



Gewas- en teeltbeschrijving van suikerbiet, maïs en aardappel in relatie tot verspreiding van genetisch materiaal

Mate van verspreiding van genetisch materiaal in de landbouwpraktijk naar andere rassen, verwante soorten of naar het milieu

L. van den Brink¹, C.B. Bus¹, J.A.M. Groten¹, L.A.P. Lotz², R.D. Timmer¹ & C. van de Wiel²

¹ Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

² Plant Research International B.V.



© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Gewas- en teeltbeschrijving van suikerbiet, maïs en aardappel in relatie tot verspreiding van genetisch materiaal (Description of the biology and the cultivation practices of sugar beet, maize and potatoes in relation to dispersal of genetic material) is een rapport geschreven in opdracht van het RIVM.

Intern projectnummer: 3250099300

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Businessunit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 - 29 11 11

Fax : 0320 - 23 04 79

E-mail : infoagv.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
SUMMARY	9
1 INLEIDING	13
2 SUIKERBIETEN	15
2.1 Biologie van de suikerbiet.....	15
2.1.1 Het zaad.....	15
2.1.2 De eerstejaars plant.....	15
2.1.3 De tweedejaars plant	15
2.1.4 Onkruidbiet.....	16
2.2 De teelt en de verspreiding van genetisch materiaal	16
2.2.1 Productie van zaaizaad.....	17
2.2.2 Aanschaf zaaizaad	17
2.2.3 Het zaaien.....	18
2.2.4 Bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen	19
2.2.5 Bemesten	19
2.2.6 Verwijderen van schieters.....	20
2.2.7 De oogst.....	23
2.2.8 Opslag en transport	23
2.2.9 Bestrijden van opslagplanten	23
2.2.10 Conclusie.....	24
3 MAÏS.....	25
3.1 Biologie van maïs.....	25
3.1.1 Het zaad	25
3.1.2 Ontwikkeling van de plant	25
3.2 De teelt en de verspreiding van genetisch materiaal	26
3.2.1 Aanschaf zaaizaad	27
3.2.2 Het zaaien.....	28
3.2.3 Bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen	28
3.2.4 Beregening	28
3.2.5 Bemesten	29
3.2.6 Uitkruising.....	29
3.2.7 De oogst.....	31
3.2.8 Transport en opslag.....	33
3.2.9 Bewaring en voeding	33
3.2.10 Conclusie.....	33
4 AARDAPPELEN	35
4.1 Biologie van de aardappel	35
4.1.1 De aardappelknol.....	35
4.1.2 Bes- en zaadvorming, stuifmeelverspreiding.....	35
4.1.3 Aardappelopslag.....	36
4.2 De teelt en de verspreiding van genetisch materiaal	36
4.2.1 Productie van pootaardappelen.....	38
4.2.2 Aanschaf pootgoed en eigen vermeerdering	39
4.2.3 Grondbewerking en pootwijze	40
4.2.4 Gewasverzorging.....	40

4.2.5	Bemesting.....	40
4.2.6	Ziekte- en plaagbestrijding	40
4.2.7	Uitkruising.....	41
4.2.8	Oogst, transport en bewaring	42
4.2.9	Bestrijding van opslagplanten.....	43
4.2.10	Conclusie.....	47
5	WOORDENLIJST.....	49
	LITERATUUR.....	51

Samenvatting

Bij een milieuviligheidsbeoordeling van genetisch gemodificeerde planten (GGP's) moet nagaan worden of er als gevolg van het gebruik van GGP's schadelijke effecten kunnen optreden voor mens en milieu. Dit gebeurt aan de hand van een risicoanalyse. Hierbij wordt o.a. op basis van de eigenschappen van het gewas en de wijze waarop de teelt in de praktijk wordt uitgevoerd nagegaan in welke mate genetisch materiaal verspreid kan worden. In dit rapport wordt voor de gewassen suikerbieten, aardappelen en maïs een beschrijving gegeven van de teelt in relatie tot verspreiding van genetisch materiaal naar andere rassen of verwante soorten. Ook de kans op het zich kunnen ontwikkelen van verwilderde populaties is hierin meegenomen.

Suikerbieten

Suikerbieten worden in Nederland geteeld voor de productie van bieten die geleverd worden aan de suikerindustrie. De zaaiteelt vindt niet in Nederland plaats, maar in Frankrijk en Italië. De zaaizaadproductie en de levering van het zaaizaad aan de teler staan onder streng toezicht van de keuringsinstellingen, zodat het hierbij vrijwel uitgesloten is dat zaad van een ras vermengd wordt met dat van andere rassen. Tijdens de teelt, de oogst en het transport naar de suikerfabriek komt het op beperkte schaal voor dat bieten vermengd worden. Voor de suikerindustrie is deze vermenging geen bezwaar, omdat de rassen niet gescheiden verwerkt worden.

Incidenteel komt het voor dat zaad of bieten(delen) in wegbermen, akkerranden of andere terreinen buiten het perceel terecht komen. Hieruit ontwikkelen zich echter vrijwel nooit bietenplanten. De bieten(delen) verrotten meestal tijdens de winter en de eventuele opslagplanten worden evenals de plantjes die uit zaad ontstaan weggeconcurrerd door de aanwezige begroeiing. De bieten(delen) en bietenkoppen die op het veld achterblijven worden voor het grootste deel ondergeploegd, waardoor er vrijwel geen opslagplanten gevormd worden in het daaropvolgende jaar. Om de uitbreiding van bietencysteaaltjes en andere grondgebonden ziekten te voorkomen worden suikerbieten vrijwel nooit twee jaar achter elkaar op hetzelfde perceel geteeld. Vaak zitten er minstens 3 à 4 jaar tussen met andere gewassen. De eventuele opslagplanten die in het jaar na suikerbieten tot ontwikkeling komen worden door de onkruidbestrijdingsmiddelen die gebruikt worden in de volggewassen, m.n. granen en aardappelen, vernietigd.

Hoewel het in Nederland niet de bedoeling is dat de bietenplant bloeistengels (schieters) gaat vormen, komt het toch voor dat ze in het veld staan. De schieters kunnen op verschillende manieren ontstaan:

- Onkruidbieten die in de zaaizaadpartij aanwezig waren en die tijdens de zaaizaadproductie ontstaan zijn door kruisingen met de strandbiet of met de onkruidbiet;
- Bietenplanten van het gezaaide ras die in het eerste jaar reeds bloeistengels vormen;
- Onkruidbieten die gekiemd zijn uit onkruidbietenzaad dat in de grond zat.

De eersten komen tegenwoordig weinig voor, omdat er hoge normen door de zaaizaadindustrie gehanteerd worden: slechts 0,05% onkruidbietenzaad is toegestaan. Tegen het optreden van raseigen schieters wordt in de veredeling geselecteerd en de huidige rassen hebben een hoge schieterresistentie. Onkruidbieten afkomstig uit zaad dat al in de grond zat komen vooral op percelen voor waar in het verleden de schieters niet of onvoldoende zijn verwijderd en waar er daardoor een verwilderde populatie populatie voorkomt. Het is goede landbouwkundige praktijk dat schieters vóór 1 augustus worden verwijderd om opbouw van onkruidbietpopulaties via de zaadbank te voorkomen.

Op de meeste percelen zit weinig of geen onkruidbietenzaad in de grond en in de meeste suikerbietenpercelen komen dan ook weinig schieters voor. Er is echter wel een toename van het aantal percelen waarop veel onkruidbietenzaad in de grond aanwezig is en waarop veel schieters tot ontwikkeling komen als er suikerbieten geteeld worden. Onkruidbietenzaad levert elk jaar onkruidbieten. Het zaad kan zelfs na 10 jaar nog kiemkrachtig zijn. In de andere gewassen die in de tussenliggende jaren tussen twee bietengewassen geteeld worden, worden de onkruidbietenplanten bestreden door de onkruidbestrijdingsmiddelen.

Suikerbiet is een kruisbevruchter en het stuifmeel wordt verspreid met de wind. De schieters produceren in de maanden juni, juli en augustus stuifmeel. Het meeste stuifmeel blijft dicht in de buurt van de schieters, maar een beperkt gedeelte wordt ook over een grotere afstand verspreid. De maximaal in onderzoek vastgestelde afstand bedroeg 8 à 9 km. Het stuifmeel kan bloeiende schieters in andere percelen bevruchten. Uit onderzoeksgegevens blijkt dat uitkruising op afstanden van meer dan 200 m zeer beperkt is (0,5% en lager). Indien de genoemde uitkruising gepaard gaat met het achterwege laten van de verwijdering van schieters waardoor er kiemkrachtig onkruidbietenzaad in de grond komt, kan er ook op lange termijn via de diverse populaties onkruidbieten verdere verspreiding plaats vinden van genetisch materiaal. Het is mogelijk dat stuifmeel van suikerbieten bevruchting geeft van strandbieten. De schaal waarop dit gebeurt is echter beperkt, omdat de strandbiet in Nederland slechts sporadisch voorkomt langs de kust. Er is ook uitkruising mogelijk met zaadproductievelden van de rode biet. Het areaal zaai-zaadproductie van rode biet is echter zeer klein en bovendien worden bij deze zaai-zaadproductie minimum-afstanden tot suikerbieten gehanteerd.

Maïs

Maïs wordt in Nederland voornamelijk geteeld als snijmaïs. Hierbij wordt de totale bovengrondse plant op een moment dat er nog geen volledig afgerijpt zaad is gevormd verhakfeld. Het product wordt vervolgens ingekuuld en later gebruikt als veevoer. Daarnaast vindt op kleine schaal teelt van maïs voor corn cob mix (CCM), maïskolvensilage (MKS) en korrelmaïs plaats. CCM wordt gebruikt als varkensvoer en bestaat uit de gemalen onrijpe korrel met een deel van de kolfspil. MKS wordt gebruikt als veevoer en bestaat uit het gehakselde product van de hele kolf (met daarin de onrijpe korrel) inclusief de schutbladeren, de kolfsteel en soms een deel van de stengel en het blad. Bij korrelmaïs wordt de rijpe korrel geoogst en het product wordt geleverd aan de mengvoerindustrie. Bij alle vier genoemde producten geldt dat bij het vervoederen of bij de levering aan de fabriek niet strikt gelet wordt op het ras. Enige rasvermenging is hierbij geen bezwaar.

De zaai-zaadproductie van maïs vindt niet in Nederland plaats, maar in Frankrijk, Hongarije en Zuid-Amerika. De zaai-zaadproductie en de levering van zaai-zaad in Nederland staan onder streng toezicht van de keuringsinstellingen, zodat de kans op rasvermenging nihil is. Bij het zaaien komt het incidenteel voor dat er zaad in wegbermen, akkerranden of andere terreinen buiten het perceel terecht kan komen. In de praktijk worden eigenlijk volwassen planten buiten de productievelden niet waargenomen. De jonge plantjes worden meestal weggeconcurrerd door de aanwezige begroeiing. Bij het maaien van deze terreinen worden deze planten meestal ook al vernietigd voordat ze gaan bloeien.

Maïszaad heeft geen kiemrust en een korte levensduur. Maïszaad dat niet tot ontkieming komt in de periode na het zaaien en in de grond achterblijft, zal op een later tijdstip alsnog vocht opnemen, kiemen en/of weggroten. De Nederlandse omstandigheden zijn niet geschikt voor de productie van rijp zaad, maar ook indien er na de oogst wel rijp zaad op het veld achterblijft, zal het niet in staat zijn om de winter te overleven. Opslagplanten in het jaar nadat ergens maïs gestaan heeft, komen dan ook niet voor. Tijdens het uitvoeren van de verschillende teeltmaatregelen is de kans op verspreiding van genetisch materiaal tussen rassen vrijwel nihil.

De belangrijkste manier van verspreiding van genetisch materiaal is de uitkruising die op kan treden met andere maïsrassen. Maïs is een kruisbevruchter en het stuifmeel wordt met de wind verspreid. In vergelijking met andere gewassen heeft maïs zwaar stuifmeel. Het meeste stuifmeel komt op korte afstand van de plant terecht, maar een beperkt gedeelte kan ook over grote afstand verspreid worden. De maximaal in onderzoek vastgestelde afstand bedraagt 4,5 km. Er is veel onderzoek gedaan naar de uitkruising bij maïs. Het blijkt dat uitkruising na 20 meter al beneden 1% ligt. Uitzonderingen hierop zijn mogelijk bij overheersende wind uit één richting en bij situaties waarin een perceel aanzienlijk kleiner is dan het naastgelegen perceel van waaruit het stuifmeel verspreid wordt.

Aardappelen

Bij de aardappelteelt wordt onderscheid gemaakt worden tussen pootaardappelen, consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen. In de pootgoedteelt worden de rassen strikt gescheiden gehouden omdat raszuiver

pootgoed geleverd moet worden aan de telers van de consumptie- en zetmeelaardappelen. Een groot gedeelte van het pootgoed wordt geëxporteerd. Het overgrote deel van de consumptieaardappelen is bestemd voor de verwerking tot frites, chips en puree. Daarnaast wordt een gedeelte verkocht als verse (tafel)aardappelen. Bij consumptieaardappelen wordt bij de levering en verwerking gelet op de raszuiverheid. Zetmeelaardappelen worden door de industrie verwerkt tot zetmeel en diverse niet-consumptie producten. Hierbij worden de rassen niet gescheiden verwerkt, zodat ook voor de teler rasvermenging geen probleem is.

Bij het poten van aardappelen en ook na de oogst kunnen er incidenteel knollen terechtkomen in wegbermen, akkerranden en andere terreinen. Deze knollen kunnen opslagplanten leveren. De mate waarin dit gebeurt is echter zeer beperkt. De knollen blijven boven de grond liggen, waardoor de planten die zich hieruit ontwikkelen zich minder goed kunnen ontwikkelen. Gedurende de winter bevriezen de knollen en zullen verrotten. De planten ondervinden ook concurrentie van de aanwezige begroeiing.

De belangrijkste manier van verspreiding van genetisch materiaal bij aardappelen is de vermenging van rassen via opslag uit op het veld achtergebleven knollen. Bij de oogst van aardappelen blijven soms grote aantallen kleine knollen achter op het veld. Een gedeelte van deze knollen bevriest tijdens de winter. Na aardappelen wordt de grond vaak niet geploegd om zoveel mogelijk knollen te laten bevriezen. Naarmate het in de winter langer en harder vriest lukt deze bestrijding beter. Meestal blijven er echter, zeker na zachte winters, knollen over die opslagplanten opleveren. Aardappelopslag is moeilijk volledig te bestrijden. In het ene gewas lukt het beter dan in het andere. In granen worden ze bestreden door herbiciden, terwijl ook het gewas zelf de aardappelopslag onderdrukt. In suikerbieten en uien wordt aardappelopslag bestreden door de planten aan te strijken met glyfosaat. Het is goede landbouwpraktijk om aardappelopslag vóór 1 juli volledig te bestrijden. Dit is nodig om fytosanitaire redenen. In verband met *Phytophthora* is er zelfs een verordening om aardappelopslag te bestrijden, terwijl de bestrijding ook wordt uitgevoerd ter voorkoming van de vermeerdering van aardappelcysteaaltjes. Daarnaast wordt aardappelopslag door *Phytophthora* en in mindere mate soms ook door coloradokevers vernietigd. Bij een vroege aantasting door *Phytophthora* wordt de aardappelopslag zodanig aangetast dat er geen nieuwe knollen gevormd zullen worden. In de praktijk komt het desondanks regelmatig voor dat er aardappelopslagplanten blijven staan die ook in staat zijn knollen te vormen die vervolgens in een daaropvolgend jaar weer nieuwe opslagplanten kunnen geven. Bij een één-op-twee teelt, zoals bij zetmeelaardappelen, kan er dus vermenging optreden doordat opslagplanten in een volgend aardappelgewas opkomen. Bij een één-op-drie teelt is de kans hierop geringer, maar ook dan kan deze vermenging optreden. Bij een nog ruimere rotatie is deze kans verwaarloosbaar.

Een tweede manier van verspreiding van genetisch materiaal is via zaadvorming en uitkruising. Naast rassen die niet of nauwelijks in staat zijn om kiemkrachtig zaad te vormen, zijn er verschillende rassen die hiertoe wel in staat zijn. De aardappel is voor 80-100% een zelfbevruchter. Voor de bestuiving zijn insecten nodig. Het zaad dat door bevruchting ontstaat, komt in de grond terecht en kan daar meer dan 10 jaar levensvatbaar blijven. Om rijp zaad te krijgen is het nodig dat niet te vroeg geoogst wordt. In de pootaardappelteelt ontstaat daarom geen kiemkrachtig zaad. Bij de consumptie- en zetmeelaardappelen is dit wel het geval. Van het zaad dat in de grond zit, zal elk jaar een bepaald gedeelte ontkiemen. Deze kiemplanten zijn relatief kwetsbaar, zodat ze gemakkelijk bestreden worden met de onkruidbestrijdingsmiddelen die in granen en andere gewassen worden gebruikt. Ook zijn ze gevoelig voor mechanische onkruidbestrijding. Aardappelopslagplanten uit zaad worden in de volggewassen na aardappelen en ook in een volgend aardappelgewas vrijwel nooit zo groot dat ze oogstbare knollen ontwikkelen.

Hoewel kruisbevruchting beperkt voorkomt, zal er toch door insecten op beperkte schaal stuifmeel overgebracht worden op andere rassen. De maximale afstand waarop in onderzoek met een mannelijk steriel ras uitkruising is vastgesteld bedroeg 21 m. Het percentage uitkruising was daarbij laag. Als er uitkruising is opgetreden kan dit alleen tot vermenging met andere rassen leiden als uit het kiemkrachtige zaad dat hieruit ontstaat in de daaropvolgende jaren opslagplanten ontstaan die in een aardappelgewas in staat zijn om oogstbare knollen te vormen. De kans dat dit gebeurt, is echter uiterst gering. Uitkruising met verwante wilde soorten is in Nederland onder veldomstandigheden nooit vastgesteld.

Summary

In the environmental assessment of genetically modified plants (GMP's) potential adverse effects on human health and the environment are evaluated. As part of the risk assessment the possibilities for dispersal of genetic material (gene flow) are considered, based on the characteristics of the crop and the cultivation practices. This report describes the biology of sugar beet, maize and potatoes and cultivation practices associated with these crops in relation to gene flow to other cultivars or related species and product admixtures. The likelihood of establishment of feral populations is also considered.

Sugar beet

In the Netherlands sugar beet is grown for its roots (beets), which are processed by the sugar industry. Sugar beet seed is produced in France and Italy, but not in the Netherlands. Seed production and seed delivery to farmers are under the strict supervision of the certification authorities. Therefore, it is almost impossible for seeds of different cultivars to be accidentally mixed. Some mixing of cultivars may occur during cultivation, harvest and transport to the sugar factory, but this is not perceived as a problem by the sugar industry because usually there is no separate processing of cultivars.

Some seeds or (parts of) roots are inadvertently dispersed to roadside edges, field borders or other areas outside the crop field. However this seldom leads to establishment of sugar beet plants. Roots or parts of roots generally decompose during the winter and plants occasionally developing from vegetative plant parts or from seed are subjected to strong competition by the surrounding vegetation. Roots, parts of roots and tops of beets which are left in the field are ploughed into the soil and rarely lead to development of volunteer sugar beet plants. In order to control beet cyst nematodes and other soil-borne diseases, sugar beet is grown in rotation with other crops and the period between two sugar beet crops is usually 3-4 years. Volunteer beet plants that occasionally occur in the year following sugar beet are destroyed by the herbicides used in the subsequent crops, especially cereals and potatoes.

Although sugar beet plants are not expected to flower (bolt) in the Netherlands, this sometimes occurs in the field. Bolters can have different origins:

- Weed beets establishing from the seed lot, which are the product of unintentional crossing with sea beet or with weed beet in the seed production areas;
- Beet plants belonging to the cultivar itself which flower prematurely in their first year;
- Weed beets which have grown from seed present in the soil.

The first type of bolter occurs on a very small scale because of the high demands posed by the seed production industry on the absence of weed beet seed in seed lots (only 0.05% is allowed). The second type of bolter also occurs on a very small scale because breeding companies select very strictly against bolting, so nowadays cultivars have high levels of resistance to bolting. Weed beets developing on fields from seeds present in the soil originate from previous bolters that were not effectively eliminated. It is good agricultural practice to remove bolters before 1 August in order to prevent development of weed beet populations.

In most fields no or only a few seeds of weed beet are present and in most sugar beet crops no or only a few bolters occur. However, the number of fields with high levels of weed beet infestation is increasing and many bolters can be observed in the sugar beet crops grown on these fields. Every year, some weed beet seed germinates to produce weed beet plants and even after ten years the seed is still viable. In the other crops which are grown in the years between two sugar beet crops, these weed beets are controlled by herbicides.

Sugar beet is a cross-pollinator and the pollen is dispersed by the wind. Bolters produce pollen during June, July and August and most of the pollen remains in the direct vicinity of the bolters, but a small amount is dispersed over longer distances. The maximum pollen dispersal distance recorded in research studies is 8-9 km. This pollen can fertilise bolters in other fields. Research shows that outcrossing at distances of more than 200 m is very low (0.5% or lower). If bolters are not removed and these outcrossings result in viable

seed in the soil, further dispersal across other populations of weed beet and even to sea beet populations could occur in the long term. Outcrossing with sea beet has been shown to occur at a low level, but there are few opportunities for such outcrossing in the Netherlands, because sea beet only grows at low frequencies in coastal areas. Outcrossing with commercial red beet seed crops is also possible but is unlikely because of the small area of seed production of red beet in the Netherlands and because of the minimum distances to sugar beet fields prescribed by the certification authorities.

Maize

In the Netherlands maize is mainly grown for whole-crop silage. At harvest of the silage, all maize parts above the soil are chopped and ripe seed is generally not yet present. The chopped maize biomass is ensiled and used for feeding cattle. Maize is also grown on a restricted scale for the production of corn cob mix (CCM), maize cob silage (MCS) and ripe seed (grain maize). CCM consists of the ground kernels with a small part of the cob and is used for feeding pigs. MCS consists of the chopped product of the ear, including the foliage around the ear (bracts), the cob and sometimes a part of the stem and leaves of the plant, and is used as cattle feed. Grain maize is harvested when the kernel is ripe. The grain is delivered to the feed processing industry (for producing concentrate feed for animals). With all these products there is normally no strict demand to avoid mixing of cultivars.

Commercial maize seed is produced in France, Hungary and South America, but not in the Netherlands. Seed production and seed delivery to farmers are strictly controlled by the certification authorities, so there is little chance of mixing of cultivars at that stage. During sowing some seeds can be dispersed to roadside edges, field borders or other areas outside the field. This occurs on a very small scale. In practice, maize plants are rarely found outside the crop field, as young plants are easily outcompeted by the surrounding vegetation. The areas around the crop fields are mostly mown and the maize plants are destroyed before flowering can start.

Maize seed does not show dormancy and cannot survive in the soil for a long period of time. Seed that does not germinate directly after sowing and that remains in the soil germinates later or decomposes. The weather conditions in the Netherlands are not favourable for maize seed maturation, but even when ripe seed is left in the field after harvest this seed is not able to survive the winter. Maize volunteer plants do not occur in the year following a maize crop. The different cultivation treatments are carried out in such a way that the possibility of dispersal of gene flow between cultivars is virtually absent.

Outcrossing with other cultivars is the most important pathway of gene flow. Maize is a cross-pollinating crop and pollen is dispersed by the wind. However, in comparison with other wind-pollinated crops maize has heavy pollen, most of which settles in the direct vicinity of the parent plant, although a limited amount can be dispersed over longer distances. In research studies a maximum distance of 4.5 km has been recorded. Much research has been devoted to outcrossing of maize and the results show that outcrossing averaged across a field is generally less than 1% at a distance of 20 metres. Exceptions are possible under conditions with a prevailing wind from one direction and when the field is relatively small in comparison with the maize field that is the source of the pollen.

Potatoes

In the Netherlands, seed potatoes, ware potatoes and starch potatoes are produced on a commercial scale. During production of seed potatoes cultivars are kept strictly separate because of the high standards imposed on the supply of seed potatoes to growers of ware and starch potatoes. A large amount of the seed potatoes produced are exported to other countries. Ware potatoes are grown for processing into french fries, crisps (chips) and mash. A minor proportion is sold as fresh (table) potatoes. In the delivery and processing of ware potatoes purity of the cultivar is an important point, because traits of the cultivar influence the processing characteristics. Starch potatoes are used for the production of pure starch but cultivars are not processed separately by the starch company. As a consequence, mixing of cultivars is not perceived as a problem by starch potato growers.

During planting of seed potatoes and also at harvest, some tubers occasionally end up on roadside edges, field borders and other areas outside the crop field. These tubers can produce volunteer potato plants, although this only occurs on a very small scale. The tubers remain above the soil and thus plants growing from these tubers usually do not develop in the normal way. During winter the tubers are easily frozen and after some time they decompose. Any volunteer potato plants developing are also subjected to competition from the surrounding vegetation.

Mixing of cultivars by means of volunteer potatoes developing from tubers remaining in the soil is the most important potential route of gene flow from crop to crop. At harvest, many small potato tubers are left in the field. A certain proportion of these tubers freeze during the winter, especially during long winter periods with heavy frost. It is good agricultural practice to refrain from ploughing the soil immediately after potatoes in order to promote freezing of tubers left in the field. However often some tubers survive and produce volunteer potato plants, which are difficult to control. The success of control measures depends on the following crop. In cereals they are controlled by the herbicides and also by the competition from the cereal crop. In sugar beet and onion crops, volunteer potatoes are controlled by means of brushing the potato leaves with the herbicide glyphosate. It is good agricultural practice to destroy volunteer potatoes completely before 1 July. The destruction of volunteer potato plants is also required by phytosanitary regulations. With respect to late blight (*Phytophthora infestans*), there is an official regulation enforcing the destruction of volunteer potato plants and such destruction is also necessary in order to avoid proliferation of potato cyst nematodes. Volunteer potatoes can also be destroyed by *Phytophthora* and to a lesser degree by Colorado beetle. When *Phytophthora* occurs early in the season volunteer potatoes are affected and new tubers do not develop. However, in practice, volunteer potatoes can survive to produce new tubers. In a crop rotation with one potato crop every two years, as is the practice in the Netherlands for starch potatoes, this may lead to mixing of tubers between two consecutive crops. In a crop rotation with one potato crop every three years this risk is less, but even then mixing can occur. At lower rotation frequencies this risk is virtually absent.

True seed production and outcrossing are the second potential route of gene flow. There is great variation in fertility between cultivars, but there are several cultivars that are able to produce viable seed. Potato is mainly a self-pollinating crop, with a level of self-pollination of 80-100%, and insects are needed for pollination. The seed that is formed after self- or cross-pollination falls to the soil, where it can survive for more than ten years. To obtain ripe seed, the crop should not be harvested too early. For that reason, no viable seed is formed in the production of seed potatoes. In the production of ware potatoes and starch potatoes, however, viable seed can be produced. Each year a certain amount of the seeds present in the soil seed bank germinate, but the seedlings are relatively weak and are easily destroyed by the herbicides used in cereals and other crops. In the crops grown after potatoes and in regular potato crops, volunteer potatoes grown from true seed are almost always poorly developed plants which are not able to produce harvestable tubers.

Although cross-pollination only occurs on a limited scale, some pollen can be transferred by insects to other cultivars. In research with a male-sterile cultivar, outcrossing was found to occur to the maximum distance tested of 21 metres, although the percentage of outcrossing was low. When cross-fertilisation has occurred, mixing with other cultivars can only occur during subsequent years if the viable seed produces volunteer potato plants that are able to produce tubers in a consecutive potato crop. However, the likelihood of such tubers being produced is very small. Outcrossing with wild related species has never been observed under field conditions in the Netherlands.

1 Inleiding

Het Bureau Genetisch Gemodificeerde Organismen behandelt vergunningaanvragen voor de uitvoering van proeven met genetisch gemodificeerde planten (GGP) en ook vergunningsaanvragen voor het op de markt brengen van deze planten. Bij een milieuveiligheidsbeoordeling van een GGP wordt nagegaan of er als gevolg van het gebruik van GGP's schadelijke effecten kunnen optreden voor mens en milieu. De schadelijke effecten zouden het gevolg kunnen zijn van het in het veld staan van het GG-gewas, maar ze kunnen ook eventueel ontstaan als gevolg van de werkzaamheden die voor, tijdens of na de teelt met GGP's worden uitgevoerd. De beoordeling wordt gedaan aan de hand van een risicoanalyse. Belangrijke onderdelen van deze risicoanalyse zijn de eigenschappen van het uitgangsgewas en de wijze waarop de teelt onder Nederlandse omstandigheden plaatsvindt. Regelmatig blijkt er onduidelijkheid te bestaan over de eigenschappen van de gewassen, over de manier waarop de teelt in de praktijk wordt uitgevoerd en over de mate waarin eventuele verspreiding van genetisch materiaal in de praktijk plaatsvindt.

De vergunningaanvragen die de laatste jaren zijn ingediend betreffen de gewassen maïs en aardappel, terwijl er in de nabije toekomst waarschijnlijk ook aanvragen te verwachten zijn voor het gewas suikerbiet. Het doel van dit rapport is voor de genoemde drie gewassen een heldere en uitgebreide kwantitatieve beschrijving te geven van de mate van verspreiding van genetisch materiaal die op kan treden naar andere rassen of verwante soorten in de natuur. Ook de kans op het zich kunnen ontwikkelen van verwilderde populaties buiten de akkerbouwpercelen wordt hierin meegenomen. Het rapport kan worden gebruikt voor de wetenschappelijke onderbouwing van de milieurisicobeoordeling die de basis vormt van de uiteindelijke vergunningverlening voor (veld)werkzaamheden met de genetisch gemodificeerde landbouwgewassen suikerbiet, maïs en aardappel.

De biologie van de gewassen wordt beschreven en vervolgens wordt voor alle relevante teeltmaatregelen aangegeven hoe ze in de praktijk worden uitgevoerd en welk risico er is dat hierbij genetisch materiaal van rassen verspreid wordt. Verspreiding van genetisch materiaal van een ras is mogelijk op verschillende manieren:

- Vermenging met andere rassen;
- Verspreiding van zaden of plantendelen buiten het perceel waarop het ras geteeld wordt;
- Uitkruising met andere rassen;
- Uitkruising met verwante soorten;
- Verspreiding via opslagplanten die na afloop van de teelt op of buiten het perceel tot ontwikkeling kunnen komen (en die eventueel in latere jaren vermenging of uitkruising met andere rassen of verwante soorten kunnen opleveren).

De beschrijving richt zich op de teelt in Nederland en beperkt zich voor suikerbieten, aardappelen en korrelmaïs tot aan het moment dat de teler het product levert aan de verwerkende industrie. Bij snijmaïs, maïskolvenschroot en corn cob mix wordt de teelt beschreven, inclusief het inkuilen van het product en eventuele verspreiding van genetisch materiaal die op zou kunnen treden bij het gebruik van dierlijke mest. De goede landbouwpraktijk wordt beschreven, maar daarnaast zal ook de variatie die er in de praktijk bestaat aan de orde komen.

Voor elk gewas is de recente wetenschappelijke kennis over uitkruising in het rapport opgenomen. Hierbij wordt aangesloten op Nota 322 "Inventarisatie van de wetenschappelijke kennis over uitkruising in maïs, koolzaad, aardappel en suikerbiet voor het coëxistentieoverleg 2004" van Clemens van de Wiel & Bert Lotz, Plant Research International. Voor nadere gegevens over onderzoek uitgevoerd vóór 2004 wordt naar deze nota verwezen.

De gewassen suikerbieten, maïs en aardappelen worden in de praktijk geheel of gedeeltelijk (maïs) geteeld in afwisseling (rotatie) met andere gewassen. Waar relevant zullen ook de teeltmaatregelen in andere gewassen die van invloed zijn op de verspreiding van genetisch materiaal besproken worden. Ook de

ontwikkelingen in de teelt die gaande zijn, zullen meegenomen worden. Hetzelfde geldt voor veranderingen in het klimaat.

In het rapport is een woordenlijst opgenomen waarin landbouwkundige termen worden verklaard.

2 Suikerbieten

2.1 Biologie van de suikerbiet

De suikerbiet (*Beta vulgaris* L.) is een tweejarige plant. In het eerste jaar vormt de plant een verdikte penwortel: de biet. In het tweede jaar wordt een bloeiwijze gevormd. Om een bloeiwijze te kunnen vormen heeft de plant een periode met lage temperaturen nodig. In Nederland worden ook andere bieten geteeld die tot dezelfde plantensoort horen als de suikerbiet, nl. de voederbiet en de rode biet. De enige verwante wilde soort in Nederland waarmee de suikerbiet kan uitkruisen is de strandbiet (*Beta vulgaris* sp. *maritima*). De strandbiet komt in Nederland sporadisch voor langs de kust.

2.1.1 Het zaad

Bieten worden via zaad vermeerderd. Van nature is het meeste zaad van bieten zogenaamd meerkiemig. De bietenplant vormt na bloei zaadkluwen die twee tot vier zaden bevatten. Bij uitzaai van een zaadkluwen komen twee tot vier bietenzaailingen dicht bij elkaar op. Omdat dit voor de productie van suikerbieten niet gewenst is (suikerbietenplanten staan normaliter op ongeveer 18 cm van elkaar in de gewasrij), heeft de veredeling zogenaamde éénkiemige rassen ontwikkeld. Dit zijn zaadkluwen met nog maar één kiemend zaadje. Momenteel worden uitsluitend éénkiemige suikerbietenrassen geteeld. Het zaad van deze éénkiemige rassen is in vergelijking met andere zaden vrij klein: een diameter van 2 à 3 mm.

Het zaad van bieten kiemt nadat er voldoende vocht is opgenomen en wanneer er voldoende zuurstof aanwezig is. De kieming verloopt het snelst bij temperaturen tussen 20 en 25°C. De minimum kiemtemperatuur is ongeveer 3-5°C. Op een normaal bietenperceel zal in de bovenste 5 cm van het zaaibed voldaan worden aan de voorwaarden om te kunnen kiemen. Bietenzaad dat zich dieper in de grond bevindt, zal in rust blijven. Uit onderzoek is gebleken dat bietenzaad 10 jaar in de grond kan verblijven en dat een gedeelte hiervan dan nog steeds in staat is om te kiemen als de omstandigheden daarvoor gunstig zijn.

2.1.2 De eerstejaars plant

Nadat het zaad gekiemd is, komt het jonge kiemplantje op. Bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 7°C vindt dit plaats na ca. drie weken. De eerste twee blaadjes zijn geen echte blaadjes maar kiemlobben. Het kiemplantje is aanvankelijk vrij klein en zwak en wordt, als er geen onkruidbestrijding wordt uitgevoerd, snel overwoekerd door onkruid. Na opkomst worden er bovengronds uitsluitend bladeren gevormd. In totaal vormt een bietenplant ca. 30-40 bladeren. Ondergronds vormt de plant een uitgebreid wortelstelsel. De bewortelingsdiepte is afhankelijk van de bewortelbaarheid van de grond. In sommige gevallen is gevonden dat de beworteling tot 1 à 2 m diep kan gaan. Ongeveer 70% van het wortelstelsel bevindt zich echter in de bovenste 30 cm.

Ongeveer 4 tot 6 weken na opkomst begint de versterkte diktegroei van de hoofdwortel, waaruit de biet ontstaat. Bij de oogst kan de biet een diameter hebben van 20 à 25 cm en een lengte van 30 à 40 cm. Bij een uitgegroeide bietenplant bevindt zich het grootste gedeelte onder de grond. De wortelhals steekt afhankelijk van de plant 1 tot ca. 10 cm boven de grond uit. Aan de bovenkant van de biet bevindt zich de zogenaamde bietenkop, een niet uitgegroeid stengeldeel waarop de bladeren staan ingeplant. Normaal is een biet niet vertakt. Onder ongunstige bodemomstandigheden kan er echter wel vertakking optreden.

Hele bieten of gedeelten van bieten en ook bietenkoppen die na de oogst op het veld achterblijven kunnen in Nederland overwinteren. In het volgende jaar kunnen hieruit opslagplanten ontstaan.

2.1.3 De tweedejaars plant

In het tweede jaar vormt de bietenplant bloeistengels. Hiervoor is het nodig dat de plant gevernaliseerd wordt. Vernalisatie wil zeggen dat onder invloed van lage temperaturen de plant aangezet wordt tot bloeien.

De bloeistengels van een bietenplant worden meestal 1 à 1,5 m hoog. De bloempjes bevinden zich op de bloeistengels, alleen of in clusters van twee tot acht bloempjes. De bloempjes zijn éénhuizig, dat wil zeggen dat zowel de stampers als de meeldraden in hetzelfde bloempje aanwezig zijn. De bloei is door de groene kleur van de bloemdekbladen onopvallend. Zelfbevruchting komt van nature nauwelijks voor. De stempels worden bevrucht door stuifmeel dat afkomstig is van andere bloeiende bietenplanten. Het stuifmeel van suikerbieten is licht in vergelijking met dat van andere gewassen, zoals dat van maïs en koolzaad. De mate waarin een bietenplant stuifmeel vormt, hangt af van het ploïdieniveau. Er zijn diploïde planten (18 chromosomen), triploïde planten (27 chromosomen) en tetraploïde planten (36 chromosomen). Triploïde planten zijn meestal dubbel steriel, zowel mannelijk als vrouwelijk. Sommige triploïde planten zijn echter wel fertiel. Het stuifmeel van triploïde planten is in dat geval wel van een lagere kwaliteit dan van diploïde of tetraploïde planten (Hecker & McClintock, 1988). Longdon (1993) stelde vast dat het zaad afkomstig van triploïde planten niet levenskrachtig is. Desplanques et al. (2002) vonden dat zaad van triploïde planten wel kiemplanten konden opleveren. Diploïde en tetraploïde planten zijn goed fertiel. Het stuifmeel van tetraploïde planten is zwaarder dan van diploïde planten.

Het stuifmeel wordt met de wind verspreid. De afstand waarover dit kan plaats vinden kan oplopen tot 8 km (OECD, 2001) à 9 km (Fénart et al., 2007). Stuifmeel van tetraploïde planten wordt minder ver verspreid door de wind dan stuifmeel van diploïde planten. Daarnaast komt het voor dat stuifmeel verspreid wordt door sommige insecten, zoals trips, bijen en zweefvliegen.

In Nederland wordt de tweedejaars plant niet geteeld. De productie van zaaizaad vindt plaats in Frankrijk en Italië. Alle in Nederland gebruikte rassen zijn hybride rassen. Dit wil zeggen dat deze rassen worden geproduceerd door mannelijk steriele bietenplanten te laten bestuiven door fertiele vaderplanten (bestuivers). De bietenplanten kunnen ook bestoven worden met stuifmeel van de strandbieten en onkruidbieten die in de zaadproductiegebieden voorkomen. Dit levert zogenaamde éénjarige onkruidbieten op, dat wil zeggen bietenplanten die in het eerste jaar reeds bloeistengels (schieters) vormen.

Soms komt het ook voor dat een bietenplant afkomstig van rasecht zaaizaad in het eerste jaar bloeistengels (schieters) gaat vormen. Het ontstaan van deze schieters is afhankelijk van milieuomstandigheden. De belangrijkste factoren zijn lage temperatuur (1-4 °C) in het 4-5 bladstadium, de lengte van de periode waarin sprake is van deze lage temperaturen, en de daglengte. Daarnaast kan er ook devernalisatie optreden door hogere temperaturen in een later groeistadium, waardoor de neiging tot bloei weer onderdrukt wordt.

Schieters zijn in staat om onder Nederlandse omstandigheden kiemkrachtig zaad te vormen. Het stuifmeel van schieters kan ook verwante soorten bevruchten. In Nederland is dit mogelijk met de hier voorkomende strandbiet. In Nederland vindt op beperkte schaal zaadteelt van rode biet plaats. Het stuifmeel van schieters in suikerbietenpercelen kan ook in deze zaadproductiepercelen terecht komen.

2.1.4 Onkruidbiet

In Nederland komt in verschillende percelen zaad van onkruidbieten voor. Dit zaad is afkomstig van schieters die in het verleden op het perceel hebben gestaan. Er zijn verschillende percelen in Nederland waarop stabiele populaties onkruidbieten aanwezig zijn. Deze populaties zijn in staat zich generatief, d.w.z. via zaadvorming, in stand te houden. Elk jaar komt een deel van de aanwezige bodemvoorraad zaden tot kiemen. In een suikerbietenperceel kunnen de onkruidbieten zich tot volwassen planten ontwikkelen. In de andere gewassen worden de meeste jonge onkruidbietenplantjes reeds in een vroeg stadium vernietigd bij de chemische of mechanische onkruidbestrijding.

2.2 De teelt en de verspreiding van genetisch materiaal

In Nederland wordt de suikerbiet uitsluitend geteeld om bieten te kunnen oogsten waaruit in de suikerfabriek suiker gewonnen wordt. Momenteel wordt in Nederland jaarlijks op ca. 80.000 ha suikerbieten geteeld. Ongeveer 65% van deze oppervlakte ligt op de klei- en lössgronden en 35 % op de zand- en dalgronden.

Om problemen met ziekten te voorkomen worden suikerbieten meestal niet vaker dan één keer in de vier jaar op hetzelfde perceel geteeld. Enkele telers telen suikerbieten één keer in de drie jaar. In de tussenliggende jaren staan er andere gewassen op het perceel. Op de kleigronden zijn dit meestal wintertarwe, zomergerst, aardappelen, uien, graszaad, vlas, cichorei en, afhankelijk van het gebied, ook bloembollen en groentegewassen. Op de zand- en dalgronden worden in de tussenliggende jaren vaak zomergerst, aardappelen of maïs geteeld.

Bij de levering aan de suikerfabriek wordt er niet op gelet of rassen gemengd worden aangeleverd. In de fabriek worden de rassen niet gescheiden verwerkt. Vermenging bij de oogst of bij de tijdelijke opslag op het bedrijf van de teler is dan ook normaal gesproken geen probleem.

Sinds 2005 moeten alle suikerbietentelers in Nederland over een Voedselveiligheidscertificaat Suikerbieten beschikken. Om dit certificaat te halen moet aan diverse eisen worden voldaan: o.a. geen verontreinigingen van het perceel, geen verontreiniging van de oogst en de opslag, gebruik van door de suikerindustrie geleverd bietenzaad met een GGO-vrij verklaring, gebruik van uitsluitend toegelaten gewasbeschermingsmiddelen in de toegelaten doseringen en gebruik van een goedgekeurde spuit (SKL). De telers worden hierop regelmatig gecontroleerd door certificeringsinstanties.

In Nederland worden op zeer beperkte schaal ook suikerbieten geteeld op biologische bedrijven. Het percentage biologische suikerbieten loopt van jaar tot jaar uiteen van 0 tot ca. 0,5%. De teeltmaatregelen in de biologische teelt wijken af van die in de gangbare teelt. Indien dit afwijkingen zijn die relevant zijn voor de kans op verspreiding van genetisch materiaal naar het milieu of naar andere rassen, zal hierop in dit hoofdstuk ingegaan worden.

De teelt van voederbieten in Nederland vindt slechts op zeer geringe schaal plaats (minder dan 50 ha). De teelt is er op gericht bieten te oogsten die vervoerd worden aan het vee. De teeltmaatregelen in het veld zijn volledig vergelijkbaar met die bij suikerbieten. De bieten worden bewaard in kuilen. De risico's van verspreiding van genetisch materiaal zijn vergelijkbaar aan die bij de teelt van suikerbieten.

2.2.1 Productie van zaaizaad

De productie van suikerbietenzaad vindt niet in Nederland plaats, maar voornamelijk in Frankrijk en Italië. Binnen de EU worden strenge eisen gesteld aan de productie en het in de handel brengen van bietenzaad (Richtlijn 2002/54/EG). De officiële keuringsdiensten die in de verschillende landen verantwoordelijk zijn voor de controle op de productie, de keuring en de certificering werken volgens richtlijnen van de EU. De zaaizaadproductievelden zijn strikt van elkaar gescheiden. Afhankelijk van het ploïdieniveau van de bestuivers bedraagt de minimum onderlinge afstand 300, 600 of 1000 m. Ook mogen er geen onkruidbieten of strandbieten voorkomen binnen een afstand van 1000 m van het productieveld. Onafhankelijke keurmeesters zien er in het veld op toe dat de regels nageleefd worden. Naast de veldkeuringen worden er na de oogst van het zaad ook monsterkeuringen uitgevoerd. Er wordt met name gecontroleerd op het rasecht zijn van de rassen en op het afwezig zijn van éénjarige onkruidbieten. De norm voor raszuiverheid ligt op 97%. Voor het afwezig zijn van onkruidbietenzaad stellen de veredelingsbedrijven zichzelf extra hoge eisen. Een norm van maximaal 0,05% onkruidbietenzaad wordt door verschillende bedrijven gebruikt (L. Kampschreur, pers. Med., 2008).

2.2.2 Aanschaf zaaizaad

Zaad van suikerbieten wordt voor het overgrote deel bij de Nederlandse Suikerindustrie gekocht. In sommige gevallen betreft een teler het zaad direct van de zaaizaadleverancier. In dat geval moet de teler een GGO-vrij verklaring van het zaaizaad kunnen tonen. Het zaaizaad wordt geproduceerd in Frankrijk en Italië. Ook het behandelen van het zaaizaad met fungiciden en insecticiden en het pilleren van het zaaizaad vindt meestal plaats in deze landen. Het zaad wordt ingehuld in een pil, waarin ook fungiciden en insecticiden zijn verwerkt. Het kiemende plantje wordt hiermee beschermd tegen ziekten en plagen. Het inhullen van het zaad heeft daarnaast ook als voordeel dat het nauwkeuriger gezaaid kan worden. De pillen hebben een diameter van 3 à 4 mm.

De zaaizaadproductie en het in de handel brengen van het zaad staat onder strenge controle van de

keuringsdiensten. Het zaad komt in Nederland binnen in zorgvuldig verpakte eenheden van 100.000 zaden. De verpakking is voorzien van een keuringscertificaat. Per ha wordt ongeveer 1,1 eenheid zaad gebruikt.

Vanwege de strikte controle en de verpakking in eenheden van 100.000 zaden is er voorafgaand aan het zaaien in Nederland geen kans op vermenging van rassen. Ook is er geen risico dat er bietenzaad in het milieu terecht komt.

2.2.3 Het zaaien

Suikerbieten worden meestal in maart of april gezaaid met precisiezaaimachines die individuele zaden op een onderlinge afstand van 18-21 cm wegleggen in rijen die 50 cm van elkaar verwijderd zijn. Meestal wordt gewerkt met zaaimachines die twaalf of meer rijen tegelijk zaaien. Het zaaien vindt plaats op een vlak zaaibed, waarin de zaden op een diepte van 2 tot 4 cm worden weggelegd. In totaal worden er meestal ca. 110.000 zaden per ha gezaaid. In het algemeen zal het opkomstpercentage 70 a 80% bedragen. De overige zaden zullen verrotten in de grond. De zaden liggen te ondiep om in kiemrust te kunnen gaan. De kans dat er dus uit het gezaaide zaad in de navolgende teelten nog planten ontstaan is nihil.

Het zaaien wordt of door de teler zelf of door een loonwerker uitgevoerd. Op een perceel wordt meestal slechts één ras geteeld. Soms kan het echter voorkomen dat op een perceel meer dan één ras geteeld wordt. De kans op enige vermenging is dan groot, met name op de scheiding tussen kopakker en de rest van het perceel. De planten van de verschillende rassen kunnen dan op slechts ca. 5 cm van elkaar verwijderd staan. Er zullen ook telers zijn waarbij er op de grens tussen twee rassen sprake is van vermenging. Bij het vullen van de zaai-elementen van de zaaimachine met het nieuwe ras wordt dan namelijk niet gewacht op het moment dat het zaad van het vorige ras volledig verzaaid is. Ook indien de teler of een loonwerker binnen het bedrijf van het ene naar het andere perceel gaat om een ander ras te gaan zaaien, hoeft men er niet van uit te gaan dat de zaaimachine volledig schoon gemaakt wordt. Wanneer een loonwerker van de ene teler naar een andere teler gaat, zal de zaaimachine leeg gemaakt worden. Er zal echter altijd een kans bestaan dat er nog enige zaden in de zaai-elementen blijven zitten. Wanneer het zaaien door een loonwerker plaats vindt zal de kans op vermenging van rassen groter zijn dan wanneer het zaaien door de teler zelf wordt uitgevoerd.

Bij een te slechte opkomst wordt soms opnieuw gezaaid. Bij overzaai zal het niet altijd mogelijk zijn om hetzelfde ras te krijgen. Met een onkruidbestrijdingsmiddel wordt het aanwezige onkruid en de enkele aanwezige bietenplanten gedood. Er kunnen echter nog nakiemers komen van het eerst gezaaide ras die tussen de planten van het nieuwe ras komen te staan. Enige vermenging van rassen is voor de teler acceptabel, omdat er bij de suikerfabriek ook vermenging optreedt die niet als bezwaarlijk wordt gezien.

Bij het wisselen van percelen kan er zaad uit de zaaimachines lekken dat terecht kan komen in perceelsranden, wegbermen en andere terreinen. Het zaad kan daar ontkiemen en er kunnen bietenplanten uit ontstaan. De kans dat deze planten overleven tussen de aanwezige vegetatie is echter heel gering. De kleine plantjes zullen de concurrentie met de in het voorjaar reeds volop aan de groei zijnde grassen en andere planten niet overleven. In de praktijk komt het eigenlijk niet voor dat er bietenplanten in bermen en perceelsranden worden aangetroffen. Er is geen betrouwbare informatie bekend uit botanische analyses van bermen en perceelsranden.

Biologische telers zaaien bieten op dezelfde manier als de gangbare telers. Het zaad wordt niet behandeld met fungiciden of insecticiden. Soms wordt gebruik gemaakt van paperpots met bietenplantjes. Het opkweken van deze bietenplantjes vindt plaats in kassen. De kans dat bij het transport en het uitplanten van deze plantjes rassen vermengd worden is nihil, omdat het meestal per teler maar om één ras gaat. Ook het risico dat er plantjes buiten het perceel terechtkomen is nihil.

Geconcludeerd kan worden dat er bij het zaaien een geringe vermenging van rassen op kan treden. Omdat de suikerfabriek bij de verwerking geen eisen stelt aan de raszuiverheid, is dit geen probleem. Ook kan er bij het zaaien incidenteel zaad terecht komen buiten de percelen, maar dit leidt in de praktijk niet tot de ontwikkeling van wilde populaties.



Figuur 1. **Een gewas suikerbieten kort voor het moment dat het gewas de grond volledig bedekt (ca. half juni)**

2.2.4 Bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen

In de eerste helft van het groeiseizoen moet het onkruid bestreden worden. Dit vindt grotendeels plaats met behulp van chemische middelen. Gemiddeld is het nodig om 3 tot soms 6 à 7 keer een bespuiting tegen onkruid uit te voeren. Op een deel van de percelen wordt ook mechanische onkruidbestrijding uitgevoerd. Op de kleigronden wordt geschoffeld, terwijl op de zand- en dalgronden naast geschoffeld ook aangeaard wordt. In de tweede helft van het groeiseizoen wordt 1 à 2 keer een bespuiting uitgevoerd tegen bladziekten, terwijl op een deel van de percelen ook 1 à 2 keer een bespuiting tegen luizen wordt uitgevoerd.

Bij de bespuitingen met chemische middelen is er geen risico op vermenging tussen rassen. Er worden geen planten of gedeelten van planten verslept tijdens het spuiten. Bij het schoffelen of het aanaarden is deze kans wel aanwezig. Echter dit verslepen zal op zeer geringe schaal gebeuren. Hoogstens zullen er in het geval dat er meer dan één ras op hetzelfde perceel staat enkele planten van het ene ras in het andere ras geslept kunnen worden. De kans dat deze planten overleven is gering.

Een biologische teler zal de onkruidbestrijding volledig mechanisch uitvoeren. Omdat het aantal beschikbare rassen voor de biologische teler vaak beperkt is tot één à twee rassen, is de kans dat op een biologische perceel meer dan één ras geteeld wordt ook geringer. Dus ook voor de biologische teelt van suikerbieten geldt dat het optreden van vermenging van rassen bij het uitvoeren van de onkruidbestrijding te verwaarlozen is.

2.2.5 Bemesten

Op vrijwel alle percelen wordt één à twee keer bemest met kunstmest. Daarnaast wordt op veel percelen op de zand- en dalgronden voor het uitvoeren van de groundbewerking in het voorjaar dierlijke mest toegediend.

Bij het bemesten is er geen kans dat er vermenging optreedt. Er worden geen planten of plantendelen versleept. In de dierlijke mest zitten normaliter geen bietenzaden.

2.2.6 Verwijderen van schieters

2.2.6.1 De praktijk

Ongeveer vanaf begin juni kunnen er in een bietengewas schieters optreden. De aanwezige schieters in een bietenperceel kunnen drie verschillende achtergronden hebben:

- Onkruidbieten die in de zaaizaadpartij aanwezig waren en die tijdens de zaaizaadproductie ontstaan zijn door kruisingen met de strandbiet of met de onkruidbiet;
- Bietenplanten van het gezaaide ras die in het eerste jaar reeds bloeistengels vormen;
- Onkruidbieten die gekiemd zijn uit onkruidbietenzaad dat al in de grond zat.

Op percelen waar veel schieters tot ontwikkeling komen betreft het vooral schieters die ontstaan zijn uit onkruidbietenzaad dat in de grond aanwezig was. De veredelingsbedrijven hanteren hoge normen voor het zaaizaad dat er zo weinig mogelijk onkruidbietenzaad in de zaadpartij zit (zie 3.2.1). Ook wordt er bij de ontwikkeling van rassen veel aandacht aan besteed dat er uit het rasechte bietenzaad geen of vrijwel geen schieters ontstaan. De rassen die tegenwoordig in Nederland gebruikt worden, hebben een zeer goede schieterresistentie.

Het is goede landbouwkundige praktijk dat de schieters vòòr 1 augustus worden verwijderd. Dit wordt gedaan om te voorkomen dat de schieters kiemkrachtige zaden leveren. De schieters worden handmatig uit de grond getrokken en vervolgens wordt de stengel van de wortel gescheiden om zo hergroei vanuit de wortel te voorkomen. Bij verwijdering voor 1 augustus ontstaat er geen kiemkrachtig zaad. Er zijn echter elk jaar verschillende telers die de schieters niet of onvolledig verwijderen. Schieters die niet verwijderd worden, kunnen zeer grote aantallen kiemkrachtige zaden opleveren. Aantallen van 2000 tot 4000 per schieter kunnen gemakkelijk voorkomen, terwijl ook aantallen van meer dan 8000 gevonden zijn. De zaden blijven gedurende een groot aantal jaren aanwezig in de grond. Wanneer ze in één van de volgende jaren in de bovenlaag van de grond terechtkomen en de kiemomstandigheden zijn goed, dan kunnen ze ook na 10 jaar nog ontkiemen.

De laatste jaren is het aantal percelen met onkruidbietenzaad fors toegenomen (Wevers, 2006). Telers wordt daarom ook sterk aangeraden om schieters afdoende te blijven bestrijden. Ook in de andere gewassen die op deze percelen geteeld worden komen kiemplanten van deze onkruidbieten voor. De overlevingskans in andere gewassen is echter gering (zie 2.2.9)



Figuur 2. **Voorbeeld van een perceel suikerbieten met veel schieters. In de meeste percelen in Nederland komen geen of slechts enkele schieters voor.**

Schieters bloeien onder Nederlandse omstandigheden in de maanden juni, juli en augustus. Het stuifmeel dat gevormd wordt kan met de wind over grote afstand worden verspreid. Het stuifmeel zal schieters van andere rassen en onkruidbieten bevruchten. Wanneer deze schieters niet verwijderd worden, zal er kiemkrachtig zaad in de grond terecht komen. In de daaropvolgende jaren zullen hieruit onkruidbieten ontstaan. Indien deze onkruidbieten de gelegenheid krijgen om te bloeien, zullen ze via het stuifmeel genetisch materiaal overdragen naar eventuele schieters van andere rassen en onkruidbieten. In de kustprovincies kan er ook uitkruising plaats vinden met de strandbiet. Dit zal echter slechts in geringe mate het geval zijn, omdat de strandbiet slechts sporadisch voorkomt langs de kust. Indien de verzilting toeneemt in verband met de stijging van de zeespiegel, kunnen er iets meer strandbieten verwacht worden.

Ook uitkruising met de zaadproductievelden van de rode biet is denkbaar. Echter ook deze zaadproductie moet voldoen aan strenge keuringseisen. Hierbij wordt er op gelet dat de zaadproductievelden ver genoeg verwijderd zijn van suikerbietenpercelen. Het areaal zaaizaadproductie van rode bieten in Nederland is bovendien klein. In 2001 was dit areaal ca. 1,5 ha (Hin, 2001).

2.2.6.2 Wetenschappelijke kennis

Hoofdconclusie van het uitkruisingsrapport door Van de Wiel & Lotz (2004) voor suikerbiet was dat voor het tegengaan van verspreiding van genen vanuit de bietenteelt het zorgvuldig verwijderen van schieters het kernpunt is. Daarmee wordt de verspreiding tegengegaan die langs twee wegen tot stand kan komen, nl:

- via stuifmeel naar onkruidbieten en naar de strandbiet, *Beta vulgaris sp. maritima*, die in Nederland vooral langs de kust voorkomt;
- via zaad, van waaruit via de zaadbank in de bodem verdere populaties onkruidbieten kunnen ontstaan.

Lage percentages uitkruising met transgene schieters op onkruidbieten (<1%) werden aangetroffen in een beperkt aantal Franse en Duitse veldproeven. Het toepassen van hybride triploïde rassen zou de stuifmeelproductie van schieters verder terugbrengen, maar in recente jaren zijn hybride diploïde rassen

weer populairder geworden.

In de literatuur bleken slechts een beperkt aantal aanwijzingen beschikbaar te zijn voor uitkruising van strandbiet met suikerbiet. In één Franse studie werd aannemelijk gemaakt dat verspreiding van onkruidbiet ook via zaad kon plaatsvinden. Onkruidbieten die langs deze weg in de omgeving van strandbieten terechtkomen zouden vervolgens daarmee kunnen uitkruisen en zo een extra route vormen voor genenverspreiding naar de strandbiet. Ze zouden dus niet alleen via uitkruising, maar ook via deze weg van zaadverspreiding kunnen fungeren als een “verspreidingsbrug” tussen suikerbiet en strandbiet.

Sinds het uitkruisingsrapport door Van de Wiel & Lotz (2004) is er over verschillende aspecten van genenverspreiding in suikerbiet gepubliceerd. Alibert et al. (2005) hebben uitkruisingsproeven met transgene herbicideresistentie als merker gedaan in ZW-Frankrijk. Uitkruising volgde het gebruikelijke patroon van een snelle afname met toenemende afstand en een belangrijke invloed van windrichting, waarbij op 200 m 0,5% gevonden werd met onkruidbieten als ontvangers. Met mannelijk steriele vangplanten werd op 1 km 0,15% uitkruising gevonden. Dit laatste betreft een “worst case” scenario, aangezien bij de onkruidbieten duidelijk het effect van competitie om bestuiving en bevruchting met eigen stuifmeel werd waargenomen. Zo werd met mannelijk steriele vangplanten op 200 m driemaal zoveel uitkruising waargenomen als met de onkruidbieten in bovenstaand voorbeeld, namelijk 1,5%.

Twee andere Franse publicaties geven een idee van uitkruising met onkruidbieten onder landbouwkundig representatieve veldomstandigheden. Darmency et al. (2007) hebben op twee plekken (Noordoost- en Oost-Frankrijk) in meerjarige teeltproeven met transgene herbicidetolerante suikerbietenlijnen gekeken naar de interactie tussen transgene schieters in het gewas en schieters van onkruidbieten. De opzet is mogelijk niet helemaal representatief geweest, doordat één van de twee gebruikte experimentele transgene lijnen een grotere neiging tot schieten vertoonde dan gebruikelijk bij geteelde rassen en doordat op één plaats onkruidbieten niet aanwezig waren en dus voor de proeven geïntroduceerd moesten worden. Aantallen schieters en onkruidbieten waren echter meestal in overeenstemming met de gemiddelde waarnemingen in Frankrijk. Dat hield in dat het per plaats om hoogstens enkele tientallen schieters en onkruidbieten ging. Nakomelingen van onkruidbieten werden zowel in het transgene bietenveld als in naastgelegen percelen getest. Uitkruisingspercentages van de onkruidbieten met transgene schieters varieerden tussen 0,004% en 9,4%. Het overgrote deel van de transgene zaden op de proefvelden werd echter geproduceerd door de transgene schieters zelf. Dit zou anders kunnen komen te liggen, indien persistente transgene onkruidbietpopulaties zouden ontstaan: na aanplant van een transgene onkruidbietpopulatie liep uitkruising met het transgen in de bestaande onkruidbietpopulatie op tot 16,7%. Daarbij waren er aanwijzingen dat de onkruidbieten effectievere bestuivers waren. Door het verspreide voorkomen van de onkruidbieten was stuifmeel ook beperkend: door de beperkte totale stuifmeelproductie waren de planten extra gevoelig voor uitkruising. De maximale afstand waarop uitkruising met het transgen gevonden werd was 112 m in een onkruidbiet en 277 m in een mannelijk steriele vangplant.

De andere Franse studie van Fénart et al. (2007) vond plaats aan spontane onkruidbietpopulaties in vijf percelen over een gebied van 5000 ha in Noord-Frankrijk. In dit geval werd uitkruising ingeschat met behulp van een zorgvuldige populatie-genetische (ouderschaps) analyse van moleculaire (DNA) merkergegevens van de bemonsterde onkruidbieten. Deze analyse liet zien dat 11-18% van de stuifmeeldonoren van buiten de desbetreffende percelen kwam. De maximaal gevonden afstand bedroeg 9,6 km. Dit stemt overeen met waarnemingen dat bietenstuifmeel behoorlijk droogte-resistent is en dus over langere afstanden levensvatbaar blijft. Er waren aanwijzingen dat lagere uitkruising samenhang met het meer geclusterd voorkomen van grotere aantallen onkruidbieten. Dit zou betekenen dat in deze gevallen de stuifmeelproductie van de onkruidbieten zo hoog was dat uitkruising omlaag gebracht werd door competitie met het op het veld zelf geproduceerde stuifmeel. Er werden in dergelijke gevallen ook hogere waarden zelfbestuiving gevonden (31-36% vs. 16-24%).

Aangaande genenverspreiding vanuit de suikerbiet naar de strandbiet bevestigden Andersen et al. (2005) het beeld dat uitwisseling tussen beide een beperkte omvang heeft. Alleen in de omgeving van een Deense zaadproductiegebied werden enkele hybriden in een wilde strandbietpopulatie aangetroffen. Verder werd er echter in Deense en een aantal verspreid over Europa liggende populaties met behulp van moleculaire (DNA)

merkers vrijwel geen aanwijzingen voor genetische menging aangetroffen. Viard et al. (2004) troffen met moleculaire merkers aan de noordelijke kust van Frankrijk weinig aanwijzingen voor genetische uitwisseling tussen wilde strandbieten en onkruidbieten. Dit kon deels verklaard worden doordat de bloeipieken tussen beide groepen uiteenliepen. In sommige populaties konden echter wel degelijk aanwijzingen voor genetische menging gevonden worden. Het betrof 3% van de individuen en de indruk van Arnaud et al. (2003) dat zaadverspreiding een rol speelt werd daarbij bevestigd. Via zaad verspreide planten zouden op hun beurt weer verder bij kunnen hebben gedragen aan lokale genenverspreiding via stuifmeel. Dit zou kunnen verklaren dat in één van de onderzochte populaties met moleculaire merkers aanwijzingen voor beide verspreidingswijzen gevonden werden (d.w.z. via stuifmeel in het kern-DNA en via zaad in het chloroplast-DNA dat alleen via de moederlijke lijn overerft).

Conclusies

Het belang van schieterbestrijding om verspreiding van genen naar (onkruid)biet tegen te gaan wordt ook door recente publicaties belicht. Weliswaar gaat het bij verspreiding zowel via stuifmeel als via zaad om lage percentages, maar indien de schieters de gelegenheid krijgen om te bloeien en rijp zaad te vormen lopen deze duidelijk op over de jaren heen. Ook aanwijzingen voor verspreiding van cultuurbiet naar de strandbieten worden gevonden, zij het slechts in beperkte mate, maar wel met een aannemelijke “brugfunctie” voor de onkruidbieten.

2.2.7 De oogst

De oogst wordt in het najaar uitgevoerd met zes- of meerrijige bunkerrooiers. Deze machines slaan eerst het blad van de bieten. Vervolgens worden de bieten met nakoppers (messen) gekopt. Hierbij wordt het bovenste deel van de biet waarop de bladeren ingeplant zaten weggesneden. Daarna wordt de biet uit de grond gelicht met behulp van rooischaren. De bieten worden verzameld in een bunker. De bunker wordt geleegd in kiepers die de bieten afvoeren naar het erf van de teler of een andere opslagplaats. Het kapotgeslagen blad en de bietenkoppen blijven op het perceel achter.

Bij veel telers zal er bij de oogst geen vermenging optreden. Indien er meer dan één ras op een perceel geteeld wordt, is echter vermenging goed mogelijk. Bij de oogst blijven kleine bieten en bietenkoppen op het land achter. Deze kunnen weer gaan uitlopen en opnieuw bietenplanten vormen. In zachte winters kunnen deze planten ook overwinteren. Meestal worden ze echter ondergeploegd, waarbij ze dusdanig in de grond terechtkomen dat er geen opslagplanten uit ontstaan.

2.2.8 Opslag en transport

Bij het vervoer van het perceel naar de opslagplaats vallen soms enkele bieten van de kiepers. Ze kunnen daarbij terechtkomen in akkerranden, wegbermen of andere terreinen. De bieten kunnen uitlopen, overwinteren in zachte winters, en daarna bietenplanten vormen die kunnen schieten. De schaal waarop dit gebeurt is echter uiterst gering. Meestal verrotten deze bieten tijdens de winter en in het geval er wel opslagplanten uit ontstaan, worden ze meestal weggeconcurrereerd door de aanwezige begroeiing.

De opslagplaats op het erf van de teler bestaat meestal uit een betonplaat. Indien een teler meerdere rassen heeft, kan de teler er voor kiezen om de rassen apart op te slaan, maar meestal zullen de hopen van de verschillende rassen tegen elkaar aan gestort worden. Vermenging van rassen zal dan in beperkte mate optreden. Ook bij het transport van het bedrijf van de teler naar de suikerfabriek vallen er sporadisch bieten van de vrachtwagens, maar hieruit ontstaan zeer zelden opslagplanten.

2.2.9 Bestrijden van opslagplanten

Na de oogst wordt op kleigronden vaak in de herfst nog geploegd. Op zand- en dalgronden gebeurt dit ook op een deel van de percelen, met name wanneer er een wintergraan gezaaid wordt. Daarnaast wordt een gedeelte van de percelen op zand- en dalgronden in het daaropvolgende voorjaar geploegd. Bij het ploegen worden de achtergebleven bietenkoppen en (kleine) bieten dusdanig ondergeploegd dat hieruit vrijwel geen opslagplanten ontstaan.

In de volggewassen kunnen bietenopslagplanten staan die afkomstig zijn van onkruidbietenzaad dat in de

grond aanwezig is. Indien er na bieten granen geteeld worden, dan zullen bij de chemische onkruidbestrijding vrijwel alle bietenopslagplanten bestreden worden. De belangrijkste onkruidbestrijdingsmiddelen in granen hebben een goed bestrijdingseffect op jonge bietenplanten (Ally (metsulferon-methyl), MCPA, Stomp (pendimethalin), Atlantis (iodosulferon/mesosulferon), Javelin (diflufenican/isoproturon), Azur (diflufenican/ioxynil/isoproturon), Starane (fluroxypyr) en Challenge (aclonifen) (www.irs.nl, bron: Recrop)). Daarnaast is de grondbedekking door het graan dusdanig dat ook hierdoor jonge bietenplanten weinig kans maken om te overleven. In aardappelen komen in de praktijk geen bietenopslagplanten tot ontwikkeling. De kieming van onkruidbietenzaad vindt reeds in maart, begin april plaats. Met het opbouwen van de aardappelruggen worden de jonge onkruidbietenplantjes bestreden. Daarnaast geven verschillende herbiciden die in aardappelen gebruikt worden een goede bestrijding van onkruidbietenplanten (Sencor (metribuzin), Stomp (pendimethalin), Butisan (metazachloor) en Titus (rimsulferon) (www.irs.nl, bron: Recrop)). Het herbicide Boxer dat ook veel gebruikt wordt, geeft geen bestrijding van bietenopslagplanten (www.irs.nl, bron: Recrop)). Ook in maïs komt het eigenlijk niet voor dat bietenopslagplanten tot ontwikkeling komen. Veel van de gebruikte herbiciden bestrijden bietenplantjes goed (isoxaflutool, terbuthylazine, sulcotrione, iodosulfuron (www.irs.nl, bron: Recrop)). In volggewassen waarin dezelfde middelen gebruikt worden als in bieten, is de overlevingskans van onkruidbieten uit zaad groter. In cichorei of witlof worden ten dele dezelfde middelen gebruikt als in suikerbieten. In de praktijk zijn echter in deze gewassen zelden schieters van bieten te zien.

In de biologische landbouw is de kans groter dat bietenplanten ook in een graangewas tot ontwikkeling komen. Bij het eggen van het graan kunnen er bietenplanten blijven staan. Vaak wordt er echter in de biologische landbouw ook handmatig gewied. Schietende bietenplanten zullen voldoende opvallen in het gewas, zodat ze hierbij weinig kans maken om te ontsnappen aan de onkruidbestrijding.

2.2.10 Conclusie

De belangrijkste vorm van verspreiding van genetisch materiaal tijdens de teelt van suikerbieten is de verspreiding via schieters. Indien een GG-gewas suikerbieten schieters vormt die niet op tijd bestreden worden, kan er stuifmeel verspreid worden naar schieters van andere rassen of naar schieters van de onkruidbietenpopulaties die op sommige percelen aanwezig zijn. Aan de kust kan het stuifmeel ook bevruchting geven van de strandbiet. Het meeste stuifmeel zal dicht in de buurt van de schieters terecht komen, maar daarnaast is verspreiding over grotere afstand, tot 8 à 9 km, mogelijk. Uitkruising blijkt met een toenemende afstand tot de schieters snel af te nemen: op een afstand van meer dan 200 m is de uitkruising zeer beperkt (0,5% en lager). Indien de bestoven schieters de gelegenheid krijgen om rijp zaad te vormen, kunnen er in de volgende jaren onkruidbieten opgroeien die, indien de bestrijding opnieuw achterwege blijft, opnieuw genetisch materiaal kunnen verspreiden. Het verspreide genetisch materiaal kan op deze wijze opgenomen worden in de onkruidbietenpopulatie. Naast deze verspreiding van genetisch materiaal via stuifmeel kan er ook genetisch materiaal verspreid worden via het zaad. In de volgende jaren kunnen zich hieruit schieters ontwikkelen. De bestrijding van bietenopslagplanten uit o.a. onkruidbietenzaad, vindt in de gewassen die geteeld worden in de jaren tussen twee opeenvolgende bietenteelten meestal afdoende plaats via de normale onkruidbestrijding. Verspreiding van genetisch materiaal via verspreiding van zaad, bieten of plantdelen naar wegbermen, akkerranden en andere terreinen buiten de akkerbouwpercelen is vrijwel te verwaarlozen.

3 Maïs

3.1 Biologie van maïs

Maïs (*Zea mays L.*) behoort tot de familie van de Gramineëën of Grasachtigen. Van oorsprong is het een subtropisch gewas. Maïs is een kortedagplant; dat betekent dat de plant sneller in bloei komt bij kortere dagen. Verwante soorten (cultuur en wild) zijn in Nederland en Europa niet bekend.

3.1.1 Het zaad

Maïs wordt vermeerderd via zaaizaad. Al het in Nederland in de praktijk uitgezaaide zaaizaad is afkomstig van hybride rassen. Hybriderassen zijn rassen die ontstaan zijn door inteeltlijnen te kruisen. De moeder-inteeltlijn wordt ontpluimd, zodat er geen bestuiving met eigen stuifmeel kan plaats vinden. De vader-inteeltlijn (bestuiver) levert het stuifmeel waarmee de moeder-inteeltlijn wordt bevrucht. Het zaad van het ras wordt uitsluitend op de moeder-inteeltlijn geogost.

Maiszaad kiemt bij een minimum bodemtemperatuur van 8-10°C. Gemiddeld bereikt de bodem op zaaidiepte (circa 5 cm) deze temperatuur tussen 20 en 30 april. De kieming verloopt het snelst bij 30-32°C. Naast een voldoende hoge temperatuur moeten ook de water- en zuurstofvoorziening van het zaad voldoende zijn. Bij de kieming verschijnt eerst één kiemwortel die recht naar beneden groeit. Kort daarna verschijnt de kiemschede waarin zich het groeipunt bevindt. Afhankelijk van temperatuur en zaaidiepte verlopen tussen zaai en opkomst gemiddeld 1 tot 3 weken.

Maiszaden hebben geen kiemrust en een korte levensduur. Maiszaad dat niet tot kieming komt in de periode na het zaaien en in de grond achterblijft, zal op een later tijdstip datzelfde jaar alsnog vocht opnemen, kiemen en/of weggroten. Bij aanvang van een nieuw teeltseizoen zal al het zaaizaad van het jaar daarvoor zijn verdwenen.

3.1.2 Ontwikkeling van de plant

De maïsplant bestaat bovengronds uit een vegetatief gedeelte, de stengel en de bladeren, en een generatief gedeelte, de kolf en de pluim. Ondergronds vormt de plant een uitgebreid wortelstelsel. De maïsplant bestaat na opkomst bovengronds eerst alleen uit bladeren. Vanaf het 4^e-5^e bladstadium begint de stengelgroei. De stengel is onderverdeeld in 15-16 stengelleden. De bladeren staan ingeplant op de knopen van de stengel. De lengte van de stengel kan variëren van 1 tot 4 meter. Gemiddeld bereiken de huidige in Nederland geteelde maïsrasen een lengte van 2.70 meter. In een normaal gewas ontstaan er vrijwel geen zijstengels. Rasafhankelijk kan dit echter wel voorkomen. Deze zijstengelvorming beperkt zich meestal tot kleine, korte stengeltjes, die geen kolf vormen. Aan randen van percelen kunnen de zijstengels wel kolfjes vormen. De bladeren verschijnen in een regelmatig tempo. Gemiddeld verschijnt elke 6 dagen een nieuw blad. Het totaal aantal bladeren bedraagt bij de Nederlandse rassen 15-16. De maximale bladoppervlakte wordt kort na de bloei bereikt.

Maïs vormt slechts één kiemwortel waaraan zijwortels worden gevormd. Spoedig daarna verschijnen aan de onderste stengelknopen de eerste kroonwortels. De bewortelingsdiepte hangt sterk af van bodem- en weersomstandigheden. Ongeveer 6 weken na zaai bedraagt de bewortelingsdiepte circa 40 cm. Daarna kan in een ongestoord profiel (geen verdichte laag in de grond) de beworteling in potentie een diepte bereiken van circa 120 cm. In het algemeen blijkt dat circa 90% van de wortels zich in de bovenste helft van de bewortelde laag (0-40 cm diepte) bevindt.

Maïs is een tweeslachtige en éénhuizige plant. Dat wil zeggen dat mannelijke en vrouwelijke bloemen van elkaar gescheiden zijn, maar wel op één plant aanwezig zijn. De mannelijke bloeiwijze, de pluim, verschijnt aan de top van de stengel terwijl de vrouwelijke bloeiwijze, de kolf, in de bladoksels wordt aangelegd. De

mannelijke en de vrouwelijke bloeiwijze worden reeds aangelegd in het 4^e-5^e bladstadium. De mannelijke bloei is herkenbaar aan het zichtbaar worden van de meeldraden op de pluim. De vrouwelijke bloei is herkenbaar aan het tevoorschijn komen van de kolfkwasten. In het algemeen toont de mannelijke bloei een geringe voorsprong in tijd op de vrouwelijke bloei. Dit beperkt de kans op zelfbestuiving en bevordert kruisbestuiving. Rasafhankelijk is de periode tussen mannelijke en vrouwelijk bloei langer of korter. In specifieke gevallen zie je dat mannelijke en vrouwelijke bloei tegelijk plaatsvinden. Dit zal de kans op zelfbestuiving enigszins verhogen. Kort na de bloei sterft de pluim af. In een gemiddeld jaar zal, uitgaande van een zaaitijdstip van eind april, de vrouwelijke bloei omstreeks 20 juli plaatsvinden (circa 10-12 weken na zaai). Het tijdstip van bloei is sterk rasafhankelijk. Vroege rassen bloeien eerder dan late rassen. Maïs is een obligate windbestuiver. Bestuiving door insecten speelt bij maïs nauwelijks een rol maar kan niet volledig worden uitgesloten. Onder normale teeltomstandigheden wordt 95% van de zaden gevormd door kruisbestuiving.



Figuur 3. **De mannelijke bloeiwijze, de pluim, in volledige bloei.**



Figuur 4. **De vrouwelijke bloeiwijze, de kolfkwast, in volledige bloei.**

3.2 De teelt en de verspreiding van genetisch materiaal

Maïs is een belangrijk ruwvoedergewas (230.000 à 250.000 ha in Nederland). Maïs is als landbouwgewas oorspronkelijk afkomstig uit Midden- Amerika. Vanaf het midden van de jaren dertig wordt maïs als gewas ook in Nederland geteeld. Aanvankelijk betrof dit alleen korrelmaïs. Tegenwoordig wordt maïs voornamelijk geteeld als snijmaïs (ca. 200.0000 ha). Daarnaast vindt op geringe schaal nog teelt plaats van korrelmaïs, corn cob mix (CCM) en maïskolvensilage (MKS) (ca. 30.000 ha, met name korrelmaïs en CCM). Als gevolg van het klimaat is de omvang van de teelt van korrelmaïs beperkt. Het areaal suikermaïs in Nederland bedraagt ca. 350 ha.

Snijmaïs wordt geteeld als veevoer voor met name rundvee. Snijmaïs wordt vooral geteeld op zand- en dalgronden (70%) en daarnaast ook op kleigronden (20%) en lössgronden (<5%). Naast gras vormt het een belangrijk onderdeel van het ruwvoerrantsoen. De bovengrondse delen van de plant worden gehakseld, ingekuuld en vervoerd. Bij CCM wordt de onrijpe korrel met soms een deel van de spil geoogst. MKS is het gehakselde product van de hele kolf inclusief de binnenste schutbladeren, de kolfsteel en in sommige gevallen een deel van de stengel en nog wat blad. MKS wordt gebruikt als krachtvoer voor rundvee. CCM wordt voornamelijk gebruikt als varkensvoer, maar de laatste jaren toch ook meer als voer voor rundvee. In het laatste geval wordt er meer spil meegeoogst. Bij korrelmaïs worden de droge korrels van de kolven geoogst die voornamelijk verwerkt worden in pluimveevoerders. Kolven van suikermaïs zijn bestemd voor menselijke consumptie.

De meeste maïs wordt geteeld op de zandgronden in Noord-Brabant, Gelderland, Overijssel en Limburg. In Nederland vindt wel veredeling plaats, maar er wordt geen maïs geteeld voor de productie van zaaizaad. De

meeste (snij)maïs wordt geteeld op veehouderijbedrijven, waar het veelal een loonwerkersteelt is. Zaai, onkruidbestrijding en oogst worden uitgevoerd door de loonwerker. Een deel van de maïsteelt (met name korrelmaïs) vindt plaats op akkerbouwbedrijven. Op akkerbouwbedrijven wordt maïs geteeld in vruchtwisseling met de meest voorkomende akkerbouwgewassen, zoals aardappelen, bieten, granen. Op de veehouderijbedrijven wordt maïs zowel in continue teelt als in vruchtwisseling verbouwd. Bij de vruchtwisseling op veehouderijbedrijven gaat het met name om afwisseling met meerjarig grasland en soms ook bloembollen, aardappelen en suikerbieten. Ook worden maïspcelen uitgeruild met akkerbouwers.

Op zand- en dalgrond is het zaaien van een groenbemester na de teelt van maïs verplicht om uitspoeling van stikstof tijdens de winter te beperken. Gewassen die gebruikt mogen worden zijn rogge, gras, bladrammenas en bladkool. In de praktijk worden veelal rogge en gras toegepast.

Bij de teelt van maïs worden raszuivere hybriden gebruikt. Een onzuiverheid in het zaad komt voor. Het gaat hier vaak slechts om een gering percentage, vaak minder dan 1%. De officiële norm voor raszuiverheid is 97%. In de teelt worden rassen vrijwel geheel gescheiden gehouden. Bepaalde zaadfirma's promoten om commerciële redenen rassenmengsels. Hoewel dit geen grote opgang vindt, komt dit sporadisch wel voor. Na de oogst (hakselen) wordt de snijmaïs ingekuuld, waarbij het mogelijk is dat er diverse rassen gezamenlijk ingekuuld worden. Er wordt hierbij geen strakke scheiding aangehouden tussen het ene ras en het andere ras. Ook wordt maïs van diverse percelen in één kuil bewaard. Bij de snijmaïsteelt is er geen sprake van certificering. Soms kopen loonwerkers hele percelen maïs in bij diverse boeren (dus diverse rassen). Zij kuilen dit ergens centraal in van waaruit er gedurende het gehele jaar partijen gehakselde, ingekuilde maïs wordt verkocht. Ook bij CCM (dorsen, malen, inkuilen) wordt materiaal van verschillende rassen en percelen gemengd.

Bij korrelmaïs wordt het product door de teler na de oogst (dorsen) veelal aangeleverd bij loondrogers, die het product drogen en vervolgens aanleveren bij de mengvoerindustrie. Zowel bij de drogers als bij de mengvoerindustrie wordt alles door elkaar ingenomen en worden partijen uiteindelijk niet gescheiden gehouden. Bij korrelmaïs bestaat er wel een bepaalde certificering, die gekoppeld is aan de certificering van granen. Het gaat hierbij, net als bij suikerbieten, om het legaal uitvoeren van de teelt en regels bij de inname, zoals schone kiepers gebruiken, maïs niet buiten opslaan (vogelstront kan ziektekiemen in granen opleveren).

Een gering percentage (1-2%) van de maïs wordt biologisch geteeld. In deze teelt wordt gebruik gemaakt van biologisch geteeld, onbehandeld zaaizaad. Tevens wordt er bij de onkruid- en ziektebestrijding geen gebruik gemaakt van chemische middelen. De oogst, bewaring en vervoeding van biologisch geteelde maïs wijkt niet af van gangbaar geteelde maïs. Grootste probleem bij de biologische teelt is het optreden van vogelschade tijdens de kieming en opkomst van het gewas, omdat het zaad niet behandeld wordt met methiocarb. Er wordt geëxperimenteerd met zaaizaadbehandeling met geur- en kleurstoffen op natuurlijke basis. In de praktijk worden deze nog weinig toegepast.

Verwante soorten (cultuur en wild) van maïs zijn in Nederland en Europa niet bekend. Uitkruising naar andere gewassen of (on)kruidplanten is daarmee uit te sluiten.

3.2.1 Aanschaf zaaizaad

Het zaaizaad is afkomstig van zowel binnenlandse als buitenlandse veredelingsbedrijven en wordt via deze bedrijven en een heel systeem van tussenhandel, veelal via de loonwerkers bij de telers gebracht. De teeltlanden van zaaizaad zijn voornamelijk Frankrijk, Hongarije en Zuid-Amerika (m.n. winterproductie). In deze landen kan door bestuiving vermenging met andere rassen optreden. In Nederland vindt geen vermeerdering plaats. De raszuiverheid van het zaad dat in Nederland uitgezaaid wordt, wordt gecontroleerd door de NAK en ligt op een niveau van meer dan 97%.

Alle zaadpartijen, met uitzondering van biologisch zaaizaad, zijn behandeld met middelen die bescherming bieden tegen kiem- en bodemschimmels (standaard ontsmet zaaizaad). Daarnaast is landelijk 65-70% van het gebruikte zaad behandeld met methiocarb ter voorkoming van vogelschade en fritvlieg (*Oscinella frit*).

Soms wordt het zaad behandeld met imidacloprid (ongeveer 5% van het zaaizaad) om de maïsplant te beschermen tegen ritnaalden, de larve van de kniptor. Met name in maïs na grasland kan ritnaaldenschade optreden.

Het zaad is verpakt in eenheden van 50.000 zaden. De verpakking is voorzien van een keuringscertificaat. Vanwege de strikte controle en de verpakking in eenheden is er voorafgaand aan het zaaien in Nederland geen kans op vermenging van rassen.

3.2.2 Het zaaien

Het zaaien vindt eind april, begin mei plaats met een precisiezaaimachine, op een rijenafstand van 75 cm. Het zaaizaad wordt aangeleverd in eenheden van 50.000 zaden. Per ha wordt ca. 2,2 eenheden gezaaid, dus zo'n 110.000 zaden per ha. Het zaaien wordt soms door de teler zelf, maar in de meeste gevallen door de loonwerker uitgevoerd. Meestal kiest een teler voor één ras per perceel en per bedrijf. Soms echter staan er twee rassen naast elkaar op een perceel of worden er op bedrijfsniveau 2 à 3 rassen geteeld. De kans op vermenging van rassen in de kuil is dan groot. Sporadisch komt ook mengteelt van rassen voor.

Ook als er niet bewust gekozen wordt voor twee rassen op een perceel is het mogelijk dat er toch vermenging van zaaizaad plaatsvindt bij het zaaien. Als een zaaimachine niet goed geleegd wordt is het mogelijk dat er zaad in blijft zitten dat op een ander perceel terecht komt. Ook als er (net) onvoldoende zaaizaad is om het perceel vol te zaaien en de zaaimachine moet worden bijgevuld bestaat er een kans op rasvermenging. Loonwerkers beperken zich overigens meestal tot een beperkt aantal rassen en indien mogelijk zaaien ze zoveel mogelijk eerst alle percelen waar hetzelfde ras gezaaid moet worden.

Bij het rijden van perceel naar perceel kan er zaad uit de machines lekken dat terecht kan komen in perceelsranden, wegbermen en andere terreinen. Tussen de verschillende merken zaaimachines bestaan verschillen in de mate waarin er zaaizaad gelekt wordt. Het zaad kan daar ontkiemen en er kunnen maïsplanten uit ontstaan die gaan bloeien en stuifmeel vormen. De schaal waarop dit gebeurt is echter klein.

Bij een hele slechte opkomst, door bijvoorbeeld heel droog weer, wordt soms over- of bijgezaaid. Bij bijzaai zal het niet altijd mogelijk zijn om hetzelfde ras te krijgen. De kans op rasvermenging is in dit soort situaties erg groot.

Zaad dat niet behandeld is met methiocarb kan worden opgepikt door vogels en mogelijk worden verslept. Dit geldt voor 30-35% van de gangbare teelt en ook voor de biologisch maïsteelt. De schade die vogels aanrichten is echter niet altijd het oppikken van het zaad, maar veelal het afpikken van de kiemplant. De reden hiervoor is niet helemaal duidelijk, maar het geeft wel een enorm teeltrisico. Het zaad of de kiemplant wordt niet opgevreten of meegenomen en er vindt dus geen verspreiding naar naburige percelen plaats.

3.2.3 Bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen

Hoewel onkruid in maïs redelijk goed mechanisch te bestrijden is via eggen en schoffelen, wordt dit hoofdzakelijk met chemische middelen bestreden. Bij de bespuitingen met chemische onkruidmiddelen is er geen risico op vermenging tussen rassen. Er worden geen planten of gedeelten van planten verslept. Bij het schoffelen en eggen is deze kans wel aanwezig. Echter dit verslepen zal op zeer geringe schaal plaatsvinden; hoogstens enkele planten die van het ene perceel (ras) naar het andere worden verslept. Bovendien is de kans dat deze versleepte planten weer aanslaan en verder groeien op het andere perceel bijzonder klein.

Maïs wordt aangetast door slechts een gering aantal ziekten en plagen. Veelal veroorzaakt de aantasting geen noemenswaardige schade. In de vorm van methiocarb en imidacloprid worden chemische zaaizaadbehandelingen toegepast in de strijd tegen fritvlieg en ritnaalden. Een chemische gewasbespuiting na opkomst tegen ziekten en plagen wordt in maïs niet toegepast.

3.2.4 Berekening

Snijmaïs wordt soms berekend op de lichtere gronden. Dit is vooral van belang als er tijdens de bloei

droogte optreedt. Bij het verslepen van de beregeningsapparatuur van het ene naar het andere perceel zouden planten mee kunnen komen. De kans hierop is echter bijzonder klein. Veelal zijn het delen van planten, die geen hergroei kans hebben. Bovendien zijn de planten dan inmiddels zo groot dat de kans op hergroei van plantendelen met wortels tussen de planten van het andere perceel/ras nihil is (zeker onder omstandigheden waarbij het nodig is te beregenen).

3.2.5 Bemesten

De bemesting van snijmaïs wordt overwegend gedaan in de vorm van dierlijke mest. De dierlijke mest wordt meestal in één keer gegeven vlak voor het ploegen; op kleigrond is dit in het najaar en op zand/dalgrond in het voorjaar. Als er al kunstmest bijgegeven moet worden, gebeurt dit veelal door middel van rijenbemesting (stikstof en fosfaat), die wordt toegepast bij het zaaien. In een enkel geval wordt er ook breedwerpig nog wat kunstmest (veelal stikstof) gegeven.

Bij het bemesten is er geen kans dat er vermenging van rassen optreedt. Er worden geen zaden of planten verslept. Dierlijke mest wordt toegediend voorafgaande aan het ploegen en het zaaien. Rijenbemesting wordt toegepast bij het zaaien. Op dat moment zijn er nog geen zaden en planten aanwezig op het veld. Dierlijke mest bevat geen kiemkrachtige maïszaden. Het bijbemesten met stikstof vindt af en toe na opkomst van de maïs plaats. Het gewasstadium is dan dusdanig dat tractor en kunstmeststrooier vrijwel zonder gewascontact kunnen rijden. Verspreiding van planten naar andere percelen is gering tot uit te sluiten.

3.2.6 Uitkruising

3.2.6.1 De praktijk

Maïs is een windbestuiver en de plant produceert grote hoeveelheden stuifmeel. De stuifmeelkorrels zijn relatief groot en zwaar, en worden over relatief korte afstanden verspreid. Het grootste deel van het stuifmeel wordt dan ook binnen enkele meters van het gewas gevonden. Dat neemt niet weg dat een klein deel van het stuifmeel over grotere afstand verspreid wordt.

De teelt van snijmaïs vindt op vrij grote schaal plaats in Nederland (230.000 à 250.000 ha). Met name op de zandgronden in Noord-Brabant, Gelderland, Overijssel en Limburg wordt veel maïs verbouwd. De percelen en de verschillende rassen staan in de huidige praktijk op dusdanige korte afstand van elkaar dat het stuifmeel gemakkelijk van het ene in het andere ras terecht komt. Dit geldt ook voor de teelten van CCM en korrelmaïs welke in min of meer dezelfde gebieden plaatsvinden tussen de teelt van snijmaïs. Alleen bij de teelt van suikermaïs, de enige maïs die in Nederland geteeld wordt voor menselijke consumptie, wordt door boeren veelal een afstand aangehouden van ca. 100-200 m tot andere maïspcelen. Deze afstand wordt aangehouden om de kans te verkleinen dat door bevruchting met stuifmeel van snijmaïs, korrelmaïs, CCM of MKS de zoete smaak van de suikermaïs grotendeels verloren gaat.

3.2.6.2 Wetenschappelijke kennis

Hoofdconclusie van het uitkruisingsrapport van Van de Wiel & Lotz 2004 voor maïs was dat voor het tegengaan van verspreiding van genen tussen teelten, afhankelijk van de gestelde eisen aan drempelwaarden, bepaalde isolatieafstanden geboden zijn. Uitkruising volgt in het algemeen een patroon van een snelle afname met afstand, echter met een lange "staart" van heel lage waarden. De meest uitgebreide uitkruisingsstudie tot dan toe, die uitgevoerd werd onder de landbouwkundig representatieve omstandigheden van de "Farm Scale Evaluations" (FSE) in het Verenigd Koninkrijk, leverde de volgende gemiddelde indicatie op: vanuit een donor (GG) perceel blijft in een naastgelegen perceel de uitkruising na 25 m onder 0,9%, na 80 m onder 0,3% en na 250 m onder 0,1%. Het gaat hier om percentages op basis van DNA-analyse; deze zijn niet één op één hetzelfde als het "klassieke" percentage van het aantal zaden. Kwantificering op basis van DNA ("real-time" PCR) is echter de enige manier die in alle gewasproducten toe te passen is. Een nadere toelichting op deze methode is te vinden in het eerdere uitkruisingsrapport door Van de Wiel & Lotz (2004). Andere proeven in Frankrijk en Spanje bevestigden in grote lijnen het beeld uit de FSE. Relatieve perceelgroottes worden als belangrijke factor aangewezen. Een relatief groter perceel heeft namelijk een sterkere "afschermende" werking door de grotere stuifmeelproductie die om bestuiving en bevruchting concurreert met inkomend stuifmeel vanuit naastgelegen teelten. Opslag uit op het veld achtergebleven zaad komt onder Nederlandse klimatologische omstandigheden niet voor en compatibele

wilde verwanten ontbreken, zodat deze verspreidingsroutes geen rol spelen bij maïs.

Sinds het uitkruisingsrapport door Van de Wiel & Lotz (2004) is er vrij veel gepubliceerd over uitkruising bij maïs. Vanwege de door de EU ingestelde drempelwaarde van 0,9% GG vermenging waarboven producten als GG gelabeld dienen te worden heeft deze literatuur een sterke focus op het vaststellen van de omstandigheden waarbij die drempelwaarde van 0,9% bereikt kan worden. Bij gevolg gaan deze publicaties voornamelijk over uitkruising tussen in elkaars directe nabijheid gelegen velden.

Voor 2004 was er nog weinig gepubliceerd over het effect van "lege" isolatieafstanden, want het overgrote deel van de proeven betrof direct naast elkaar gelegen bron- en ontvangerpercelen. Er mag verwacht worden dat "lege" isolatieafstanden, d.w.z. een ruimte tussen bron- en ontvangerpercelen zonder maïsplanten, minder effect hebben dan dezelfde afstand gevuld met maïsplanten van het ontvangerras. Het "beschermende" effect van een zelfde afstand gevuld met maïsplanten is tweeledig: de maïsplanten werken als scherm dat stuifmeel wegvangt en zelf produceren ze stuifmeel dat met het stuifmeel van het bronperceel concurreert om bestuiving en bevruchting in het ontvangerperceel. Pla et al. (2006) hebben in een grote veldproef in Spanje laten zien dat tien meter "lege" isolatieafstand inderdaad minder effectief is dan dezelfde afstand opgevuld met niet-transgene maïs: ongeveer 6% vs. 2% uitkruising in de rand.

Bij het beschikbaar komen van resultaten van steeds meer en meer verschillende veldproeven is in diverse publicaties de kans gegrepen om door modelleringen tot richtlijnen te komen. Zo hebben Gustafson et al. (2006) een betrekkelijk eenvoudig empirisch model opgesteld op basis van een serie proeven in Canada, de Verenigde Staten en Frankrijk, waarin ook gegevens zijn meegenomen uit "lege" isolatieafstanden. Een uitkomst van dit model is dat een combinatie van 20 m isolatieafstand en het verwijderen van de eerste naar het transgene veld toegekeerde rij volstaat om het gemiddelde van een perceel van meer dan één ha onder een drempel van 0,9% vermenging te laten komen in een "reasonable worst case" versie van het model. Met "reasonable worst case" werd in hun geval een variant bedoeld waar 90% van de gevonden waarden in de proeven onder bleef. Daarin werd ook een zaaizaadzuiverheidsdrempel van 0,3% meegenomen.

Messeguer et al. (2006) hebben in Spanje eveneens een empirische modellering toegepast, maar dan op een twaalftal velden die bemonsterd zijn in een realistische agrarische situatie waarin Bt maïs normaal geteeld werd. Hun aanpak komt deels overeen met die van de hiervoor genoemde Gustafson et al. (2006), maar Messeguer et al. (2006) hebben ook bloeitijdsynchronisatie verwerkt in hun model. Zij komen bij compleet synchrone bloei van donor en receptorveld tot een isolatieafstand van 20 m om een perceel gemiddeld onder 0,9% uitkruising te laten komen.

Een andersoortige modellering wordt gehanteerd in een recent rapport van het Joint Research Centre (JRC) van de EU (Messean et al. 2006). Het in Messean et al. (2006) gebruikte MAPOD model is een deterministisch ruimtelijk model waarin een aantal gemeten parameters zoals bloeiverloop, stuifmeelproductie en -verspreiding toegepast zijn. Het model is nog slechts beperkt gevalideerd met een aantal in Frankrijk verzamelde ongepubliceerde veldexperimenten. Messean et al. (2006) geven er voorlopige resultaten mee aan maïsteelt in de regio Poitou-Charente in Frankrijk. De resultaten impliceren dat ook benedenwinds een isolatieafstand van 20 m voldoende kan zijn voor de 0,9% drempel, behalve in het geval dat het transgene donorperceel aanzienlijk groter is dan het receptorveld. Andere publicaties van veldproeven in resp. Zwitserland (Bannert & Stamp 2005) en Duitsland (Weber et al. 2006) hebben op grond van hun resultaten de invloed van veldgroottes gerelativeerd. Dit werd verklaard met het gegeven dat het overgrote deel van het voor een windbestuiver relatief zware maïsstuifmeel niet ver reikt in een naastliggend veld. Echter in geen van de door hen beschreven proeven lagen de relatieve grootteverhoudingen zo scheef als in het door Messean et al. (2006) beschreven geval met een 15 ha donorveld en een receptorveld kleiner dan 5 ha (verhouding >3:1). In dit onvoordelige geval suggereert het model een isolatieafstand van 50 m voor een drempelwaarde van 0,9%.

Hüsken et al. (2007, presentatie op de recente, derde internationale conferentie over co-existentie van GG en niet-GG productieketens (november 2007, Sevilla, Spanje), GMCC-07) hebben een meta-analyse

uitgevoerd op een twintigtal veldproeven in het kader van het Europese coëxistentieonderzoeksproject SIGMEA (<http://sigmea.group.shef.ac.uk/>). Het globale beeld dat daaruit oprijst is dat 20-50 m isolatieafstand of het verwijderen van de buitenste 10-20 m van het niet-GG perceel voldoende zijn om beneden een vermengingswaarde van 0,9% te blijven. De langste afstand waarover uitkruising met een bekende GG bron werd waargenomen was 4500 m (0,02%).

Recente modelleringspublicaties (Kuparinen et al. 2007, Hoyle & Cresswell 2007) hebben gesuggereerd dat effecten van relatief weinig voorkomende sterke windomstandigheden in veldproeven niet gevonden zouden kunnen worden, doordat agronomische representatieve proeven wegens de kosten altijd beperkt in aantal zullen blijven. Ook modelleringen hebben echter hun beperkingen t.a.v. het voorspellen in hoeverre uitzonderlijke atmosferische omstandigheden tot het vaker dan acceptabel optreden van overschrijdingen van bepaalde drempelwaardes leiden. Een voorbeeld van een bijzondere situatie werd als poster gepresenteerd op GMCC-07: de "Erprobungsanbau" van 2005 in Duitsland vond plaats onder condities met een sterk overheersende westenwind met als gevolg dat uitkruisingswaarden in oostelijk gelegen receptorplots pas na 55 m beneden 0,9% daalden. In dergelijke uitzonderlijke gevallen zou 20 m isolatieafstand onvoldoende kunnen zijn om het gemiddelde van een perceel beneden 0,9% te houden. Er werd in deze studie geen effect op uitkruising in de maïs gevonden van de tussenliggende gewassen gerst, erwten, aardappelen of gras.

Conclusies

Het algemene beeld voor uitkruising bij maïs dat in 2004 is beschreven door Van de Wiel & Lotz wordt in grote lijnen bevestigd door recentere studies: uitkruising neemt snel af met afstand en daarbij is maïs zelf de beste afschermer door de eigen stuifmeelproductie. Bij "reasonable worst case" situaties ligt kruisbestuiving na 20 m beneden 1%. Uitzonderingen hierop zijn mogelijk bij overheersende wind uit één richting en bij situaties waarin een perceel aanzienlijk kleiner is dan het naastgelegen bronperceel.

3.2.7 De oogst

De snijmaïs wordt geoogst op het moment dat het gewas een drogestofgehalte bereikt heeft tussen de 30 en 35%. Het oogstmoment is afhankelijk van weer, regio en ras en ligt gemiddeld tussen half september en half oktober. De meeste maïs wordt in loonwerk geoogst. Hiervoor worden veelal zesrijige zelfrijdende hakselaars gebruikt. De meeste hakselaars zijn uitgerust met een korrelkneuzer, waardoor vrijwel alle korrels geplet worden. De maïs wordt vanuit de hakselaar in een silagewagen geblazen. Deze transporteert het geoogste gewas van het veld waarna het gewas wordt ingekuild.



Figuur 5. De oogst van snijmaïs met een zes-rijige hakselaar.

Bij de Corn cob mix oogst worden de korrels gedorst en vervolgens vermalen. De zaden worden dus volledig verpulverd. Bij korrelmaïs worden de zaden gedorst en vervolgens gedroogd tot 15-16% vocht. In de mengvoercentrale worden de korrels vervolgens gemalen en in mengvoer voor kippen en varkens verwerkt. Een deel van de korrels zal als hele korrels afgezet worden voor kippenvoer en duivenvoer. Na de oogst wordt de grond veelal losgetrokken en wordt er, in ieder geval op zandgrond, een groenbemester ingezaaid.

Bij de snijmaïsoogst en de oogst van maïs als maïskolvensilage (MKS) kan er vrij gemakkelijk fijn gehakseld materiaal over het veld verspreid worden, zowel bij het blazen van het gehakselde product in de silagewagen als bij het transport daarna. Omdat de geoogste korrels geplet zijn kunnen deze normaliter niet meer tot kieming komen. In het uitzonderlijke geval dat dit wel mocht gebeuren, zullen de korrels en de eventuele kiemplanten de winter niet overleven. Maïszaden kennen geen kiemrust. Is de temperatuur in het najaar nog hoog genoeg voor kieming dan zal de plant na kieming afsterven. Hiervoor is het niet nodig dat het vriest. De lage temperaturen en het weinige zonlicht in de herfst en winter zijn voldoende om ervoor te zorgen dat de maïs niet of nauwelijks groeit en uiteindelijk dood gaat. Mocht de temperatuur na de oogst te laag zijn voor kieming, dan neemt de korrel in ieder geval wel vocht op en is hij zeer gevoelig voor bodemschimmels. Hierdoor rot het zaad weg in de grond. Door schimmels en bacteriën zijn deze zaden binnen korte tijd verteerd en verdwenen.

Mochten er oogstverliezen optreden bij Corn cob mix en korrelmaïs dan geldt hiervoor hetzelfde als hierboven beschreven is voor snijmaïs. Maïszaden hebben geen kiemrust en een korte levensduur. Opslag van maïsplanten in een volggewas (maïs of anders) is in Nederland nog nooit geconstateerd. In een extreem (kleine kans) geval kunnen hele gedroogde maïskorrels in kippenvoer (hobby kippen) tot kieming komen, als deze in mei/juni/juli ergens mochten "verdwalen". Wel is het zo dat dit zaad afkomstig is van hybriderassen en daardoor minder vitaal. De kans dat deze kiemplantjes in de concurrentie met onkruidplanten werkelijk tot wasdom komen is zeer gering. In het uiterste geval zou een dergelijke plant stuifmeel en uiteindelijk zaad kunnen vormen. Deze zaden zullen na afsterven van de plant op de grond terecht komen en hetzelfde

lot ondergaan als oogstverliezen bij CCM, MKS, snij- en korrelmaïs. Het enige punt hierbij is dat een dergelijke plant mogelijk stuifmeel kan vormen en kan uitkruisen naar toevallig in de buurt staande maïsvelden. Maar bij een enkele plant in relatie tot het grote maïspaneel (3.2.6.2 grote percelen versus kleine percelen) is de hoeveelheid stuifmeel relatief dusdanig gering, dat het overstijgen van de normen van 0.9%, of zelfs van 0.1% uitkruising, als uitgesloten beschouwd moeten worden.

3.2.8 Transport en opslag

Door middel van silagewagens wordt de gehakselde en gedorst maïs van het perceel naar een veehouderijbedrijf (afhankelijk van eigen gebruik of verkoop), loonwerker of loondroger gereden. Daar wordt de maïs ingekuuld of gedroogd. Bij het inkuilen wordt de maïs op een hoop gestort en vervolgens aangereden door een shovel of een zware trekker. Als de kuil klaar is wordt deze afgedekt met plastic en grond, waardoor de kuil luchtdicht is afgesloten. De gedorst korrelmaïs wordt na het drogen afgeleverd bij de mengvoerindustrie.

Met machines die van het perceel naar het bedrijf of van het ene bedrijf naar het andere gaan (hakselaars, maaidorsers, trekkers, silagewagens, shovels) kan gehakseld en gedorst maïsmateriaal (plant en zaad) verspreid worden binnen de regio. Het gehakselde materiaal waait gedurende het transport vrij gemakkelijk uit de wagens. Door de korrelkneuzers en de korte levensduur van het maïszaad is reproductie vanuit dit gehakselde materiaal uitgesloten. Wel kan er tijdens de oogst en het transport daarna gemakkelijk gewasmateriaal van het ene ras vermengd worden met een ander ras. Het schoonmaken van machines vindt lang niet altijd plaats bij het verlaten van een bedrijf, maar veelal pas aan het eind van de dag bij de schuur van de loonwerker. Ook worden rassen gemengd ingekuuld en ingenomen.

3.2.9 Bewaring en vervoeding

Bij het inkuilen van maïs wordt de kuil luchtdicht afgedekt en ontstaat er een anaërobe (onder afwezigheid van zuurstof) fermentatie. Tijdens deze fermentatie is er een snelle ontwikkeling van melkzuurbacteriën. Deze bacteriën zijn van nature aanwezig. De pH daalt daarbij zo snel dat schadelijke boterzuur- en rottingsbacteriën geen kans krijgen. Onderzoek naar het overleven van onkruidzaden in een maïskuil heeft uitgewezen dat het overgrote deel van de vitaliteit van de zaden weg is na een verblijf van 1 tot 2 weken. Slechts een enkele onkruidsoort kan goed tegen het kuilklimaat. Dat na het inkuilproces maïszaad nog kiemkrachtig zou zijn, is uit te sluiten.

Na een aantal weken ingekuuld te zijn geweest is er een stabiel product ontstaan. De kuil kan dan geopend worden en men kan hieruit gaan voeren. Veelal dagelijks worden hiertoe met een kuilvoersnijder of een voermengwagen plakken aan de voorzijde van de kuil afgehaald en voor het vee gereden. Eventuele voerresten die door het melkvee niet worden opgevreten, kunnen worden verzameld en vervolgens aan het jongvee of droogstaande koeien worden gevoerd. Bij dit alles kan er binnen het bedrijf nogal wat maïs verspreid worden. Hiervoor geldt echter dezelfde opmerking die ook al bij oogst- en transportverliezen is gemaakt: het maïszaad kent geen kiemrust en heeft een korte levensduur. Opslag van maïsplanten hieruit komt niet voor. Zelfs in Frankrijk waar op veel percelen continu maïs wordt geteeld voor de zaaizaadproductie wordt geen negatief effect op de kwaliteit van zaaizaden waargenomen door opslag van maïskorrels.

Meestal wordt het product ook gebruikt daar waar het is ingekuuld. Soms wordt er nog wel eens ingekuilde maïs verkocht, met name door loonwerkers. Dan vindt er een extra transport plaats. Hierbij is dezelfde kans op verspreiding van materiaal als bij het transport direct na de oogst. Alleen is het product nu iets minder gevoelig voor verwaaien. Wel wordt het soms over grotere afstand getransporteerd (buiten de regio of naar het buitenland).

3.2.10 Conclusie

De belangrijkste manier van verspreiding van genetisch materiaal is de uitkruising die op kan treden met andere maïsrassen. Het meeste stuifmeel komt op korte afstand van de plant terecht, maar een beperkt gedeelte kan ook over grotere afstand verspreid worden. De maximaal in de literatuur gevonden afstand bedraagt 4,5 km. Het blijkt dat uitkruising na 20 meter meestal al beneden 1% ligt. In uitgebreid onderzoek

in het Verenigd Koninkrijk werd het volgende verloop in het percentage uitkruising op basis van DNA analyse vastgesteld: na 25 m onder 0,9%, na 80 m onder 0,3% en na 250 m onder 0,1%. Ook onderzoek uitgevoerd in Frankrijk en Spanje bevestigt in grote lijnen dit beeld. Uitzonderingen hierop zijn mogelijk bij overheersende wind uit één richting en bij situaties waarin een perceel aanzienlijk kleiner is dan het naastgelegen perceel van waaruit het stuifmeel verspreid wordt. Voor een situatie dat het stuifmeelontvangende perceel 5 ha groot was en het stuifmeelleverende perceel 15 ha is modelmatig berekend dat de isolatie-afstand verhoogd moest worden van 20 naar 50 m om een uitkruisingspercentage onder 0,9% te bereiken. De hoogte van het percentage uitkruising blijkt ook afhankelijk te zijn van het al dan niet aanwezig zijn van maïs in de tussenliggende ruimte. Uit Spaans onderzoek bleek dat 10 meter "lege" isolatieafstand aanmerkelijk meer uitkruising gaf dan 10 m isolatieafstand waarop maïs werd geteeld: 6% in plaats van 2%.

Op kleine schaal kan het voorkomen dat er maïszaad bij het zaaien in wegbermen, akkerranden en andere terreinen terecht komt. De eventuele planten die daaruit ontstaan worden vaak weggeconcentreerd door de bestaande begroeiing. In de praktijk komt het niet of nauwelijks voor dat er maïsplanten worden aangetroffen buiten de akkerbouwpercelen. Maïszaad dat na het groeiseizoen op de grond terecht komt, heeft in Nederland geen kans om in het volgende jaar een plant te vormen. Het zaad of de eventuele kiemplantjes zullen tijdens de wintermaanden verrotten.

4 Aardappelen

4.1 Biologie van de aardappel

De aardappel (*Solanum tuberosum* L.) is een éénjarige plant die ondergronds knollen vormt. De knollen worden geoogst voor directe consumptie of voor verwerking tot verschillende producten. Daarnaast worden de knollen gebruikt als pootgoed voor het volgende groeiseizoen. In Nederland worden de knollen gedurende de winter vorstvrij bewaard en in het volgende voorjaar uitgeplant (gepoot). De aardappelplant kan ook bloeien en eventueel bessen met kiemkrachtige zaden produceren. Aardappelplanten kunnen ook opgroeien uit zaad. In Nederland gebeurt dit alleen in kassen op veredelingsbedrijven bij de ontwikkeling van nieuwe rassen. Op kleine schaal worden aardappelen in de wereld ook geteeld vanuit zaad, het zogenaamde True Potato Seed (TPS). Dit gebeurt echter niet in Nederland.

Het oorsprongsgebied van de aardappel is Midden- en Zuid-Amerika, vanwaar het gewas in de 16^{de} eeuw naar Europa is gekomen. Tot dezelfde familie als de aardappel behoren ook tomaat (*Solanum lycopersicum* L.) en de wilde planten Zwarte Nachtschade (*Solanum nigrum* L.) en Bitterzoet (*Solanum dulcamara* L.). In Nederland zijn er geen verwante soorten waarmee de aardappel succesvol kan uitkruisen.

4.1.1 De aardappelknol

Als aardappelknollen, het pootgoed, in juli, augustus of september geoogst worden, bevinden ze zich in kiemrust. Direct na de oogst willen de knollen, ook bij hoge temperaturen, niet kiemen. Na enkele maanden verdwijnt deze kiemrust en begint het pootgoed, als de temperatuur hoger is dan 3 à 4°C te kiemen. Op de aardappelknol zitten verschillende ogen waaruit de kiemen te voorschijn komen. De kiemsnelheid is afhankelijk van de temperatuur en zal bij 25 tot 30°C maximaal zijn.

Tijdens de bewaring van het pootgoed wordt de temperatuur zodanig geregeld dat er voldoende sterke kiemen op de knol ontstaan zodat in het veld een goed aardappelgewas verkregen kan worden. Wordt dit pootgoed in de grond gepoot, dan groeien uit de kiemen stengels en aan de stengels wortels. Met de wortels worden water en voedingsstoffen uit de grond opgenomen. Een paar weken na het boven de grond komen van de aardappelplant groeien aan de ondergrondse delen van de stengels uitlopers van 3 tot 15 cm lengte, de zogenaamde stolonen. Stolonen zijn stengeldelen die veelal horizontaal in de grond groeien en die net als stengels vertakkingen kunnen vormen. Aan de uiteinden van de stolonen ontwikkelen zich de knollen, meestal één knol per stolon. Na verloop van tijd kunnen deze knollen vervolgens geoogst worden. Niet alle knollen worden even groot. Er is onderlinge competitie, de ene knol verkrijgt meer suikers via de stengel uit het blad dan de andere. Dit betekent dat er bij de oogst zowel grote als kleine knollen aanwezig zijn. De meeste knollen worden geoogst, maar er zijn ook veel kleine knollen die in de grond achterblijven.

In de winter kunnen aardappelknollen bevriezen. Bij 1 graad vorst zal dit niet gebeuren, maar bij lagere temperaturen wel. Als vuistregel voor in het veld wordt hiervoor aangehouden dat er 50 graaddagen nodig zijn. Dit houdt in dat aardappelen na 17 dagen lang 3 graden vorst bevroren zijn, maar ook na 5 dagen met 10 graden vorst. Naarmate de knollen dieper in de grond zitten, zullen deze 50 graaddagen minder snel bereikt worden en kunnen ze dus beter overleven.

4.1.2 Bes- en zaadvorming, stuifmeelverspreiding

Er is een grote variatie tussen rassen in de mate waarin ze bloeien. De meeste in Nederland geteelde rassen bloeien in meer of mindere mate. Sommige rassen bloeien helemaal niet. Veel rassen bloeien wel, maar zijn niet of nauwelijks mannelijk fertiel (Dr. Hutten, pers. med., 2008). Er worden dan geen of nauwelijks bessen en zaad gevormd. Maar er zijn ook rassen die uitbundig bloeien en onder bepaalde omstandigheden volop bessen geven met kiemkrachtig zaad. Of er kiemkrachtig zaad geproduceerd wordt hangt ook af van het oogstmoment. Naarmate de oogst vroeger is, is de kans hierop geringer. De zaden

kunnen in de grond tot meer dan 10 jaar levensvatbaar blijven (Van de Wiel & Lotz, 2004).

De bloei en zaadvorming zijn afhankelijk van de temperatuur, bemesting en vochtvoorziening. Vooral onder stressomstandigheden, zoals een beperkt vocht aanbod, weinig beschikbare meststoffen en hoge temperaturen bloeit een gewas uitbundiger. In de 'Netherlands catalogue of potato varieties' uitgegeven door het NIVAP (www.nivap.nl) wordt per ras aangegeven of het ras veel of weinig bloemen vormt.

De bevruchting bij aardappelen is voor 80-100% zelfbestuiving. Kruisbestuiving komt dus in beperkte mate voor. Insecten zijn zowel voor zelfbestuiving als kruisbestuiving noodzakelijk. Vooral hommels worden genoemd als goede bestuivers van aardappelen, maar ook kevers spelen een rol. Honingbijen zijn geen bestuivers van aardappelen omdat de bloemen van een aardappelplant geen nectar produceren. De afstand waarover de stuifmeelkorrels verplaatst worden, hangt vooral af van de afstand waarover de insecten zich verplaatsen. Bij hommels zou het over afstanden van maximaal 3 km gaan. Volgens Vrijens et al. (2004) is aardappel hoofdzakelijk een zelfbestuivend gewas en is op een afstand van meer dan 20 meter geen uitkruising aangetoond. Alle rassen die mannelijk en vrouwelijk fertiel zijn kunnen onderling kruisen; incompatibiliteit komt op tetraploid niveau niet voor (Dr. R. Hutten, pers. med. 2008).

Uitkruising met wilde verwanten van de nachtschadefamilie, zoals tussen aardappel en zwarte nachtschade, is onder veldomstandigheden nooit gevonden (Vrijens et al., 2004).

4.1.3 Aardappelopslag

Met aardappelopslag wordt bedoeld het bovenkomen van aardappelplanten op plaatsen waar ze niet gepoot zijn in dat voorjaar.

Er zijn twee vormen van aardappelopslag:

1. uit knollen die niet geoogst zijn omdat ze te klein waren of tijdens het transport verloren zijn gegaan en die de winter overleefd hebben;
2. uit aardappelzaden.

De eerste vormen het grootste probleem omdat ze soms in grote aantallen optreden en zich vaak tot forse planten kunnen ontwikkelen. Het is moeilijk om aardappelopslag uit knollen volledig te bestrijden. Soms vormen achterblijvende knollen in het veld al weer planten in het jaar waarin ze gegroeid zijn. Dit kan voorkomen bij rassen met een korte kiemrust als de gewassen vroeg geoogst worden. Ook dit is een vorm van aardappelopslag.

Opslag uit zaad komt veel minder voor omdat lang niet altijd tijdens de teelt van aardappelen kiemkrachtig zaad gevormd wordt en als dit wel gevormd wordt, is het veelal gemakkelijk te bestrijden. De kiemplantjes zijn kwetsbaar en worden over het algemeen gemakkelijk met de gangbare onkruidbestrijding mee bestreden. Als de kiemplantjes uitgroeien, kunnen wel knollen gevormd worden. Deze knollen blijven echter kleiner dan de knollen die zich ontwikkelen uit opslagplanten die uit knollen zijn ontstaan (Hin, 2001).

4.2 De teelt en de verspreiding van genetisch materiaal

In Nederland worden aardappelen uitsluitend geteeld met als doel knollen te oogsten. Het loof, inclusief eventuele bessen, en de wortelresten blijven op het perceel achter.

De aardappelteelt wordt in Nederland in grote lijnen onderverdeeld in de teelt van pootaardappelen, consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen. Deze teelten vinden veelal op gespecialiseerde bedrijven plaats. Een deel van de poot-, consumptie- en zetmeelaardappelen wordt op biologische bedrijven geteeld.

Pootaardappelen, in totaal in 2006 37.400 hectare, worden voor meer dan 90% op de kleigronden in het noorden (Groningen/Friesland) en noordwesten (Noord-Holland) en in de provincie Flevoland geteeld. Ongeveer 70% van het in Nederland geproduceerde pootgoed wordt geëxporteerd. Pootaardappelen worden vaak eens per drie of vier jaar op hetzelfde perceel verbouwd. Vaker dan eens per drie jaar is niet

toegestaan.

Zetmeelaardappelen, in totaal in 2006 49.600 hectare, worden in het noordoosten van Nederland geteeld, veelal op de zand- en dalgronden van Drenthe en Groningen. Bij zetmeelaardappelen wordt ook het pootgoed dat hiervoor nodig is vaak één keer door de teler zelf vermeerderd. Dit houdt in dat de opbrengst van ongeveer 10% van het geteelde oppervlak per bedrijf zelf bewaard wordt voor de teelt in het volgende jaar. De overige 90% gaat naar de fabrieken van AVEBE en wordt verwerkt tot zetmeel. Circa 80% van dit zetmeel, of van de producten die van dit zetmeel gemaakt worden, wordt geëxporteerd. Zetmeelaardappelen mogen onder strikte voorwaarden maximaal eens per twee jaar op hetzelfde perceel verbouwd worden. Over het algemeen gebeurt het eens per twee of drie jaar (ca. 85 à 90%).

Consumptieaardappelen, in totaal in 2006 69.500 hectare, worden vooral geteeld op de kleigronden in de IJsselmeerpolders en in het zuidwesten en daarnaast op de Brabantse en Limburgse zandgronden. Het overgrote deel is bestemd voor de verwerking tot frites in Nederland. Daarnaast worden consumptieaardappelen verwerkt tot allerlei andere aardappelproducten en ook verkocht als vers product. Ook de verkoop van verse aardappelen aan huis vindt nog plaats. Consumptieaardappelen mogen, evenals pootaardappelen, maximaal eens per drie jaar op hetzelfde perceel verbouwd worden. Dit gebeurt in gebieden waar intensieve aardappelteelt plaatsvindt, maar rotaties waarbij aardappelen eens per vier of vijf jaar worden geteeld, komen ook regelmatig voor.

Biologische aardappelen, in totaal in 2006 1280 ha, worden vooral als tafelaardappel afgezet; ongeveer 300 ha wordt als pootaardappel geteeld.

Aardappelen worden in Nederland geteeld in afwisseling (rotatie) met andere gewassen. Consumptie- en pootaardappelen worden doorgaans één keer per drie à vier jaar op hetzelfde perceel geteeld. In de tussentijd kunnen verschillende gewassen geteeld worden: granen (bij de meeste bedrijven minstens één keer), suikerbieten, uien, graszaad, vlas, cichorei, bloembollen en groentegewassen. Zetmeelaardappelen worden vaak één keer per twee of drie jaar op hetzelfde perceel geteeld. In de tussentijd worden meestal zomergerst en suikerbieten geteeld. Daarnaast kunnen o.a. ook de gewassen maïs, cichorei, graszaad geteeld worden.

Aardappelen mogen in Nederland alleen geteeld worden als men beschikt over certificaten waaruit blijkt dat het pootgoed dat hiervoor gebruikt wordt door de NAK is goedgekeurd. De handel in ongekeurd pootgoed is in de Europese Unie niet toegestaan.

De eisen die aan de raszuiverheid van het geoogste product gesteld worden, verschillen per type aardappel. Bij de zetmeelaardappelen worden de rassen niet gescheiden verwerkt, zodat het ook voor de telers niet van belang is om in de teelt, de oogst, transport en opslag op te letten dat er geen vermenging optreedt. Bij consumptieaardappelen wordt bij de verwerking wel gelet op de zuiverheid van het ras. De consumptietelers zullen dus voorkomen dat vermenging optreedt. Bij de pootgoedteelt zijn de eisen aan de raszuiverheid het hoogst.

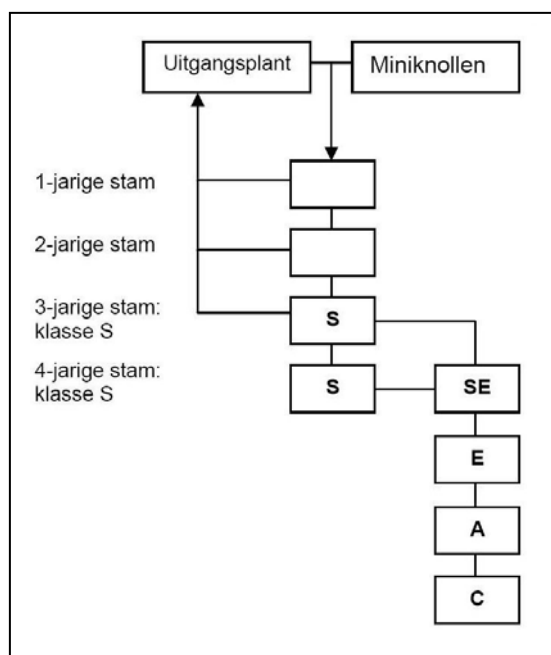
De verwerkende industrie (de fabrikanten van chips, friet, puree en dergelijke), verenigd in de VAVI, en het aardappelzetmeelbedrijf AVEBE, hebben voor de teelt, oogst, opslag en transport van aardappelen eisen opgesteld om de voedselveiligheid te waarborgen. Voor de teelt van aardappelen voor de verwerkende industrie is het zogenoemde VVA-certificaat (of VVAK) beschikbaar en voor de teelt van zetmeelaardappelen het VVC zetmeelaardappelen van AVEBE (of VVAK). Bij tafelaardappelen wordt doorgaans het EurepGAP-certificaat gevraagd. Deze is nog strenger dan het VVAK-certificaat. Als consumptieaardappelen naar niet bij de VAVI aangesloten bedrijven worden afgezet kan het echter nog gebeuren dat geen eisen worden gesteld betreffende de voedselveiligheid. Dit gebeurt vooral bij handelaren die afzet regelen voor de export. Ook pootgoed wordt nauwelijks onder VVAK-certificaat afgezet in verband met de extra kosten. Pootgoed wordt wel gecertificeerd maar niet op voedselveiligheid. Het is immers geen voedsel maar uitgangsmateriaal. Voor meer informatie over het VVA-certificaat wordt verwezen naar de Telerhandleiding op de site van de VAVI: www.nakagro.nl/documents/telerhandleidingVVA2007.pdf. Voor meer informatie over de eisen

waaraan zetmeelaardappeltelers dienen te voldoen om zetmeelaardappelen aan AVEBE te mogen leveren wordt verwezen naar het hoofdstuk Certificering op de site van AVEBE: www.AVEBE.name/agro/index_nl.htm.

4.2.1 Productie van poot aardappelen

De productie van poot aardappelen verloopt volgens onderstaand classificatieschema. De opbouw start bij gespecialiseerde bedrijven via stamselectie of in-vitro productie (miniknollen). Het principe van de stamselectie is dat de nakomelingen van één uitgangsplant (stam) gescheiden van die van andere uitgangsplanten worden geteeld gedurende alle jaren dat zij als pootgoed worden geteeld. Stammen die niet gezond en raszuiver zijn worden niet gebruikt voor de verdere vermeerdering van pootgoed. De keuringen worden uitgevoerd door de keurmeesters van de NAK. Afhankelijk van het probleem worden ze in klasse verlaagd (versneld afgekapt), afgekeurd (mogen niet meer als pootgoed worden gebruikt) of vernietigd (bijvoorbeeld als een quarantaineziekte zoals bruinrot wordt geconstateerd). Alleen de goedgekeurde stammen worden als uitgangsmateriaal gebruikt voor de productie van pootgoed dat geleverd wordt aan de telers van consumptie- en zetmeelaardappelen. De klasse S is dus het meest hoogwaardige pootgoed. De klassen S, SE en E worden basispootgoed genoemd. Het is in principe bedoeld voor verdere vermeerdering. De klassen A en C worden gecertificeerd pootgoed genoemd en zijn in principe niet bedoeld om nog verder pootgoed van te telen. Met afkappen wordt bedoeld dat al is het pootgoed nog zo goed, klasse E kan niet worden goedgekeurd als klasse E maar maximaal als klasse A en klasse S wordt maximaal klasse SE. Na iedere vermeerdering gaat het pootgoed dus automatisch een klasse omlaag: het afkappen. Ieder jaar komt er nieuwe aanwas van hoogwaardig pootgoed vanuit de stamteelt.

Vroeger werd altijd van één uitgangsplant uitgegaan (de traditionele stamselectie), dus van ca. 8 tot 12 knollen. Tegenwoordig wordt voor ruim de helft van het pootgoedareaal uitgegaan van miniknollen en dan kan gelijk met bijvoorbeeld 1000 miniknollen begonnen worden. Bij de in-vitro productie van miniknollen worden in gespecialiseerde laboratoria via snelle vermeerdering in heel korte tijd veel nakomelingen geproduceerd. Dit betekent dat als aan de knollen van een uitgangsplant 10 knollen groeien en aan een miniknol 2 knollen, in het ene geval de 1-jarige stam 100 knollen groot is en in het andere geval gelijk 2000 knollen.



Een perceel pootgoed kan alleen in de maximaal te behalen klasse worden goedgekeurd als aan alle normen wordt voldaan (o.a. gezondheid en vermenging) die voor deze klasse gelden. Zo niet, dan vindt klasseverlaging of zelfs afkeuring plaats. Oogst men bijvoorbeeld in 2008 een uitgangsplant van een fritesras dan betekent dit volgens bovenstaand schema dat op zijn laatst in de zomer van 2018 de nakomelingen van deze uitgangsplant tot frites verwerkt worden. De teruglooppijl in de figuur betekent dat in 1, 2 en 3-jarige stammen een nieuwe uitgangsplant gezocht kan worden door de teler van basispootgoed.

De NAK, de Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen, is de officiële keuringsinstantie die namens de overheid de keuringen op pootgoed uitvoert.

De keuring omvat de volgende onderdelen:

- Veldkeuring;
- laboratoriumonderzoek op virusziekten, bruinrot en ringrot;
- partijkeuring en certificering.

De veldkeuring begint in de eerste helft van juni. Alle percelen worden tenminste drie maal te velde beoordeeld. Er wordt gelet op:

- stand en ontwikkeling van het gewas;
- ziekten;
- rasechtheid en raszuiverheid.

Vooraf bij stamselectiemateriaal is de beoordeling op het juiste rastype van groot belang. Voordat dit materiaal als klasse S kan worden goedgekeurd, moet een monster op type (rasechtheid) zijn beoordeeld op het centrale stammenveld van de NAK in Tollebeek. Tot en met klasse E mogen in het veld 0 planten voorkomen van een ander ras. Voor klasse A geldt de norm dat maximaal 0,01% verontreiniging met andere rassen wordt geaccepteerd.

Voordat aflevering van een partij pootgoed kan plaatsvinden, moet de partij worden goedgekeurd. Hiertoe bezoekt de keurmeester in de periode dat de partij wordt klaargemaakt, dagelijks het bedrijf. Pas als een partij of partijgedeelte is goedgekeurd, mag deze worden afgeleverd. Als bewijs van goedkeuring wordt aan elke verpakkingseenheid onder toezicht van de keurmeester een NAK-certificaat bevestigd. Hierop staan de gegevens, zoals ras, klasse, telersnummer en maatsortering. De normen die de NAK hanteert, moeten voldoen aan de minimumeisen binnen de EU. De Nederlandse normen zijn aanzienlijk scherper dan de minimum EU-normen.

Als men pootgoed wil telen dient men zich bij de NAK aan te melden en zich aan het keuringsreglement voor pootgoed te houden. In dit keuringsreglement staat dat partijen zodanig dienen te worden bewaard en opgeslagen dat vermenging en verwisseling is uitgesloten. De keurmeesters zien hierop toe. Ook staat er bijvoorbeeld precies omschreven wat er gebeurt als in een perceel opslag wordt aangetroffen en hoe vervoer dient plaats te vinden van niet definitief gecertificeerd materiaal.

De belangrijkste klassen pootgoed zijn E en A. Van het goedgekeurde pootgoedareaal in 2006 (34.170 ha) is 45% in de klasse E en 40% in de klasse A goedgekeurd. Daarnaast is nog 10% in de nog hogere klassen S en SE goedgekeurd (voor het Keuringsreglement zie <http://www.nak.nl/documents/Keuringsreglement%202007%20definitief.pdf>). Het systeem van pootgoedvermeerdering dat in Nederland gehanteerd wordt, en dat bovendien onder strenge controle staat van de NAK, staat er borg voor dat er vrijwel geen sprake is van rasvermenging.

4.2.2 Aanschaf pootgoed en eigen vermeerdering

De ondernemer die aardappelen wil produceren met gebruikmaking van pootgoed dient te beschikken over certificaten dan wel een schriftelijke verklaring, afgegeven door de keuringsdienst, waaruit blijkt dat de pootgoed die voor die teelt zijn gebruikt door de keuringsdienst zijn goedgekeurd. Dit houdt dus in dat de kans op vermenging van rassen verwaarloosbaar klein is. Het pootgoed wordt aangeleverd in zakken of kisten die voorzien zijn van een keuringscertificaat.

Sinds kort mag de consumptieaardappelteler, eenmalig pootgoed voor eigen gebruik vermeerderen, de

zogenaamde “ATR-vermeerdering” (ATR= Aardappel Teelt Regeling). Er is in 2007 op bescheiden schaal gebruik van gemaakt. Zetmeelaardappel telers doen dit al veel langer. In dit geval betreft het de zogenaamde “TBM-regeling” (TBM = Teelt Beschermende Maatregelen). Velen vermeerderen het pootgoed dat ze nodig hebben één keer, sommigen vermeerderen het twee keer. Ongeveer 70% van de zetmeelaardappel telers maakt gebruik van TBM-pootgoed. De overige telers kopen NAK gekeurd uitgangsmateriaal. TBM-pootgoed mag niet verhandeld worden en blijft dus op het eigen bedrijf. De teelt van TBM-pootgoed gebeurt onder supervisie van de NAK. TBM-pootgoed wordt op dezelfde wijze beoordeeld als klasse C. Als het pootgoed als “niet geschikt” wordt beoordeeld, mag het pootgoed nog wel door de teler zelf gebruikt worden.

4.2.3 Grondbewerking en pootwijze

De wijze van grondbewerking is vooral afhankelijk van de grondsoort. Op klei- en zavelgronden (meer dan 10% lutum \approx 15% afslibbaar) wordt vóór de winter geploegd. Op lichtere gronden wordt vaak in het voorjaar geploegd. Zowel in het najaar als in het voorjaar wordt voor het ploegen vaak dierlijke organische mest uitgereden. Vlak voor het poten of bij het poten wordt de grond circa 7-8 cm losgemaakt en vervolgens worden de aardappelen in de grond geplaatst. Vaak worden 4 rijen tegelijk gepoot. De pootmachine maakt direct na het poten een ruggetje. De onderlinge afstand tussen de ruggen is 75 cm en de afstand binnen de rij bij zetmeelaardappelen en consumptieaardappelen is meestal 33 cm, zodat er 4 planten/m² komen te staan. Bij pootaardappelen kan dit oplopen tot >10 planten/ m².

Er zijn veel aardappelrassen, maar zowel bij zetmeelaardappelen als bij consumptieaardappelen wordt het grootste deel van het areaal ingenomen door slechts enkele rassen. Bij de pootgoedteelt is het aantal rassen waarvan meer dan 100 ha wordt uitgepoot groter. Verschillende rassen worden soms op één perceel naast elkaar gepoot. Vermenging van rassen kan nauwelijks plaatsvinden omdat aardappelen op ruggen worden geteeld en met vier of twee rijen tegelijk worden gepoot en met twee rijen tegelijk worden geroid. Aardappelen worden voor het overgrote deel met eigen pootmachines gepoot. Dit gebeurt nauwelijks in loonwerk, zodat de kans op vermenging tussen bedrijven gering is.

4.2.4 Gewasverzorging

Onkruid wordt in aardappelen deels mechanisch en deels chemisch bestreden. Op kleigronden wordt meestal enkele weken na het poten een definitieve rug opgebouwd en enige tijd daarna wordt een bodemherbicide gespoten. Deze eenmalige herbicidebespuiting is meestal voldoende om het onkruid in voldoende mate te beheersen. Zandgronden zijn rijker aan onkruid. Vaak wordt na het poten gewacht tot de eerste aardappelen zichtbaar worden, dan wordt het onkruid bestreden met een contactherbicide en pas als de aardappelen 25-35 cm hoog zijn wordt definitief aangeaard. Tijdens dit aanaarden wordt het onkruid (mechanisch) ondergewerkt. Met de onkruidbestrijding en rugopbouw is er geen risico dat genetisch materiaal verspreid wordt.

4.2.5 Bemesting

Vrijwel alle aardappelpercelen worden één à twee keer bemest met kunstmest. Daarnaast wordt op veel percelen dierlijke mest toegediend. Op de zandgronden wordt dierlijke mest in het voorjaar uitgereden en op de kleigronden voor het ploegen in het najaar. Op pootaardappelen wordt dierlijke mest minder vaak en in minder grote hoeveelheden gebruikt dan op de langer doorgroeiende consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen. Met de bemesting is er geen risico dat genetisch materiaal verspreid wordt.

4.2.6 Ziekte- en plaagbestrijding

De belangrijkste ziekte in aardappelen is de aardappelziekte (*Phytophthora infestans*). Tegen deze ziekte wordt 10 tot 16 keer per teelt gespoten, afhankelijk van de groeiduur van het gewas, het weer en de ziektedruk. Niet spuiten tegen aardappelziekte verlaagt de opbrengstzekerheid in hoge mate.

Bladluizen vormen de belangrijkste bovengrondse plaag. Het aantal bespuitingen tegen bladluizen verschilt per regio. In het noordoosten wordt op sommige percelen nauwelijks gespoten, terwijl in het zuidwesten op sommige percelen bijna bij iedere *Phytophthora*-bespuiting een insecticide wordt toegevoegd. Bij de pootgoedteelt vormen bladluizen een extra bedreiging omdat verschillende soorten in staat zijn virussen

over te brengen naar gezonde planten. Viruszieke en andere afwijkende planten worden door deskundige selecteurs, zodra ze zichtbaar worden, uit pootaardappelpercelen verwijderd. Ze komen op composthoven terecht, waar ze vergaan.

In de grond vormen aaltjes (nematoden) een belangrijke bedreiging voor de aardappelteelt. Dit is vooral op lichte gronden het geval. Heel belangrijk zijn hierbij de aardappelvysteaaltjes, soorten die zich alleen op aardappelen kunnen vermeerderen. Vooral als aardappelen in een nauwe rotatie worden geteeld, kunnen ze grote problemen geven. Op plaatsen waar zich veel aardappelvysteaaltjes ontwikkelen, groeien aardappelen nauwelijks meer. Dit verschijnsel wordt aardappelmoetheid (AM) genoemd. Tegen AM zijn resistente rassen ontwikkeld. Met deze AM-resistente rassen kan de praktijk heel redelijk uit de voeten. Toch is het soms nog noodzakelijk om de aardappelvystenaaltjes te bestrijden door middel van grondontsmetting. Ook met de ziekte- en plaagbestrijding is er geen risico dat genetisch materiaal verspreid wordt.

4.2.7 Uitkruising

4.2.7.1 De praktijk

In de praktijk wordt de bloei van aardappelen niet bestreden. Omdat de aardappel voor 80 tot 100% een zelfbevruchter is, komt het meeste stuifmeel terecht op de stempeldraden van de eigen plant. In beperkte mate kan er echter kruisbevruchting optreden doordat insecten stuifmeel overbrengen naar bloeiende aardappelplanten van andere rassen en aardappelopslagplanten. De schaal waarop dit gebeurt is beperkt. Soms zal het overgebrachte stuifmeel niet tot bevruchting leiden omdat het stuifmeel steriel is of de ontvangende aardappelplant vrouwelijk steriel. Ook worden soms, zeker bij de pootgoedteelt, de aardappelen te vroeg geoogst om rijp zaad te kunnen vormen. In een beperkt aantal gevallen kan er na kruisbevruchting kiemkrachtig zaad ontstaan. Echter de aardappelplantjes die hieruit ontstaan maken een geringe kans om zo groot te worden dat ze knollen vormen of tot bloei komen. De verspreidingskans van genetisch materiaal via deze weg is dus erg klein (zie ook 4.2.9).



Figuur 6. **Uitbundig bloeiend aardappelgewas.**



Figuur 7. **Bessen van een aardappelplant.**

4.2.7.2 Wetenschappelijke kennis

Sinds het uitkruisingsrapport door Van de Wiel & Lotz van 2004 is er weinig over uitkruising bij aardappel gepubliceerd. In uitkruisingsproeven die beschreven worden door Van de Wiel & Lotz (2004) was de maximale afstand waarop die uitkruising gevonden werd 10 m (met een waarde van 0,017%). Dit kan echter alleen tot verdere vermengingen leiden indien door uitkruising ontstane zaden via opslag en knolvorming zich op de akker weten te handhaven.

Petti et al. (2007) hebben uitkruisingsproeven in Ierland verricht onder een "worst case" scenario, d.w.z. als stuifmeeldonor werd een goed mannelijk fertiel ras (Désirée) en als ontvanger werd een mannelijk steriel ras (British Queen) gebruikt. Het ontvangerras produceerde dus geen eigen stuifmeel dat met het inkomend stuifmeel van het bronras kon concurreren om bestuiving en bevruchting en zo uitkruising omlaag kon brengen. Met deze aanpak werd in 2005 tot op de maximaal geteste afstand van 21 m besvorming gevonden; in 2006 waren de weersomstandigheden te droog voor goede bloemontwikkeling. De zaadontwikkeling werd echter slechter met toenemende afstand: van de op 21 m gevormde bessen bevatte

slechts 2,8% zaad, waarvan 36% daadwerkelijk kiemde. Van deze zaden werd met morfologische zowel als moleculaire (DNA) merkers aangetoond dat ze door uitkruising ontstaan waren. Met moleculaire merkers werd eveneens aangetoond dat de Koolzaadglanskever (*Meligethes aeneus*) als stuifmeelvector kan dienen. Na afloop van de proef werd in de ontvangerplots opslag vanuit zaad aangetroffen. Hiervan was 10% een uitkruisingsproduct, de overige waren van de donorplot met Désirée afkomstig en waren dus het gevolg van zaadverspreiding over het twintigtal meters tussen donorplot en het uiteinde van de ontvangerplot. Buiten de akker worden doorgaans geen aardappelplanten aangetroffen en de inheemse wilde verwanten Zwarte Nachtschade (*Solanum nigrum*) en Bitterzoet (*S. dulcamara*) zijn in proeven niet kruisbaar met de cultuuraardappel gebleken (zie McPartlan & Dale 1994, Eijlander & Stiekema 1994).

Conclusie

Mannelijke fertiliteit en besvorming zijn behoorlijk variabel tussen verschillende aardappelrassen en in een recente publicatie is in het meest ongunstige geval, d.w.z. met een mannelijk steriel ontvangerras, een lage mate van uitkruising tot op 21 m aangetoond.

4.2.8 Oogst, transport en bewaring

Het loof van aardappelen wordt veelal doodgespoten of geklapt en na enkele weken worden de knollen geoogst. Dit oogsten van aardappelen vindt vooral plaats met tweerijige wagenrooiers en bunkerrooiers. Tijdens het rooien gaan er knollen verloren omdat ze te klein zijn en door de spijlen van de rooimachine vallen. De rooimachine moet de grond van de knollen scheiden en naarmate de zeefgaten kleiner zijn, wordt er meer grond mee geoogst. Ook kunnen er wat knollen verloren gaan door lekken in de rooimachine, door knollen die niet goed in de ruggen groeien en door knollen die van de wagen vallen. De meeste aardappelen worden na de oogst met behulp van kipwagens naar de bewaarplaats gereden. Daar worden de kipwagens met behulp van een stortbunker en transportbanden geleegd in de bewaarplaats.

Tussen stortbunker en transportbanden bevindt zich eveneens een rollenzeef waar opnieuw een scheiding tussen knollen en grond plaatsvindt. Ook kunnen grote kluiten en andere ongerechtigheden hier handmatig worden verwijderd. De grond die hier van de rest van het product wordt gescheiden, gaat vaak samen met kleine knolletjes, terug naar het perceel waar gerooid is. Het wordt er uitgespreid, soms worden er laagten mee gevuld, ook wegbermen. Veelal gaat het om minder dan één gewichtsprocent van de geoogste partij, maar onder vochtige omstandigheden kan dit soms wel tot 10-20% oplopen. Door rot aangetaste knollen, loofresten en dergelijke gaan niet terug naar het veld, maar worden gecomposteerd. Er gaat zwart folie over en na één of twee jaar wordt het afgevoerd van het bedrijf of wordt in een laagte gestort of op een perceel uitgestrooid.

Steeds vaker worden de aardappelen ook in kuubs kisten bewaard. Vanuit de stortbunker worden de kisten dan met behulp van banden gevuld. Bewaring in aparte kisten komt vooral bij wat kleinere partijen steeds vaker voor. Een beperkt deel van de geoogste aardappelen wordt op het erf overgeladen op vrachtauto's die het product rechtstreeks naar de afnemers brengen.

Zetmeelaardappelen worden vaak met behulp van kipwagens op hopen gestort, vaak dicht bij een verharde weg en vervolgens na korte of langere tijd van daaruit opgehaald met vrachtauto's. Bij het laden in het veld is een schoningsmachine aanwezig en blijven het grootste deel van de grond, de kleine knolletjes en de oogstresten achter. Dit wordt op het veld verspreid. Bij het laden vanuit een bewaarplaats wordt eveneens de uitgesorteerde grond opgevangen en naar een perceel teruggebracht. De AVEBE heeft gemiddeld te maken met 7 à 7,5% tarra, die bij de fabriek aangevoerd wordt. Hiervan is naar schatting 90 gewichtsprocenten grond. Dit product wordt gecomposteerd (minimaal 30 minuten 55°C) en de compost wordt vervolgens, na één à twee jaar, door belangstellenden opgehaald.

Bijna alle aardappelen worden voor langere tijd opgeslagen in daartoe speciaal ingerichte bewaarplaatsen waarin ze bij 4 tot 10°C, afhankelijk van de bestemming, worden bewaard. Vervolgens gaan ze in de loop van het winterseizoen, dat loopt tot juli, naar hun bestemming. Tijdens het transport naar het erf en naar de centrale opslag vallen soms knollen van de wagens. Op weg naar het erf zal dit wat vaker voorkomen dan op de vrachtauto naar de centrale opslag. Openbare wegen zijn nu eenmaal vlakker dan veldwegen en

paden. Voorts worden vrachtauto's vaak afgedekt met zeil. Het totale verlies hierdoor is echter heel beperkt. De kans op vermenging van rassen hierdoor lijkt verwaarloosbaar. En ook de kans op planten op onverwachte plaatsen is heel beperkt. Knollen die verloren worden, blijven boven de grond en zullen bij vorst bevroren en daardoor geen nieuwe planten en nakomelingen geven.

Verwerking op het bedrijf zelf komt bij aardappelen steeds minder vaak voor. Veelal wordt met behulp van een opschepmachine of shovel het product rechtstreeks op vrachtauto's geladen en afgevoerd naar de zetmeelfabriek, fritesfabriek, sorteerb企业, verpakkingsbedrijf, enzovoorts. Een belangrijke uitzondering hierop vormt de pootgoedteelt. Er was een tendens om pootgoed steeds meer centraal te gaan sorteren, in zakken te doen en op te slaan. Vervolgens is men de risico's van met name bacteriële besmettingen anders gaan inschatten en is men toch weer op de pootgoedbedrijven zelf gaan sorteren, opzakken en deels ook opslaan. Maar ook hierbij is door de strikte regelgeving en controle door de keurmeester de kans op vermenging uiterst gering.

Het geogste product kan vele kanten uit gaan. Maar er zijn wel enkele hoofdstromen. Zo gaat van de consumptieaardappelen een belangrijk deel rechtstreeks van de teler naar de fritesfabriek. Alle zetmeelaardappelen gaan rechtstreeks van de telers naar de zetmeelfabriek. Tafelaardappelen zullen vaak naar een wasserij gaan die ook sorteert en klein verpakt. Aardappelen bestemd voor verwerking tot chips of puré zullen rechtstreeks naar de desbetreffende fabrieken gaan.

Pootgoedtelers krijgen van hun handelshuizen te horen wanneer zij een partij voor verzending klaar moeten hebben liggen. Vervolgens kan de partij, verpakt in nieuwe jute zakken van 25 of 50 kg of in bulk, worden opgehaald en met een schip, het spoor of per vrachtauto naar de buitenlandse bestemming worden gebracht. Bij transport van pootaardappelen in bulkeenheden moet de bulkeenheid afsluitbaar zijn. Pootgoed dat bestemd is voor de binnenlandse markt wordt of bij de pootgoedteler zelf of in een centraal koelhuis opgeslagen totdat het omstreeks maart naar de afnemers wordt gebracht.

4.2.9 Bestrijding van opslagplanten

4.2.9.1 Opslagplanten uit knollen

Bij de oogst van aardappelen is het onmogelijk om alle knollen te oogsten. Sommige knollen groeien zodanig diep in de grond dat de rooimachine ze niet mee kan oogsten. Ook vallen er knollen tijdens het oogsten van de kipwagens. Kleine knollen vallen tussen de spijlen van de rooimachine door en sommige knollen blijven bij het scheiden van loof en knollen aan de stengels zitten en komen zo weer op het veld terecht. Een deel blijft dus op het veld achter en kan in het volgende jaar, als ze niet verrotten, verstikken of bevroren voor aardappelopslag zorgen. De knollen bevroren vanaf 3°C vorst.

De hoeveelheid knollen die achterblijft, verschilt sterk van jaar tot jaar, van ras tot ras en is afhankelijk van de rooiomstandigheden. In het ene jaar worden veel meer knollen per plant gevormd dan in het andere jaar en het zijn vooral de kleine knollen die achterblijven. Vooral als onder natte omstandigheden moet worden gerooid, kunnen de oogstverliezen groot zijn. Niet alle grond kan mee worden geogst en onder natte omstandigheden zeft grond slecht en moet er worden gerooid met een ruimere rooiomat; dat wil zeggen met een grotere afstand tussen de spijlen van de rooimachine waardoor er ook meer verliesknollen ontstaan. Het aantal achterblijvende knollen ligt doorgaans tussen de 20.000 en 300.000 per hectare, met een enkele uitschieter tot 500.000 per ha (Lumkes, 1974).

De meest gangbare wijze van opslagbestrijding is het gerooide perceel enige tijd laten liggen zodat de knollen die op de grond liggen kunnen bevroren. Op kleigronden worden wel vaak de vastgereden sporen losgetrokken zodat het water weg kan zakken. Men wil er wel graag voor de winter ploegen zodat de grond beter kan verwerken. Een verweerde grond geeft een betere structuur en een goede structuur is vooral op kleigronden noodzakelijk voor een optimale gewasgroei. Als wintertarwe wordt gezaaid, wordt vaak niet geploegd, maar alleen de grond goed losgetrokken en vlakgelegd. Lichte kleigronden (<15% afslibbaar) kunnen in het voorjaar worden geploegd evenals zand- en veengronden. Het doodvriezen van aardappelknollen vindt in strenge winters duidelijk beter plaats dan in zachte winters. Naarmate het klimaat

warmer wordt, zal deze bestrijdingswijze van aardappelopslag minder goed slagen. Hier staat tegenover dat warmere winters vaak ook nattere winters zijn. De kans op wegroten als gevolg van het in het water liggen is dan groter.

Ook in de gewassen die na aardappelen worden geteeld, wordt aardappelopslag bestreden. Dit lukt in het ene gewas beter dan in het andere. Het gebeurt door bijvoorbeeld schoffelen, volvelds met een selectief herbicide spuiten of de aardappelplanten aanstippen of aanstrijken met het herbicide Roundup (glyfosaat).

Aardappelopslag moet worden bestreden omdat het een bron is voor de verspreiding van de schimmelziekte *Phytophthora infestans*. Hierop vindt controle plaats. Vóór 1 juli dient alle opslag bestreden te zijn. Hiervoor heeft het Hoofdproductschap Akkerbouw (HPA) een verordening opgesteld genaamd "Verordening HPA bestrijding *Phytophthora infestans* bij aardappelen 1997". In de verordening staan de normen betreffende hoeveel opslagplanten op welk tijdstip maximaal mogen voorkomen op een perceel. Bij overtreding kunnen boetes volgen. Volgens de verordening is er sprake van een overtreding als na 1 juli op een perceel of een gedeelte van een perceel waar geen aardappelen geteeld worden meer dan 2 opslagplanten per m² staan. Het perceel(sgedeelte) waarop zich de opslag bevindt moet minstens 0,3 ha groot zijn. Zie voor meer informatie de site van het Hoofdproductschap Akkerbouw, regelgeving en verordeningen: <http://www.hpa.nl/main/akkerbouw/index.htm>

Aardappelopslag kan dus door *Phytophthora* worden aangetast en bij vroege aantasting in mei of juni kan dit betekenen dat nauwelijks knollen gevormd worden. Bij latere aantasting kan het besmette loof door afspoeling van de sporen bij neerslag, de knollen besmetten waardoor deze alsnog in de grond verrotten. Het hangt sterk af van de weersomstandigheden af in hoeverre *Phytophthora* behulpzaam is bij het opruimen van aardappelopslag.



Figuur 8. Aardappelopslag in suikerbieten.



Figuur 9. Aardappelopslag in een graanstoppel.

Ook ter voorkoming van de vermeerdering van aardappelvreesaaltjes (*Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida*) is het van belang voor de teler om aardappelopslag te bestrijden. Om deze vermeerdering te voorkomen is het nodig om vóór 1 juli de aardappelopslag te bestrijden.

Ook kunnen soms Coloradokevers behulpzaam zijn bij het opruimen van aardappelopslag. Coloradokevers komen namelijk in het voorjaar uit de grond. Ze komen uit de grond op percelen waar het voorgaande jaar aardappelen gestaan hebben en als er dan alleen wat opslag staat, wordt dit massaal bezocht. Alleen komen coloradokevers in Nederland over het algemeen niet zo massaal voor dat zij een grote invloed hebben op het vernietigen van aardappelopslag. Onder invloed van het warmer wordende klimaat zou het mogelijk kunnen zijn dat er in de toekomst meer Coloradokevers in Nederland voorkomen.

Aardappelopslag tot de laatste plant opruimen is vaak moeilijk. De opslagplanten komen ongelijk op. Knollen die dieper in de grond zitten komen later op dan de ondiep zittende knollen en grotere knollen geven grotere planten die eerder opkomen dan kleine knolstukjes en zeker als die dan ook nog van diep uit de grond moeten komen. Ook blijven de planten in bijvoorbeeld wintertarwe veel kleiner en dunner dan in

bijvoorbeeld suikerbieten of uien. De meeste aardappelopslag ontwikkelt zich in de loop van mei, in een periode dat ook wintertarwe snel groeit. Suikerbieten en uien hebben dan nog lang niet het veld vol. Individuele aardappelopslagknollen kunnen wegens fysiologische veroudering niet langer dan één jaar in de grond overleven. Er is dus ieder jaar nieuwvorming van knollen noodzakelijk om tot een vermenging met het volgende aardappelgewas in de rotatie te komen. In de praktijk wordt de populatie opslagplanten die na de teelt van een aardappelgewas is ontstaan onder invloed van de teeltmaatregelen die in de volggewassen genomen worden van jaar tot jaar kleiner. Het opslagprobleem dooft op deze manier als het ware uit. Op akkerbouwpercelen worden dan ook geen stabiele, verwilderde populaties aardappelopslagplanten aangetroffen.

In pootaardappelen is de kans op vermenging van rassen als gevolg van aardappelopslag nagenoeg afwezig door de strenge regels die er gelden voor de teelt van pootaardappelen. Aardappelopslag kan een reden zijn voor afkeuring van het betreffende pootgoedperceel. Ook in consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen is de kans op vermenging als gevolg van aardappelopslag gering. Dit komt ook omdat bijna nooit twee jaar achtereenvolgend op hetzelfde perceel aardappelen worden geteeld. Dit is niet toegestaan en alleen in uitzonderlijke gevallen wordt hiervoor ontheffing verleend (zie <http://www.productschapakkerbouw.nl/teelt/aardappelmoetheid>). Voorts moet vóór 1 juli aardappelopslag bestreden zijn.

Zo er al kans is op vermenging van rassen dan is dit bij zetmeelaardappelen het grootst. Dit komt omdat zetmeelaardappelen vaak in een een-op-twee rotatie worden geteeld, waardoor de kans op aardappelopslag in een opvolgende aardappelteelt op het perceel groter is dan in een één-op-drie of één-op-vier rotatie zoals bij consumptieaardappelen vaker het geval is. Er is tussen twee aardappelteelten dan maar één jaar waarin de opslag kan worden bestreden. Anderzijds wordt de kans dat verliesknollen de winterperiode in het veld overleven weer beperkt door de wijze waarop de teelt plaatsvindt. Zetmeelaardappelen worden hoofdzakelijk op de zand- en dalgronden van Drenthe en Groningen geteeld waar de winterperiode kouder is dan op de kleigronden langs de kust waar de meeste consumptieaardappelen worden geteeld. Voorts worden de zand- en dalgronden in tegenstelling tot kleigronden na de winter geploegd waardoor de op de grond liggende verliesknollen niet ondergewerkt worden en dus een grotere kans hebben te bevriezen. In de praktijk vormt de bestrijding van aardappelopslag echter vooral na relatief warme winters met niet te veel neerslag ook in het zetmeelaardappelteeltgebied een aanzienlijke kostenpost. Het vergt dan veel aandacht en tijd en het is nagenoeg onmogelijk om ook de laatste opslagplant te vernietigen.

De hoeveelheid aardappelopslag is per jaar erg verschillend en als de opslag niet grondig is vernietigd in het volggewas dan kan het in het daarop volgende gewas ook weer optreden. Dit komt voor, de mate waarin dit voorkomt, is echter niet vastgelegd.

Aardappelopslag langs wegen door verlies van knollen van wagens komt bijna niet voor. Ze komen bovenop de grond terecht en bevriezen of verrotten. Wel wordt soms aardappelopslag gesignaleerd als zeef- of sorteergrond is gebruikt om laagten in wegbermen op te vullen. Dit geeft geen risico voor verspreiding van genetisch materiaal naar andere rassen, tenzij de aardappelplanten in bloei komen. De eventuele gevormde knollen worden niet geoogst en tijdens het groeiseizoen worden de aardappelen onderdrukt door grassen en andere kruiden.

Bij biologische telers is de kans op vermenging via aardappelopslag nog geringer dan bij gangbare aardappelteelers. Dit komt door de ruime vruchtwisseling die de biologische sector aanhoudt. Er worden maximaal eens per 6 jaar aardappelen geteeld. Bovendien is de duur van de teelt gemiddeld veel korter als gevolg van het veelal al vroeg moeten branden van aardappelpercelen als gevolg van aantasting door *Phytophthora*, de gevreesde aardappelziekte, waartegen men in de biologische sector nagenoeg geen verweer heeft.

4.2.9.2 Opslagplanten uit zaad

Hoewel aardappelzaad tot 10 jaar kiemkrachtig in de grond kan overleven, levert het nauwelijks problemen op. En als het al waargenomen wordt, is het alleen in het eerste jaar na teelt met een ras dat bessen met

kiemkrachtig zaad vormde. Na pootaardappelen wordt het niet waargenomen, waarschijnlijk omdat pootaardappelen zodanig vroeg geoogst worden dat de bessen niet voldoende uitgerijpt zijn. Na consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen wordt het soms in het volggewas, zoals in uien en bieten, wel waargenomen. Naarmate het aardappelgewas later geoogst wordt, zal het zaad meer de gelegenheid krijgen om goed uit te rijpen en voor beter kiemkrachtig zaad te zorgen. Hierover is echter geen informatie beschikbaar.

De zaden worden niet door vogels verspreid, maar wel door kleine zoogdieren (Hawkes, 1988). De aardappel staat niet bekend als een plant die natuurlijke ecosystemen koloniseert. De aardappel kan niet concurreren met planten zoals grassen, bomen en heesters (Hin, 2001).

De relatief kwetsbare kiemplantjes zijn gemakkelijk met de toegelaten herbiciden die gebruikt worden om dominantere onkruiden te vernietigen, mee te bestrijden. In granen maken ze geen enkele kans, ze worden door deze gewassen, die zo snel groeien in mei, volledig onderdrukt. Ook bij mechanische onkruidbestrijding leveren ze geen problemen op. Ze worden gemakkelijk bestreden. Het is niet bekend of bestrijding van aardappelzaailingen in, wat betreft oppervlakte, kleine gewassen wel problemen geeft, maar het is niet waarschijnlijk.

Genetisch materiaal uit kruisingen tussen aardappelrassen kan dus in principe in het product aardappelen terechtkomen. Rassen kunnen kruisen, het zaad kan in de grond terechtkomen en meerdere jaren overleven en in een volgende aardappelteelt een plant geven met knollen en die knollen kunnen tussen de andere knollen terechtkomen. Bij pootaardappelen is de kans hierop uiterst gering omdat de keurmeester hierop afkeurt en omdat opslag uit zaad niet bekend is. Dit komt waarschijnlijk omdat pootaardappelen relatief vroeg geoogst worden waardoor het zaad minder kans krijgt om voldoende rijp te worden. Bovendien worden pootaardappelen bijna altijd op dezelfde gespecialiseerde bedrijven geteeld. Bij consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen is de kans hierop in principe iets groter. Maar de knollen die aan zaailingen groeien zijn kleiner dan de knollen die uit een pootaardappel groeien en de kans is dan ook groot dat ze als verliesknollen bij de oogst op het veld achterblijven. Bij consumptieaardappelen wordt bovendien maximaal eens per drie jaar aardappelen geteeld en de zaden moeten dus na drie winters nog een plant vormen. Als ze in de tussenliggende jaren kiemen en knollen vormen, moeten ze aan bestrijding en bevroering weten te ontsnappen.

4.2.9.3 Wetenschappelijke kennis

Hoofdconclusie van het uitkruisingsrapport door Van de Wiel & Lotz 2004 voor aardappel was dat voor het tegengaan van verspreiding van genen tussen teelten het zorgvuldig verwijderen van opslag kernpunt is. Dit betreft opslag vanuit knollen die op het perceel na de oogst zijn achtergebleven en opslag vanuit eventueel op de planten gevormd zaad dat een product van uitkruising kan zijn. In uitkruisingsproeven was de maximale afstand waarop die uitkruising gevonden werd 10 m (met een waarde van 0,017%). Dit kan echter alleen tot verdere vermengingen leiden indien door uitkruising ontstane zaden via opslag en knolvorming op de akker zich weten te handhaven. Buiten de akker worden doorgaans geen aardappelplanten aangetroffen en de inheemse wilde verwanten Zwarte Nachtschade (*Solanum nigrum*) en Bitterzoet (*S. dulcamara*) zijn in proeven niet kruisbaar met de cultuuraardappel gebleken (zie McPartlan & Dale 1994, Eijlander & Stiekema 1994).

Het belang van opslagbestrijding wordt met de onder 4.2.7.2 behandelde publicatie van Petti et al. (2007) wederom onderstreept. In dit verband hebben Mustonen et al. (2007, poster op het derde internationale congres over co-existentie van GG en niet-GG productieketens (november 2007, Sevilla, Spanje, GMCC-07) gekeken naar knol- en zaadoverleving in de noordelijke omstandigheden van Finland onder een "worst case" scenario. Dat hield in dat maximale overlevingskansen voor aardappelopslag geboden werden, d.w.z. braaklegging na het inbrengen van knollen in het veld en vervolgens bestrijding van andere onkruiden. Door winterse omstandigheden overleefde slechts maximaal 2% van de knollen in het qua kou minst selectieve jaar. Knollen bleken in experimenten -1 °C niet langer dan vier dagen en -3 °C niet langer dan twee dagen te overleven. De zaden die door cultivar Saturna geproduceerd werden in een normale teelt bleken de Finse winters te overleven en leverden 3-7 zaailingen per m² op.

4.2.10 Conclusie

De belangrijkste manier van verspreiding van genetisch materiaal bij aardappelen is de vermenging van rassen via opslag uit op het veld achtergebleven knollen. Er wordt in de praktijk veel aandacht aan besteed om aardappelopslag tegen te gaan door ze zoveel mogelijk te laten bevriezen en door ze in de volggewassen, ook vanwege fyto-sanitaire redenen, te bestrijden met herbiciden. In de praktijk komt het desondanks soms voor dat er aardappelopslagplanten blijven staan die ook in staat zijn knollen te vormen die in een daaropvolgend jaar weer nieuwe opslagplanten kunnen geven. Bij een één-op-twee teelt, zoals bij zetmeelaardappelen voorkomt, is de kans op vermenging het grootst doordat opslagplanten in een volgend aardappelgewas voorkomen. Bij een één-op-drie teelt is de kans hierop geringer, maar ook dan kan deze vermenging optreden. Bij een nog ruimere rotatie is deze kans verwaarloosbaar.

Een tweede manier van verspreiding van genetisch materiaal is via zaadvorming en uitkruising. Er zijn verschillende rassen die bloeien en die, indien ze niet te vroeg geoogst worden, in staat zijn om kiemkrachtig zaad te vormen. De aardappelplant is voor 80-100% een zelfbevruchtend gewas. Kruisbevruchting vindt slechts op zeer beperkte schaal plaats. De maximale afstand waarop in onderzoek met een mannelijk steriel ontvangerras uitkruising is vastgesteld, bedroeg 21 m. Het percentage uitkruising was daarbij laag. Ook uit andere uitkruisingsproeven met min of meer normaal fertiele rassen bleek dat op een afstand van 10 m het uitkruisingspercentage zeer gering was, nl. 0,017%. Het zaad dat door zelfbevruchting of kruisbevruchting ontstaat, kan als het de gelegenheid krijgt om voldoende af te rijpen, meer dan 10 jaar levensvatbaar in de grond aanwezig blijven. De opslagplanten uit zaad zijn echter relatief kwetsbaar, zodat ze gemakkelijk bestreden worden met de onkruidbestrijdingsmiddelen die in de granen en andere gewassen worden gebruikt. Aardappelopslagplanten uit zaad worden in de volggewassen na aardappelen en ook in een volgend aardappelgewas vrijwel nooit zo groot dat ze oogstbare knollen of bessen ontwikkelen. De kans op verspreiding van genetisch materiaal via zaadvorming en uitkruising is dan ook uiterst gering.

Aardappelknollen die bij het poten in wegbermen, akkerranden of andere terreinen terechtkomen kunnen soms aardappelplanten opleveren. Vaak worden ze echter sterk beconcurrerd door de bestaande begroeiing en worden zodanig zwaar aangetast door *Phytophthora* dat er vrijwel geen kans is dat deze planten knollen of kiemkrachtig zaad gaan vormen. Aardappelknollen die na de oogst in deze terreinen terechtkomen, blijven op de grond liggen en zullen bevriezen of verrotten, zodat ze meestal in het volgend jaar geen planten meer opleveren.

5 Woordenlijst

Aaltjes = groep van heel kleine dieren die in de grond leven en de ondergrondse en soms ook de bovengrondse plantendelen door voedselonttrekking, plantmisvorming, virusoverdracht e.d. kunnen beschadigen

Aanaarden = extra grond op het pootgoed aanbrengen na het poten, zodat er grotere ruggen ontstaan

Aardappelrug = de laag grond van ca. 12-15 cm grond waarmee het pootgoed wordt bedekt en waarin de te oogsten knollen groeien

Akkerranden = een strook grond langs het perceel waarop geen gewas geteeld wordt en die vaak ingezaaid is met een grassen/kruiden-mengsel

Bloeiwijze = de vorm van het bloeiende gedeelte van een plant

Bunkerrooiers = type oogstmachine voor suikerbieten of aardappelen waarbij het geoogste product in een bunker op de oogstmachine meegenomen wordt

Dalgrond = veengrond waarvan een deel is verwijderd en de rest met het onderliggende zand tot een nieuwe grond is gemaakt

Diploïd = in de kern van de cel zijn van elk chromosoom twee exemplaren aanwezig (geslachtschromosomen uitgezonderd)

Één-op-twee aardappelteelt = Teelt van aardappelen waarbij ieder tweede jaar aardappelen worden geteeld (in het andere jaar een ander gewas)

Eén-op-drie aardappelteelt = teelt van aardappelen waarbij in elk derde jaar aardappelen worden geteeld (in de andere twee jaren andere gewassen)

Fungicide = schimmelbestrijdingsmiddel

Groenbemester = een gewas dat meestal in een jaar na een ander gewas wordt geteeld en dat meestal volledig wordt ondergewerkt ten behoeve van structuurverbetering van de grond en bemesting van de volgende gewassen

Herbicide = onkruidbestrijdingsmiddel

Inkuilen = het in elkaar persen van voorgedroogd gras of maïs en vervolgens luchtdicht (anaeroob) bewaren van het product

Insecticide = insectenbestrijdingsmiddel

Kipwagen = een wagen die gekipt kan worden (d.w.z. de laadbak van de wagen wordt schuin gezet zodat de inhoud eruit glijdt)

Kolfkwast = stempeldraden (vrouwelijke voortplantingsorganen) die tijdens de bloei van maïs zichtbaar worden aan de top van de maïskolf

Koudebehoefte = de behoefte aan een koude periode om tot bloei te kunnen komen (bieten)

Kroonwortels = wortels die tijdens de ontwikkeling van de maïsplant op de grens van grond en lucht tot ontwikkeling komen

Nematoden = synoniem voor aaltjes (zie aaltjes)

Opslagplanten = planten van een gewas die niet opzettelijk gezaaid of gepoot zijn en bovenkomen na de teelt van een gewas

Paperpots = kleine papieren potjes waarin zaad van bieten gezaaid wordt en die na een aantal weken in het veld worden uitgeplant

Pilleren = zaad omhullen met een vulstof, waaraan soms ook gewasbeschermingsmiddelen zijn toegevoegd zodat het zaad o.a. beter te zaaien is

Pootgoed = aardappelen die gepoot worden om een aardappelgewas te telen

Roomat = de eerste spijlzeef van een aardappelrooier waar aardappelknollen op komen nadat ze boven de grond zijn gebracht bij het rooien. Hier vindt de eerste scheiding van aardappelknollen en grond plaats

Rotatie = vaste volgorde van de gewassen op een perceel; synoniem voor rotatie

Schietters = Bloeiende bietenplanten

Spil = zijstengeldeel dat zich in het midden van de maïskolf bevindt en waarop het maïszaad vastzit

Stampers = Vrouwelijke geslachtsorganen die stuifmeel opvangen

Stempels = synoniem voor stampers

Stengelleden = gedeelte van de maïsstengel tussen twee stengelknopen

Stengelknoop = gedeelte de maïsstengel dat in vergelijking met de stengelleden verdikt is en waarop een blad is ingeplant

Tarra = dat deel van het geogste product dat verwijderd wordt: grond, loofresten, rot, enz.

Tetraploïd = in de kern van de cel zijn van elk chromosoom vier exemplaren aanwezig (geslachtschromosomen uitgezonderd)

Triploïd = in de kern van de cel zijn van elk chromosoom drie exemplaren aanwezig

Vruchtwisseling = het afwisselen van de teelt van gewassen op een bepaald perceel; synoniem voor rotatie

Wagenrooier = rooimachine voor aardappelen waarbij het geogste product direct via transportbanden in een meerrijdende wagen wordt verzameld

Zaadteelt = de teelt die bedoeld is om zaaizaad te produceren

Zai-element = onderdeel van een zaaimachine waarmee één rij gezaaid wordt

Literatuur

- Alibert, B., Sellier, H. and Souvré, A., 2005. A combined method to study gene flow from cultivated sugar beet to ruderal beets in the glasshouse and open field. *European Journal of Agronomy* 23: 195-208.
- Andersen, N.S., Siegismund, H.R., Meyer, V. and Jorgensen, R.B., 2005. Low level of gene flow from cultivated beets (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*) into Danish populations of sea beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* (L.) Arcangeli). *Molecular Ecology* 14: 1391-1405.
- Darmency, H., Vigouroux, Y., Gestat De Garambé, T., Richard-Molard, M. and Muchembled, C., 2007. Transgene escape in sugar beet production fields: data from six years farm scale monitoring. *Environmental Biosafety Research* 6: 197-206.
- Desplanque, B., Hautekèete, N and Dijk, H. van, 2002. Transgenic Weed Beets: Possible, Probable, Avoidable?. *Journal of Applied Ecology* 39: 561-571.
- Eijlander, R. and Stiekema, W.J., 1994. Biological containment of potato (*Solanum tuberosum*): outcrossing to the related wild species black nightshade (*Solanum nigrum*) and bittersweet (*Solanum dulcamara*). *Sexual Plant Reproduction* 7: 29-40.
- Fénart, S., Austerlitz, F., Cuguen, J. and Arnaud, J.F., 2007. Long distance pollen-mediated gene flow at a landscape level: the weed beet as a case study. *Molecular Ecology* 16: 3801-3813.
- Ganz, C., Struzyna-Schulze, C., Eder, J., Holz, F., Schmidt, K. and Broer, I., 2007. "Erprobungsanbau 2005": different crops as spacers to minimize cross fertilization between GM and non-GM maize on field scale level. In: Stein, A. J. and Rodriguez-Cerezo, E. eds. *Proceedings of the third international conference on coexistence between genetically modified (GM) and non-GM based agricultural supply chains*. Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Centre, European Commission, Seville, Spain, 267-268.
- Gustafson, D.I., Brants, I.O., Horak, M.J., Remund, K.M., Rosenbaum, E.W. and Soteres, J.K., 2006. Empirical modeling of genetically modified maize grain production practices to achieve European Union labeling thresholds. *Crop Science* 46: 2133-2140.
- Hawkes, J.G., 1988. The evolution of cultivated potatoes and their tuber-bearing wild relatives. *Kulturpflanze* 36: 189-208.
- Hecker, R.J. & McClintock, M., 1988. Sugar beet pollen germination in vitro. *Journal of Sugar Beet Research* 25: 42-54
- Hin, C.J.A., 2001. Landbouwkundige risico's van uitkruising van GGO-gewassen.
- Hüsken, A., Ammann, K., Messeguer, J., Papa, R., Robson, P., Schiemann, J., Squire, G., Stamp, P., Sweet, J. and Wilhelm, R., 2007. A major European synthesis of data on pollen and seed mediated gene flow in maize in the SIGMEA project. In: Stein, A. J. and Rodriguez-Cerezo, E. eds. *Proceedings of the third international conference on coexistence between genetically modified (GM) and non-GM based agricultural supply chains*. Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Centre, European Commission, Seville, Spain, 53-56.
- Longdon, P.C., 1993. Weed beet: a review. *Aspects of Applied Biology* 35:185-194
- Lumkes, L.M., 1974. Aardappel als onkruid. *Publikatie nr. 15 Proefstation Akkerbouw Lelystad*.
- McPartlan, H.C. and Dale, P.J., 1994. An assessment of gene transfer by pollen from field-grown transgenic potatoes to non-transgenic potatoes and related species. *Transgenic Research* 3: 216-225.
- Messean, A., Angevin, F., Gómez-Barbero, M., Menrad, K. and Rodríguez-Cerezo, E., 2006. *New case studies on the coexistence of GM and non-Gm crops in European agriculture*. IPTS-JRC, Sevilla, EUR 22102 EN.
- Messeguer, J., Peñas, G., Ballester, J., Bas, M., Serra, J., Salvia, J., Palau delmàs, M. and Melé, E., 2006. Pollen-mediated gene flow in maize in real situations of coexistence. *Plant Biotechnology Journal* 4: 633-645.
- Mustonen, L., Peltonen-Sainio, P. and Pahlkala, K., 2007. Risk assessment of volunteer gm-potatoes in the northernmost European conditions. In: Stein, A. J. and Rodriguez-Cerezo, E. eds. *Proceedings of the third international conference on coexistence between genetically modified (GM) and non-GM based agricultural supply chains*. Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research

- Centre, European Commission, Seville, Spain, 233-234.
- OECD, 2001. Consensus document on the biology of *Beta vulgaris* L. (Sugar beet). *Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology* N0. 18
- Petti, C., Meade, C., Downes, M. and Mullins, E., 2007. Facilitating co-existence by tracking gene dispersal in conventional potato systems with microsatellite markers. *Environmental Biosafety Research* 6: E-first.
- Pla, M., Paz, J.L.I., Penas, G., Garcia, N., Palauelmas, M., Esteve, T., Messeguer, J. and Mele, E., 2006. Assessment of real-time PCR based methods for quantification of pollen-mediated gene flow from GM to conventional maize in a field study. *Transgenic Research* 15: 219-228.
- Van de Wiel, C.C.M. and Lotz, L.A.P., 2004. *Inventarisatie van de wetenschappelijke kennis over uitkruising in maïs, koolzaad, aardappel en suikerbiet voor het coëxistentieoverleg 2004*. Plant Research International - Wageningen UR, Wageningen, Nota 322.
- Van de Wiel, C.C.M. and Lotz, L.A.P., 2006. Outcrossing and coexistence of genetically modified with (genetically) unmodified crops: a case study of the situation in the Netherlands. *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* 54: 17-35.
- Viard, F., Arnaud, J.F., Delescluse, M. and Cuguen, J., 2004. Tracing back seed and pollen flow within the crop-wild *Beta vulgaris* complex: genetic distinctiveness vs. hot spots of hybridization over a regional scale. *Molecular Ecology* 13: 1357-1364.
- Vrijens, C., Gabriels, P en Gijseghem, D. van, 2004. Coëxistentie van verschillende landbouwsystemen. *Min. Van de Vlaamse Gemeenschap ALT, Vlaamse Onderzoekseenheid Land- en Tuinbouw*, 69 p.
- Wevers, J.D.A., 2006. Geef late onkruiden en schieters geen kans. *Cosun Magazine 2006*, nr. 5: 12

