisch gemodificeerde landbouwprodukten
Wageningen: RIKILT-DLO, 1992

Kuiper, N.Y.
Het menu van morgen. Consumentenacceptatie en trends op het ge-
bied van voeding
Den Haag, SWOKA, 1991

Lacy, William B., Lawrence Busch, and Laura R. Lacy
"Public Perceptions of Agricultural Biotechnology", in: Bill
R. Baumgardt and Marshall A. Martin (eds.), 1991, Agricultural
Biotechnology. Issues and Choices. Information for Decision Ma-
kers, West Lafayette, IN: Purdue University Agricultural Experi-
ment Station, blz. 139-161, 1991

Lamers, J.G.
"Minder chemische middelen bij de bestrijding van *Rhizoctonia*
solani in aardappelen op klei- en zavelgrond", in: PAGV/IKC-AGV,
1991:53-62, 1991

LEI-DLO
Landbouw-Economisch Bericht 1991
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1991

LEI-DLO
De Nederlandse in- en uitvoer van agrarische produkten.
Jaarcijfers 1990-1991 ingedeeld naar herkomst en bestemming
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1992a

LEI-DLO
Landbouw-Economisch Bericht 1992
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1992c

LEI-DLO
De inkomensontwikkeling in de agrarische sector in 1992
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1993

LEI-DLO/CBS
Landbouwcijfers 1991
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)/Centraal Bureau
voor de Statistiek (CBS), 1991

LEI-DLO/CBS

Landbouwcijfers 1992

Den Haag, Landbouw-Economische Instituut (LEI-DLO)/Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), 1992

Loon, C.D. van, en J. Vos

"Geïntegreerde teelt van aardappelen", in: Haverkort et al., 1989, blz. 47-54, 1989

Man, Jos de

"Pioniers in biotechnologie. Genetische manipulatie in Gent", in: Intermediair, jrg. 27, nr. 21, blz. 39-43, 1991

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, pp. 52-108, 1992

Meer, C.L.J. van der, H. Rutten en N.A. Dijkveld Stol

Technologie in de landbouw. Effecten in het verleden en beleids-overwegingen voor de toekomst
Den Haag, WRR/SDU Uitgeverij, 1991

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV)

Structuurnota Landbouw. Regeringsbeslissing
Den Haag, SDU, 1989

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV)

Meerjarenplan Gewasbescherming. Beleidsvoornemen
Den Haag, MLNV, 1990a

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV)

Rapportage Werkgroep Akkerbouw. Achtergronddocument Meerjarenplan Gewasbescherming
Den Haag, MLNV, 1990b

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV)

Van meer naar beter. Kwaliteit en kwaliteitsbeleid in de agrarische sector. Beleidsvoornemen
Den Haag, MLNV, 1992a

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV)

Biologische landbouw
Den Haag, MLNV, 1992b

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV)

Sectornota Plantaardige Produktie 1992-1994
Den Haag, MLNV, 1992c

Molendijk, L.P.G.

"Intensieve bemonstering aardappelmoeheid", in: PAGV/IKC-AGV, 1991, blz 11-18, 1991

Mulder, A., R. Velema en M. Boerma

"Schade door het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida* en tolerantie van het aardappelgewas", in: PAGV/IKC-AGV, 1991, blz. 19-27, 1991

Mulder, A., Js. Roosjen en G. Veninga

"Beheersing van aaltjes in het bouwplan", in: PAGV/IKC-AGV, 1991, blz. 28-36, 1991

Mullineaux, Philip M.

"Genetically Engineered Plants for Herbicide Resistance", in: Gatehouse et al., pp. 75-107, 1992

Newbury, H. John

"Fungal Resistance: The Isolation of a Plant R Gene by Transposon Tagging", in: Gatehouse et al. (eds.), pp. 109-134, 1992

NRLO

Van gen tot ras

Den Haag, Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (NRLO-rapport nr. 90/4), 1990

OECD

Biotechnology, Agriculture and Food

Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development, 1992

Oosterveld, P., L.J. Turkensteen en J. van Vuurde

"Virussen, schimmels en bacteriën in aardappelen; gezonde aardappelen? - blijven door Zaagen", in: Haverkort et al., 1989, blz. 17-24, 1989

Ottenheim, J.J.G.W. et al.

Milieuvoordelen bij de toepassing van biotechnologische gewasbeschermingsmethoden. Een onderzoek naar de mogelijkheden om het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen in de landbouw terug te dringen door onderzoek en toepassing van biotechnologische alternatieven

Wageningen, IPO 1989

PAGV/IKC-AGV

Themadag Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen

Lelystad, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volleggrond, 1991

Peferoen, Marnix, Stefan Jansens, Arlette Reynaerts and Jan Lee-
mans

"Potato Plants with Engineered Resistance against Insect Attack",
in: Vayda and Park (eds.), pp. 193-204, 1990

Peferoen, Marnix

"Engineering of Insect-resistant Plants with *Bacillus thuringien-*
sis Crystal Protein Genes", in: Gatehouse et al., pp. 135- 153,
1992

Porter, M.E.

Competitive Advantage of Nations
New York, The Free Press, 1990

Post, J.H., et al.

Agribusinesscomplexen in Nederland
Den Haag, LEI, 1987

Produktschap voor Aardappelen

Jaarverslag 1990

Den Haag, Produktschap voor Aardappelen, 1991

Produktschap voor Aardappelen

Jaarverslag 1991

Den Haag, Produktschap voor Aardappelen, 1992

Reavy, Brian, and Michael A. Mayo

"Genetic Engineering of Virus Resistance", in: Gatehouse et al.,
pp. 183-214, 1992

Rochaix, J-D.

"Plant molecular biology - moving towards application", Trends in
Biotechnology, March, vol. 10, pp. 78-79, 1992

Roest, J. van der, en G.H. Horeman

Integrale Ketenbeheersing Plantaardige Productie
Ede, IKC-AT, 1991

Roozen, N.J.M.

"Zwarthenigheid in de aardappelteelt; op welke grond te doorgron-
den?", in: PAGV/IKC-AGV, 1991, blz. 37-43, 1991

Ruivenkamp, Guido

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

Rutten, H.

Technical change in agriculture. A review of economic literature,
with special reference to the role of prices
Den Haag, LEI, 1989

Rynja, J.C.F.

"Bewaring en verwerking van aardappelen; schoon, schoner, schoonst?", in: Haverkort et al., blz. 35-45, 1989

Sambeek, Paul van

Gifkampioen van de akkerbouw; de aardappelteelt in Nederland
Amsterdam, Uitgeverij Milieudefensie, 1990

Sarink, Heleen, et al.

Toepassing van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu:
kennis, betrokkenheid en overwegingen van maatschappelijke organisaties

Amsterdam, Werkgroep Biologie en Samenleving, VUA, 1991

Sarink, Heleen, en Bart Voorzanger

Discussie over genetisch gemodificeerde organismen in het milieu.
Inventarisatie van standpunten en argumenten inzake een veldproef met genetisch gemodificeerde planten

Den Haag, NOTA, 1991

Schuttelaar, M.

"Consumentenbond bepleit oprichting Europees levensmiddelenbureau"

Voedingsmiddelentechnologie, 1992, nr. 26, blz. 25-26, 1992

Smits, R., en J. Leyten

Technology Assessment. Waakhond of speurhond? Naar een integraal technologiebeleid

Zeist, Kerckebosch, 1991

Stichting Innovatiefonds Plantenveredeling

INFLA; GENMAP SYMPOSIUM

Wassenaar, INFLA, 1992

Tils, C.G.P.C.

Biotechnologische novel foods en produktwetgeving. Een toekomstgerichte wetsevaluatie vanuit consumentenoptiek

Den Haag, SWOKA, 1993

Traill, Bruce (ed.)

Prospects for the European Food System

London/New York: Elsevier Applied Science, 1989

Vayda, Michael E., and William D. Park (eds.)

The Molecular and Cellular Biology of the Potato

Wallingford, CAB International, 1990

VOGEM (Voorlopige Commissie Genetische Modificatie)

Erfelijke veranderingen bij bacteriën, planten en dieren. Voordeelen en risico's

Utrecht, Jan van Arkel, 1992

Veen, J.A. van
De biologische veiligheid van genetisch gemodificeerde organismen
in de natuur. Een zwaartepunt in het DLO-onderzoek
Wageningen, DLO, 1991

Vereijken, P, en C.D. van Loon
"Strategie voor een geïntegreerde teelt van aardappelen", in:
Vereijken en Wijnands, 1990, blz. 56-65, 1990

Vereijken, P, en F.G. Wijnands (samenstellers)
Geïntegreerde akkerbouw in de praktijk. Strategie voor bedrijf en
milieu
Lelystad, PAGV, 1990

Visser, B, et al.
"Aanzetten tot moleculaire resistentieveredeling", in: PCLB,
Tweede Symposium Landbouwbiotechnologie (Ede, 28 januari 1992),
blz. 14/15, 1991

Vlugt, R.A.A. van der en R.W. Goldbach
"Virusresistentie bij waardplanten door introductie van geklo-
neerd DNA van het aardappelvirus Y", in: Stichting Innovatiefonds
Plantenveredeling, INPLA; GENMAP SYMPOSIUM
Wassenaar, INPLA, 1992

Vuijk, D., en J. Dekkers
"Biotechnologie kan inzet chemische bestrijdingsmiddelen terug-
dringen; Via ingebouwde resistentiegenen", Landbouwkundig tijd-
schrift, 103(1991)6/7, blz. 11-14, 1991

Waalwijk, C, et al.
"Control of nematodes by genetically engineered soil bacteria",
in: Dekkers et al., 1990, blz. 52-63, 1990

Wal, A.F. van der
"Epidemiologie van planteparasitaire nematoden", in: NRLO, Nema-
toda in relatie tot ziekten bij mens, dier en plant, en in mi-
lieu-studies
Den Haag, Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (NRLO-rap-
port nr. 89/27), blz. 13-21, 1989

Wijk, Jeroen van, en Gerd Junne
Intellectual Property Protection of Advanced Technology. Changes
in the Global Technology System: Implications and Options for
Developing Countries
Amsterdam, University of Amsterdam/Dept. of International Relati-
ons and Public International Law, 1992

Wijnands, F.G., et al.

Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw. Opzet en eerste resultaten

Lelystad, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, 1992

Wilk, F. van der

"Characterization of the genome of potato leafroll virus", in:

Dekkers et al., 1990, blz. 70-73, 1990

Wit, P.J.G.M. de

Duurzame resistentie tegen pathogenen via genetische modificatie

Wageningen, LUW (Inaugurele rede), 1991

Young, Nick

Seed Potato Systems in Developed Countries: Canada, The Netherlands and Great Britain

Lima, Peru, International Potato Center, 1990

GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AH	Albert Heijn
AM	Aardappelmoetheid
ATO-DLO	DLO-Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek
BGGO	Besluit Genetisch Gemodificeerde Organismen (van de Wet Milieugevaarlijke stoffen)
CLM	Centrum voor Landbouw en Milieu
CPRO-DLO	DLO-Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductie-onderzoek
DLO	Dienst Landbouwkundig Onderzoek
IKB	Integrale Ketenbeheersing
InPla	Innovatiefonds Plantenveredeling
IPO-DLO	DLO-Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek
IVP	Instituut voor Plantenveredeling, van de LUW
LEI-DLO	DLO-Landbouw-Economisch Instituut
LUW	Landbouwuniversiteit Wageningen
MJP-G	Meerjarenplan Gewasbescherming
MLNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
NAA	Nederlandse Aardappel Associatie
NAK	Stichting Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor Zaaizaad en Pootgoed van Landbouwgewassen
NBB	Nieuwe Biotechnologie Bedrijven
NRLO	Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek
PAGV	Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond
PBTS	Programmatische Bedrijfsgerichte Technologie Stimulering
PGS	Plant Genetic Systems
PVX	Potato Virus X (aardappelvirus X)
RIKILT-DLO	DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor Land- en Tuinbouw-produkten
SSA	Stichting Stimulering Aardappelonderzoek
STOPA	Stiching Overleg Pootaardappelaangelegenheden
SVP	Stichting voor Plantenveredeling
TA	Technology Assessment (Technologisch Aspectenonderzoek)
UPOV	Union pour la Protection des Obtentions Végétales

BIJLAGEN

Bijlage 1 Leden van de begeleidingscommissie

Dhr. A. van Genderen
Konsumenten Kontakt
(tot 7/10/92)

Dr. J.J. Dekkers
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Directie Wetenschap en Technologie

Dr.ir. T.J.H.M. Hutten
Nationale Coöperatieve Raad voor land- en tuinbouw

Dr. M.H. de Jong
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Directie Milieu, Kwaliteit en Voeding

Dr.ir. H.A. Kuiper
Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT-DLO)

Drs. M. Linskens
Nederlandse Vereniging voor Bescherming van Dieren

Dr.ir. C.L.J. van der Meer
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Directie Wetenschap en Technologie

Ir. J.M. Rutten
Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)

Prof.dr. Ph. Vergragt
Technische Universiteit Delft
Faculteit Wijsbegeerte en Technische Maatschappijwetenschappen
Sectie Technology Assessment

Ir. J.P. Vermuë
Katholieke Nederlandse Boeren- en Tuindersbond
(tot 15/10/92)

Ir. H.C. de Vriend
Stichting Consument & Biotechnologie

Bijlage 2 Uitwerking van een TA-proces

In het hiervolgende worden de verschillende stappen van een TA-proces voor de case studie "genetisch gemodificeerde aardappelen" uitgewerkt.

De verschillende onderdelen van een TA-studie zijn:

1. Probleemdefiniëring.
2. Analyse van technologische ontwikkeling.
3. Analyse van effecten.
4. Analyse van besluitvorming.
5. Discussie over resultaten van analyses.
6. Opstellen van scenario's en/of opties.

1. Probleemdefiniëring

Welke positieve en negatieve aspecten zijn verbonden aan de ontwikkeling en toepassing van genetisch gemodificeerde aardappelen? Welke zijn de positieve en negatieve gevolgen van de ontwikkeling en toepassing van genetische gemodificeerde aardappelen voor consumenten, voor boeren, voor het milieu, voor de overheid, etc.?

Welke veranderingen zou de overheid eventueel in haar beleid ten aanzien van genetisch gemodificeerde aardappelen moeten doorvoeren?

Vanuit consumentenorganisaties bestaat er een concrete vraag naar de veiligheid voor de consument die genetisch gemodificeerde aardappelen eet. Bij milieu-organisaties bestaat er een concrete vraag naar de milieu-aspecten van genetisch gemodificeerde aardappelen. De overheid zit met de vraag of zij de ontwikkeling van genetisch gemodificeerde aardappelen eventueel zou moeten bijsturen, of dat zij het wettelijk kader waarbinnen toepassing plaatsvindt moet uitbreiden of veranderen. Nog niet duidelijk is of ook andere maatschappelijke organisaties (bijvoorbeeld boerenorganisaties) met een concrete vraag zitten omtrent deze ontwikkeling.

Deze TA-studie heeft de volgende functies:

- meer informatie verschaffen aan alle betrokkenen;
- beoordeling van de ontwikkeling vanuit het perspectief van de consument;
- beoordeling van de ontwikkeling vanuit het perspectief van de boer;
- beoordeling van de ontwikkeling vanuit het perspectief van het milieu;
- bespreking van de resultaten van de analyses met betrokkenen;
- inventariseren van de wensen van "consument", "boer" en "milieu" ten aanzien van het overheidsbeleid;
- aangeven waar mogelijkheden liggen voor het optimaliseren van overheidsbeleid.

2. Analyse van technologische ontwikkeling

Bij het technologisch verkennen kijken we naar de huidige en toekomstige ontwikkelingen op het terrein van genetische modificatie van aardappelen. Onderzoeksvragen hierbij zijn:

- Wat is de huidige stand van de techniek?
- Wat is de dominante ontwikkelingsrichting in de techniek?
- Welke technische doorbraken worden in de nabije toekomst verwacht?
- Waar liggen de belangrijkste barrières in de technologische ontwikkeling?
- Hoe verhouden de Nederlandse ontwikkelingen zich met die in het buitenland?

Bij het verkennen van de "sociaal-technische kaart" kijken we naar de maatschappelijke context waarin de techniek ontwikkeld wordt. Onderzoeksvragen hierbij zijn:

- Welke actoren (onderzoekers, bedrijven, overheden) zijn betrokken bij de technologische ontwikkeling?
- Welke (internationale) allianties van actoren kunnen worden onderscheiden?
- Welke doelen streven zij na en/of welke belangen vertegenwoordigen zij?
- Wat is het overheidsbeleid met betrekking tot de technologische ontwikkeling?

3. Analyse van effecten

Hier zullen we kijken naar wat de positieve en negatieve effecten zijn van de toepassing van genetisch gemodificeerde aardappelen. Onderzoeksvragen hierbij zijn:

- Welke zijn de economische effecten voor boeren, voor consumenten, en voor andere betrokkenen? Hoe is de verdeling van lusten en lasten?
- Welke zijn de effecten voor de structuur en machtsverhoudingen in de produktieketen?
- Welke zijn de effecten voor het milieu?
- Welke zijn de effecten voor het overheidsbeleid?
- Welke andere effecten worden verwacht?

4. Analyse van besluitvorming

Hier bekijken we in welke besluitvormingsfora wordt beslist over de technologische ontwikkeling, en in welke fora de effecten aan de orde komen. Onderzoeksvragen hierbij zijn:

- In elke besluitvormingsfora wordt over de technologische ontwikkeling beslist?
- Welke actoren zijn daarbij aanwezig, en welke niet?
- Hoe is de machtsverhouding tussen de actoren in deze fora?

- Hoe belangrijk zijn deze fora voor het bepalen van de richting van de technologische ontwikkeling?
- In welke besluitvormingsfora komen de (toekomstige) effecten aan de orde?
- Welke actoren zijn daarbij aanwezig, en welke niet?
- Hoe belangrijk zijn deze fora voor de beoordeling van de effecten?
- Welke maatregelen worden door de verschillende fora voorgesteld ten aanzien van de effecten?

5. *Discussie over resultaten van analyses*

De resultaten van de voorgaande analyses worden met verschillende actoren en betrokkenen besproken. Actoren zijn zij die zich direct met de technologische ontwikkeling bezig houden (bijvoorbeeld bedrijven, onderzoeksinstellingen, overheidsdiensten). Betrokkenen zijn zij die met de effecten van de technologische ontwikkeling geconfronteerd worden.

Uit deze bespreking zal naar voren komen:

- hoe verschillende actoren en betrokkenen de technologische ontwikkeling beoordelen;
- welke wijzigingen zij in de technologische ontwikkeling zouden willen zien;
- welke strategie zij volgen om deze wijzigingen te bereiken;
- welke verandering van overheidsbeleid zij wensen;
- welke strategie zij volgen om het overheidsbeleid te veranderen.

6. *Opstellen van scenario's en/of opties*

Op basis van de resultaten van de analyses en van de besprekingen zullen we verschillende scenario's opstellen voor de toekomstige ontwikkeling van genetische modificatie van aardappelen. De verschillen in deze scenario's worden bepaald door de activiteiten van verschillende actoren en betrokkenen. Ook worden verschillende opties gepresenteerd voor het strategisch technologiebeleid van verschillende actoren, in het bijzonder de consumenten. Deze opties worden uiteraard opgesteld in overleg met de relevante actoren en betrokkenen.

Bijlage 3 Geïnterviewde personen

Aardappelonderzoekers:

Prof.dr.ir. E. Jacobsen / Vakgroep Plantenveredeling LUW

Dr. W. Stiekema / CPRO-DLO

Ir. C.D. van Loon / PAGV

Aardappelveredelaars:

Ir. J. Muijsers / C. Meijer

Ir. E. Woltjer / Agrico Research

Ir. P. Heeres / KARNA

Ir. R. Dankert / Ropta-ZPC

Ir. J.P. van Loon / Hetteema Zonen

Ir. L. Sloomaker / Cebeco-Zaden

Aardappelverwerkende industrie:

Dhr. C. Koster / McCain Foods Holland

Dr.ir. M. Keybets / Aviko

Maatschappelijke organisaties:

Mevr. P. Souwerbren / De Kleine Aarde

Prof.dr. L. Reijnders / Stichting Natuur en Milieu

Ir. P. van Sambeek / Vereniging Milieudefensie

Dhr. B. Rip / Vereniging voor Biologisch-Dynamisch landbouw

Overigen:

Ir. P. Hijma / Produktschap voor Aardappelen

Dhr. S. Duvekot / Kon. Maatschappij De Wilhelminapolder

Bijlage 4 Vragenlijsten

A. Interviewvragen voor aardappelveredelaars

1. Doelstellingen in de aardappelveredeling
 - 1.1 Wat is de reden dat u aan de ontwikkeling van genetisch gemodificeerde aardappelen (GGA) werkt?
 - economisch/concurrentie
 - wetenschappelijke uitdaging
 - oplossing voor milieuproblemen
 - andere
 - 1.2 Welke belangrijke verschuivingen in de (richting van) de aardappelveredeling zijn zichtbaar of in de nabije toekomst te verwachten?
 - speelt milieu een grotere rol?
 - geïntegreerde akkerbouw --> betekenis voor aardappelveredeling?
 - snellere beschikbaar komen en afwisseling van nieuwe rassen?
 - 1.3 Wat verwacht u van de groei van de vraag naar ecologische landbouwprodukten? Wat betekent dit voor de aardappelveredeling?
 - 1.4 Maakt men afwegingen tussen biotechnologische oplossingen voor een probleem en andere oplossingen? Op basis waarvan maakt men de afweging?
2. Biotechnologie in de aardappelveredeling
 - 2.1 Hoeveel sneller verwacht men met biotechnologie resultaat te behalen in de aardappelveredeling? Wat gaat er dan sneller?
 - 2.2 Wanneer verwacht men dat de eerste transgene aardappelen op de markt komen?
3. Herbicide-resistente aardappelen
 - 3.1 Werkt men zelf aan de ontwikkeling van herbicide-resistente aardappelen (in Nederland of in buitenland)?

Is dit een belangrijke ontwikkeling voor de aardappelteelt?
Wat vindt men van de bezwaren tegen deze ontwikkeling?
 - 3.2 Zullen deze op de markt gebracht worden? Door wie?
4. Publieksacceptatie
 - 4.1 Genetische gemodificeerde organismen liggen moeilijk bij grote delen van het publiek. Hoe gaat men daarmee om?

Wat denkt men dat de belangrijkste overwegingen zijn bij de consument om wel of geen transgene aardappelen te willen?
 - 4.2 Vooral in Duitsland is veel weerstand tegen genetische modificatie. Duitsland is ook een belangrijke exportmarkt. Hoe gaat men hiermee om?
 - 4.3 Welke eigen activiteiten ontplooit men zelf om publieksacceptatie te vergroten? Activiteiten van of door anderen?

Wat zou de overheid moeten doen?
Heeft het grootwinkelbedrijf (AH) hier een belangrijke rol?

- 4.4 Welke verwachtingen heeft men omtrent publieksacceptatie van genetisch gemodificeerde aardappelen?
5. Effecten op de sector
 - 5.1 Hoe zijn de veredelingsactiviteiten georganiseerd: aparte BV of gewoon als onderdeel van coöperatie of bedrijf?
 - 5.2 Wat zijn de kosten van biotechnologie in vergelijking met de normale kosten van veredeling en veredelingsonderzoek? (Wat zijn de kosten verbonden aan de introductie van één gen?)
 - 5.3 Hoe zal de prijs van transgene aardappelrassen zich verhouden tot traditionele aardappelrassen?
(Als minder bestrijdingsmiddelen nodig zijn, kunnen de kosten voor uitgangsmateriaal wellicht omhoog?)
 - 5.4 Veredeling is per definitie een duur proces. Hoe veel extra zwaarder wegen de kosten verbonden aan het voldoen van alle wettelijke eisen inzake onderzoek en toepassing van transgene aardappelen?
 - 5.5 Verwacht men veranderingen in de structuur van de sector?
6. Regelgeving
 - 6.1 Wat vindt men van huidige regelgeving inzake de veiligheid voor mens en milieu (Hinderwet, BGGG)? In het bijzonder inzake veldproeven (risico-analyses, beperkende maatregelen)
 - 6.2 Wat vindt men van de huidige en nieuwe regelgeving inzake de produktveiligheid?
 - 6.3 Wat vindt men van de plannen om het octrooirecht uit te breiden naar planten?
7. Etikettering
 - 7.1 Wat vindt men van de wens van consumentenorganisaties om biotechnologische producten als zodanig te etiketteren?
8. Innovatiebeleid
 - 8.1 Wat vindt men van overheidsbeleid inzake de stimulering van biotechnologisch onderzoek? Voldoende, niet voldoende?
 - 8.2 Vindt men dat er een duidelijke taakverdeling moet zijn tussen publiek en privaat onderzoek?
 - 8.3 Vindt men dat er voldoende (goede) samenwerking is tussen publiek (LUW, DLO) en privaat onderzoek?
 - 8.4 Ziet men duidelijke belemmeringen voor innovatie met biotechnologie (behalve publieksacceptatie)?
9. Ethische aspecten
 - 9.1 Vindt u dat er bij plantenbiotechnologie ethische aspecten in het geding zijn?
10. Technologisch Aspectenonderzoek
 - 10.1 Hoe kijkt u tegen TA aan? Heeft TA volgens u een functie in het technologiebeleid (van ondernemingen, van sectororganisaties, van de overheid)? Welke?

10.2 Waar moet financiering vandaan komen?

10.3 Wat is de eigen input in TA?

B. Interviewvragen voor maatschappelijke organisaties

Met maatschappelijke organisaties wordt bedoeld:

- consumenten-organisaties
 - milieu-organisaties
 - landbouworganisaties
 - reguliere landbouw
 - biologische landbouw
1. In hoeverre bent u op de hoogte van de ontwikkelingen in het onderzoek naar transgene aardappelen?
 2. Heeft u een mening over de wenselijkheid van de toepassing van biotechnologie (genetische modificatie) in de landbouw?
Op welke argumenten en overwegingen is deze mening gestoeld?
 3. Heeft u een mening over de wenselijkheid van de toepassing van transgene aardappelen? Maakt men onderscheid tussen verschillende toepassingen (bijvoorbeeld herbicide-resistentie, schimmelresistentie, veranderde zetmeelsamenstelling)?
 4. Wat ziet u als de belangrijkste voordelen en nadelen/bedreigingen van biotechnologie voor de landbouw? Idem, specifiek voor transgene aardappelen.
 5. Welke (maatschappelijke) problemen zou u graag met behulp van biotechnologie oplossen?
 6. Ziet u mogelijkheden voor de integratie van biotechnologie en biologische landbouw?
 7. Wat ziet u als de belangrijkste issues rond de ontwikkeling en regulering van biotechnologie in de landbouw? Idem, specifiek voor transgene aardappelen.
 8. Hoe ziet u de ontwikkeling van biotechnologie in relatie tot de trend naar meer aandacht voor kwaliteit in de landbouw en voedingsmiddelenindustrie?
 9. Wat verwacht u van de publieksacceptatie van biotechnologie in het algemeen, en van transgene aardappelen in het bijzonder?
Wat moet de rol van de overheid zijn inzake publieksacceptatie?
 10. Wat vindt u van huidige regelgeving inzake biotechnologie (ten aanzien van veldproeven, produktveiligheid)?

11. Heeft u een mening over het innovatiebeleid van de overheid (met name het Ministerie van LNV) inzake biotechnologie en landbouw?
 12. Wat vindt u van etikettering van langs biotechnologie weg geproduceerde voedingsmiddelen?
 13. Heeft u een idee van de effecten van biotechnologie op de aardappelsector?
 14. Vindt u dat er bij plantenbiotechnologie ethische aspecten in het geding zijn?
 15. Wat is uw betrokkenheid bij besluitvorming rond transgene aardappelen?
 16. Wat is uw mening over octrooiering van planten en dieren?
 17. Bent u bekend met Technologisch Aspectenonderzoek? Wat vindt u daarvan?
-

C. Interviewvragen voor de aardappelverwerkende industrie

1. Bent direct dan wel indirect, in Nederland of daarbuiten, betrokken bij het onderzoek naar genetisch gemodificeerde aardappelen?
2. Zo ja, met welk doel bent u daarbij betrokken?
3. Zo nee, zijn daar speciale redenen voor?
4. Wat zijn uw verwachtingen omtrent de introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen? Op welke termijn verwacht u die introductie? Om welke toepassingen gaat het dan?
5. Heeft u overleg met aardappelkwekers over de mogelijkheid en/of wenselijkheid van transgene aardappelen?
6. Wat zijn uw verwachtingen omtrent de publieksacceptatie van genetisch gemodificeerde aardappelen? Denkt u dat de publieksacceptatie verschillend zal zijn voor tafelaardappelen en voor aardappelen bestemd voor de verwerkende industrie? In verband met export: wat zijn uw verwachtingen omtrent de publieksacceptatie in het buitenland?
7. Welke problemen van de teelt, handel, opslag en industriële verwerking zou men graag met behulp van transgene aardappelen oplossen?
8. Zijn er mogelijke toepassingen die u absoluut niet ziet zitten?

9. Verwacht u een hogere prijs te moeten betalen voor transgene aardappelen?
10. Verwacht u veranderingen in de structuur van de aardappelsector als gevolg van de introductie van transgene aardappelen?
11. Wat vindt u van de huidige en nieuwe regelgeving inzake de produktveiligheid, zoals de voorgestelde Novel Foods-richtlijn van EG?
12. Wat vindt u van de wens van consumentenorganisaties om produkten die met behulp van genetische modificatie tot stand komen verplicht te etiketteren?
13. Hoe verhoudt de introductie van transgene aardappelen zich tot belangrijke te verwachten ontwikkelingen in de aardappelverwerkende industrie (onderzoek, markt, export, structuur, kwaliteit, etc.)?
14. Andere issues rond transgene aardappelen?

Bijlage 5 Belangrijkste pootaardappelrassen in Nederland (1991)

	Oppervlakte a)	Bestemming b)	Kwekersrechthouder of vertegenwoordiger
1. Bintje	7504	cve	vrij
2. Désirée	2999	e	vrij
3. Spunta	2611	e	Hetteema
4. Diamant	1711	e	Wolf en Wolf
5. Jaerla	1197	e	de Z.P.C.
6. Agria	958	vc	Agrico
7. Nicola	913	ec	Van Rijn
8. Ostara	785	e	vrij
9. Marfona	753	e	Agrico
10. Monalisa	646	e	de Z.P.C.
11. Draga	600	e	Hetteema
12. Liseta	539	e	Hetteema
13. Saturna	519	ve	vrij
14. Première	518	cve	Wolf en Wolf
15. Elkana	512	f	Avebe
16. Timate	503	e	Stet en Slot
17. Kondor	460	e	Agrico
18. Estima	431	e	Agrico
19. Santé	413	c	Agrico
20. Mondial	409	e	Hetteema
21. Cardinal	388	e	Wolf en Wolf
22. Bildstar	369	c	de Z.P.C.
23. Romano	309	e	Agrico
24. Resy	296	e	Agrico
25. Lutetia	292	e	de Z.P.C.
26. Eersteling	285	ec	vrij
27. Fresco	264	c	Wolf en Wolf
28. Aurora	263	f	Boesjes
29. Ukama	260	ev	de Z.P.C.
30. Ajax	258	e	Agrico
31. Alpha	256	e	vrij
32. Astarte	254	f	Avebe
33. Gloria	249	ec	Hetteema
34. Primura	248	e	vrij
35. Anosta	240	e	Agrico
36. Sirtema	238	e	vrij
37. Aminca	232	ev	Brandsma
38. Obelix	231	e	de Z.P.C.
39. Mentor	222	f	vrij
40. Irene	204	c	vrij

a) Totaal oppervlakte pootaardappelen (NAK-keuring) in 1991: 37.358 ha.

b) c = consumptie - binnenland; e = consumptie - buitenland; f = zet-meel; v = verwerkende industrie (de volgorde geeft de belangrijkheid van bestemming aan).

Bron: 67e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1992, Wageningen: CPRO-DLO, 1991.

Bijlage 6 Bestrijdingsmiddelengebruik in de aardappelteelt

Tabel A. Verbruik van gewasbeschermingsmiddelen in de pootaardappelteelt (1990)

Gewasbeschermingsmiddelen	Gem. verbruik/ha (kg werkzame stof)	Gem. kosten/ha (guldens)
Zand- en veengrond		
Fungiciden	6,2	301
Insekticiden	1,1	70
Herbiciden	11,6	393
Nematiciden	47,4	233
Overige middelen	5,5	51
	-----	-----
Totaal zand- en veengrond	71,8	1048
Kleigrond		
Fungiciden	11,6	765
Insekticiden	1,0	145
Herbiciden	7,0	239
Nematiciden	22,2	154
Overige middelen	4,2	47
	-----	-----
Totaal kleigrond	46,0	1350

Bron: LEI-DLO-boekhoudnet.

Tabel B. Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de consumptie-aardappelteelt (1990)

Gewasbeschermingsmiddelen	Gem. verbruik/ha (kg actieve stof)	Gem. kosten/ha (guldens)
<i>Zand- en veengrond</i>		
Fungiciden	12,3	452
Insecticiden	0,4	17
Herbiciden	1,5	137
Nematiciden	63,5	287
Overige middelen	1,7	23
	-----	-----
Totaal zand- en veengrond	79,4	917
<i>Kleigrond</i>		
Fungiciden	13,1	314
Insecticiden	0,5	53
Herbiciden	2,8	214
Nematiciden	11,6	67
Overige middelen	1,8	40
	-----	-----
Totaal kleigrond	29,8	688
Bron: LEI-DLO-boekhoudnet.		

Tabel C. Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de fabrieksaardappelteelt (1990)

Gewasbeschermingsmiddelen	Gem. verbruik/ha (kg actieve stof)	Gem. kosten/ha (guldens)
Fungiciden	14,0	306
Insecticiden	0,5	17
Herbiciden	1,6	142
Nematiciden	96,8	481
Overige middelen	1,0	6
	-----	-----
Totaal	113,9	952
Bron: LEI-DLO-boekhoudnet.		