Seriewerk
~~2175~~
NN 36654

Themadag aardappelen

Teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen in relatie tot kwaliteits- en milieu-eisen

Redaktie : ir. C.D. van Loon
Bureauredactie : H. Bosch en S. Zwanepol

Themaboekje nr. 16
15 december 1993

Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Postbus 369, 8200 AJ Lelystad, tel. 03200 - 91800

Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Postbus 430, 8200 AK Lelystad, tel. 03200 - 9

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0379 4886
ISN 556239

Inhoud

Voorwoord 5
ir. A.J. Riemens

Naar een duurzame, marktgerichte teelt van consumptie- en zetmeel-aardappelen 6
ir. C.D. van Loon
Milieu-eisen 6
Kwaliteitseisen 8
Geïntegreerde teelt 9
Kwaliteit 12
Bewaring 14
Tot besluit 15

Zetmeelaardappelteelt in het licht van kwaliteits- en milieu-eisen 17
ir. S. Meerman en ing. W. Rus, AVEBE, Veendam; ing. K.H. Wijnholds, SIO, Assen
Inleiding 17
Fysische kwaliteitsbeoordeling 18
Kwaliteitsnormen 18
Teelt en kwaliteitsverbetering 19
Residuproblematiek 26
Tot besluit 27

Naar een optimale stikstofbemesting van consumptie- en zetmeel-aardappelen 30
dr. ir. J. Vos, LUW-vakgroep Agronomie
Inleiding 30
Dynamische optimalisatie van de stikstofgift 32
Reacties van aardappelen op stikstof 32
Systemen van verbeterd nutriëntenbeheer 35
Stikstofvanggewassen 37
Toepassing van organische mest 38
Tot besluit 39

Aardappelmoeheid NU, een andere kijk op AM-resistente rassen 40
ir. L.P.G. Molendijk
Inleiding 40
Huidige AM-situatie 40
Nieuwe AM-regelgeving en de Regulering grondontsmetting 42
AM-resistentie en tolerantie 43
Relatieve vatbaarheid (RV): de maat voor partiële resistentie 45
Principe van partiële resistentie en tolerantie geïllustreerd aan de hand van een PAGV-veldproef 47
Gebruiksmogelijkheden van partieel resistente rassen tegen *G. pallida* 48
Discussie en conclusies 55
Aanpak van AM op het eigen bedrijf 58

Kwaliteits- en milieu-eisen; combinatie van ras en teelt blijft de sleutel 63
ir. A. Veerman
Inleiding 63
Kwaliteit van de aardappelen 63
Milieu-aspecten 63
Opbrengst per hectare 63
Vertaling van eisen in gewenste raseigenschappen en teeltmaatregelen 63
Onderzoek aan nieuwe rassen 64
Resistentie tegen aardappelmoeheid 65
Phytophthora-resistentie 66
Stikstofbehoefte 66
Sortering en uitval 68
Gevoeligheid voor rooibeschadiging 69
Onderwatergewicht 69
Blauwgevoeligheid 70
Nitraatgehalte van de knollen 72
Bakkleur 78
Tot besluit 80

Beheersing van *Phytophthora infestans* bij gebruik van minder gewasbeschermingsmiddelen 82
ir. C.B. Bus, dr.ir. H.T.A.M. Schepers en ing. J.K. Ridder
Inleiding 82
Bestrijdingsmiddelengebruik 82
Levenscyclus van *Phytophthora infestans* 83
Minder gebruik van chemische middelen 86
Tot besluit 94

Voorwoord

Ook bij de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen dient te worden ingespeeld op maatschappelijke ontwikkelingen. Dit betekent ondermeer dat er in de markt steeds zwaardere eisen worden gesteld aan de kwaliteit van het produkt. Daarnaast legt de consument in toenemende mate nadruk op een milieuvriendelijke teeltwijze van voedselgewassen.
Voor Nederland, als belangrijke exporteur van consumptie-aardappelen, aardappelprodukten en aardappelzetmeel, is kwaliteit van levensbelang om op de Europese markt te kunnen concurreren.
Tafelaardappelen moeten er uiterlijk goed uitzien, mogen geen uitwendige gebreken hebben en moeten van het gewenste kooktype zijn. De fritesindustrie heeft een hoogwaardige grondstof nodig om tegen een zo laag mogelijke concurrerende kostprijs een kwaliteitsprodukt te kunnen maken. Voorts mogen er in de grondstof geen te hoge gehalten aan schadelijke stoffen voorkomen, zoals residuen van gewasbeschermingsmiddelen, zware metalen en nitraat.
Voor de zetmeelindustrie moet de grondstof eveneens aan de meeste van de hierboven genoemde eisen voldoen. Daarnaast vormt de mate van vuilinsluiting een belangrijk kwaliteitsaspect. Voor zowel frites- als zetmeelaardappelen geldt, dat het gehalte aan (reducerende) suikers laag moet zijn, hetgeen ondermeer eisen stelt aan de teelt en de bewaring.
Bij de teelt van aardappelen moet er in het kader van het MJP-G een aanzienlijke inspanning worden geleverd om te komen tot een milieuvriendelijke teelt. De belangrijkste knelpunten zijn hierbij aardappelmoeheid, Phytophthora en de optimalisering van de stikstofbemesting.
De laatste jaren heeft het onderzoek een aantal resultaten opgeleverd dat de aardappeltelers kan helpen bij hun streven naar een duurzame teelt van kwaliteitsaardappelen. Een aantal van deze resultaten is in dit themaboekje opgenomen. Het betreft grotendeels onderzoek dat op het PAGV en de ROC's is uitgevoerd. Daarnaast zijn echter ook onderzoeksresultaten opgenomen van Instituten, de Landbouwuniversiteit en AVEBE.
Een woord van dank geldt niet alleen de medewerkers van dit themaboekje, maar ook zij die het onderzoek hebben uitgevoerd of hieraan hun medewerking hebben verleend.

De directeur PAGV,

ir. A.J. Riemens

Naar een duurzame, marktgerichte teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen

ir. C.D. van Loon

De aardappel zit in de problemen. Dit geldt vooral voor de consumptie-aardappelen, waarvan als gevolg van een te grote produktie (tabel 1) de prijzen de afgelopen twee jaar erbarmelijk laag zijn. Daarbij zijn er nog steeds klachten over de kwaliteit, onder andere blauw/beschadiging en ongewenste inhoudsstoffen.
Ook bij zetmeel-aardappelen staan de prijzen onder druk en moet de kwaliteit beter. Verder wordt de verwerking over een langere periode uitgesmeerd, hetgeen consequenties heeft voor de teelt en bewaring.

Voor beide sectoren geldt dat ten behoeve van de verbetering van het milieu het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en stikstof moet worden beperkt. De hoge teeltfrequentie van 1 op 4 en op 1 op 2 à 3 voor respectievelijk consumptie- en fabrieks-aardappelen, bemoeilijkt echter een milieuvriendelijke teeltwijze.
De belangrijkste randvoorwaarden voor de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen voor de komende jaren zijn dan ook het milieu en de kwaliteit.

Milieu-eisen

De milieu-randvoorwaarden zijn nader gespecificeerd in het MJP-G en in onder andere de EEG-norm voor NO_3 in oppervlakte- en grondwater.
Voor de verschillende groepen gewasbeschermingsmiddelen zijn hiertoe de in tabel 2 weergegeven reducties ten opzichte van de referentieperiode 1984/88 nodig.
Gelukkig zijn we hiermee al een stuk op weg. Volgens recente gegevens van Nefyto lag het totale verbruik van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland in 1992 circa 20% lager dan in de referentieperiode 1984/88. Daarbij dient bovendien in ogenschouw te worden genomen dat het areaal aardappelen sedert de referentieperiode met circa 25.000 ha is toegenomen.

Het leeuwedeel van deze reductie betreft grondontsmettingsmiddelen (tabel 3). Verder is het gebruik van herbiciden (inclusief doodspuitmiddelen) substantieel gedaald. Er is echter nog geen daling bij de fungiciden, waarvan het merendeel in de aardappelteelt wordt gebruikt voor de Phytophthorabestrijding.

Tabel 1. Oppervlakte consumptie- en zetmeelaardappelen (inclusief TBM-pootgoed) x 1000 ha.

	consumptie		zetmeel	
	oppervlakte	relatief	oppervlakte	relatief
1979/83	68,4	100	66,7	100
1985	74,8	109	60,2	90
1987	73,9	108	58,0	87
1989	72,5	106	60,2	90
1991	79,7	117	62,7	94
1992	86,7	127	64,7	97
1993	74,0	108	62,7	94

(naar gegevens Produktschap voor aardappelen)

Tabel 2. Benodigde reductiepercentages, ten opzichte van de situatie in 1984-1988, in de akkerbouw voor enkele groepen bestrijdingsmiddelen (naar MJP-G, 1991).

	1995	2000
grondbesmettingsmiddelen	46	70
grondbehandelingsmiddelen	40	50
insekticiden + fungiciden	15	25
herbiciden	30	45
overige	42	68

Tabel 3. Afzetcijfers chemische gewasbeschermingmiddelen in Nederland (x 1000 kg actieve stof); (....) toegepast in aardappelen (naar gegevens Nefyto - 1993 en Anonymus, 1990).

	1984/1988		1992	% 1992/1984-88
insekticiden/acariciden	603)		557	92
funigiciden	4.029)	(1590)	4.192	104
herbiciden	3.854	(660)	2.987	78
nematiciden	10.247	(7870)	6.762	66
overige	1.218	(90)	1.423	117

Recent onderzoek van het PAGV heeft echter laten zien dat ook hier reducties mogelijk zijn, ondermeer door verlaging van de dosering (zie artikel Bus). Verder kan een belangrijke bijdrage worden verwacht van een nieuw middel als fluazinam, waarvan slechts een geringe hoeveelheid actieve stof nodig is.

Kijkend naar de resultaten van het Bedrijfssystemen-onderzoek op de OBS, Borgerswold en Vredepeel, dan blijken met een geïntegreerde teeltwijze vooral in de consumptie- maar toch ook in de zetmeelaardappelteelt (flinke) reducties mogelijk (tabel 3). Als nematiciden buiten beschouwing worden gelaten, is op de OBS een reductie van 60% en op Vredepeel van 40% gerealiseerd.
Op Borgerswold, in het zetmeelaardappelteeltgebied, is tot nu toe alleen het gebruik van herbiciden aanzienlijk beperkt.

De resultaten van de 38 innovatiebedrijven waar de geïntegreerde teelt wordt toegepast, laten zien dat ook in de praktijk flinke reducties mogelijk zijn. Na twee jaar kon al een reductie van gemiddeld 39% worden gemeten, hetgeen naar het zich laat aanzien niet ten koste is gegaan van de rendabiliteit.
Het stikstofbeleid zal de komende jaren gericht zijn op vermindering van de hoeveelheid nitraat in oppervlakte- en grondwater. De norm daarbij zal straks zijn: maximaal 50 mg $l^{-1}NO_3$ in het grondwater op een diepte van 2 m onder de grondwaterspiegel. Berekeningen van Neeteson (IB), op basis van een groot aantal proefveldresultaten, hebben laten zien dat dit gemiddeld mogelijk is, als het huidige N-bemestingsadvies (zoals dat door het Bedrijfslaboratorium in Oosterbeek wordt gehanteerd) met 45 kg N ha^{-1} wordt verlaagd. Een dergelijke beperking van de N-bemesting gaat gepaard met een opbrengstverlaging van gemiddeld 2%. Het lijkt echter aannemelijk dat de knolkwaliteit beter wordt. Een geringe opbrengstderving is dan al gauw betaald. Met een nauwkeurige stikstofbemesting, waarbij de N-gift wordt gedeeld en de tweede of latere giften uitsluitend worden toegediend als de N-status van het gewas dit vereist, behoeft waarschijnlijk helemaal geen opbrengstderving op te treden. Vaststelling van de N-status van het gewas is mogelijk met behulp van de bladsteeltjesmethode of het Stikstofbijmestsysteem (NBS). Overigens is het PAGV van plan om in 1994 onderzoek

Tabel 4. Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (kg a.s ha $^{-1}$) bij consumptie-aardappelen (OBS en VP) en zetmeelardappelen (BGW), gemiddelde van de periode 1986-1990 (OBS, BGW) of 1989-1991 (VP), respectievelijk geïntegreerd (GI) en gangbaar (GA) geteeld (Wijnands et al, 1992).

	OBS		VP		BGW	
	GI	GA	GI	GA	GI	GA
herbiciden	0	1,2	0,1	1,5	0	1,5
loofdodingsm.	0,1	1,3	0	0,4	0,1	0
fungiciden	8,9	19,6	10,3	14,6	12,7	12,5
insekticiden	0	0,4	0	0,3	0	0,1

te gaan doen met een eenvoudiger methode, de chlorophylmeting. Met deze methode is op Vakgroep Agronomie van de LUW, onder leiding van dr. ir. J. Vos, al enige ervaring opgedaan.
Dat verlaging van de N-bemesting ook in de praktijk mogelijk is, bewijzen de resultaten van de innovatiebedrijven. In twee jaar tijd kon hier de stikstofgift aan aardappelen met 20% worden gereduceerd.

Kwaliteitseisen

Ten aanzien van de kwaliteit van tafelaardappelen, aardappelen bestemd voor industriële verwerking en zetmeelaardappelen worden de eisen gesteld door respectievelijk de consument, de verwerkende industrie met de consument en de verwerkende industrie.

Tafelaardappelen

De consument wil in de eerste plaats een schone, goed ogende aardappel, dat wil zeggen zonder veel aanhangende grond, zonder beschadiging en een gladde schil, die niet is aangetast door schurft of bezet met een groot aantal sclerotiën van Rhizoctonia. Onderhuidse verkleuringen veroorzaakt door blauw of rooibeschadiging worden door de consument als een hinderlijk en veel voorkomend kwaliteitsgebrek ervaren. Verder vraagt de consument een aardappel zonder of met slechts zeer geringe residuen van zware metalen, gewasbeschermingsmiddelen en kiemremmingsmiddelen en lage gehalten aan natuurlijke, ongewenste stoffen als nitraat en glyco-alkaloïden.
Daarnaast legt de consument steeds meer nadruk op een milieuvriendelijke produktiewijze van de aardappel.

Ongewenste stoffen

Zware metalen. Als gevolg van emissie door bepaalde industrieën en het verkeer alsmede het gebruik van bepaalde meststoffen kan de grond soms aanzienlijke hoeveelheden lood, kwik en cadmium bevatten. Het gewas aardappelen neemt echter relatief weinig van deze elementen op. Daardoor liggen de gehalten aan zware metalen in aardappelen als regel ver onder maximaal toelaatbare waarden. Ook de gehalten aan gewasbeschermingsmiddelen en kiemremmingsmiddelen liggen vrijwel altijd aanzienlijk onder de maximaal toegestane toleranties, zo blijkt regelmatig uit metingen van de Keuringsdiensten van waren.
Nitraat. Het nitraatgehalte van consumptieaardappelen ligt in het algemeen tussen 50 en 250 ppm. Dit is veel lager dan in bijvoorbeeld bladgroenten met waarden tussen 2000 en 3000 ppm. Ondanks het feit dat bij schillen en koken respectievelijk bij de verwerking tot frites en chips 50 tot 75% van het nitraat verdwijnt, vinden consumentenorganisaties het NO_3-gehalte een belangrijk kwaliteitsaspect van aardappelen.
Glyco-alkaloïden. Deze groep stoffen vormt een natuurlijk bestanddeel van de aardappel. Hoewel er geen overeenstemming bestaat over maximaal toelaatbare waarden, kwam Van Gelder na een literatuurstudie tot de conclusie dat uit een oogpunt van voedselveilig-

heid, bij de selectie van nieuwe rassen een maximumgrens van 6-7 mg/100 gram geboden is. De Rassenlijstcommissie houdt na correctie voor jaarlijkse verschillen, een grens aan van circa 8,4 mg/100 kg. Echter ook uitwendige omstandigheden kunnen hoge glycoalkaloïdegehalten in de hand werken. Zo kan beschadiging en blootstelling aan licht van vooral onrijp geoogste (nieuwe) aardappelen tot onaanvaardbaar hoge gehalten leiden.

Aardappelen voor verwerking

De aardappelverwerkende industrie legt een nog steeds toenemende nadruk op kwaliteit. Behalve de al eerder genoemde residuen van ongewenste - al dan niet natuurlijke - stoffen, onderhuidse beschadigingen en pokschurft, stelt de industrie ook eisen aan de bakkwaliteit, het onderwatergewicht en de neiging tot grauwverkleuring na voorbakken van bijvoorbeeld frites.

Zetmeelaardappelen

Belangrijke kwaliteitskenmerken van zetmeelaardappelen zijn: een hoog zetmeelgehalte, een laag suikergehalte en het ontbreken van uitwendige beschadiging en pokschurft. Laatstgenoemde kwaliteitsgebreken kunnen indirect tot verontreiniging van het zetmeel leiden.
Samengevat komen de hierboven geschetste randvoorwaarden neer op de noodzaak om op milieuvriendelijke wijze aardappelen te telen die voldoen aan hoge kwaliteitseisen. Bijna 15 jaar onderzoekervaring en enkele jaren praktijkervaring hebben laten zien dat de geïntegreerde teeltwijze geschikt is om beide doelstellingen te verwezenlijken. Uit een oogpunt van milieuvriendelijkheid verdient weliswaar de BD/Eko-aanpak de voorkeur, maar deze lijkt bij de huidige marktverhoudingen niet geschikt voor grootschalige toepassing.

Geïntegreerde teelt

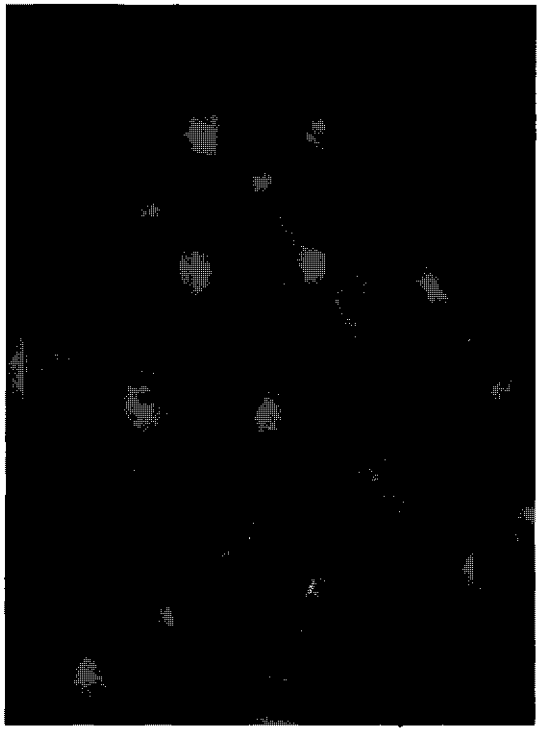
Onder geïntegreerde teelt wordt verstaan een teeltwijze die zich richt op een duurzaam gebruik van de grond en een minimaal gebruik van (kunst)meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen en die kwaliteitsprodukten voortbrengt.
Hoe ziet de geïntegreerde teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen eruit? De belangrijkste teeltmaatregelen zullen in het kort de revue passeren.

Bemesting

Uit een oogpunt van kosten en van beperking van het gebruik van eindige produktiemiddelen verdient organische mest de voorkeur. Organische mest bemoeilijkt echter, vanwege een onvoorspelbare mineralisatiesnelheid, een juiste afstemming van de N-bemesting aan de behoefte van het gewas. Daarom kan gebruik van organische mest de kwaliteit van aardappelen soms ongunstig beïnvloeden en kan er ook een grotere emissie van stikstof naar het milieu optreden dan met kunstmest. Als organische mest wordt gegeven, dan moet dit bij voorkeur in het voorjaar gebeuren en moet de hoeveelheid zodanig zijn dat niet meer dan 2/3 van de verwachte benodigde stikstof wordt gegeven. Met behulp van bladsteeltjesmethode of NBS kan dan in de periode van 4-7 weken na de opkomst worden vastgesteld of nog een aanvulling met kunstmest N nodig is. Thans vindt onderzoek plaats om na te gaan welke methode de beste is.

Vruchtwisseling

Zowel onderzoek- als praktijkwaarnemingen hebben laten zien dat de kans op het optreden van bodemziekten en -plagen als AM, Rhizoctonia en Verticillium verwelkingsziekte toeneemt naarmate de teeltfrequentie hoger is. Dit heeft tot gevolg dat zowel de opbrengst als de uitwendige knolkwaliteit afneemt. Tegen deze achtergrond lijkt voor een duurzame teelt van consumptie-aardappelen een teeltfrequentie van 1 op 4 het maximum, mits men AM de baas kan blijven. In het zetmeelaardappelteeltgebied lijkt het in de meeste gevallen niet mogelijk om AM onder controle te houden met 1 op 2 teelt met eens in de vier



Blanke aardappelen: de consument koopt vooral met de ogen.

jaar een grondontsmetting. Ook in dit gebied zal een frequentie van 1 op 3 of 4 geboden zijn.

Resistente rassen

Resistentie tegen ziekten en plagen vormt een bijzonder belangrijk hulpmiddel bij de geïntegreerde teelt. Voor de aardappelteelt zijn AM-resistentie en horizontale resistentie tegen Phytophthora verreweg het belangrijkst. Tegen het gele aardappelcyste-aaltje Globodera rostochiensis is inmiddels een groot aantal zeer bruikbare resistente rassen op de markt. Dit geldt in veel mindere mate voor G. pallida, in het bijzonder voor consumptie-aardappelen, waar alleen Santé en Maritiema in meerdere of mindere mate bruikbaar zijn. Bij de zetmeelaardappelteelt zijn inmiddels ook enkele rassen, zoals Seresta en Kartel, beschikbaar met een goede partiële resistentie tegen Pa_3, ook wel biotype E genoemd. Om zo lang mogelijk te kunnen profiteren van betere resistentie-eigenschappen is een goed resistentiemanagement essentieel. Dit houdt in dat de voor een bepaalde AM-situatie beschikbare rassen zodanig worden ingezet, dat de selectie van populaties met een grotere virulentie zo veel mogelijk wordt beperkt.
Dit vraagt een goede rassenkeuzetoets en inzicht in de resistentie-achtergrond van de rassen. Wanneer we op termijn in staat zijn om populaties van het a.c.a goed te karakteriseren, is een rassenkeuzetoets wellicht overbodig.
De resistentieveredeling tegen Phytophthora heeft lange tijd relatief weinig aandacht gekregen. Inmiddels krijgt dit aspect echter weer alle aandacht in de kweekprogramma's. Toch moeten we er niet op rekenen dat er op korte termijn hoogresistente rassen op de markt zullen komen.

Onkruidbestrijding

De afgelopen jaren is gebleken dat mechanische onkruidbestrijding in aardappelen goed uitvoerbaar is, al komen er zo nu en dan situaties voor die chemisch ingrijpen nodig maken, bijvoorbeeld door middel van een onderbladbespuiting. Hoewel er meerdere wegen naar Rome leiden, worden laat frezen/aanaarden op klei- en zavelgronden en enkele keren afeggen en aanaarden op zandgronden het meest toegepast. Een volledig mechanische onkruidbestrijding is op dalgrond riskant in verband met een verhoogd nachtvorstgevaar. Men kan het risico beperken door in het begin het onkruid chemisch te bestrijden, bijvoorbeeld met het lage-doserings-systeem (LDS) en vervolgens mechanisch te werken.

Loofvernietiging

Ook al is het gewas, dankzij een adequate N-bemesting, een paar weken voor het ge-

plande oogsttijdstip al vrij ver afgerijpt, dan is bij consumptie-aardappelen toch meestal loofvernietiging nodig. Om oogstbeschadiging zoveel mogelijk te beperken moet de knolschil nu eenmaal voldoende afgehard zijn. Ook voor zetmeel-aardappelen die langdurig bewaard moeten worden verdient dit systeem meer aandacht.
Onderzoek van het PAGV evenals praktijkervaringen hebben aangetoond, dat op percelen waar het gewas duidelijk op z'n retour is (grondbedekking met groen loof < 50-60%), prima resultaten kunnen worden bereikt met uitsluitend loofklappen. Voorwaarden zijn wel, dat de loofklapper voorop de trekker is gemonteerd en dat de grond voldoende droog is om versmering in de wielsporen te voorkomen.

Bestrijding van ziekten en plagen

Een geïntegreerde bestrijding van ziekten en plagen vormt een belangrijk onderdeel van de geïntegreerde teelt. Essentiële elementen daarvan zijn:
- preventie;
- toepassing van bestrijdingsdrempels;
- ziektevoorspellingssystemen/ziektemanagementsystemen.

Vruchtwisseling, het gebruik van resistente rassen en bedrijfshygiëne zijn belangrijke elementen van preventie. Op het terrein van bedrijfshygiëne blijven zaken als reiniging van machines, het gebruik van gezond, schoon pootgoed en het afdekken van afvalhopen (Phytophthora) belangrijk. Toepassing van bestrijdingsdrempels is bijvoorbeeld mogelijk ten aanzien van de bestrijding van bladluizen, en bij de ontsmetting van pootgoed tegen Rhizoctonia. Als de sclerotiënbezetting minder is dan 25% licht, dan is bij de consumptie- en zetmeelaardappelteelt knolontsmetting als regel niet nodig. Een ziektevoorspellingssysteem kan goede diensten bewijzen bij de Phytophthorabestrijding. Het in Nederland ontwikkelde systeem Prophy wordt al met succes toegepast in de praktijk. Epidemiologisch onderzoek van de LUW en het PAGV (dat volgend jaar van start gaat) kan de nodige parameters leveren om het systeem verder te verbeteren.
Het Begeleidingssysteem TERRA, dat momenteel door het PAGV samen met andere onderzoeksinstellingen wordt ontwikkeld, is een ziektemanagementsysteem voor AM. Dit systeem zal straks de mogelijkheid bieden om per perceel de optimale combinatie van teeltfrequentie en ras vast te stellen.
Behalve toepassing van de hierboven genoemde maatregelen kan de hoeveelheid actieve stof die nodig is voor de bestrijding van Phytophthora worden beperkt door rassen te kiezen met zo hoog mogelijke resistentie. Bovendien lijkt verlaging van de dosering voor een aantal situaties mogelijkheden te bieden. Voorwaarde daartoe is wel dat men over goede spuitapparatuur beschikt.
Potentieel biedt resistentie de beste mogelijkheden voor een milieuvriendelijke teeltwijze. Een probleem is echter dat het kweken zoveel tijd vergt, ook al kunnen allerlei nieuwe technieken, ondermeer op het terrein van de moleculaire biologie, tot een versnelling leiden. Ook genetische modificatie biedt in principe mogelijkheden. Voor de op meerdere genen berustende resistentie tegen AM en Phytophthora valt hier echter op korte termijn nog niet op te rekenen.

Hierboven is aangegeven dat de geïntegreerde teelt inderdaad mogelijkheden biedt om tegemoet te komen aan de eisen van de consument: een gezond produkt, zonder residuen van betekenis en een verantwoorde produktiewijze. Een kenmerk van de geïntegreerde teeltwijze is wel, dat ze relatief veel aandacht en kennis vraagt, ondermeer voor regelmatige gewaswaarnemingen. Dit moet er in resulteren dat de gewenste teeltmaatregelen steeds precies op tijd gebeuren, hetgeen extra eisen stelt aan de managerskwaliteiten van de teler. Een goed georganiseerd attenderingssysteem via ondermeer computer en fax, kan hierbij uitstekende diensten bewijzen. Dit als geheugensteuntje en om te wijzen op de lokale situatie met betrekking tot ziekten en plagen. De aanzetten hiertoe door DLV, aardappelhandelshuizen en gewasbeschermingshandel zijn reeds aanwezig, maar

behoeven een veel betere coördinatie.
Ook de al eerder genoemde adviessystemen Prophy voor Phytophthora en TERRA voor AM kunnen hieraan bijdragen.
Een ander knelpunt van de geïntegreerde teelt betreft de risicofactor. Geïntegreerd telen betekent in een aantal opzichten het nemen van wat meer risico. Al werkende blijken deze risico's echter mee te vallen, zoals op de innovatiebedrijven is gebleken.
Voor wat betreft de consumptie-aardappelen kan, naast het project 'Akkerbouw 2000', ook de gecontroleerde teelt een belangrijke stimulans betekenen om de doelstellingen van het MJP-G te bereiken. Zo wil het Grootwinkelbedrijf AH al in 1995 aan de MJP-G-norm van het jaar 2000 voldoen. Hetzelfde geldt voor een Agro-kwaliteitsmerk voor produkten die volgens bepaalde eisen milieuvriendelijk zijn geteeld. Het aardappelbedrijfsleven werkt hard aan de totstandkoming van een dergelijke kwaliteitsmerk.
Ook door Milieudefensie is een milieuklassensysteem voor agrarische produkten, waaronder aardappelen, voorgesteld. Men denkt daarbij aan een 5-tal klassen, op basis van de hoeveelheid actieve stof van gewasbeschermingsmiddelen die bij de teelt is gebruikt. Voordeel van dit systeem is dat er een stimulerende werking vanuit kan gaan: naarmate je beter werkt, kom je in een hogere klasse. Markttechnisch lijkt het systeem echter niet erg realistisch. Met drie klassen (BD/Eko, geïntegreerd en gangbaar) is het maximaal haalbare waarschijnlijk bereikt.

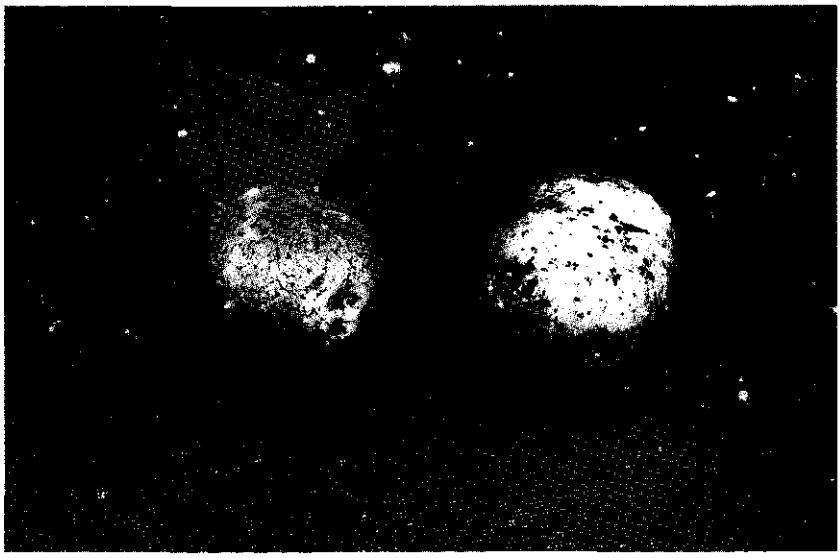
Kwaliteit

De kwaliteit van zowel consumptie- als zetmeelaardappelen wordt vooral bepaald door onderstaande handelingen en omstandigheden:
- de (on)regelmatige groei van het gewas;
- de rijpheid van het gewas bij loofvernietiging;
- de oogst met meer of minder beschadiging;
- de bewaring;
- de bewerking in het traject bewaarplaats - gebruiker.

Een **regelmatige groei** van het gewas komt de kwaliteit ten goede. De kans op het optreden van gebreken - zoals groeischeuren en andere knolmisvormingen, glazigheid en grote spreiding in onderwatergewicht tussen knollen en het optreden van zogenaamde suikerpunten - wordt door een onregelmatige groei vergroot.
Een regelmatige groei wordt bevorderd door een goede structuur van de grond, het toepassen van - zonodig - kunstmatige beregening en door een voldoende aanbod van voedingsstoffen, in het bijzonder stikstof.

De **rijpheid** van het gewas op het moment van loofdoding is medebepalend voor kwaliteitseigenschappen van de knol zoals het onderwatergewicht, het gehalte aan reducerende suikers (met name later in het seizoen) en de mate van grauwkleuring. Het gehalte aan reducerende suikers bepaalt de bakkleur van aardappelen bestemd voor de frites- en chipsproduktie; ook bepaalt het de hoogte van het zetmeelverlies tijdens de bewaring van zetmeelaardappelen. De belangrijkste factoren die de rijpheid van aardappelen bepalen zijn het ras, het stikstofaanbod en de pootgoedvoorbehandeling. Door een juiste N-bemesting kan ook een laat ras tijdig afrijpen. Stikstof speelt een essentiële rol met betrekking tot de kwaliteit van aardappelen. Een teveel aan stikstof werkt daarbij in velerlei opzicht negatief. Het vertraagt niet alleen de afrijping, maar het vergroot ook de kans op doorwas en knolmisvorming. Bovendien kan het leiden tot hoge nitraatgehalten in de knol. Met name op van nature stikstofrijke gronden en op percelen waar regelmatig organische mest wordt gebruikt, is het stikstofaanbod erg variabel en moeilijk te voorspellen. Stikstofdeling en vaststelling van de stikstofstatus van het gewas of van de grond is dan geboden.
Door aardappelen voor te kiemen kan de afrijping ten opzichte van ongekiemd met 7-10 dagen worden vervroegd.

De **oogst** van aardappelen brengt knolbeschadiging met zich mee. De mate van beschadiging kan sterk variëren afhankelijk van



Als de Rhizoctonia-aantasting niet meer is dan 25% licht, dan is knolontsmetting als regel niet nodig.

grondsoort (tabel 5), vochtgehalte van de grond, uitrusting en afstelling van de rooimachine. Ook de chauffeur speelt hierin een rol. Vooral onder droge omstandigheden, met scherpe kluiten, terwijl er geen grond op de rooikettingen wil blijven liggen, en bij lage bodemtemperaturen (<8°C) kan rooibeschadiging ernstige vormen aannemen. Het is al vaak gezegd, maar een goede afstelling van de machine en bekleding van kettingen en jakobsladder (achter de eerste ketting) bij voorkeur met zachte spijlbekleding, kunnen de mate van beschadiging sterk terugdringen.

Voor zetmeelaardappelen is vooral de uitwendige beschadiging, waardoor vuil de knol kan binnendringen, een probleem. Voor tafelaardappelen en aardappelen voor industriële verwerking zijn in het bijzonder onderhuidse verkleuringen ongewenst. Deze verkleuringen kunnen zowel het gevolg zijn van oogstbeschadiging als van blauw. Laatstgenoemd gebrek ontstaat vooral na de bewaring.

De aardappelverwerkende industrie heeft een werkwijze ontwikkeld waarbij problemen met blauw grotendeels zijn te vermijden. De aardappelen worden hiertoe binnen 10-12 uur na het uithalen uit de bewaarplaats verwerkt.

Bij tafelaardappelen is dit helaas niet mogelijk. De tijd tussen bewerking en consumptie is hierbij zo lang, dat (na beschadiging) blauwverkleuring kan optreden. Bij enquêtes onder consumenten komt blauw dan ook steevast naar voren als het meest genoemde kwaliteitsgebrek.

Tabel 5. Het gemiddelde % knollen met blauw (na schudden) en onderhuidse verkleuring (oogstbeschadiging) in de periode 1982/83-1991/92 bij de deelnemers van de CKA-I (naar Buitelaar, 1992).

grondsoort	% knollen met		
	blauw	onderhuidse verkleuring	totaal
klei	21	13	34
löss	18	31	49
zand	8	32	40

Uitbetaling naar kwaliteit werkt kwaliteitsbevorderend.

Het aardappelbedrijfsleven heeft onlangs opdracht gegeven aan het IMAG om eens precies vast te stellen waar oogstbeschadiging en blauw optreden in de keten vanaf rooien tot en met bezorging bij de detaillist.
De huidige sorteerlijnen hebben een grote capaciteit en zijn daardoor efficiënt. Ze brengen echter wel met zich mee dat de aardappelen soms meerdere tientallen keren vallen voor ze in kleinverpakking het bedrijf verlaten. Dit betekent ook heel veel plaatsen waar beschadiging en blauw kunnen optreden.
In dit opzicht moeten we misschien een voorbeeld nemen aan Engeland. Daar worden eerste-kwaliteit-tafelaardappelen in kisten gerooid en bewaard. Vervolgens worden ze - dikwijls op de boerderij - op kleine sorteermachines gesorteerd en direct kleinverpakt. De op een dergelijke wijze bewerkte aardappelen hebben relatief weinig blauw en doen - mits ze ook uiterlijk aantrekkelijk ogen - een duidelijke betere prijs dan een bulkprodukt.

Bewaring

De geschiktheid voor langdurige bewaring van aardappelen die bestemd zijn voor verwerking tot frites en chips varieert sterk. Daarom is er behoefte aan een toets die aangeeft of een partij al dan niet geschikt is om lang op te slaan. Het is nog niet duidelijk of het lopende onderzoek van PAGV en ATO-DLO tot een bruikbare toets zal leiden.
Het langdurig kiemvrij houden van consumptie-aardappelen voor verwerking is lastiger geworden nu het in verband met de bakkleur vaak nodig is een bewaartemperatuur van 6°C of hoger aan te houden. Een regelmatige toepassing van kiemremmingsmiddelen, steeds vóór er een begin van kieming optreedt, is daartoe essentieel. Nog steeds kunnen we gebruik maken van het relatief goedkope CIPC/IPC, al bestaan hiertegen in enkele exportlanden bezwaren. Het is daarom goed dat er een alternatief in de pijplijn zit, in de vorm van carvon. Dit uit karwij geproduceerde middel wordt wellicht al in 1994 in de praktijk geïntroduceerd. Het zal echter van de prijs afhangen in hoeverre toepassing op grote schaal mogelijk is.
Voor een goed bewaarresultaat, ook voor wat betreft de bakkwaliteit, is het tijdens de bewaring gevolgde temperatuurverloop van de aardappelen belangrijk. Thans loopt onderzoek bij ATO-DLO naar het optimale tempe-

ratuurverloop bij verschillende bewaarduur, dat interessante resultaten lijkt te gaan opleveren. Samen met het PAGV werkt het ATO eveneens aan het opsporen van de oorzaken van het soms plotseling optreden van een slechtere bakkleur.

Tot besluit

De huidige malaise in de consumptie-aardappelteelt kunnen we voor een deel (waar het gaat om het areaal in het buitenland) niet beïnvloeden. Maar er kan worden geprobeerd de consumptie in Nederland te vergroten en de concurrentiepositie in Europa te verbeteren.
Richting de consument is er de laatste jaren veel verbeterd voor wat betreft het sortiment. Een flink aantal nieuwe rassen, van bloemig tot vastkokend, is overal ruim verkrijgbaar. Echte specialiteiten, zoals in Frankrijk de rassen Ratte, Roseval en BF15 en in Duitsland Hansa, hebben we in Nederland echter nauwelijks. Alleen Opperdoezer Ronde valt in deze categorie. In tegenstelling tot bijvoorbeeld het Verenigd Koninkrijk vind je hier in de winkels ook nog maar weinig grote aardappelen geschikt om in de schil te koken of te poffen. Dergelijke specialiteiten kunnen er wellicht voor zorgen dat ook de jongeren meer aardappelen gaan eten.
Zeker nog heel wat te verbeteren is er op het terrein van de kwaliteit van tafelaardappelen. Te denken valt bijvoorbeeld aan het reeds genoemde sorteren en kleinverpakken op de boerderij. Ook het hanteren van grotere prijsverschillen bij de uitbetaling naar kwaliteit kan hiertoe bijdragen.
Die betere kwaliteit kan ook onze concurrentiepositie ten opzichte van het buitenland verbeteren.
Op het terrein van het onderzoek zal verder moeten worden gezocht naar mogelijkheden en technieken om de knolkwaliteit te verbeteren. Ondermeer zal aandacht moeten worden besteed aan blauw, onderhuidse beschadiging, het voorspellen van de bakkleur van partijen en aan optimalisering van de bewaring. Ook beheersing van het nitraatgehalte in de knol en de ontwikkeling van mens- en milieuvriendelijke kiemremmingsmiddelen verdienen aandacht.

Voor wat betreft de beperking van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen heeft verder onderzoek aan AM en Phytophthora de hoogste prioriteit. Echter ook bij de onkruidbestrijding en de loofdoding lijkt er nog meer mogelijk. Een vergelijking van verschillende bestrijdingsstrategieën, die volgend jaar op een viertal ROC's van start gaat, kan voor de onkruidbestrijding aanknopingspunten opleveren.

Literatuur

Anonymus. Beperking van het gebruik van chemische middelen in de akkerbouw. Sectornota NAA, PAC-Suikerbieten en NGC, Wageningen (1990), 38 p.

Anonymus. Landbouw en chemische Gewasbescherming in cijfers. Uitg. Nefyto, Den Haag (1993), 12 p.

Anonymus. Meerjarenplan Gewasbescherming. Tweede Kamer der Staten Generaal, 1990-1991, 21677 (1991), nrs. 3-4.

Buitelaar, N. De kwaliteit van het aardappelras Bintje in het seizoen 1991/1992. Rapport nr. 312, ATO-DLO, Wageningen (1992), 21 p.

Gelder, W.M.J. van. Steroidial glycoalkaloids in Solanum species: consequences for potato breeding and food safety, Dissertatie, Wageningen (1989), 184 p.

Khoe, H. en A. Wesselo. De introductie van een milieuklassensysteem voor agrarische produkten. Uitg. Milieudefensie, Amsterdam (1993), 43 p.

Loon, C.D. van. Vers une production de pommes de terre respectueuse de l'environnement. Proceedings 12th Triennial Conference EAPR, Paris (1993).

Loon, C.D. van en J.F. Houwing. Onderzoek naar alternatieven voor dinoseb voor de loofdoding van aardappelen. Jaarboek 1990/1991, Publikatie nr. 58, PAGV, Lelystad (1991), p. 33-39.

Neeteson, J.J. Effect of reduced fertilizer nitrogen application rates on yield and nitrogen recovery of sugar beet and potatoes. Netherlands Journal of Agricultural Science 37 (1989), p. 227-236.

Vos, J. en C.D. van Loon. Effects of cropping frequency on potato production. In: Vos, J., C.D. van Loon en G.J. Bollen. Effects of Crop Rotation on Potato Production in the Temperate Zones, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (1989), p. 1-23.

Wijnands, F.G., B.M.A. Kroonen-Backbier, Y. Hofmeester, W.K. van Leeuwen-Haagsma, J. Boerma en G.J.M. van Dongen. Ontwikkeling van geïntegreerde bedrijfssystemen. In: Themadag Bedrijfssystemen voor een akkerbouw met toekomst, Themaboekje nr. 14 IKC-AGV/PAGV (1992), p. 9-125.

Zetmeelaardappelteelt in het licht van kwaliteits- en milieueisen

ir. S. Meerman en ing. W. Rus, AVEBE, Veendam
ing. K.H. Wijnholds, SIO, Assen

Inleiding

Steeds duidelijker wordt dat de consument om kwaliteit vraagt. Een producent ontkomt er niet aan, aan deze eisen tegemoet te komen. Zeker in een markt waarin de afnemer een ruime keus heeft, en dat is in de zetmeelbranche het geval, zal de verkoper die het beste produkt kan leveren ook de beste kansen hebben om dat produkt voor een goede prijs aan de man te brengen. Kwaliteit zal het dan winnen van een middelmatig produkt. Klanten van de zetmeelindustrie stellen vandaag hoge eisen aan het produkt en terecht. Zetmeelprodukten zijn geen eindprodukten, maar halffabrikaten voor produkten die de afnemers weer op de markt moeten brengen. Ook die markten worden op hun beurt beheerst door kwaliteit.
Omdat een groot deel van de produkten van de aardappelzetmeelindustrie in de voedingsmiddelensector wordt afgezet, is duidelijk dat aan de kwaliteit van deze produkten uitzonderlijk hoge eisen worden gesteld.
Kwaliteitverantwoordelijkheid ligt niet alleen aan de afzetkant, maar geldt voor de hele bedrijfskolom. De grondstofvoorziening met zetmeelaardappelen maakt daar nadrukkelijk deel van uit en bepaalt mede de kwaliteit van het eindprodukt.
Bij de teelt van zetmeelaardappelen heeft kwaliteit ogenschijnlijk altijd een ondergeschikte rol gespeeld. Toch is de aangevoerde grondstof steeds beoordeeld op een reeks van kenmerken, zoals uiteraard het zetmeelgehalte, beschadigingen, knolaantastingen en tarracomponenten.
Door een uitgebreid reinigingsproces kan een belangrijk deel van de negatieve kwaliteitsbeïnvloedende elementen worden verwijderd. Moeilijker is het, wanneer er sprake is van ingesloten en daardoor niet uitwasbaar vuil, wat het gevolg is van ernstige beschadigingen of van diep ingevreten schurft in het produkt aardappelen. Ook bepaalde tarraelementen, waarvan darg de beruchtste is, zijn tijdens het reinigingsproces moeilijk te verwijderen.
Het gedwongen zuiveren van het afvalwater en het daarmee in verband staande proces van eiwitwinning worden mede beïnvloed door de kwaliteit van het produkt aardappelen. Niet alleen wordt gekeken naar fysische bestanddelen, maar ook naar de chemische samenstelling van de inhoudsstoffen.
Een slechte kwaliteit van de grondstof betekent dat het tegenwoordige, gecompliceerde proces van zetmeel- en eiwitwinning kan worden verstoord. Een laag zetmeelgehalte betekent bovendien nog een duurdere winning. Knolziekten en rot kunnen het winningsproces verstoren en bovendien wordt de afvalzuivering extra zwaar belast.
Een probleem dat altijd al heeft gespeeld, is vooral de verontreiniging van zetmeel met minuscule veenrestjes. Dit is zichtbaar te maken aan de zogenaamde vuilplaatjes. Een afnemer stelt namelijk eisen aan de zuiverheid en de fysische eigenschappen in de vorm van specificaties voor zijn grondstof zetmeel.
Betrekkelijk nieuw zijn de steeds strenger wordende en gedetailleerdere eisen ten aanzien van de eventuele aanwezigheid van residuen. Dit heeft vooral betrekking op bestrijdingsmiddelen en zware metalen.
Ook aan de afvalwaterverwerking worden steeds hogere eisen gesteld. Wil het geproduceerde slib een bestemming in de landbouw kunnen vinden, dan zal dit aan strenge normen dienen te voldoen. Aan alle bekende minerale elementen worden in dit verband

maxima aan de gehalten gesteld.
Kwaliteit is dus een complex begrip. Nog complexer is het om de directe relatie aan te geven tussen de kwaliteit van het eindprodukt en de teeltmaatregelen die worden genomen om de kwaliteit van de grondstof te verbeteren.
Aan de hand van statistisch materiaal dat in de afgelopen jaren is verzameld uit de gegevens bij de monstername, kan een indruk worden verkregen van de kwaliteitsproblemen van de grondstof.
Ongeacht hun complexiteit en de vele interacties die er bestaan, zijn er wel duidelijke teeltaanwijzingen te geven die de kwaliteit van het eindprodukt positief beïnvloeden. Uit onderzoeksgegevens kan in dit verband een aantal richtlijnen voor telers worden opgesteld om de kwaliteit te verbeteren.

Fysische kwaliteitsbeoordeling

Een partij aardappelen die wordt afgeleverd, wordt beoordeeld op aanwezigheid van tarra, kriel en aantasting door vorst, broei, rot en/of droogte. Daarnaast wordt de partij beoordeeld op uit- en inwendige beschadigingen. Dit houdt in dat een partij aardappelen wordt geschouwd op de aanwezigheid van gebreken met vuilinsluiting (1).
Onder gebreken met vuilinsluiting wordt verstaan:
- beschadigingen met vuilinsluiting
- ziek met vuilinsluiting
- groeischeuren met vuilinsluiting
- schurft met vuilinsluiting.

Ingesloten vuil laat zich tijdens het wasproces in de fabriek moeilijk verwijderen. Het gevolg is dat dit vuil wordt meegevoerd met de aardappelen naar de raspen waar het wordt meevermalen. Dit fijngemalen vuil in het aardappelzetmeel uit zich als bijvoorbeeld fijne zwarte stipjes en beïnvloedt de kwaliteit van het zetmeel en de daaruit te fabriceren derivaten in negatieve zin. Dit is een aspect dat de volle aandacht verdient.
Bij beschadigingen kunnen twee soorten worden onderscheiden, namelijk:
- inwendige beschadigingen (o.a. blauw);
- uitwendige beschadigingen (wonden, scheuren, barsten).

Inwendige beschadigingen leveren voor de zetmeelverwerking tot op dit moment betrekkelijk weinig problemen op. Belangrijk is dat de schil van de knol gesloten is, zodat geen vuilinsluiting kan plaatsvinden.

Uitwendige beschadigingen leveren juist grote problemen op en hebben consequenties voor de zetmeelkwaliteit. Op het moment dat een knol wordt beschadigd, kan vuil in de wond komen. Wanneer deze knollen na beschadiging direct worden verwerkt, is dit vuil nog wel te verwijderen; na 1 à 2 dagen niet meer.

Er zijn ook knolziekten waarbij vuilinsluiting kan optreden. Door verschrompeling of het invallen van de schil kan vuil in de knol terechtkomen dat eveneens tijdens het wasproces niet meer is te verwijderen.
Verder kunnen in een partij aardappelen lichte en zware groeischeuren voorkomen. In deze groeischeuren hoopt zich ook vuil op.
Roest of schurft kan, afhankelijk van de mate waarin het voorkomt op de knol, aanleiding geven tot de insluiting van vuil dat al dan niet verwijderbaar is. Bij zware roest zijn de problemen wat vuilinsluiting betreft het grootst.

Kwaliteitsnormen

Zetmeelaardappelen die worden aangevoerd, dienen te voldoen aan een aantal minimale normen. Boven deze normen worden aardappelen geweigerd.
Deze normen zijn als volgt:

- darg + veen	: meer dan 0,4 % in het bruto monster
- tarra	: meer dan 25 % in het bruto monster
- vorst	: meer dan 10 % in het bruto monster
- tarra + vorst	: meer dan 25 % in het bruto monster.

Bij de beoordeling van het monster wordt met name gekeurd op allerlei gebreken met vuil-

insluiting. Bij deze keuring worden de volgende gradaties aangebracht:
- lichte gebreken met vuil (iets, veel, zeer veel)
- zware gebreken met vuil (iets, veel, zeer veel).

Afhankelijk van de geconstateerde gebreken en naar gradatie worden partijen gekort met 0 %, 3 % of 5 % op de aangevoerde gewichtshoeveelheid.

Gebreken die verband houden met droogte (verschrompeling), ziekte, broei, rot/droogrot en vorst worden als gewichtskortingen volledig afgetrokken van het gewicht van de gewassen partij.

Partijen die een bovengemiddelde kwaliteit hebben, komen voor een kwaliteitspremie in aanmerking volgens de volgende normen:
- onderwatergewicht 430 gram (17,2 % zetmeel) of hoger;
- een 0-norm voor ziekte, rot, broei, vorst, kriel;
- een 0-norm voor darg/veen;
- een tarrapercentage van 15 of lager;
- geen gebreken met vuilinsluiting;
- overige gebreken: geen of iets blauw, groen, roest.

De hoogte van de premie is afhankelijk van het tijdstip van levering. De basis is 5 % van de EG-minimumprijs en zal, na een bepaald tijdstip, per week met 0,5 % toenemen. Tot het eind van de campagne kan deze premie oplopen tot maximaal 20 % (figuur 1).

Teelt en kwaliteitsverbetering

De basis voor een goed kwaliteitsprodukt wordt reeds gelegd bij de teelt en de bewaring. Naast meer algemene voorwaarden voor een gezonde teelt van aardappelen, zoals goed uitgangsmateriaal en een optimale bodemconditie, moet er in dit kader bijzondere aandacht worden gegeven aan:
- rassenkeuze
- stikstofbemesting
- phytophthorabestrijding
- oogstcondities
- bewaring
- aflevering.

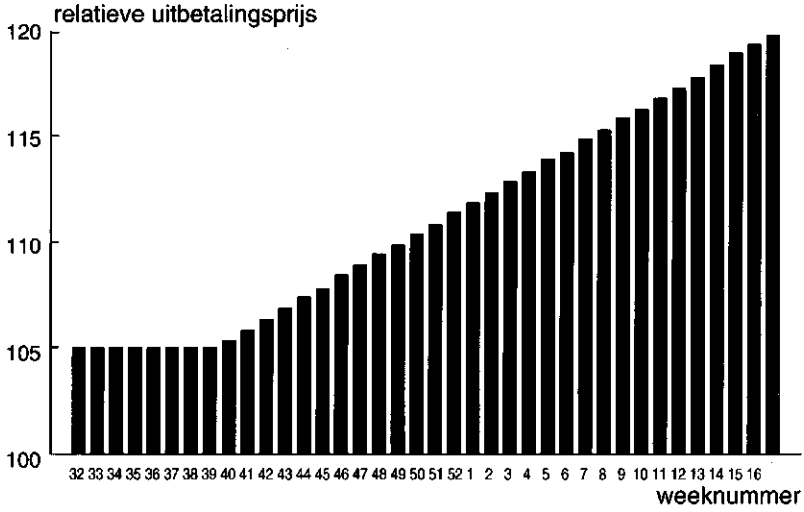


Fig. 1. Kwaliteitspremiestaffeling.
(Bron: AVEBE)

Alle genoemde factoren dragen in meer of mindere mate bij aan een gezond en kwalitatief goed eindprodukt.
In het onderzoek is aan verschillende van deze aspecten bijzondere aandacht besteed.

Rassenkeuze

Een verwerkingscampagne van zetmeelaardappelen kan worden onderscheiden in een aantal perioden. Een campagne start met een zogenaamde voormalersperiode, die wordt gevolgd door de hoofdcampagne. Deze hoofdcampagne wordt in twee gedeelten gesplitst. In de eerste periode tot half oktober wordt min of meer direct na het rooien afgeleverd. De tweede helft van de hoofdcampagne loopt van ongeveer half oktober tot half januari. In deze periode worden aardappelen verwerkt welke in kuilen worden bewaard. De zogenaamde namalersperiode die hierop aansluit, slaat op de verwerking van aardappelen die langdurig in kuilen, sleufsilo's en schuren worden opgeslagen. In sommige jaren kan een campagne tot in april duren. Een teler zal bij zijn rassenkeuze rekening houden met de termijnen waarin hij zijn aardappelen aan de fabriek zal leveren. De indeling van de beschikbare zetmeelaardappelrassen in vroeg, middenvroeg/middenlaat en late rassen is hierbij een belangrijke leidraad. Daarnaast zal hij zich vooral bij aardappelen die voor kortere of voor langere tijd moeten worden bewaard, laten leiden door de mate van gevoeligheid voor rooibeschadigingen en de bewaarbaarheid van het ras.
Rooibeschadiging en bewaarbaarheid bepalen voor een steeds belangrijker deel de kwaliteit van een af te leveren partij zetmeelaardappelen. Het spreekt dan ook vanzelf dat hier in het onderzoekprogramma veel aandacht aan moet worden besteed. Belangrijk is dat er een goede onderzoeksmethode beschikbaar is, die onder andere een betrouwbaar beeld kan opleveren bij de beoordeling van deze aspecten.
Door het NIKO-TNO en het PAGV wordt gewerkt aan een meetmethode, waarbij het terugslagpendulum van Gall en Lamprecht op zijn bruikbaarheid wordt onderzocht (5). Het resultaat van een jaar onderzoek is bemoedigend. Deze methode moet veredelaars in staat stellen in een relatief vroeg stadium van het kweekprogramma betrouwbaar op beschadigingsgevoeligheid te selecteren.
Dat er grote verschillen zijn tussen de rassen in de mate van gevoeligheid voor rooibeschadigingen en de bewaarbaarheid wordt weergegeven in tabel 6.
Een gunstige waardering voor een van deze of beide eigenschappen vertaalt zich vaak ook in een aanzienlijk areaal van een ras, zelfs als dit niet tot de meest opbrengende behoort.

Tabel 6. Relatieve waardering van zetmeelaardappelrassen bestemd voor bewaring en late levering in volgorde van de teeltomvang.

ras	rooibeschadiging	bewaarbaarheid
Elkana	8	8
Elles	5	7
Astarte	7	5
Karnico	8	6
Karida	8	7
Producent	8	6,5
Kardal	8	8
Vebeca	7	7,5
Prevalent	6	5
Darwina	7,5	6

(Bron: Rassenlijst 1993, CPRO-DLO)

Stikstofbemesting

Een optimale bemesting ligt aan de basis van een goede aardappelopbrengst. Ook de kwaliteit van het eindprodukt wordt vaak bepaald door een optimale meststofgift.
Een teveel aan stikstof heeft de volgende nadelige effecten:
- te late afrijping;
- te lage opbrengst;
- grotere vatbaarheid voor phytophthora;
- grotere vatbaarheid voor luizen;
- slechtere rooibaarheid;
- grotere beschadigingsgevoeligheid;
- grotere bewaarverliezen;
- verlaagde winbaarheid door versuikering.

In het verleden was er sprake van een korte campagne. Dat betekende dat aardappelen na de oogst niet lang hoefden te worden bewaard. Tegenwoordig is dat niet meer zo. Ook oogsttijdstippen waren indertijd minder kritisch dan tegenwoordig. Dit leidde er toe dat er meer aandacht was voor maximalisatie van de opbrengst dan voor een optimalisatie in verband met het ideale oogsttijdstip en de bewaarbaarheid.
Bij vroege rassen is de range van de stikstofbemesting waarbij nog maximaal geproduceerd wordt, vrij breed. Deze rassen zitten blijkbaar genetisch zo in elkaar dat de natuurlijke afrijping op tijd plaatsvindt, ongeacht - binnen bepaalde grenzen uiteraard - de stikstofbemesting.
Van de huidige hoog producerende late rassen is bekend dat de gewassen in een gunstige herfst en een overvloed aan stikstof wel tot in december groen kunnen blijven, echter zonder dat dan nog sprake is van een opbrengsttoename van betekenis. Wel zal het betekenen dat een dergelijk gewas niet echt afrijpt.
Juist bij percelen die bestemd zijn voor langdurige bewaring, is een optimale stikstofbemesting noodzakelijk om het gewas op tijd te laten afrijpen. Een niet afgerijpt gewas geeft forse bewaarverliezen. Onrijpe knollen hebben dikwijls een hoger suikergehalte dan rijp gerooide aardappelen.
Door het PAGV is onderzoek gedaan naar de optimalisering van de stikstofbemesting in de zetmeelaardappelteelt (4). De bedoeling was om te komen tot een bemesting die beter aansluit op de behoefte van het gewas tijdens het groeiseizoen. Uitgangspunt daarbij is N-deling. Tijdens het groeiseizoen wordt nagegaan of na de eerste gift nog aanvulling nodig is en hoeveel.
In principe staan hiervoor twee methoden open, te weten de vaststelling van het nitraatgehalte in de bladstelen en de vaststelling van de hoeveelheid beschikbare stikstof in de bodem. De eerste wordt ook wel de bladsteeltjesmethode genoemd en de tweede het stikstofbijmestsysteem (NBS). Vooral de bladsteeltjesmethode wordt al langer in de consumptie-aardappelteelt gebruikt.
Voorwaarden voor dergelijke adviesmethoden zijn: snelheid, uitvoerbaarheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid. De teler dient een objectief en onderbouwd advies te krijgen, waardoor hij een grotere kans maakt dat het gewas een optimale of minimaal noodzakelijke N-bemesting krijgt.

Door op voorgeschreven momenten tijdens het N-opnameverloop monsters te nemen, wordt bereikt dat de aanvullende bemesting wordt afgestemd op de nog aanwezige voorraad en de behoefte van het gewas. De kritische periode ligt tussen het moment van knolzetting tot het moment waarop bijmesten geen positieve bijdrage meer levert aan de opbrengst (meestal eind juli).

Om de introductie in de praktijk te ondersteunen zijn op de proefboerderijen op de zand- en veenkoloniale gronden proeven genomen om een goede referentielijn vast te stellen voor het bladsteeltjesonderzoek. Bovendien zijn er zogenaamde verificatieproeven aangelegd om de geldigheid van de vastgestelde referentielijn te toetsen. Verder is er ter vergelijking in samenwerking met het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek een NBS-object aangelegd.
Op basis van de resultaten van de verificatieproeven kan voorzichtig worden geconcludeerd dat de voorlopige nitraatreferentielijn (die is gebaseerd op proeven uit 1991 en

1992) redelijk lijkt te voldoen. Het is de bedoeling om de referentielijn, mede aan de hand van de proefresultaten van 1993, begin 1994 definitief vast te stellen.

Onderzoek van de Landbouwkundige Afdeling van AVEBE in samenwerking met het BLGG in 1991 en 1992 (2) leerde dat NBS-grondonderzoek gelijkwaardig is aan de bladsteeltjesmethode, maar dat beide methoden hun voor- en nadelen hebben (tabel 7).

Een probleem blijft dat bij toepassing van een groenbemester en met name het gebruik van dierlijke mest, het vrijkomen van stikstof moeilijk is in te schatten voor de veenkoloniën en zandgebieden. Ook kan stikstof door denitrificatie en uitspoeling verloren gaan.
Onderzoek in de regio (7) heeft uitgewezen dat een lagere basis-N-gift mogelijkheden biedt tot het eerder bereiken van een goed uitbetalingsgewicht. Voor een vroeg ras als Belita leidde dit bij de septemberoogst echter tot een lagere opbrengst. De teelt van een middenlaat ras als Astarte of Elles heeft dan de voorkeur (figuur 2).

Met voorkiemen kan bij een middenlaat ras als Astarte voor directe levering op een basis-N-gift worden bespaard (figuur 3).

Phytophthorabestrijding

Ook bij zetmeelaardappelen kan de schimmel Phytophthora infestans grote schade aanrichten. Gemiddeld genomen heeft het beschikbare rassenpakket een goede resistentie tegen Phytophthora, zowel in het blad als in de knol. Dit neemt echter niet weg dat Phytophthora in natte jaren met hoge temperaturen vroeger of later kan toeslaan.
Bij de meeste zetmeelaardappelrassen treedt een zichtbare Phytophthora-infectie vaak later op dan in consumptie-aardappelrassen. Echter, vooral aan het eind van het groeiseizoen, wanneer het loof reeds op zijn retour is, kan de Phytophthora hevig en snel toeslaan.
Hoewel enige knolaantasting door Phytophthora geen aanleiding tot paniek hoeft te geven, moet er wel extra aandacht besteed worden aan bewaarpartijen waarin dit soort knollen voorkomt.
Immers, Phytophthoraknollen zijn zwakker dan gezonde knollen. Het binnendringen van natrotbacteriën (secundaire infectie) kan leiden tot een rottingsproces met alle gevolgen van dien.
De bewaarrisico's kunnen worden beperkt door er voor te zorgen dat de aardappelen met zo weinig mogelijk beschadigingen in de

Tabel 7. Vergelijking van de bruikbaarheid van de N-optimaliseringsmethoden voor zetmeelaardappelen.

	bladsteeltjesmethode	N-Bijmest Systeem
voordelen:	* analyse snel en goed * overbemesting wordt voorkomen * normgrafiek beschikbaar * al voor de praktijk geschikt	* weinig of geen arbeid * op grote schaal toepasbaar * tamelijk goedkoop
nadelen/ aandachtspunten:	* veel arbeid * vrij duur	* nog in bouwfase * geen onderbouwing van de N-opname
bemonstering:		
- frequentie	3 à 4	1 à 2
- oppervlakte	uniform perceelsdeel	1,5 à 2 ha
- wie?	teler	BLGG Oosterbeek
- tijdstip	vóór 10 uur	hele dag
- analyse	?	BLGG

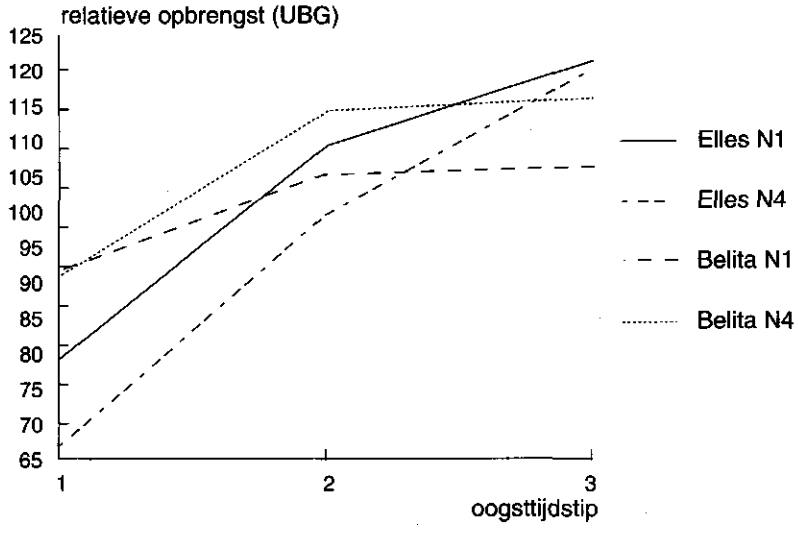


Fig. 2. Relatieve opbrengst van een vroeg (Belita) en een laat ras (Elles) bij twee N-niveau's (N1 en N4) en drie oogsttijdstippen.
(Bron: SIO)

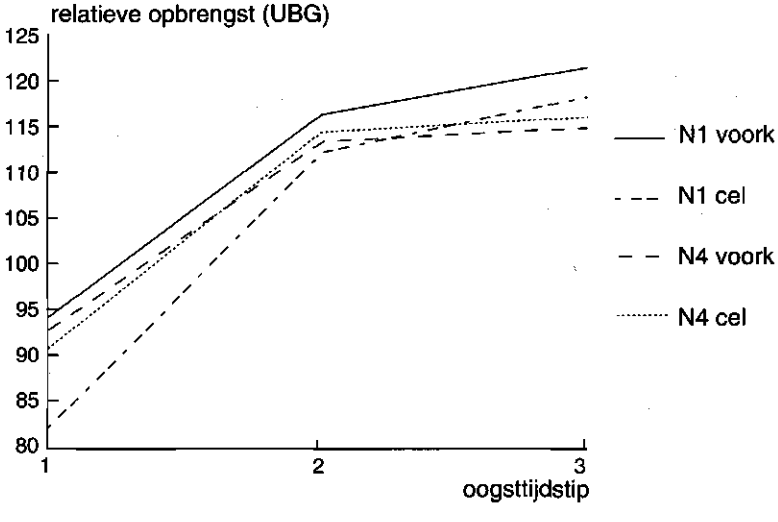


Fig. 3. Effect van voorkiemen van een middenlaat ras (Astarte) op de opbrengst bij twee N-niveau's en drie oogsttijdstippen.

kuil of in de bewaarvoorziening worden gebracht. Bij schuurbewaring is het zaak de partij zo snel mogelijk te drogen en op een goede bewaartemperatuur te brengen. Uit door Phytophthora aangetaste knollen wordt minder zetmeel gewonnen.

Oogst

Aardappelen die niet goed zijn afgerijpt, zijn kwetsbaar voor beschadigingen tijdens de oogst. De oogstomstandigheden en lage temperaturen in de rug kunnen dit risico nog vergroten.
Beschadigingen leiden ondermeer vanwege vuilinsluiting tot kwaliteitsverlies van de aardappel.
Bij AVEBE heeft in 1991 een steekproef plaatsgevonden naar de omvang van de oorzaken van de vuilinsluiting (tabel 8).
Uit de resultaten blijkt dat gemiddeld 80 % van de bemonsterde vrachten met enigerlei vuilinsluiting is aangevoerd, oplopend van 66 % aan het begin van de campagne naar 93 % eind december. Ook het aantal partijen dat een korting krijgt, loopt op tijdens de campagne.
Hoewel hier sprake is van een onderzoek van één jaar, is er steeds de tendens dat gewone beschadigingen de hoofdmoot vormen. In droge jaren komt er meer schurft met vuilinsluiting voor.
Vast is komen te staan dat veel beschadigingen kunnen worden voorkomen door goed loof te klappen. Goed klapwerk verkort en vermindert de loofmassa in de rooimachine, waardoor deze beter kan worden afgesteld om rooibeschadigingen te voorkomen. Veel laatrijpende zetmeelaardappelen hebben een zeer fors loofapparaat, wat de noodzaak van goed loofklappen nog eens versterkt.
Een zeer belangrijke schakel in de aardappelteelt is het rooien van de aardappelen zelf. Fouten die worden gemaakt bij de aardappeloogst kunnen vaak grote consequenties hebben voor de kwaliteit van de aardappelen die uiteindelijk worden afgeleverd.
Naast vuilinsluiting veroorzaken beschadigingen een versterkte ademhaling, waardoor meer zetmeelverlies optreedt. Bovendien verliezen de knollen meer vocht.

Bewaring

Als uitvloeisel van de noodzakelijke campagneverlenging is er veel aandacht besteed en onderzoek verricht naar de bewaarmogelijkheden van zetmeelaardappelen. De praktijk van de laatste 10 jaar heeft inmiddels uitgewezen dat bewaring van zetmeelaardappelen heel goed mogelijk is, mits er tijdens de teelt en de oogst uiterste zorg wordt besteed aan het produkt en dat er maximale zorg wordt besteed aan de bewaring, zowel in kui-

Tabel 8. Oorzaken van vuilinsluiting (oogst 1991).

tijdstip		eind augustus	begin oktober	eind december	totaal
aantal vrachten onderzocht		873	881	1081	2835
aantal					
met vuilinsluiting totaal	(%)	66	75	93	79
waarvan door:					
alleen beschadigingen	(%)	59	63	69	64
alleen groeischeuren	(%)	0	0	+0	+0
alleen zware schurft	(%)	1	0	+0	1
alleen ziek	(%)	0	0	0	0
gecombineerde gebreken	(%)	6	12	24	14
aantal met 3% korting	(%)	+0	4	28	12
5% korting	(%)	0	0	2	2

(Bron: AVEBE).

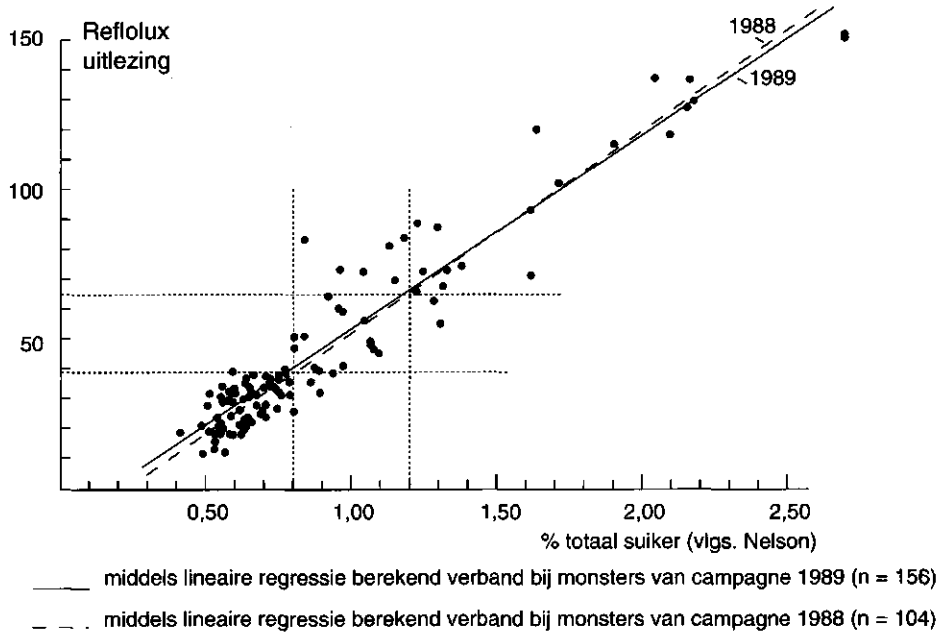


Fig. 4. Verband tussen de Reflolux uitlezing en het totaal suikergehalte volgens Nelson in de aardappelmonsters van de campagne 1988 (n=104) en de campagne 1989 (n = 156). (Bron: NIKO-TNO)

len als in schuren.
Wel is gebleken dat bij de verwerking van bewaaraardappelen een lager rendement bij eenzelfde onderwatergewicht wordt verkregen dan bij verwerking direct van het veld. NIKO-TNO heeft vastgesteld dat dit verschil in belangrijke mate moet worden toegeschreven aan versuikering (3).
Duidelijk is dat in jaren met lange en zware vorstperioden de zetmeelvangst afneemt en de versuikering toeneemt (1985 en 1986).
Door NIKO-TNO is in samenwerking met AVEBE een eenvoudige, betrouwbare methode (Reflolux) ontwikkeld om het suikergehalte van aardappelen vast te stellen (figuur 4).

Uit meerjarig onderzoek naar de suikersamenstelling van zetmeelaardappelen kan worden afgeleid dat het totaal suikergehalte in aardappelsap betrouwbaar kan worden geschat aan de hand van het glucosegehalte. Bij een correct gebruik van de meetmethode kunnen aardappelen snel en betrouwbaar naar hun totaal suikergehalte worden geclassificeerd.

Mocht het suikergehalte van aardappelen worden ingevoerd als een kwaliteitscriterium, dan wordt overwogen om de monsters in drie klassen in te delen, te weten: minder dan 0,8 %, tussen 0,8 en 1,2 % en meer dan 1,2 %.
Zowel het suikergehalte als de gevoeligheid voor de vorming van reducerende suikers tijdens de bewaring verschilt per ras. Vooral lage bewaartemperaturen (lager dan 4 à 5°C), zelfs gedurende korte tijd, kunnen tot een toename van het suikergehalte leiden. Echter, er zijn meer factoren, zoals uit onderzoek op een tweetal locaties is gebleken (tabel 9).

Uit de tabel blijkt dat direct na de oogst van half oktober, het percentage suiker van het ras Astarte hoger was dan dat van Elles en Belita. Het suikergehalte van Belita was het laagst. De hoogste stikstoftrap gaf tegen de verwachting in (later gewas) gemiddeld een iets lager suikergehalte, respectievelijk van 0,68 ten opzichte van 0,73. In de literatuur wordt vaak het omgekeerde gemeld, namelijk

Tabel 9. Suikergehalte van de verschillende rassen direct na de oogst in oktober en na bewaring tot half februari.

ras		suikergehalte na oogst in oktober				suikergehalte na bewaring tot februari			
		V	C	gem. N-trap	gem. ras	V	C	gem. N-trap	gem. ras
Belita									
	N1	0,52	0,55	0,53	0,52	1,22	1,14	1,18	1,13
	N4	0,49	0,52	0,50		1,06	1,09	1,07	
Astarte									
	N1	0,88	0,86	0,87	0,85	1,02	1,02	1,02	1,00
	N4	0,84	0,83	0,83		0,94	1,01	0,97	
Elles									
	N1	0,79	0,79	0,79	0,75	1,52	1,49	1,50	1,48
	N4	0,73	0,69	0,71		1,47	1,44	1,46	
gem.		0,71	0,71			1,21	1,20		
gem.	N1			0,73				1,24	
	N4			0,68				1,17	

V = Voorkiemen
C = Celbewaring
N1 = 80 - 100 kg N per ha
N4 = 160 - 200 plus 60 kg N per ha

(Bron: SIO)

een hoger suikergehalte naarmate meer stikstof is gegeven. Effecten van voorkiemen kwamen niet tot uiting in het suikergehalte. Na bewaring tot half februari zijn de verschillen tussen de rassen Belita, Astarte en Elles significant. Opvallend was de geringe toename van het suikergehalte bij het ras Astarte. Echter de ademhalingsverliezen, dat wil zeggen omzetting van zetmeel in suikers die vervolgens worden verademd, kunnen bij het ras Astarte hoog zijn. Aardappelen die minder goed zijn afgerijpt (relatief vroeg gerooid) en dus met een relatief hoog suikergehalte worden ingeschuurd, kunnen een forse toename van het suikergehalte te zien geven. Bij een langdurige bewaring kunnen de aardappelen gaan spruiten. Het ene ras is daarvoor gevoeliger dan het andere. Omdat versuikering op dit moment voor de zetmeelaardappelteler geen voor hem zichtbaar criterium is waarop hij wordt uitbetaald, zal hij geneigd zijn om zijn schuuraardappelen zo koud te bewaren dat geen kieming optreedt. Het gebruik van kiemremmingsmiddelen in de zetmeelaardappelteelt is niet toegestaan.

Aflevering

Verontreinigingen hebben bij de verwerking een negatieve invloed op het produktieproces en op de uiteindelijke zetmeelkwaliteit. Ondanks een schoning tijdens het verladen van de aardappelen, is deze behandeling in een aantal gevallen toch onvoldoende. De oorzaken van de grote verschillen in tarrapercentage zijn voor een groot deel terug te voeren op de kwaliteit van het oogstwerk.
Problemen zijn er vooral met grotere brokken tarra, zoals klei in overgangsgebieden en darg- en veenkluiten in de veenkoloniën.
Een goede teeltvoorbereiding door een adequate grondbewerking kan problemen met dergelijk verontreinigingen vaak voorkomen.

Residuproblematiek

De toegenomen bewustwording van de consument heeft geleid tot een vergrote aandacht voor de aanwezigheid van residuen in produkten, zoals aardappelzetmeel dat met

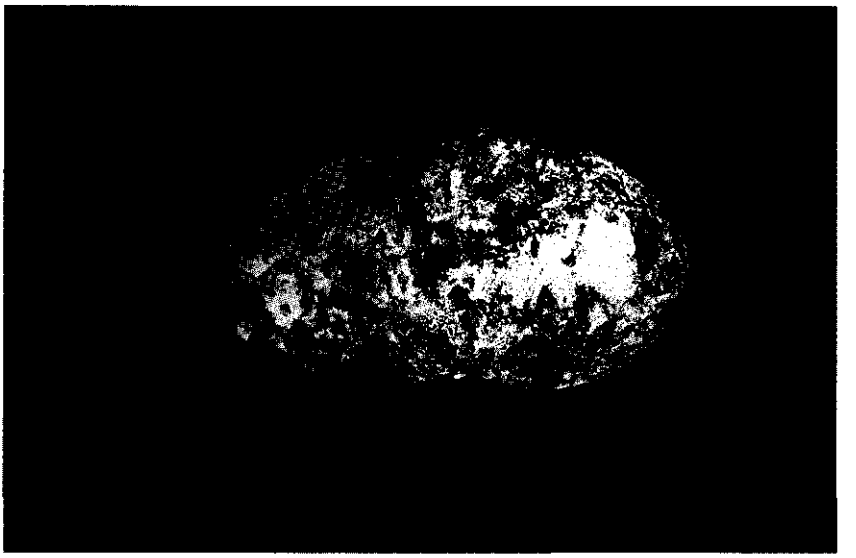
Maximale zorg aan kuilbewaring voorkomt kwaliteitsverlies.

name in de voedingsmiddelenindustrie wordt aangewend.
Veel afnemers van zetmeelprodukten stellen nadrukkelijk eisen aan residuen. In een enkel geval gaat dit zelfs zo ver dat men zekere waarborgen eist met betrekking tot de grondstof.
Met in het achterhoofd dat in de aardappelteelt in verhouding tot andere akkerbouwgewassen nogal wat bestrijdingsmiddelen worden gebruikt, is er alles aan gelegen om dit zo goed mogelijk te bewaken.
Met name bestrijdingsmiddelen waarvan de gezondheidsrisico's bij de toepassing en in de consumptie van het produkt al als kritisch worden beschouwd, staan regelmatig ter discussie. Enkele voorbeelden zijn: het grondontsmettingsmiddel aldicarb en de bij de Phytophthorabestrijding gebruikte dithiocarbamaten.
Van de zware metalen zijn er met name strenge residunormen voor kwik, cadmium, lood en zink.

Tot besluit

Zolang er zetmeelaardappelen worden verwerkt, is er al sprake van een reeks kwaliteitseisen die aan de grondstof worden gesteld. Deze worden voortdurend aangescherpt.
Door verscherpte eisen die de afnemers aan het produkt zetmeel stellen en tevens door toenemende concurrentie, nemen ook de eisen aan de kwaliteit van de grondstof toe. Daar komt nog bij dat in de voedingsmiddelensector niet alleen aan de fysische eigenschappen aandacht wordt besteed, maar ook aan de chemische samenstelling, en wel door het aanscherpen van residutoleranties en normen voor de aanwezigheid van zware metalen. Sommige afnemers gaan zo ver om tevens eisen te stellen aan de controle van de grondstof aardappelen. Er wordt in dit verband steeds kritischer gekeken naar de toepassing van bepaalde (weliswaar toegelaten) middelen in de aardappelteelt.

Ook bij het verwerkingsproces, zoals dat tegenwoordig plaatsvindt en waar neven- en bijprodukten worden geproduceerd die ook weer moeten worden afgezet, komen inhoudsstoffen van de aangevoerde grondstoffen steeds meer in beeld. Om milieubelasting zoveel mogelijk te beperken, zullen voor zover mogelijk eisen moeten worden gesteld



Pokschurft gaat gepaard met vuilinsluiting.

aan gehalten van bepaalde inhoudsstoffen als stikstof, fosfaat en kali.
Door een uitgekiender bemestingsbeleid kan een beperking van de gehalten aan bepaalde mineralen worden bereikt. In dit verband is een ruim gebruik van dierlijke meststoffen, met name drijfmest, niet altijd gunstig te noemen (6).
Ook een steeds langer wordende verwerkingscampagne noopt de teler van zetmeelaardappelen er toe om in toenemende mate aandacht te besteden aan de kwaliteit van zijn produkt. Door gewasvervroeging (voorkiemen, matige N-bemesting) kan een goed afgerijpt gewas worden geoogst, hetgeen een goede uitgangspositie vormt voor bewaring.
Nog meer dan tot nu toe zal er aandacht moeten worden besteed aan een juiste rassenkeuze. Met name de gevoeligheid voor beschadiging en de bewaarbaarheid zijn belangrijke keuzecriteria.
Een goede meetmethode voor het vaststellen van de stikstofbehoefte tijdens het groeiseizoen is noodzakelijk. Gelukkig dienen er zich twee van dergelijke methoden aan. Probleem blijft echter dat het totale stikstofaanbod in belangrijker mate wordt beïnvloed door het mineralisatiegedrag van organische mest, nalevering vanuit de bodem en depositie dan door een aanvullende N-gift op basis van bladsteeltjesonderzoek of NBS.
Voorkomen en bestrijden van Phytophthora blijft voor de zetmeelaardappelteelt onontbeerlijk. Het rassenpakket heeft gemiddeld een goed niveau van resistentie. Vanwege het karakter van de teelt met een relatief laat oogsttijdstip, moet Phytophthora echter tot laat in het seizoen goed in de hand worden gehouden.
Essentieel is dat de techniek van het oogsten en de omstandigheden waaronder dit gebeurt optimaal zijn.
Versuikering van fabrieksaardappelen levert voor de verwerker lagere rendementen op. Er wordt dan ook sterke aandrang op de teler uitgeoefend om hiermee bij zijn bewaarregime rekening te houden. Echter, door het ontbreken van goede mogelijkheden om de kieming in voorkomende gevallen in de hand te houden, is de neiging groot om de bewaartemperatuur eerder aan de lage kant te houden. Overigens kan een goed afgerijpt produkt gunstig uitwerken op zowel kieming als versuikering.

Literatuur

AVEBE. Brochure Levering Fabrieksaardappelen (1993), 47 p.

AVEBE. Nieuw Stikstofbemestingssysteem fabrieksaardappelen gereed, Informa (1993), 7 : 7.

Brunt, K. en J. Zinsmeester. Toetsing screeningsmethode ter rubricering van de totaal suikergehaltes in aardappelen in campagne 1989, NIKO-TNO Rapport KB 90-2 (1990), 16 p.

Loon, C.D. van. Optimalisering van de stikstofvoeding van zetmeelaardappelen, Onderzoek 1992 (1992), p. 33-37.

Timmerman, E.J. en A.C. van Swaay. Bepaling van de beschadigingsgevoeligheid van fabrieksaardappelrassen met behulp van het terugslagpendulum van Gall en Lamprecht. Oogst 1992. NIKO-TNO Rapport 93-13, 11 p.

Wijnholds, K.H. Effecten van chloorhoeveelheden in mest bij aardappelen. Onderzoek 1992 (1992), p. 37-39.

Wijnholds, K.H. Invloed van teeltvervroegingsmaatregelen op de opbrengst en kwaliteit van zetmeelaardappelen. Jaarboek 1992/1993, PAGV Lelystad.

Naar een optimale stikstofbemesting van consumptie- en zetmeelaardappelen

dr. ir. J. Vos, Vakgroep Agronomie, Landbouwuniversiteit Wageningen

Inleiding

De landbouw heeft een hoge graad van produktiviteit bereikt door toepassing van kennis en technologie. Vooral gedurende de laatste tien jaren is aandacht gevestigd op de negatieve neveneffecten van de huidige produktietechnologie. Eén en ander heeft geleid tot beleid waarmee wordt beoogd aanzienlijke vermindering te bereiken van de uitstoot uit de landbouw van stoffen die belastend zijn voor de omgeving (onder andere ammoniak, nitraat, pesticiden). Voor stikstof wordt als beleidsdoel geformuleerd dat de nitraatconcentratie op twee meter diepte onder de grondwaterspiegel de EEG-drinkwaternorm niet mag overschrijden. Deze norm ligt thans op 50 mg nitraat per liter. Daarom is het van belang de stikstofbemesting van aardappelen kritisch te beschouwen en de vraag te stellen of bijstelling van de huidige technologie wellicht wenselijk is.

Stikstof kan in vluchtige vorm of opgelost in water naar het milieu verdwijnen. Opgelost in water als nitraat vinden verliezen plaats in perioden van neerwaarts transport van water in de grond; dat zijn perioden waarin de regenval groter is dan de verdamping en de opslagcapaciteit van de grond. Het winterhalfjaar vormt zo'n periode (ongeveer eind september tot eind april), maar ook in de zomer kan op lichte gronden de voorraad bodemwater 'doorgespoeld' worden bij hevige regenval in korte tijd.

Schadelijke, vluchtige verliezen van stikstof komen voor in de vorm van ammoniak (NH_3) en di-stikstofoxide (N_2O), ook wel lachgas genoemd. Ammoniak vervluchtigt bij oppervlakkige aanwending van organische mest; vandaar de regelgeving omtrent inwerken om verliezen tegen te gaan. Ammoniumhoudende kunstmestoffen kunnen leiden tot ammoniakverliezen wanneer ze toegepast worden op kalkrijke grond; zulke verliezen zijn te vermijden door een goede keuze van mestsoort en toepassingstechniek. Di-stikstofoxide hoort tot de soorten gassen die bijdragen aan het 'broeikaseffect' (temperatuurverhoging van de aarde) en ontstaat als een bijprodukt van 'denitrificatie'. Denitrificatie is het proces waarbij nitraat in zuurstofloze delen van de grond omgezet wordt tot stikstofgas (N_2; onschadelijk); voor een klein deel verloopt de omzetting tot stikstofgas echter onvolledig en ontwijkt N_2O. In het kader van onderzoek naar klimaatveranderingen wordt er nader studie gemaakt van de omvang van N_2O-emissies.

Er zijn twee redenen waarom stikstofverliezen bij de teelt van aardappelen naar verhouding vaak groot zijn. De eerste is dat aardappelen een relatief lage 'uitbatingscoëfficiënt' van stikstof hebben in vergelijking met andere akkerbouwgewassen. Vaak wordt de bedoelde coëfficiënt aangeduid met de Engelse term 'recovery' (zoiets als 'terugwinning'); in formule:

$$NR = [Y_{NB} - Y_{OB}] / S \times 100\ (\%) \quad \text{(verg. 1)}$$

waarbij:

NR = de stikstofrecovery (%)
Y_{NB} = de stikstofopbrengst van een met stikstof bemest gewas (loof en knollen samen)
Y_{OB} = de stikstofopbrengst van een onbemest gewas
S = de stikstofgift.

Neeteson (1989) analyseerde tientallen stikstofproeven in aardappelen en vond een gemiddelde recovery van 50 %. Wanneer verg.

1 werd uitgerekend voor alleen knollen (aannemende dat het loof op het land achterblijft) dan daalde de recovery tot circa 35%. Dit impliceert dat ongeveer 65% van de toegevoerde stikstof ergens in het systeem blijft en niet wordt 'teruggeoogst'. Hoewel de recovery daalt met een toenemende gift, moet worden opgemerkt dat de genoemde gemiddelde recovery geldt voor niveaus van stikstoftoediening die gebruikelijk zijn in de praktijk (200 kg N per ha en meer). Bij suikerbieten en granen is de recovery vaak circa 70 % of hoger.

De tweede reden voor zorg met betrekking tot stikstofverliezen in de aardappelteelt zijn hoge stikstofgiften. Uit oogpunt van produktie zijn hoge giften veelal begrijpelijk: de opbrengst blijft heel langzaam dóórstijgen bij steeds hogere stikstofgiften; ook boven de 250 kg N per ha wegen, bij verdere verhoging van de stikstofgift, vaak de meeropbrengsten nog op tegen de meerkosten (uiteraard afhankelijk van de prijsverhouding tussen produkt en kunstmest) (zie Neeteson, 1989).

Beide redenen, betrekkelijk lage recovery en de neiging om veel stikstof te strooien, leiden er toe dat velden, waar aardappelen geteeld werden, in de herfst vaak te herkennen zijn aan een grote hoeveelheid stikstof in het profiel. Deze overgebleven, residuele stikstof vormt hèt milieuprobleem in het kader van de stikstofbemesting omdat die residuele stikstof gedurende de winter in hoge mate uitspoelt (lichtere gronden) danwel deels gedenitrificeerd wordt (zwaardere gronden).

Vanuit het oogpunt van milieubelasting dient de doelstelling van de stikstofbemesting van aardappelen te luiden: een zo klein mogelijke hoeveelheid residuele stikstof bij de oogst. Dit doel dient te worden afgewogen tegen het economische doel: aardappelen te produceren tegen het grootste verschil tussen financiële opbrengsten en kosten. Tussen beide doelen kàn spanning bestaan in die zin dat de gift die economisch gezien optimaal is, hoger ligt dan wat 'ecologisch' (milieukundig) gezien maximaal aanvaardbaar is. Een 'ecologisch maximum' aan de stikstofgift is nog niet in getallen gepreciseerd en een verordening in die trant is thans ook niet in voorbereiding. Wèl in discussie is een rapport van deskundigen (Advies, 1990) waarin wordt gesteld dat de nitraatconcentratie in het grondwater op twee meter diepte waarschijnlijk onder de EEG-drinkwaternorm zal blijven wanneer de hoeveelheid residuele stikstof beneden de 70 kg N per ha blijft. Een belangrijke vraag is of toepassing van de huidige officiële stikstofbemestingsadviezen (gebaseerd op N-mineraal in het voorjaar) grote kans geeft op grotere hoeveelheden residuele stikstof dan 70 kg per ha. Uit het beperkte cijfermateriaal dat tot nu toe beschikbaar is (onder andere Neeteson en Wadman, 1991) blijkt dat de adviesbemesting mogelijk omlaag moet om beneden het genoemde plafond aan residuele stikstof te blijven. Een gedetailleerder systeem van bemesting lijkt vooreerst echter meer perspectief te bieden dan een simpele verlaging van het huidige advies.

Een derde reden om naar de stikstofbemesting van aardappelen te kijken, betreft zorg voor de kwaliteit van het produkt. Men kan wellicht als stelregel hanteren dat gewassen die rijp of nagenoeg rijp worden geoogst in beginsel de best haalbare kwaliteit vertonen. Ten opzichte van gewassen die in nog vitale staat doodgespoten zijn, vertonen rijp geoogste gewassen als regel een betere bewaarbaarheid, een lager suikergehalte en dus een verbetering van kenmerken die gerelateerd zijn aan suiker, een hoger drogestofgehalte en een lager nitraatgehalte. Het hogere drogestofgehalte (onderwatergewicht) bij minder stikstof kan echter de gevoeligheid voor blauw verhogen.

Er zijn twee hoofdwegen waarlangs het doel 'zo gering mogelijke uitspoeling van nitraat' bereikt kan worden. De eerste is het afstemmen van het aanbod van stikstof in de grond op de behoefte van het gewas; alleen op die manier is het kleinst mogelijke residu te bereiken. Hoe groot dat residu precies mag zijn, 70 kg per ha of meer of minder, laten we voorlopig in het midden. De tweede hoofdweg -misschien meer een vluchtpad- is de teelt van vanggewassen waardoor te hoge residuen stikstof alsnog vastgelegd en tegen uitspoelen kunnen worden behoed.

Dynamische optimalisatie van de stikstofgift

Tot nu toe vormden de rekenregels, zoals uitgedragen door de landbouwvoorlichting (Anonymus, 1986), de meest rationele basis voor het bepalen van de stikstofgift. Daarbij is de bodemvoorraad minerale stikstof in het voorjaar een belangrijke bepalende faktor van de adviesgift. Toepassing van die adviezen zal niet zonder meer tot de laagst mogelijke residuen leiden. Bij deze methode legt men zijn beslissing over de hoogte van de stikstofgift al vroegtijdig vast terwijl men nog niet kan weten welke opbrengst behaald zal worden en dus niet weet hoe groot de stikstofbehoefte zal zijn. Voorts weet men niet hoeveel stikstof beschikbaar zal komen uit afbraakprocessen van organische stoffen in de bodem (mineralisatie). Beide kanten van de balans, de 'vraagkant' van het gewas en de 'aanbodskant' van de bodem, worden in hoge mate beïnvloed door het weersverloop; dat laatste valt niet over de termijn van een seizoen te voorspellen. Indien door nachtvorstschade of droogte de opbrengst een kwart lager is dan gemiddeld heeft men ook ongeveer een kwart teveel aan stikstof gestrooid. Het vrijkomen van stikstof in de grond door afbraak van organische stoffen is ook in hoge mate afhankelijk van het verloop van de temperatuur en het vochtgehalte van de bouwvoor. Kort samengevat: een adviessysteem waarbij op basis van N-mineraal in het voorjaar een éénmalige adviesgift wordt berekend, is niet goed genoeg.
Wil men echt de kansen op een zo laag mogelijk residu en een zo hoog mogelijke kwaliteit maximaliseren dan moet men naar een gedetailleerder systeem van stikstofbemesting toe waarbij men gaandeweg gedurende het seizoen met de bemesting inspeelt op de ontwikkelingen zoals die zich voordoen. Na een startgift bij het poten of aanaarden bepaalt men op één of twee momenten gedurende het groeiseizoen of aanvullende stikstofvoorziening nodig is. Zo'n systeem noemen we 'dynamische optimalisering'. Beslissingen over aanvullende stikstof dienen theoretisch bezien het liefst gebaseerd te zijn op:

- kwantitatieve informatie over de stand van het gewas op het moment van beslissen;
- de stikstofstatus van het gewas en liefst ook van de bodem (bijvoorbeeld voorraad minerale stikstof);
- een prognose over de verdere groei en stikstofbehoefte en mineralisatie tot een volgend beslismoment of tot de oogst.

In het navolgende zal de vraag worden gesteld of zo'n systeem te ontwikkelen valt en waar de perspectieven en moeilijkheden liggen. Kennis van gewasreacties op stikstof is een voorwaarde om verantwoord stikstof toe te kunnen passen. Daarom zal eerst kort worden stilgestaan bij onze kennis van gewasreacties op stikstof. Daarbij wordt met nadruk vermeld dat veel van die kennis berust op proeven waarbij een éénmalige stikstofgift werd gevariëerd; over de effecten van deling van stikstof op de gewasreacties en op de stikstofefficiëntie is nog te weinig bekend.

Reacties van aardappelen op stikstof

Stikstof en de groei van het gewas

Wanneer gewassen worden geanalyseerd die bij oplopende hoeveelheden stikstof zijn geteeld dan blijkt dat bij meer stikstof de periode van volledige grondbedekking -en dus van maximale lichtbenutting- toeneemt. Kijkt men vervolgens hoe die reactie bewerkstelligd wordt dan blijkt dat stikstof slechts een beperkt aantal groei- en ontwikkelingsprocessen drastisch beïnvloedt, te weten de groeisnelheid van de bladeren (en daarmee de bladgrootte) en vooral de orde van vertakking die wordt bereikt. Een hoofdstengel maakt na een bepaald aantal bladeren een bloeiwijze; uit de oksels van de bovenste bladeren groeien vertakkingen van de eerste orde, die op hun beurt weer vertakkingen van de tweede orde kunnen voortbrengen, enzovoort (deze vertakkingen onstpringen als regel uit de oksels van het tweede en derde blad onder de bloeiwijze). Een orde van vertakking wordt ook wel een 'etage' genoemd.

Eindopbrengsten en stikstofgehalten bij toenemende N-giften

De voorgaande paragraaf had betrekking op het seizoensverloop bij optimale stikstofvoorziening. Het is echter ook van belang om na te gaan of en zo ja hoe het verband is tussen stikstofopname en drogestofproduktie. Daartoe zijn in figuur 6 gegevens van eigen onderzoek geschematiseerd weergegeven. De gegevens zijn afkomstig van proeven in vier seizoenen waarbij de stikstofgift variëerde van 0 tot 400 kg per ha (geen N-deling) en kunnen representatief geacht worden voor (zetmeel)-aardappelrassen in de rijpheidsklasse 4,5. Hoewel dit cijfermateriaal nog nader moet worden bewerkt geeft figuur 6 aanleiding tot twee belangrijke gevolgtrekkingen:

- de drogestofproduktie bij de oogst (knollen plus loof) nam toe tot een stikstofopname van circa 250 kg per ha; kennelijk ligt daar ergens het niveau van stikstofopname dat gerealiseerd moet worden wil er sprake zijn van een 'niet-door-stikstof-gelimiteerde-groei', althans voor de vermelde rijpheidsklasse;
- de marginale produktie van iedere opgenomen extra kilo stikstof nam af gedurende het gehele trajekt; dit valt af te leiden uit het feit dat het gemiddelde stikstofgehalte van het gewas voortdurend toenam bij verhoging van de gerealiseerde opname.

De stikstofrecoveries die werden gevonden, lagen tussen de 50 en 60 % en waren dus in overeenstemming met de gegevens van Neeteson (1989).

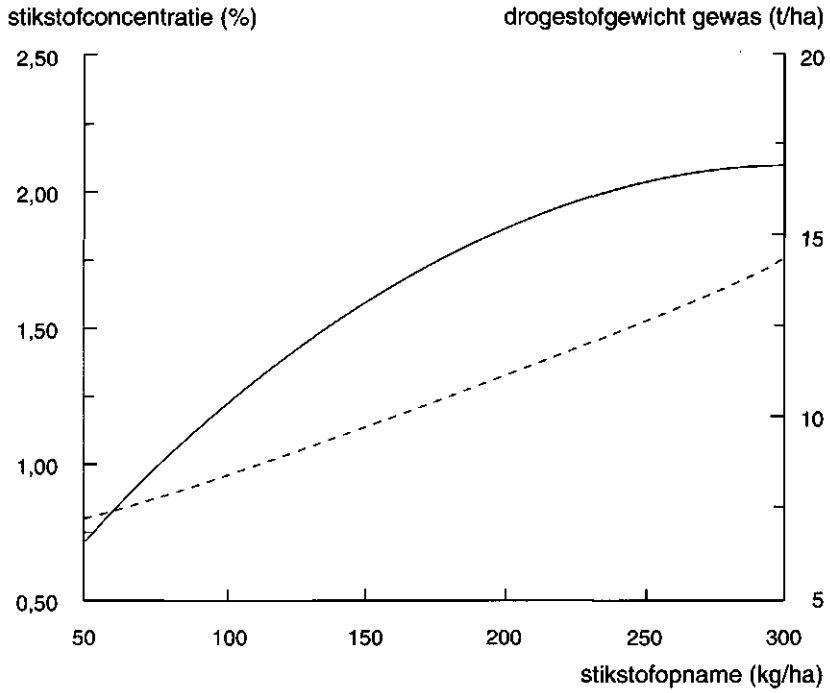


Fig. 6. Drogestofproduktie en stikstofgehalte bij de eindoogst als functie van de stikstofopname van aardappelen (rijpheidsklasse 4.5). Gegevens afkomstig van vier seizoenen bij stikstofgiften tussen 0 en 400 kg per ha (Vos, ongepubliceerd).

Het proces van etagevorming blijkt in hoge mate door stikstof te worden beïnvloed. Zolang de plant nieuwe etages en dus nieuwe bladeren aanlegt, blijft de produktiviteit maximaal; zodra de etagevorming stopt, treedt loofveroudering op en daalt de produktiviteit.

Het verloop van het stikstofgehalte in relatie tot de massa van het gewas gedurende het seizoen

Volgens de Engelse onderzoeker Greenwood en zijn compagnons is de hoeveelheid stikstof die gewassen minimaal nodig hebben om een bepaalde massa te bereiken voor alle gewassoorten ongeveer gelijk. Verder daalt het stikstofgehalte van een gewas naarmate het ouder wordt vanwege ophoping van stikstofarm materiaal (onder andere steunweefsel). Het stikstofgehalte van gewassen waarvoor de stikstofvoorziening juist toereikend is (dus per definitie geen snellere groei bij nog meer stikstof) wordt het kritische stikstofgehalte genoemd. Volgens de genoemde onderzoekers geldt het volgende verband tussen dit kritische stikstofgehalte, N_{crit} (%) en de massa van het gewas, W (ton per ha; alle plantedelen gesommeerd, de wortels uitgezonderd):

$N_{crit} = 5.7\ W^{-0.5}$ (verg. 2)

(NB: het begrijpen van de formule is geen voorwaarde om het vervolg van de tekst te kunnen begrijpen!) In figuur 5 is dit verband weergegeven met de getrokken lijn. Daarnaast zijn enige punten uit eigen onderzoek ingetekend die bevestigen dat het genoemde verband tussen massa en gehalte inderdaad bij benadering ook opgaat gedurende de groei van aardappelen. In het begin van het groeiseizoen is het stikstofgehalte veel hoger dan aan het einde. Men kan aan de hand van verg. 2 uitrekenen dat bij een kwart van de uiteindelijke opbrengst reeds de helft van de totaal benodigde stikstof is opgenomen. In het begin van de groei moet dus een goede stikstofvoorziening gewaarborgd zijn.

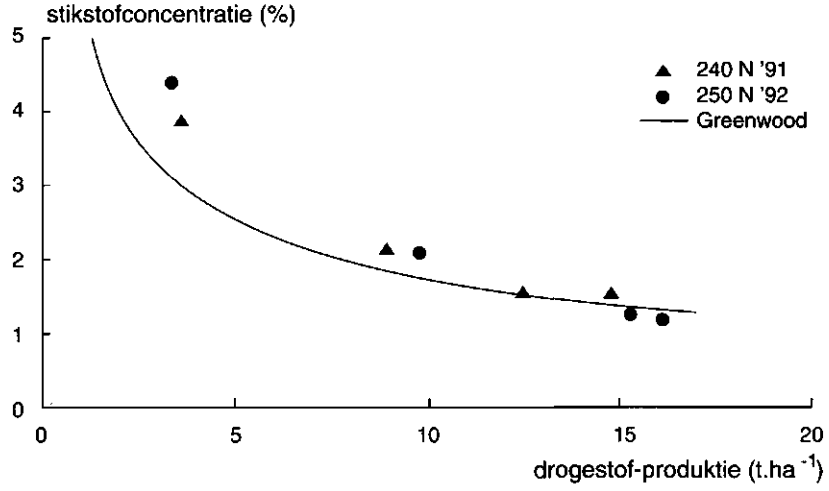


Fig. 5. Getrokken lijn: de algemene relatie tussen het kritische stikstofgehalte en de drogestofproduktie van gewassen volgens Greenwood et al., 1990 (zie tekst voor verklaring) en experimentele punten voor aardappelgewassen met stikstofbemesting van 240 kg per ha (1991) en 250 kg N per ha (1992) (Vos, ongepubliceerd).

Systemen van verbeterd nutriëntenbeheer

Gewapend met een generaal inzicht in gewasreacties en benodigde stikstofopname is vervolgens de vraag hoe 'dynamische optimalisatie van de stikstofbemesting' gestalte kan krijgen in de praktijk. Het baseren van beslissingen op 'kwantitatieve gegevens' houdt in dat er in het veld waargenomen en gemeten moet worden.

Methoden om de stikstofstatus van het gewas te bepalen

Onderzoek heeft zich tot nu toe veelal gericht op het ontwikkelen van methoden waarmee iets gezegd kan worden over de stikstofstatus, dat is de stikstofvoedingstoestand van het gewas. Tot die methoden behoren:

a. *De nitraatsneltest voor het bepalen van de nitraatconcentratie in bladsteeltjes of stengeleinden.* De methode is officiëel in de praktijk geïntroduceerd. Voor de beschrijving en uitvoeringshandleiding van de test wordt verwezen naar de landbouwvoorlichting. De essentie van de methode is dat het verloop van het nitraatgehalte over een periode van enige weken wordt vergeleken met het verloop in een referentiegrafiek. De referentiegrafiek is proefondervindelijk vastgesteld en geeft het verloop weer van de nitraatconcentratie in de tijd, uitgedrukt in dagen na opkomst, voor gewassen waarin stikstof niet-limiterend (niet beperkend) was. Wanneer het gewas 'te hoog' zit, hoeft en kan niets worden gedaan; zit het gewas te laag ten opzichte van de referentie dan wordt bijbemesting geadviseerd. Referentiegrafieken zijn verschillend voor de verschillende vroegheidsklassen van de aardappelenrassen.

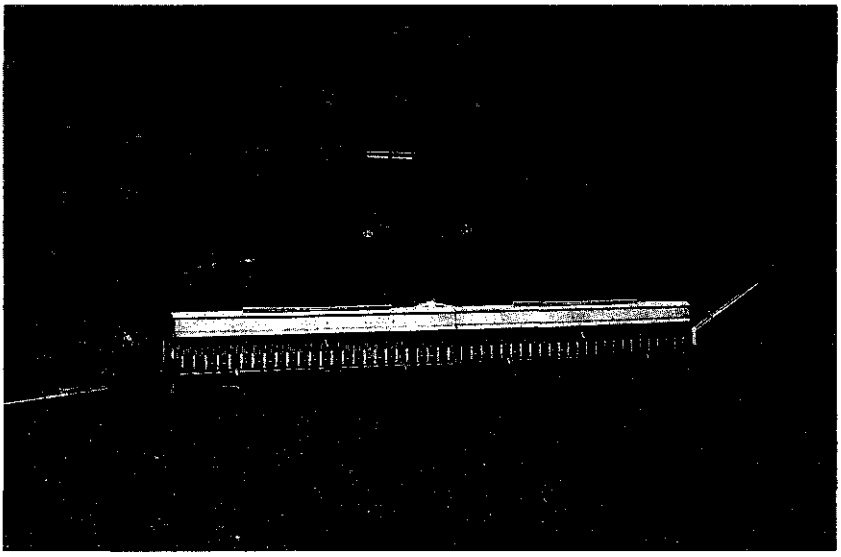
b. *Meting van het verloop in de tijd van het chlorofylgehalte van de bovenste bladeren.* Dit is een betrekkelijk nieuwe methode, afkomstig uit de rijstproduktie. Met een in de hand gehouden metertje kan men in het veld zeer snel het chlorofylgehalte meten. Het aardige van deze methode is dat het een cijfer geeft voor het aspect waar de teler het gewas ook op beoordeelt: de kleur. De gemeten chlorofylwaarde blijkt te correleren met het stikstofgehalte van het blad. Thans is het nog te vroeg om te zeggen of de methode ingang zal kunnen vinden in de praktijk.

c. *Vaststelling van het verloop in het stikstofgehalte in het blad met behulp van 'nabijrood-reflectie'.* De bemonstering en vóórbehandeling van de monsters zijn eenvoudig; het meetinstrument is echter niet iets dat een individuele teler zal aanschaffen. Ook voor deze methode is het nog te vroeg om te zeggen of het tot toepassing in de praktijk zal komen.
Voor de drie genoemde methoden geldt dat de testresulten moeten worden geïnterpreteerd met behulp van referentiecurven.

d. *Het stikstofvenster.* Dit is een kwalitatieve methode om de stikstoftoestand te beoordelen. Op proefplekken in het perceel strooit men bijvoorbeeld 50 kg per ha minder stikstof. Zodra deze plekken herkenbaar worden aan een lichtere kleur door te weinig stikstof kan men ervan uitgaan dat stikstofgebrek zich over circa 10 - 14 dagen ook zal openbaren in het gehele perceel en kan bijbemesting worden overwogen. De praktische ervaringen met dit systeem zijn nog onvoldoende.

Methoden om de stikstofstatus van de grond te meten

De totale hoeveelheid stikstof in de grond is nauw gerelateerd aan het organische-stofgehalte van de grond en kan enkele tonnen per hectare bedragen. Voor de voeding van de plant is de hoeveelheid stikstof in de vorm van nitraat en ammonium van belang. Die twee stikstofvormen samen worden aangeduid met 'minerale stikstof'; anderen prefereren de term 'anorganische stikstof'. De hoeveelheid minerale stikstof in de grond kan via de gebruikelijke grondanalyse in het laboratorium worden bepaald. Daarnaast zijn er 'doe-het-zelf' methoden om nitraat en/of ammonium in grondmonsters te bepalen. 's Zomers zal de minerale stikstof overwegend als nitraat voorkomen (snelle omzetting van am-



Een optimale N-bemesting vergt nauwkeurig strooien.

monium in nitraat) en zou eventueel kunnen worden volstaan met alleen nitraatbepaling. In de groenteteelt werkt men met een stikstofadviseringssysteem dat in Duitsland ontwikkeld is en in Nederland bekend staat als het 'stikstofbijmestsysteem' (Breimer en Hotsma, 1989; Anonymus, 1989). Dit systeem benadert het eerder genoemde ideaal van 'dynamische optimalisatie' in aanzienlijke mate, maar nog niet geheel. Het systeem gaat ervan uit dat het verloop van de stikstofbehoefte in de tijd van een gewas bekend is. Van tevoren wordt het groeiseizoen ingedeeld in een aantal perioden. Voor elk van die perioden kan de stikstofopname worden uitgerekend. Laten we zo'n periode een 'fase' noemen. De stikstofgift over de eerste fase wordt uitgerekend met de volgende formule:

N-gift = N-behoefte minus N-mineraal plus buffer (verg. 3)

N-mineraal wordt verkregen uit grondanalyse vlak voorafgaand aan de eerste fase en de buffer is een opslag op de minimaal noodzakelijke gift om eventuele tekorten te vermijden. Aan het einde van de eerste fase wordt opnieuw een bodembemonstering uitgevoerd; op basis daarvan wordt de stikstofbehoefte voor de tweede fase bepaald aan de hand van de standaardopnamecurve en wordt met verg. 3 opnieuw uitgerekend hoeveel stikstof bijgemest moet worden. Vlak voor een eventuele derde fase van het groeiseizoen wordt de stikstofgift opnieuw op basis van grondanalyse uitgerekend.

Het Laboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek in Oosterbeek beproeft thans zo'n bijmestsysteem voor aardappelen. Een bezwaar is dat de veronderstelling van een bekend verloop van de N-behoefte misschien wel geldt in de intensieve vollegrondstuinbouw, maar in mindere mate in de aardappelteelt. Aan dit bezwaar kan tegemoet worden gekomen door bijstelling van de verwachte opbrengst en stikstofbehoefte gedurende het seizoen op grond van de ontwikkeling van het gewas.

Mogelijkheden en beperkingen voor betere stikstofbemestingsmethoden

Ervan uitgaande dat deling van stikstof noodzakelijk is om op een zo laag mogelijk residu uit te komen, rijst de vraag wat ons ontbreekt

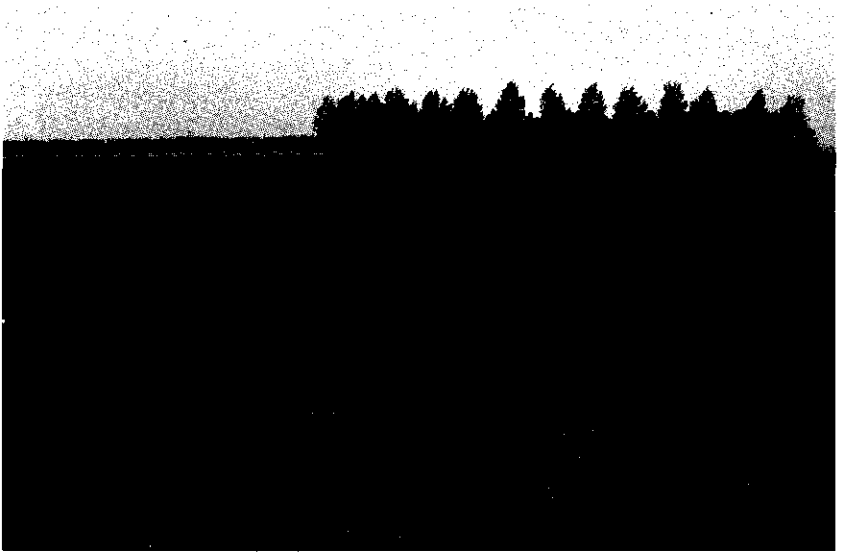
om zo'n systeem te implementeren. Veel bouwstenen zijn aanwezig, sommige moeten nog 'bijgeschaafd' worden.
In de eerste plaats is onze kennis van de effecten van deling op groei, ontwikkeling en N-recovery nog onvoldoende. Een belangrijke vraag is ook hoe snel en tot welk ontwikkelingsstadium een gewas reageert op aanvullende stikstof. Bijvoorbeeld: is het proces van etagevorming gevoelig voor fluctuaties in de beschikbaarheid van stikstof of niet? De lengte van de periode tussen een bijbemesting en een zichtbare gewasreactie zal ook door de vochttoestand van de bodem worden beïnvloed; ook hier liggen belangrijke praktische vragen.

Een tweede punt is dat we nog geen goed theoretisch onderbouwd *compleet* systeem hebben dat praktijkklaar gemaakt kan worden. Alle besproken methoden om de stikstofstatus van het gewas te meten, hebben dezelfde beperkingen:
- De stikstofstatus wordt gerelateerd aan de tijd in dagen na opkomst, maar zou gerelateerd moeten worden aan de massa van het gewas (zie de 'Greenwoodse relatie', verg. 2); In 'normale' jaren is dat bezwaar niet zo groot. Bij een veel tragere of veel snellere groei in de voorzomer dan 'normaal' is de ontwikkeling van de plant anders dan 'normaal' op ieder moment na opkomst en zijn de referentiegrafieken niet goed toepasbaar.
- De methoden leveren geen advies over de hoeveelheid bij te bemesten stikstof.
- Prognoses over het toekomstige gedrag van gewas en bodem ontbreken.

Het bezwaar van het 'bijmestsysteem' is al genoemd: het uitgangspunt van bekende N-behoefte is niet geheel juist en moet vervangen worden door een flexibeler alternatief.
Mogelijk kunnen simulatiemodellen een rol spelen in toekomstige adviseringssystemen. Uitgangsgedachte achter simulatiemodellen *is dat processen in bodem en plant niet zo* maar 'toevallig' verlopen, maar aan wetmatigheden zijn onderworpen en in sterke mate worden bepaald door de weersfactoren straling, neerslag en temperatuur. Een model is een stelsel in formules neergeschreven verbanden tussen de drijvende krachten (weersfactoren) en de processen in bodem en gewas. Bij gegeven begintoestand en weersverloop voorafgaande aan het punt van beschouwing kan met een model in beginsel de toestand van bodem en gewas op ieder punt in de tijd worden berekend en moeten schattingen over het verdere verloop kunnen worden gegenereerd, zeker wanneer het model tevens gevoed wordt met waarnemingen gedurende het seizoen. In deze richting zijn zeker ontwikkelingen te verwachten; een belangrijk probleem is dat het nog steeds moeilijk blijkt om de mineralisatie juist te schatten. Het onderzoek dient de uitdaging aan te gaan *om theoretisch goed onderbouwde en op hun* toepasbaarheid geteste methoden van op maat gesneden stikstofbemesting te vervolmaken.

Stikstofvanggewassen

Wanneer om welke reden dan ook de teelt is geëindigd met een te hoog stikstofresidu dient de teelt van een stikstofvanggewas te worden overwogen. De effectiviteit van een vanggewas om stikstof te binden, neemt snel af naarmate de zaaidatum later valt. Vos (1992) berekende uit onderzoeksgegevens dat de stikstofbinding door vanggewassen daalt met ongeveer 2 kg stikstof per ha per dag uitstel van zaaien in de periode eind augustus tot begin oktober. Nu worden de meeste aardappelen vrij laat gerooid en kan de rol van een vanggewas derhalve slechts beperkt zijn. Waarnemingen in een lopende meerjarige proef geven echter aan dat rogge, als vanggewas gezaaid in de tweede helft van september, nog 40 tot 60 kg N per ha kan vastleggen en een duidelijk meetbare verlaging van de nitraatuitspoeling tot gevolg heeft. Met andere woorden: vanggewassen na aardappelen moet men niet bij voorbaat *afschrijven als oninteressant.*
Vanggewassen moeten het liefst de winter over blijven staan omdat bij onderploegen in de herfst de gebonden stikstof alsnog vrij kan komen en uitspoelen. Voorjaarsploegen is op



Een goed gewas.

lichtere gronden gebruikelijk. Op zwaardere grond moet in het najaar worden geploegd. Dit wil niet zeggen dat de teelt van vanggewassen op zwaardere gronden dus zinloos is. Nadere metingen zullen dit nog moeten aantonen. Een gelukkige omstandigheid is in dit verband dat uitspoeling op zwaardere grond wat minder is dan op lichte grond.
Een aspect van de teelt van vanggewassen waarover nog onvoldoende helderheid bestaat, is de snelheid van vrijkomen van stikstof uit ondergeploegde vanggewassen in afhankelijkheid van het tijdstip van ploegen en de samenstelling van het materiaal (C/N-verhouding). Met andere woorden: de effectiviteit waarmee de vastgelegde stikstof wordt overgedragen op een volgend hoofdgewas verdient nadere studie.
Vanggewassen kunnen overigens ook andere voordelen opleveren dan betere stikstofbenutting. Uit een oogpunt van erosiebestrijding staan ze in meerdere Europese landen in de belangstelling. Verschillende gewassoorten, die als vanggewas worden ingezet, zijn waardplant voor het maïswortelknobbelaaltje en het vrijlevende wortelaaltje. Op percelen waar problemen met deze pathogenen voorkomen, kan de teelt van vanggewassen bijdragen aan de instandhouding van de pathogene populaties. Daartegenover levert lopend onderzoek aanwijzingen dat vanggewassen van enige betekenis kunnen zijn bij de beheersing van bodemgebonden ziekten als *Rhizoctonia solani* en *Verticillium dahliae*. Ook hier dus een genuanceerd beeld.

Toepassing van organische mest

Naast twijfelachtige zijn er ook goede redenen aan te voeren om het overschot organische mest gedeeltelijk in de akkerbouw te benutten. Voor de plant maakt de oorsprong van de aangeboden stikstof geen verschil; stikstof uit de kunstmestfabriek of afkomstig van dierlijke mest of andere organische bronnen zijn voor de plant gelijkwaardig. De essentie van het tot nu toe opgezette betoog verandert niet indien men een groot deel van de stikstofbehoefte dekt met organische mest. Ook voor toepassing van organische mest geldt dat men niet van te voren weet hoe groot de stikstofbehoefte in een bepaald seizoen zal zijn. Dus moet men niet zoveel

organische mest geven dat bij iets achterblijvende oogst of meevallende mineralisatie meteen een groot residu ontstaat. Indien men organische mest wil gebruiken, lijkt het theoretisch het beste om de startgift in de vorm van mest te verstrekken en de fijnregeling later in het seizoen met kunstmest uit te voeren. Bij de toepassing van organische mestsoorten geldt net als voor kunstmest dat men van te voren moet wéten hoeveel stikstof men verstrekt. Dit impliceert dat analysegegevens van de mestsoort beschikbaar moeten zijn. In het algemeen kan men stellen dat de fijnregeling van de bemesting moeilijker wordt naarmate de mineralisatie van stikstof meer kan fluctueren. Welnu die fluctuaties kunnen groter zijn naarmate er meer organische stoffen in omloop zijn in de grond; dit nu is het geval bij bemesting met organische stoffen.
Een bijzonder punt is het toepassingstijdstip. Vanuit het oogpunt van milieubelasting is najaarstoepassing in beginsel af te raden, zeker op lichte grond. De voorlichtingstabellen over werkingscoëfficiënten van dierlijke mest laten niet voor niets een duidelijk lagere werkingscoëfficiënt zien van najaarsaanwending in vergelijking met voorjaarsaanwending. Ook hier geldt dat het onderzoek zijn creativiteit moet benutten om vormen van gebruik van dierlijke mest te ontwikkelen die niet leiden tot verhoging van de nitraatuitspoeling. Er zijn in het algemeen geen noemenswaardige effekten van organische mest op de kwaliteit van het oogstprodukt.

Tot besluit

De Nederlandse landbouw moet op duurzamere wijze bedreven worden. Randvoorwaarden ten aanzien van milieubelasting en het streven naar kwaliteitsprodukten nopen tot een nieuwe visie op de stikstofbemesting van aardappelen. Het systeem van het berekenen van een adviesgift op basis van grondbemonstering in het voorjaar is niet toereikend. Gedurende het groeiseizoen moet worden bijgestuurd in de bemesting op grond van gegevens over gewas en bodem. Er wordt aan zulke systemen gewerkt en het onderzoek moet er eer in stellen om ze te vervolmaken.

Literatuur

Advies van de Commissie Stikstof. DLO, Wageningen, 1990. 93 p.

Anonymus. Adviesbasis voor bemesting van bouwland. Consulentschap voor Bodem-, Water- en bemestingszaken in de Akker- en tuinbouw. Wageningen (1986), 28 p.

Anonymus. Stikstofbijmestsysteem (NBS) voor enige vollegrondsgroentegewassen. Consulentschap voor Bodem-, Water- en bemestingszaken in de Akker- en tuinbouw. Wageningen (1989), 58 p.

Breimer, T. en P.H. Hotsma. Het stikstofbijmestsysteem voor gedoseerd bemesten van vollegrondsgroentegewassen. Ad Fundum 8 december 1989, p. 1-4.

Greenwood, D.J., G. Lemaire, G. Gosse, P. Cruz, A. Draycott A en J.J. Neeteson. Decline in percentage N of C_3 and C_4 crops with increasing plant mass. Annals of Botany 66 (1990), p. 425-436.

Neeteson, J.J. Evaluation of the performance of three advisory methods for nitrogen fertilization of sugar beet and potatoes. Netherlands Journal of Agricultural Science 37 (1989), p. 143-155.

Neeteson, J.J. en W.P. Wadman. Het verband tussen de hoogte van de stikstofbemesting, de opbrengst van akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten en de hoeveelheid residuaire minerale bodemstikstof. Nota 237. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (1991), 18 p.

Vos, J. Growth and nitrogen accumulation of catch crops. In: E. François, K. Pithan en N. Bartiaux-Till (Eds): Nitrogen cycling and leaching in cool and wet regions of Europe - COST 814. Proceedings of a workshop organized by the Belgian Delegation of the Management Team of COST 814 at Gembloux, Belgium, October 22-23, 1992. Commision of the European Communities (1992), p. 103-109.

Aardappelmoeheid NU, een andere kijk op AM-resistente rassen

ir. L.P.G. Molendijk

Inleiding

Met de overheveling van een groot deel van het beleid ten aanzien van Aardappelmoeheid (AM) van overheid naar bedrijfsleven, is er in 1993 een einde gekomen aan vijftig jaar intensieve overheidsbemoeienis met het aardappelcysteaaltje. Tot voor kort zag het er nog naar uit dat via een regeling 'verplichte inzet resistente rassen' en de AM-bemonsteringen na de aardappelteelt, de overheid actief betrokken zou blijven bij de pogingen het aardappelmoeheidsprobleem beheersbaar te maken.

Bezuinigingen bij de zich 'terugtrekkende overheid' en het beschikbaar komen van de intensieve bemonstering (AMI) hebben ertoe geleid dat het voorgenomen beleid voor 1997 op de helling is gegaan en er vanaf januari 1994 een geheel nieuwe AM-regeling zal gaan gelden.

Het nieuwe beleid komt er kort samengevat op neer dat de teler het nog meer dan voorheen gewoon zelf moet uitzoeken en betalen. Een eigen strategie om problemen met AM te voorkomen of om problemen op te lossen wordt noodzaak voor zowel de pootgoed-, consumptie-, als zetmeelaardappelteler.
Intensieve bemonstering en resistente rassen zullen onvermijdelijk deel uitmaken van deze strategie.
Hoewel er in de praktijk al veel met AM-resistente rassen wordt gewerkt, zijn er nog vele onduidelijkheden over de mogelijkheden en beperkingen die deze rassen bieden.
In onderstaande bijdrage wordt de huidige stand van zaken geschetst en de principes en de mogelijkheden van gedeeltelijk (partieel) resistente rassen belicht.

Huidige AM-situatie

Ook buiten het zetmeelaardappeltelend gebied is aardappelmoeheid wijd verspreid. Ondanks de toepassing van grondontsmetting en resistente rassen lijkt de toename van het aantal besmette hectares akkerbouwareaal niet te stuiten. Nauwe bouwplannen met vatbare rassen, aardappelopslag en een slechte bedrijfshygiëne zijn hiervan de hoofdoorzaken. Ter illustratie staat in figuur 7 het verloop van het besmet verklaarde areaal in de IJsselmeerpolders voor de periode 1978-1991.

Hoewel er na de drooglegging is gestart met een schone uitgangssituatie is er sprake geweest van een snelle opbouw van het aantal besmettingen. Opvallend is dat Oostelijk Flevoland de Noordoostpolder in 1986 passeerde en nu trieste koploper is geworden. Een mogelijke verklaring is dat de gronden in Oostelijk Flevoland over het algemeen zwaarder zijn dan in de Noordoostpolder waardoor de grondontsmettingen in Oostelijk Flevoland minder effect hebben gehad dan in de Noordoostpolder.

Voor het zetmeelaardappeltelend gebied kan worden gesteld dat op het NAK-pootgoedareaal na, het gehele akkerbouwgebied in meer of mindere mate met het aardappelcysteaaltje is besmet.

Naast de toenemende besmette oppervlakte is de verspreiding van het witte aardappelcysteaaltje (*Globodera pallida*) pathotypen D en E een serieuze bedreiging voor de continuïteit van de aardappelteelt. In het zetmeelaardappeltelend gebied is door de brede inzet van *G.rostochiënsis* resistente rassen het overgrote deel van de besmettingen *G. pallida.*
In figuur 8 staat voor Friesland, Noordoostpolder, Oostelijk Flevoland en het zetmeel-

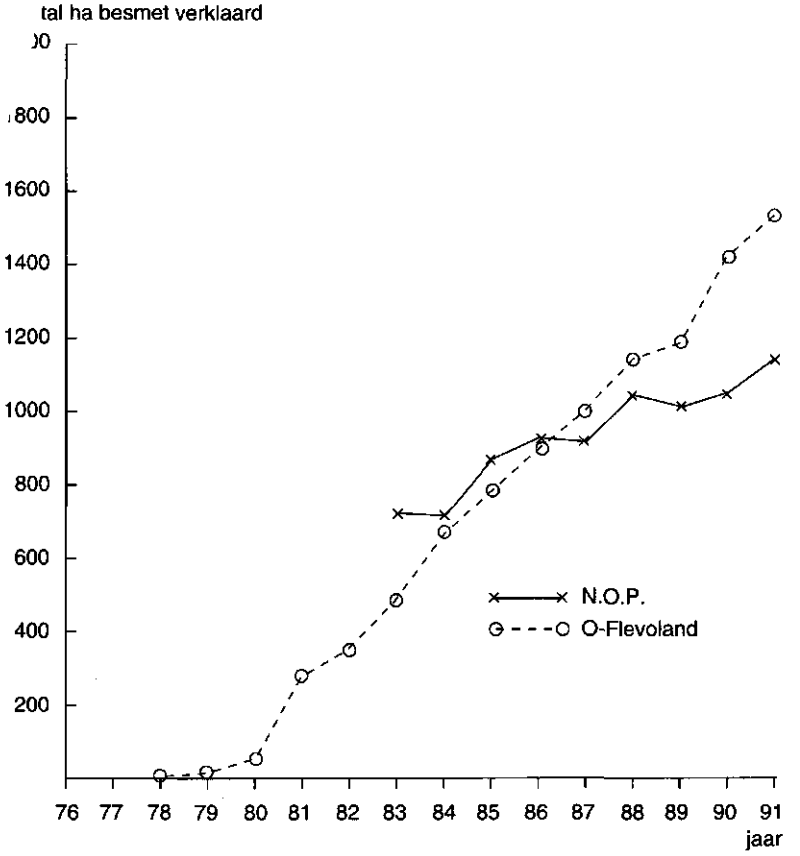


Fig. 7. Verloop aantal hectares met AM besmet verklaard areaal voor de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland (bron PD).

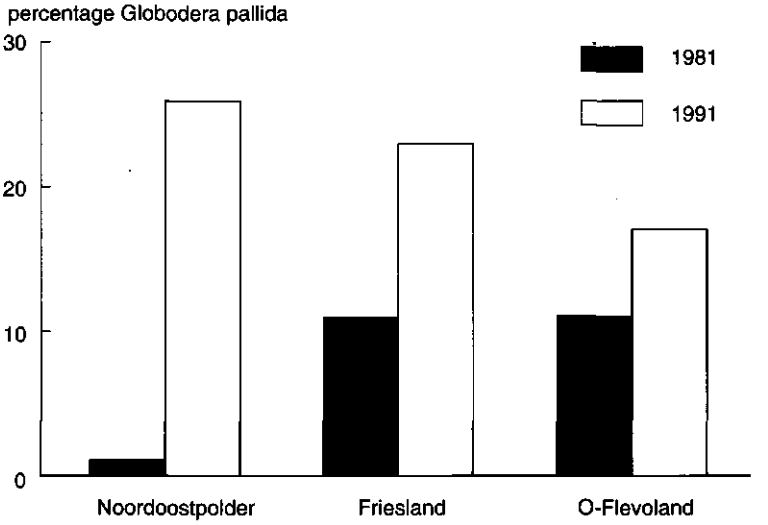


Fig. 8. Percentage *G. pallida* besmettingen in 1981 en 1991.

aardappeltelend gebied het percentage *G. pallida* besmet verklaard areaal op het totaal aan besmet verklaard areaal in 1981 en 1991.
De conclusie is dat de fractie ingenomen door *G. pallida* sterk is toegenomen. *G. pallida* komt voor in de pootgoed- en consumptieaardappelgebieden en is niet langer een exclusief probleem voor het zetmeelaardappeltelend gebied. Hierbij moet nog opgemerkt worden dat wanneer de PD te weinig cysten had om een pathotypebepaling uit te voeren de besmetting als *G. rostochiensis* is geclassificeerd. Het hier aangegeven percentage *G. pallida* moet dan ook worden gezien als het absolute minimum. Vanaf 1991 wordt de soortsbepaling serologisch uitgevoerd en kan de soort van een enkele cyst worden vastgesteld. Een klein deel van de toename komt daarom voort uit de verbetering van de methode.

Nieuwe AM-regelgeving en de Regulering grondontsmetting

Uit het voorgaande mag duidelijk zijn dat het overhevelen van het AM-beleid naar het bedrijfsleven en het veranderen van de regels niet wordt ingegeven door het feit dat AM niet langer een probleem is. Het vinden van oplossingen wordt bij de individuele teler neergelegd en er zal niet langer worden gewerkt met een centraal geleide strategie.

AM-regelgeving

Per januari 1994 worden de nieuwe regels:
- geen vruchtwisselingseisen meer voor het zetmeelaardappelgebied. Dit geldt voor de gehele aardappelteelt. In de overige gebieden een maximale teeltfrequentie van 1:3;
- ontheffingen kunnen hier worden verleend in geval van de volgende uitzonderingen:
  . herindeling van het bedrijf
  . ruilverkaveling
  . vroegrooiregeling
  . overgang van 1:2 naar ruimere bouwplannen
  . aardappelteelt na langdurig grasland
  . proeven door officiële onderzoeksinstanties.

De aardappelteelt-verbodsgebieden (bollenstreek, boomkwekerijgebied Boskoop en omgeving) blijven gehandhaafd. Ook blijft op basis van de EG-bestrijdingsrichtlijn de regeling gehandhaafd dat voortkwekingsmateriaal alleen mag worden geteeld op percelen die via een grondbemonstering niet aantoonbaar besmet zijn gebleken. De teler moet in de nieuwe regeling zelf voor een dergelijke AM-vrijverklaring zorgen.
Deze wordt afgegeven door de regionale PD op voorwaarde dat een door de PD aangewezen bemonsteringsinstantie (BLGG, NAK, De Groene Vlieg, PD) in een 200cc monster per eenderde ha geen aardappelcysten met levende inhoud heeft gevonden. Een 200 cc bemonstering per eenderde hectare is de norm die door de PD is gesteld, maar ook uitslagen van intensievere bemonsteringen uitgevoerd door de genoemde bemonsteringsinstanties, kunnen worden overlegd voor het verkrijgen van een AM-vrijverklaring.

Het niet doorgaan van de verplichte inzet van resistente rassen betekent ook dat de teelt van resistente rassen niet meer hoeft te worden aangemeld.
De voorheen in Flevoland, Groningen en Friesland door de PD uitgevoerde routinematige bemonstering na zowel pootgoed- als consumptieaardappelteelt wordt vervangen door een 'actieve opsporing' in het kader van de EG.
Over de precieze invulling en omvang van deze PD-bemonstering is nog geen duidelijkheid. Het is zelfs niet onmogelijk dat deze opsporing beperkt zal blijven tot het opsporen van valplekken.

Regulering grondontsmetting

Het is de bedoeling dat in 2000 de hoeveelheid toegepaste grondontsmettingsmiddelen met minimaal 70% is verminderd ten opzichte van de referentieperiode 1984/1988 (Meer-Jaren-Plan Gewasbescherming).

Om dit te bewerkstelligen is sinds 1 mei 1993 de 'Regulering grondontsmettingsmiddelen' van kracht. De regulering houdt in dat voor de fumiganten op basis van dichloorpropeen, cis-dichloorpropeen en metam-natrium een vergunning grondontsmetting nodig is om deze middelen te kunnen kopen, bewaren en gebruiken. Daarnaast is er een beperking van de grondontsmettingsfrequentie. Een vergunning voor grondontsmetting wordt slechts eenmaal in de vier jaar voor hetzelfde perceel of perceelsgedeelte afgegeven.

Tot 2001 zijn er twee perioden van 4 jaar. Vanaf 2001 wordt er slechts eenmaal per 5 jaar een vergunning voor een perceel of perceelsgedeelte afgegeven. De eerste periode loopt van 1 mei 1993 tot en met 31 december 1996, de tweede van 1 januari 1997 tot 31 dec 2000. Binnen een periode kan het jaar van ontsmetten vrij worden gekozen.

AM-resistentie en tolerantie

Voor de beheersing van AM zullen resistente rassen een steeds prominentere rol gaan spelen. Over de werking van resistente rassen bestaan in de praktijk veel misverstanden. In onderstaande paragraaf wordt ingegaan op resistentie en tolerantie en het verschil tussen resistente rassen tegen *Globodera rostochiensis* en resistente rassen tegen *Globodera pallida*.

Ter bestrijding van *Globodera rostochiensis* zijn zowel resistente consumptie- als zetmeelaardappelrassen beschikbaar. De meeste van deze rassen doen wat cultuur- en gebruikswaarde betreft niet onder voor de oude vatbare rassen en worden dan ook breed ingezet. De rassen verschillen wel in de mate waarin ze een aantasting door het aardappelcysteaaltje kunnen verdragen (tolerantie). Tolerantie en resistentie zijn twee los van elkaar staande eigenschappen van een ras. Een ras is tolerant als dat ras naar verhouding minder opbrengstderving geeft dan andere rassen bij gelijke aaltjesdichtheden. Een ras is resistent als de vermeerdering op een lager niveau ligt dan die op volledig vatbare rassen als Bintje, Irene en Desiree.
De resistentie in deze rassen, hier verder Ro-resistentie genoemd, is afkomstig uit een wilde aardappel *Solanum tuberosum ssp. andigena*. Deze resistentie is gebaseerd op één gen en werkt absoluut. Bij de teelt van deze rassen worden de larven uit de cysten gelokt. Deze gaan vervolgens het wortelstelsel binnen (figuur 9).

In een vatbaar ras vormt er zich rond de kop van de larve een voedingscel waaruit plantaardig materiaal wordt opgenomen. De larve groeit en vervelt een aantal keren. In een Ro-resistent ras ziet een *G. rostochiensis* larve geen kans een goed functionerende voedingscel te vormen. De larven kunnen maar weinig voedsel opnemen en zijn niet in staat zich te ontwikkelen tot volwassen vrouwtjes zodat er geen nieuwe eieren worden gevormd. Door gebrek aan voedsel ontwikkelen veel larven zich wel tot mannetje maar bij gebrek aan vrouwtjes treedt vermeerdering niet op. Doordat in het veld de bouwvoor nooit volledig wordt doorworteld worden niet alle cysten leeggelokt. Deze onvolledige doorworteling leidt in de totale bouwvoor tot een maximale reductie van 80% van de populatie. Doordat de larven wel het wortelstelsel van een resistent ras binnendringen en de wortels beschadigen kan ook een resistent ras schade lijden tengevolge van een aardappelcysteaaltjesaantasting.
Een populatiereductie van 80% wordt alleen maar bereikt bij een ongestoorde groei van het resistente aardappelgewas. Saneren van zware besmettingen door de teelt van resistente rassen is vanwege slechte groei niet mogelijk.

De ingekruiste resistentie tegen *G. pallida* is grotendeels afkomstig uit *Solanum vernei*. Het is gebleken dat deze Pa-resistentie polygeen is (gebaseerd op twee of meer genen) en in tegenstelling tot Ro-resistentie niet absoluut. Niet absoluut wil zeggen dat er nog wel *G. pallida* larven kans zien een voedingscel te vormen en zich te ontwikkelen tot vol-

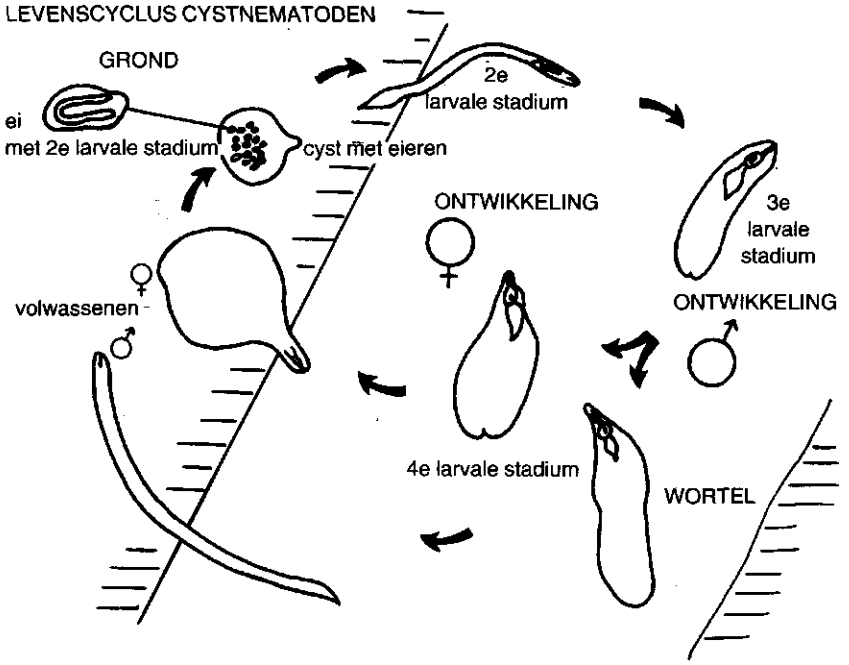


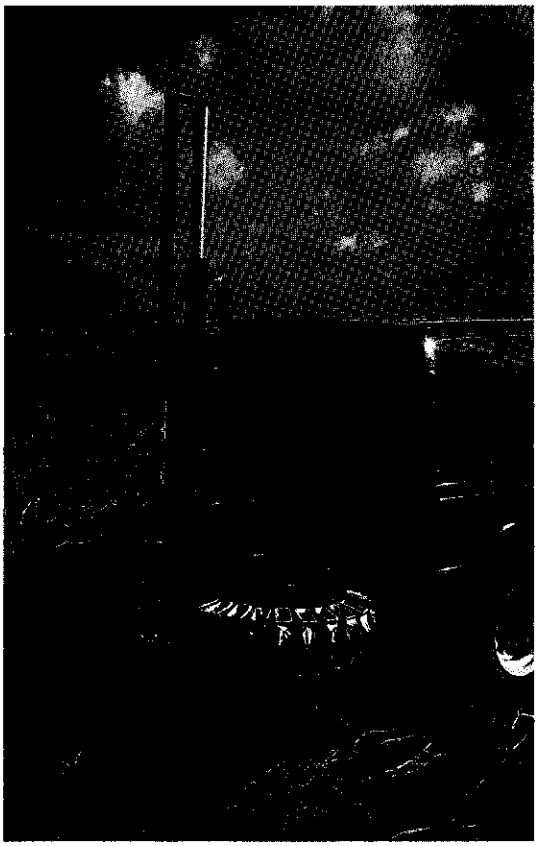
Fig. 9. Levenscyclus van het aardappelcysteaaltje.

wassen vrouwtjes die eieren produceren. Het aantal vrouwtjes is echter veel geringer dan op een vatbaar ras. De Pa-resistentie is daarom geen absolute resistentie maar partiële (gedeeltelijke) resistentie.
Doordat op partieel resistente rassen veel minder vrouwtjes worden gevormd laten ze in het veld veel lagere maximale populatiedichtheden achter dan vatbare rassen.
Dit betekent dat na de teelt van een Pa-resistent ras er minder eieren per eenheid grond achterblijven dan na een vatbaar ras. De populatie zakt daardoor in de niet aardappeljaren sneller onder de schadegrens (zie figuur 11).

Doordat de Pa-resistentie op een complex van genen is gebaseerd komen er tussen de verschillende rassen grote verschillen voor in de mate van resistentie tegen *G. pallida*. Het hangt er namelijk maar van af hoeveel en welke resistentiegenen vanuit de wilde voorouders zijn ingekruist.

Hoeveel vermeerdering er op een Pa-resistent ras optreedt hangt af van de mate van resistentie tegen de betreffende aaltjespopulatie. Of vanuit de populatie geredeneerd: de mate van virulentie (agressiviteit) in de populatie voor het desbetreffende ras. Het kan dus voorkomen dat een ras de ene *G. pallida* populatie reduceert terwijl een andere populatie zich op het ras in meer of mindere mate kan vermeerderen.

De indeling van *G. pallida* in de pathotypen D en E is dan ook een zeer kunstmatige indeling. Wanneer een populatie door de PD als E wordt gekarakteriseerd wil dat alleen zeggen dat er in de toets geen cysten werden aangetroffen op de voor D en E onderscheidende geniteur *S.vernei* hybride 62-33-3. De kwalificatie E-populatie kan dan gelden voor de hele range van zeer weinig tot zeer veel cysten.
Ook de kwalificatie D- of E-resistent ras is een zeer arbitraire. D-resistent betekent dan



Een intensieve AM-bemonstering levert essentiële informatie op (prototype Faber bemonsteringsmachine 1989).

dat de afname van de toetspopulatie, gekwalificeerd als D-populatie op basis van zijn gedrag op de 62-33-3, 80% of meer bedroeg. Deze normstelling was gebaseerd op het uitgangspunt dat de werking van een resistent ras vergelijkbaar moest zijn aan die van een goed geslaagde grondontsmetting; deze was gesteld op 80%.

Was de geconstateerde afname tussen de 35 en 80%, dan kreeg het ras de kwalificatie weinig vatbaar (EG-norm voor kwalificatie resistent). De kwalificatie vatbaar kan dan alles zijn tussen 29% afname en net zoveel vermeerdering als een volledig vatbaar ras.

Relatieve vatbaarheid (RV): de maat voor partiële resistentie

In plaats van de indeling vatbaar, weinig vatbaar en resistent voor een bepaalde populatie zal van elk ras de mate van partiële resistentie in een cijfer moeten worden weergegeven.

Vermeerderingscijfers van aardappelcysteaaltjes zijn jaars-, ras- en perceelsafhankelijk. Daarnaast hangen de vermeerderingsgetallen (Pf/Pi) af van de aaltjesdichtheden aan het begin van het groeiseizoen (Pi). Hoe lager de begindichtheid (Pi) des te hoger het vermeerderingsgetal (Pf/Pi).
Dit maakt het onmogelijk om op basis van de vermeerderingsgetallen van één ras in het veld, iets te zeggen over de mate van resistentie van dat ras.
Het is dus niet zinvol de resistentie van een ras weer te geven als de absolute vermeerdering van de populatie op dat ras.
Door de partiële resistentie van een ras weer te geven als percentage Relatieve Vatbaarheid (RV) wordt wel een stabiele maat voor de mate van resistentie verkregen.

Er zijn twee manieren om de RV te meten:

Door de maximale vermeerdering (dat wil zeggen bij zeer lage begindichtheid van het te toetsen ras, a genoemd) te vergelijken met de maximale vermeerdering op een volledig vatbaar ras (a_v) (Bintje, Irene, Desiree) dat als referentie-ras wordt meegenomen.

De vermeerdering van het resistente ras wordt vervolgens uitgedrukt als percentage van de vermeerdering op de volledig vatbare bij dezelfde dichtheid. Dit percentage is de relatieve vatbaarheid (RV) van het getoetste ras.

$$\text{Relatieve Vatbaarheid (RVa)} = \frac{\text{max. vermeerdering 'resistente' ras}}{\text{max. vermeerdering vatbaar ref. ras}} \times 100\%.$$

De vermeerdering op een ras met een RV van 10% zal maximaal eentiende zijn van de vermeerdering op een vatbaar ras. Wanneer

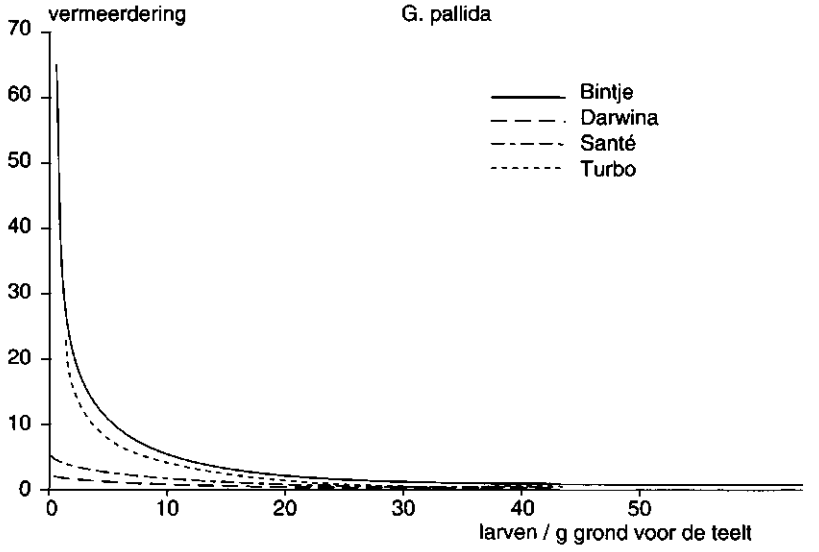


Fig. 10. Relatie tussen de begindichtheid en de vermeerderingsgetallen.

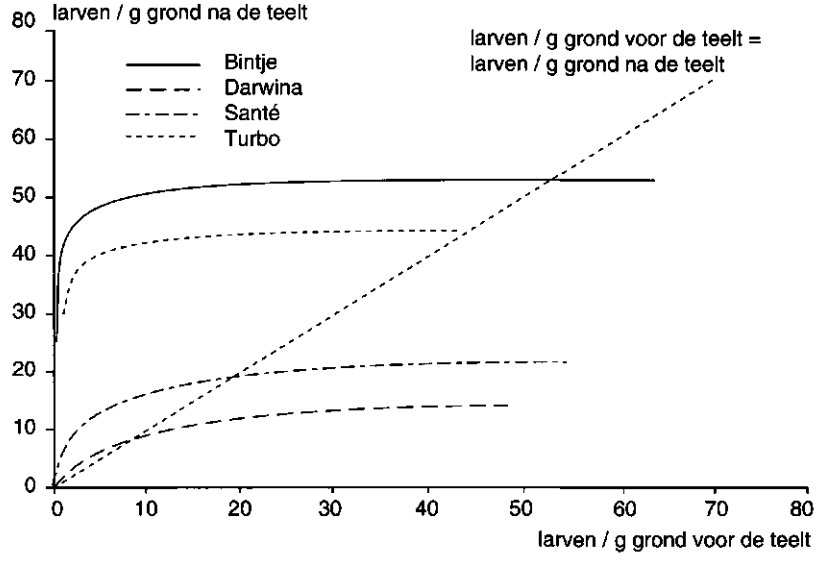


Fig. 11. Relatie tussen begin- en eindbesmetting voor vier rassen bij G. pallida (PAGV 1991).

een vatbaar ras als Bintje tijdens een groeiseizoen een vermeerdering van 15x zou opleveren, wordt dit voor een ras x met een RV van 10% een vermeerdering van 1,5 keer.

Vanwege de bemonsteringsfouten is het bijna onmogelijk lage dichtheden (<1 larve per gram grond) in veldproeven goed te meten. In potproeven is dit wel mogelijk.

Afhankelijk van het niveau van resistentie en het niveau van tolerantie van een ras kan een ras een maximale populatiedichtheid opbouwen.
De maximale populatiedichtheid is in het veld gemakkelijker vast te stellen dan de maximale vermeerdering.
Een tweede manier om de Relatieve Vatbaarheid te bepalen is dan ook de maximale populatiedichtheid die na een teelt van een ras achterblijft te meten en te vergelijken met de maximale populatiedichtheid na een vatbaar referentieras. Voorwaarde is wel dat in het desbetreffende veld een grote reeks aan begindichtheden aanwezig is.

$$\text{Relatieve Vatbaarheid (RVm)} = \frac{\text{max. populatiedichth. onder 'resistent' ras}}{\text{max. populatiedichth. onder vatbaar ras}} \times 100\%.$$

In theorie zouden de RV's gemeten op beide manieren op hetzelfde getal moeten uitkomen. Een ras *x* met een RV van 10% betekent dus ook dat wanneer de maximale populatiedichtheid onder het vatbare ras 150 larven per gram grond bedraagt, de populatie bij de teelt van ras *x* niet verder oploopt dan tot 15 larven per gram grond.

Principe van partiële resistentie en tolerantie geïllustreerd aan de hand van een PAGV veldproef

Partiële resistentie

Op een met *G. pallida* besmet perceel werden naast elkaar de rassen Bintje, Turbo, Santé en Darwina geteeld bij verschillende besmettingsniveau's. Het tolerantieniveau en de resistentie van de rassen werd bepaald door de opbrengsten en vermeerderingsgetallen te meten.
In figuur 10 staat de relatie tussen de begindichtheid en de vermeerderingsgetallen (Pf/Pi).

Voor alle rassen geldt dat bij een hogere beginbesmetting de vermeerdering (Pf/Pi) lager is. Hoe resistenter het ras des te lager de Pf/Pi bij zeer lage dichtheden. Turbo en Bintje hebben hoge vermeerderingscijfers bij lage dichtheden. Van Santé en Darwina zijn ze laag.

In figuur 11 geeft de gestippelde lijn door de oorsprong de punten weer waarbij er geen toe- of afname van de populatie optreedt. De populatie na de teelt is even groot als voor de teelt. Uit de snijpunten van de raslijnen met deze evenwichtslijn is op te maken dat hoe resistenter het ras des te eerder de vermeerdering (Pf/Pi >1) omslaat in een afname van de populatie.

Dit leidt ertoe dat de rassen elk hun eigen maximale populatiedichtheid opbouwen. Uit de relatie tussen begin- en einddichtheden na afloop van de teelt van de rassen blijkt dat Bintje, Turbo, Santé en Darwina maximaal een populatie van respectievelijk 52, 44, 20, 12 larven per gram grond achterlaten.

In figuur 10 en 11 wordt geïllustreerd dat partieel resistente rassen bij lage dichtheden vermeerderen, maar vele malen minder dan een volledig vatbaar ras. Bovendien is de maximale aaltjesdichtheid die na de teelt van een partieel resistent achterblijft lager dan bij de teelt van een vatbaar ras.

Tolerantie

Het effect van aaltjesaantasting op de opbrengst is per ras verschillend.
De minimale opbrengsten van Darwina, Santé en Bintje liggen alle drie laag, maar de opbrengst van Darwina daalt veel sneller. Turbo blijkt tolerant te zijn bij zowel hoge als lage dichtheden.
Om een goed inzicht te krijgen van de tolerantie-eigenschappen van een ras is het daarom van belang het verloop van de opbrengst te kennen binnen een reeks van beginbesmettingen.

Samengevat wordt in deze proef geïllustreerd dat resistentie en tolerantie los van elkaar staande zaken zijn. Turbo is immers niet

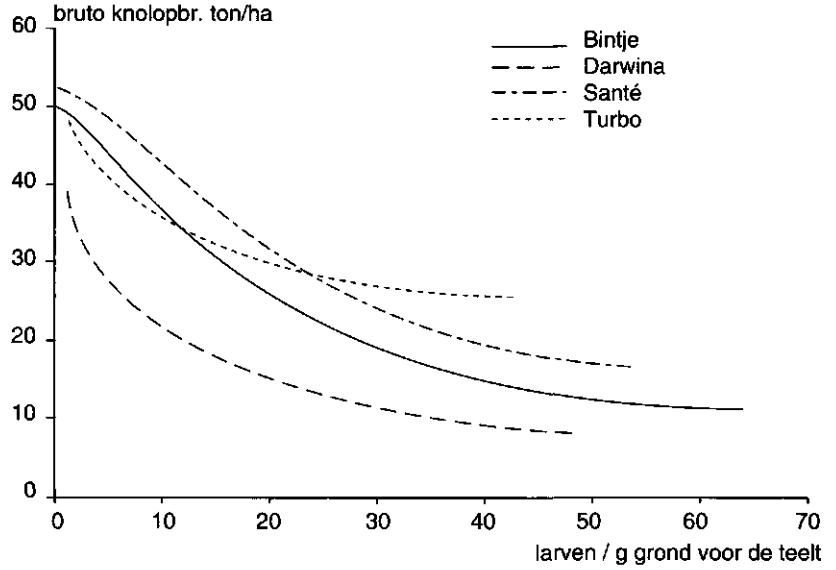


Fig. 12. Opbrengst in ton per hectare uitgezet tegen het aantal larven per gram grond voor de teelt (Pi), voor 4 rassen bij G. pallida.

resistent maar wel tolerant. Daarnaast blijkt duidelijk dat er bij partieel resistente rassen wel vermeerdering optreedt bij lage dichtheden, maar dat dit afhankelijk van de mate van resistentie leidt tot veel lagere einddichtheden dan bij de teelt van vatbare rassen.
De vermeerdering bij lage dichtheden en de afname bij hogere dichtheden leiden ertoe dat een perceel op den duur op een laag niveau egaal besmet raakt.

Gebruiksmogelijkheden van partieel resistente rassen tegen *G. pallida*

Op basis van de resultaten van de veldproef in 1991 kunnen schaderelaties en Pf/Pi-relaties berekend worden. Deze relaties hebben geen absolute geldigheid. Ze zijn immers slechts gebaseerd op één proefveld en één proefjaar. Ze kunnen echter wel de principes van het effect van de rassenkeuze, teeltfrequentie en grondontsmetting op populatieverloop en schade demonstreren. De hier gebruikte rassen staan model voor rassen met verschillende niveau's van Relatieve Vatbaarheid. Bintje staat model voor een volledig vatbaar ras met een RV van 100 %, Santé voor een ras met een RV van 20% en Darwina staat model voor een ras met een RV kleiner dan 10%.
De voorbeelden hebben daarom een bredere geldigheid dan alleen voor de genoemde rassen.
In een aantal scenarioberekeningen zal worden nagegaan wat de mogelijkheden van de genoemde maatregelen zijn.
Naast met de in de proef gemeten relaties wordt voor de natuurlijke afname gerekend met 50% natuurlijke afname in het jaar na de aardappelteelt en 35% in de overige jaren. Er wordt gestart met een besmettingsniveau van 3 larven per gram grond.
Voor de beheersing van AM kan worden gekozen uit de onderstaande maatregelen:
- teeltfrequentie
- meer of minder resistente rassen
- natte grondontsmetting
- toepassing van granulaten.

Scenario 1. Darwina, 1:2 teelt

De Relatieve Vermeerdering van Darwina is zo laag dat de toename door de teelt ook binnen een 1:2 ruimschoots wordt gecompenseerd door de natuurlijke aaltjesafname (figuur 13). In de loop der jaren zakt de populatie verder weg. Door de sterke schadegevoeligheid (intolerantie) van Darwina blijft het schadepercentage de eerste jaren hoog.
Rassen met een dermate hoge graad van resistentie kunnen dus verbouwd worden binnen nauwe bouwplannen. De aaltjesdichtheid moet wel laag liggen opdat de schade beperkt blijft.

Scenario 2. Santé, 1:2 teelt

De lagere resistentiegraad van Santé in vergelijking met die van Darwina leidt ertoe dat de vermeerdering niet meer gecompenseerd wordt door de natuurlijke afname (figuur 14). Binnen een 1:2 teelt komt Santé, ook bij een lage aanvangsbesmetting ver boven de schadegrens. De Relatieve Vatbaarheid van Santé op deze populatie is te hoog voor een 1:2 bouwplan.

Scenario 3. Santé, 1:4 teelt

De twee extra jaren natuurlijke afbraak maken dat de vermeerdering op Santé beter gecompenseerd wordt (figuur 15). Binnen een 1:4 teelt ligt de schade op een veel lager niveau. Het hangt dus van de teeltfrequentie af welke RV nodig is om de populatie te controleren.

Scenario 4. Afwisselend Bintje en Santé, in 1:4 teelt

Dit scenario wordt in de praktijk vaak geopperd. Het achterliggende idee is dat met het resistente ras de populatie wordt afgebouwd en dat deze afbouw de vermeerdering door de teelt van het vatbare ras kan compenseren.
Ondanks het feit dat Santé een hoge resistentiegraad heeft is het binnen een 1:4 rotatie onmogelijk de vermeerdering onder de vat-

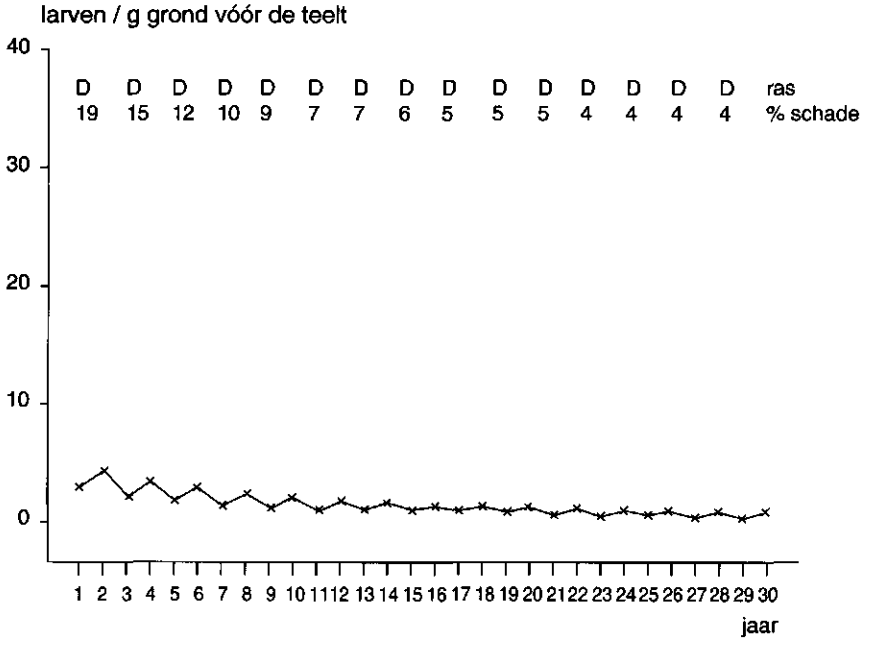


Fig. 13. Populatieverloop en percentage opbrengsderving bij een 1:2 teelt met Darwina.

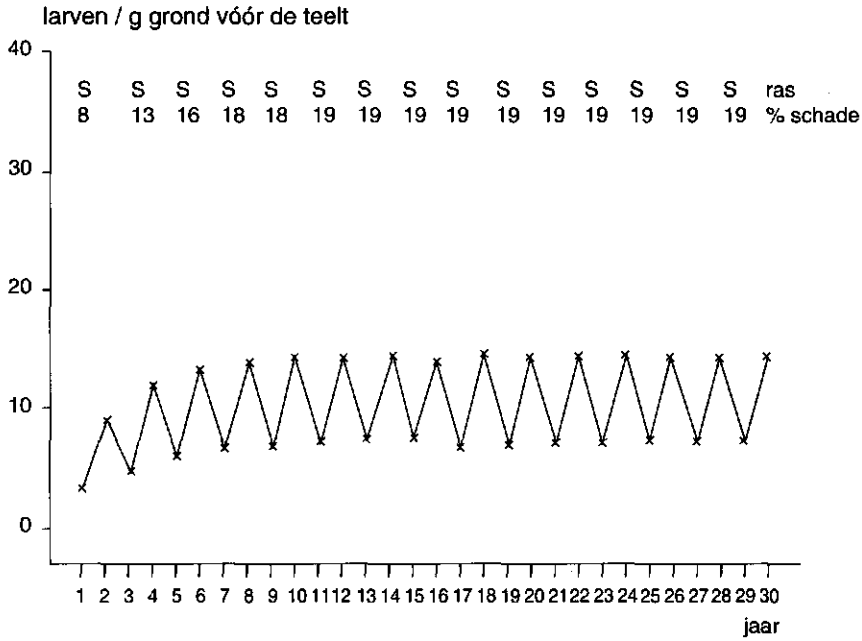


Fig. 14. Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij een 1:2 teelt met Santé.

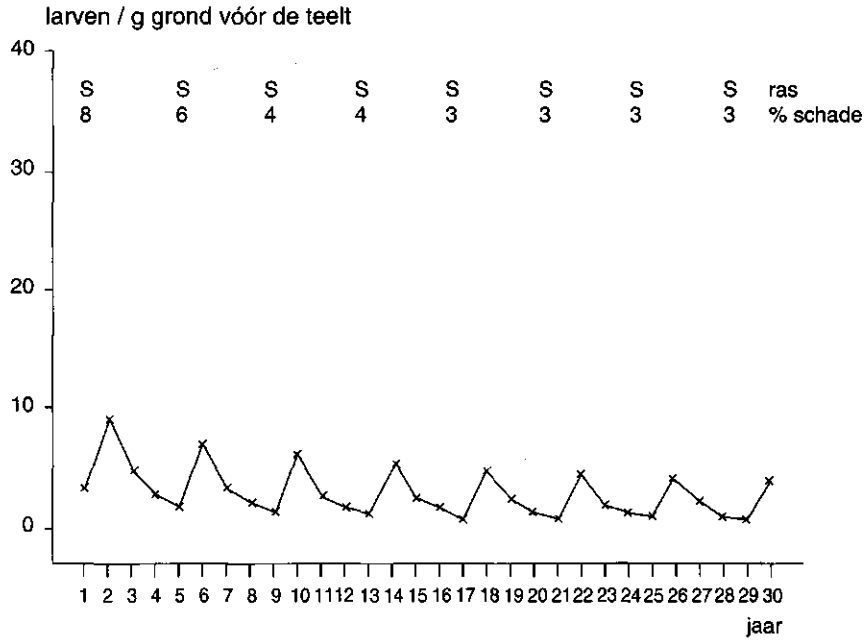


Fig. 15. Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij een 1:4 teelt met Santé.

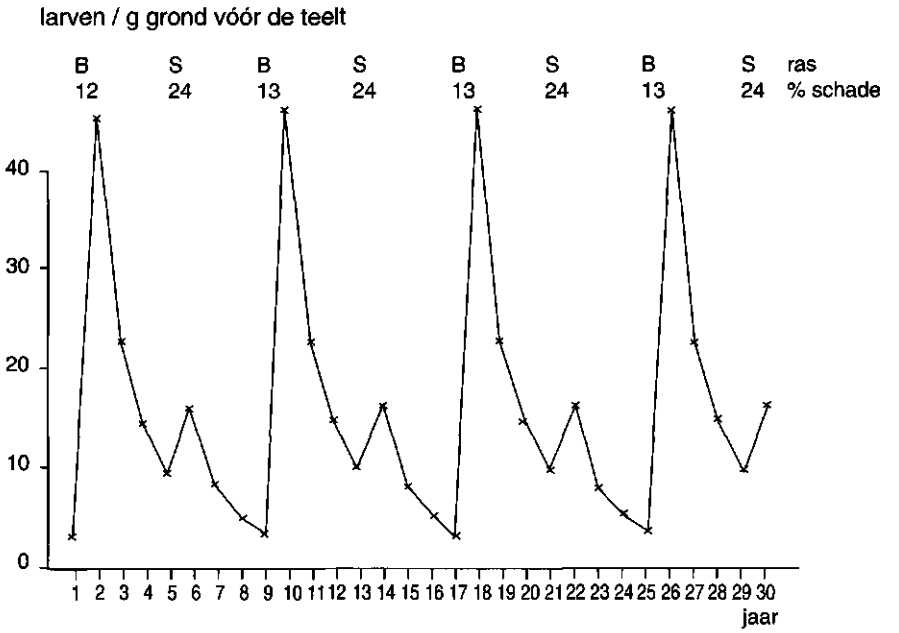


Fig. 16. Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij afwisselend Bintje en Santé, in een 1:4 rotatie.

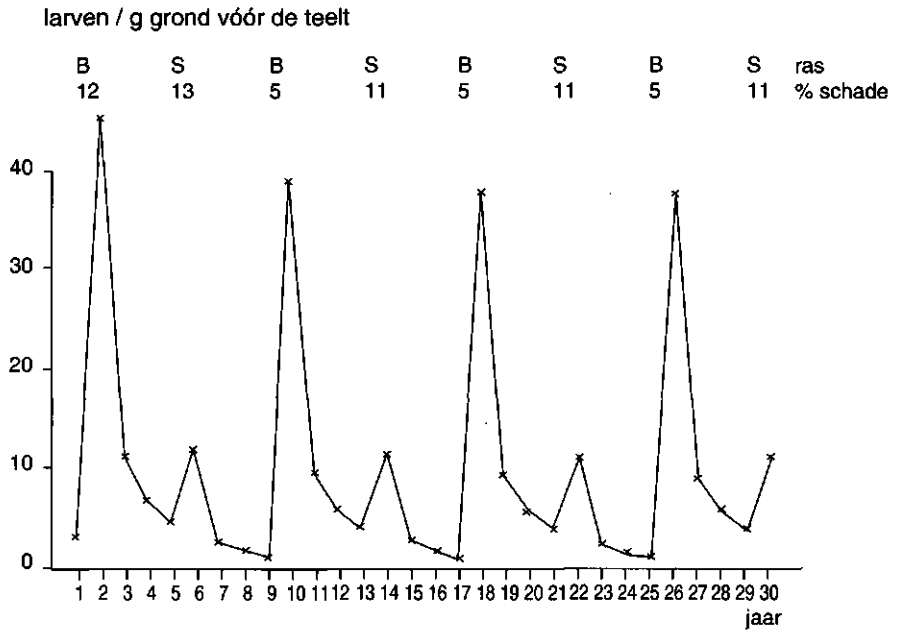


Fig. 17. Populatieverloop en percentage opbrengstderving, bij afwisselend Bintje en Santé in een 1:4 teelt en 1:8 grondontsmetting met 50% ontsmettingseffect.

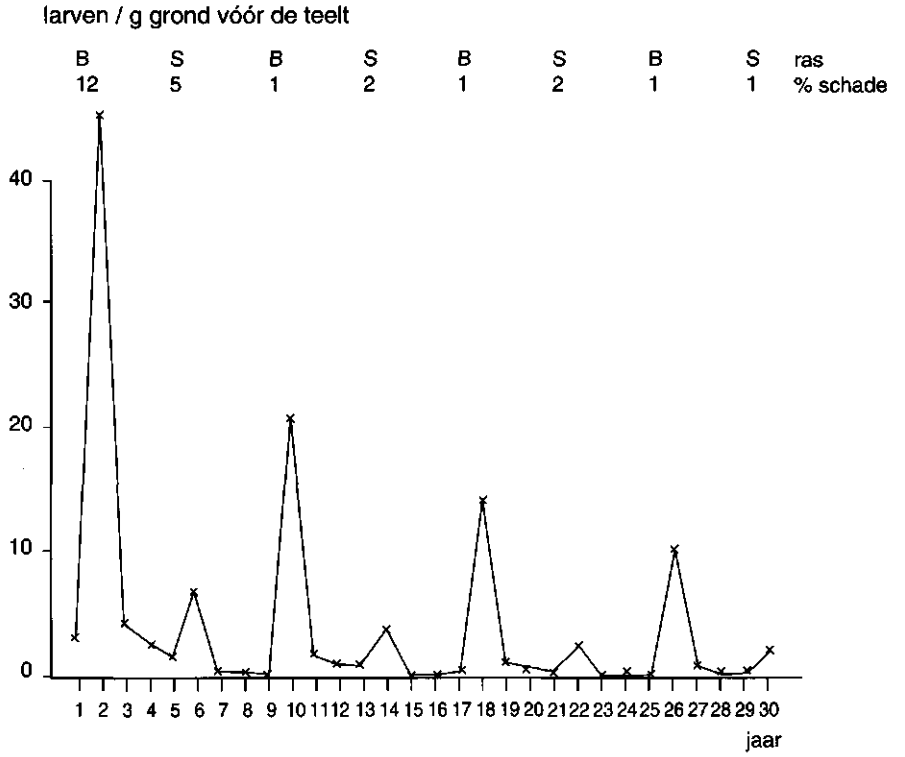


Fig.18. Populatieverloop en percentage opbrengstderving, bij afwisselend Bintje en Santé in een 1:4 teelt en 1:8 grondontsmetting met 80% ontsmettingseffect.

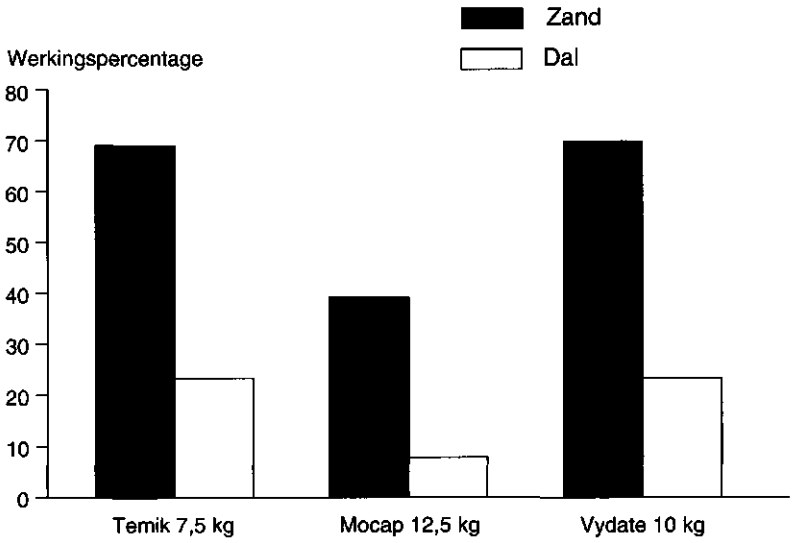


Fig. 19. Werkingspercentages van granulaten toegepast in de rij op zand- en dalgrond (bron: HLB).

bare Bintje te compenseren (figuur 16). Binnen nauwere bouwplannen wordt dit nog moeilijker.

Scenario 5. Afwisselend Bintje en Santé in 1:4 met 1:8 grondontsmetting (50% doding)

Een grondontsmettingseffect van 50% is niet afdoende om het effect van de vermeerdering onder Bintje teniet te doen (figuur 17).
De besmetting blijft op schadelijke niveau's (boven 2 larven per gram grond). Pas bij een grondontsmetting met 80% doding kan dit bouwplan worden rondgezet (figuur 18). In veel situaties is door de zwaarte van de grond of het voorkomen van adaptatie een dodingspercentage van 80% niet haalbaar. Daarmee wordt dit bouwplan door de teelt van het vatbare ras duur en risicovol.

Granulaten

Naast de natte grondontsmetting met fumiganten is het mogelijk granulaten toe te passen. In onderzoek uitgevoerd in 1990 en 1991 toonde het HLB aan dat op zand- en dalgrond bij een rijentoepassing met een kwart van de volveldsdosering van de granulaten Vydate, Temik en Mocap de aaltjesvermeerdering op zowel vatbare als resistente rassen wordt verminderd. Op zandgrond is de werking het beste (figuur 19).
De effectiviteit van een middel wordt uitgedrukt als een werkingspercentage. Dit is het percentage waarmee de vermeerdering van het aardappelcysteaaltje wordt onderdrukt ten opzichte van de onbehandelde controle.

Op dalgrond is de werking van granulaten door binding aan de organische stof minder goed. Het werkingspercentage, het percentage waarmee de vermeerdering wordt gereduceerd, lag op een dalgrond in een tweede proef in 1991 rond de 40%. Mocap blijft op de dalgrond nog sterker achter dan op zand. Dit wordt verklaard door de binding aan de organische stof die bij het toch al immobiele Mocap sterker doorwerkt dan bij Vydate en Temik.
De werking van granulaten is sterk pH-afhankelijk. Hoe hoger de pH des te sneller de middelen worden afgebroken. De resultaten van

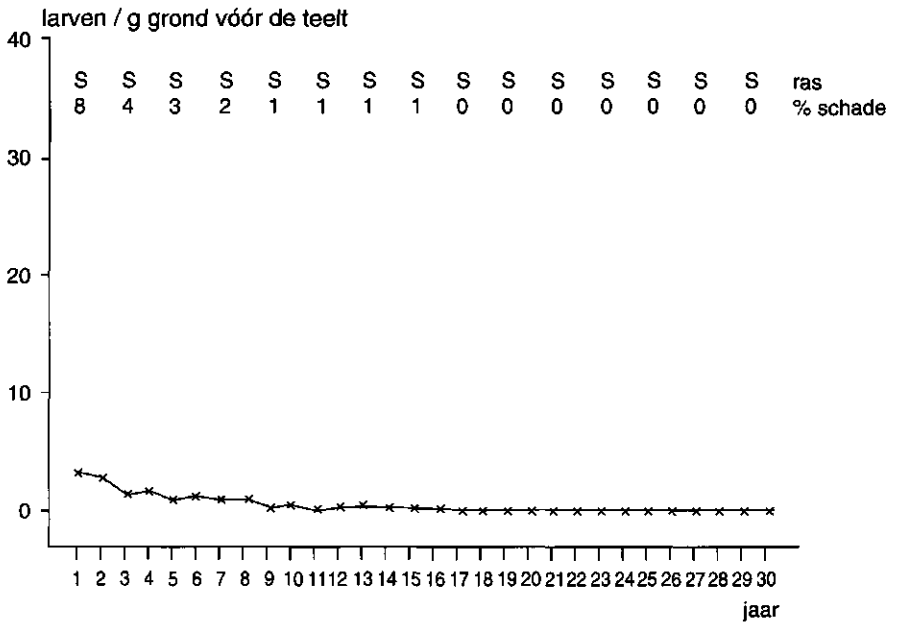


Fig. 20. Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij Santé in een 1:2 rotatie met granulaat, werkingspercentage 70%.

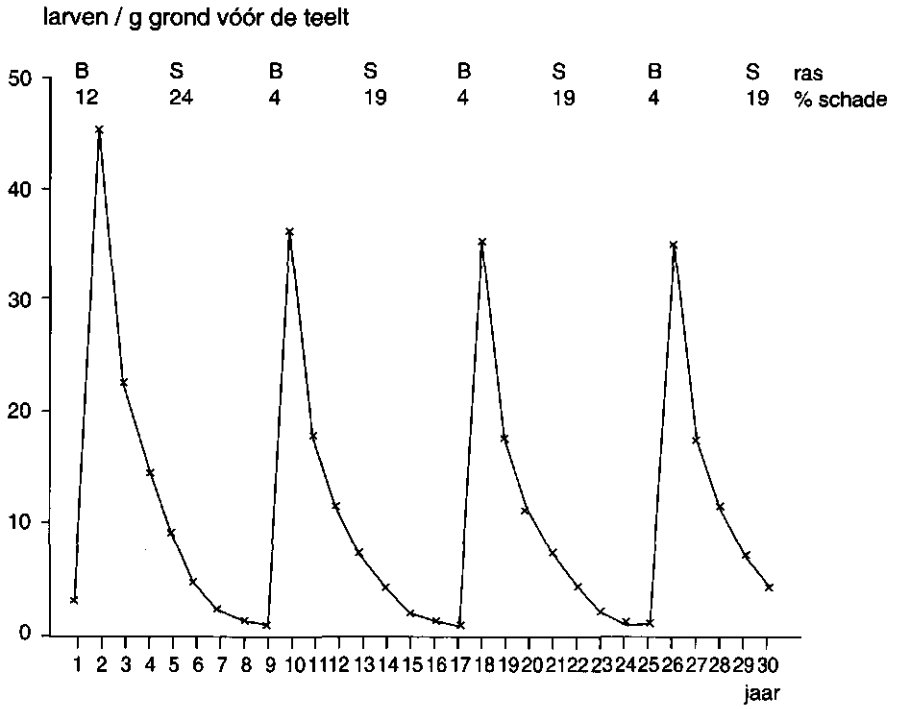


Fig. 21. Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij afwisselend Bintje en Santé in een 1:4 rotatie. Granulaat bij Santé, werkingspercentage 70%.

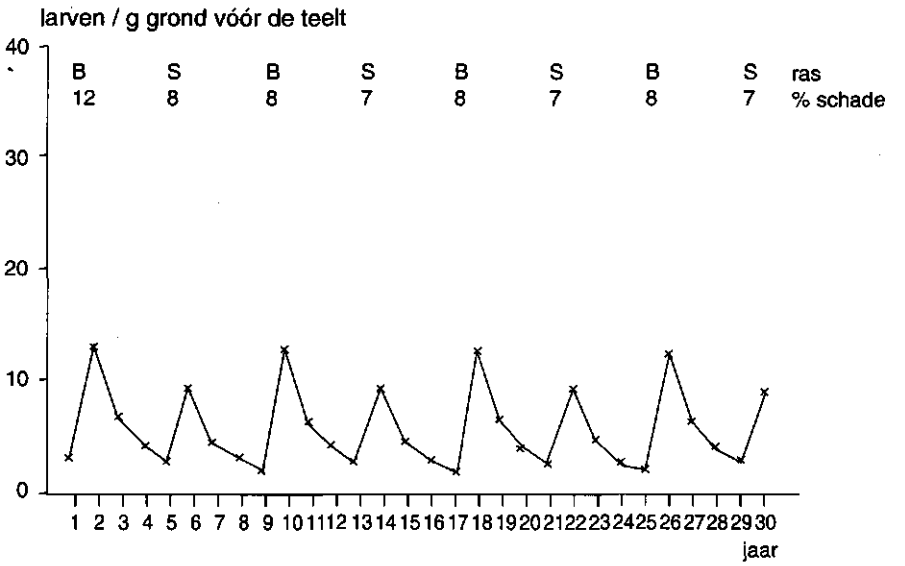


Fig. 22. Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij afwisselend Bintje en Santé in een 1:4 rotatie. Granulaat bij Bintje, werkingspercentage 70%.

het zand gelden daarom niet zondermeer voor kleigronden en andere gronden met een pH boven de 5,5.
In 1993 is het PAGV onderzoek gestart met als doel na te gaan of rijentoepassing ook op kleigronden met pH's rond 7 zin heeft.
Bij een werkingspercentage van 70%, dat wil zeggen de vermeerdering is 30% van die van de onbehandelde, heeft dit een sterk effect op de populatieontwikkeling. Wanneer in scenario 2 granulaat wordt toegepast, verandert het populatieverloop en de schade (figuur 20).
Het granulaat zorgt ervoor dat de te hoge relatieve vatbaarheid van Santé wordt gecompenseerd en maakt zo beheersing van de populatie mogelijk en voorkomt schade.

Bij granulaattoepassing in scenario 4 bij de teelt van Santé zakt tengevolge van de lagere vermeerdering de beginbesmetting voor Bintje en daalt het schadepercentage van 13 % naar 4 % (figuur 21). Bij de teelt van Bintje stijgt de populatie tot een lager niveau dan in scenario 4 (figuur 16). Hierdoor zakt het percentage opbrengstderving van Santé van 24 % naar 19 %.

Wanneer granulaat vóór het vatbare ras wordt toegepast (figuur 22), heeft dit een groter effect op het populatieverloop en de opbrengst.

De sterk verminderde vermeerdering op het vatbare ras werkt in de hele rotatie door.
In deze berekeningen is alleen het effect op de schade tengevolge van een verlaging van het besmettingsniveau meegerekend.
Er is geen rekening gehouden met het directe effect dat het granulaat op de opbrengst kan hebben. In de HLB-proef op zand loopt dit in vergelijking met onbehandeld uiteen van 4 % meeropbrengst bij Mocap tot 15 % meeropbrengst bij Temik. Op de zandgronden met lage pH's is granulaat in veel gevallen een alternatief voor de natte grondontsmetting (vergelijk ook met figuur 17). Vervolgproeven van het HLB zullen uitwijzen hoe consistent de resultaten met de rijentoepassing van granulaten op de zandgronden zijn. Het HLB gaat ervan uit dat een werkingspercentage van minimaal 50% op de zandgronden haalbaar moet zijn. Ook voor de granulaten is het risico aanwezig dat door herhaald gebruik de middelen door micro-organismen versneld worden afgebroken (adaptatie), waardoor het werkingspercentage bij herhaalde toepassing lager wordt.

De hier beschreven resultaten kunnen niet worden doorgetrokken naar andere gronden. Voor zowel de zandgronden met hogere pH's als de andere gronden zal onderzoek uitwijzen of en onder welke randvoorwaarden met granulaten goede resultaten kunnen worden geboekt.

Discussie en conclusies

G. pallida gaat op steeds meer bedrijven een rol van betekenis spelen. Het initiatief om dit te voorkomen en te beheersen wordt geheel bij de teler gelegd.

Bemonstering

Tussen nu en 1996 zullen voor de verschillende teeltgebieden bemonsteringsmethoden beschikbaar komen, die zonodig aangepast aan regiospecifieke kenmerken en eisen, met een bekende nauwkeurigheid AM opsporen of het besmettingsniveau vaststellen.
Het is noodzakelijk dat de vitaliteitsbepaling van eieren in cysten wordt verbeterd zodat de schatting van het aantal levende larven per eenheid grond nauwkeuriger wordt. Dit zal met name in de zetmeelaardappelteeltgebieden leiden tot een verbeterde advisering. Onderzoek in het kader van de projecten intensieve bemonstering (IPO, PAGV, HLB, NAK en PD) en bodemgezondheid (PAGV, HLB) is gericht op verbetering van deze methoden.

Karakterisering van populaties en rassen

Voor de toekomst is het indelen van populaties in pathotype D en E en rassen in D- en E-resistent niet wenselijk. Het gaat erom of de

in het rassenassortiment aanwezige partiële resistentie van voldoende niveau is om in de gewenste teeltfrequentie de op het perceel aanwezige populatie op niet schadelijke niveau's te houden of in geval van pootgoedteelt de besmetting onder de PD-detectiegrens te houden.
Het is daarom niet per sé noodzakelijk om rassen te hebben die 80% afname geven. Ook al treedt er in meer of mindere mate vermeerdering onder rassen op dan zijn ze toch bruikbaar voor de beheersing van AM. De graad van resistentie die nodig is om het bouwplan rond te zetten hangt af van de teeltfrequentie en de agressiviteit van de aanwezige aaltjespopulatie. De inschatting is dat binnen een 1:4 rotatie een Relatieve Vatbaarheid van 25% of lager voldoende is om zonder kans op schade het bouwplan zonder de inzet van grondontsmettingsmiddelen rond te zetten. Voor een 1:3 bouwplan is dit een RV van 15% en bij 1:2 een RV van 10%.

Om op bovenstaande wijze te kunnen werken is veel aanvullende informatie nodig. Van de rassen moet de teler nauwkeurig het niveau van resistentie voor verschillende populatietypen kennen.
In 1993 tot en met 1995 worden door het CPRO en het PAGV 40 rassen getoetst op hun resistentie en tolerantie tegen verschillende *G. pallida* populaties. Deze informatie zal in de rassenlijst worden opgenomen.

Vooruitlopend hierop wordt in de Rassenlijst 1994 de klasse-indeling voor resistente rassen gewijzigd.
De nieuwe indeling wordt:

Hoog Resistent (HR)	RV	=	0 tot 1%
Resistent (R)	RV	=	1 tot 4%
Licht Vatbaar (LV)	RV	=	4 tot 17%
Vatbaar (V)	RV	=	meer dan 17%

De rassen die voorheen als resistent in de rassenlijst stonden, komen nu in de categorie Hoog Resistent. De categorie Resistent is de EG-norm voor resistentie en stond tot nu toe in de Nederlandse rassenlijst voor 'weinig vatbaar'.
De categorie Licht Vatbaar is nieuw. Rassen met een dergelijke RV zijn binnen een 1:4 en een 1:3 rotatie bruikbaar om een populatie te beheersen.
Naast inzicht in de raseigenschappen zullen we meer inzicht moeten krijgen in de typen populaties die in Nederland voorkomen en in methoden om ze betrouwbaar te karakteriseren.
De huidige rassenkeuzetoets is niet geschikt voor detailinformatie betreffende rasverschillen. De toetsuitslagen moeten dan ook niet als zodanig geïnterpreteerd worden. Wel is het mogelijk om met de huidige rassenkeuzetoets vast te stellen of de getoetste populatie weinig of zeer agressief (virulent) is.
Op basis van de RV op Elles kan worden vastgesteld of de virulentie zodanig is dat moet worden overgegaan op rassen uit de 'Seresta-groep'.

In een samenwerkingsproject HLB en PAGV wordt gewerkt aan een karakterisering via een aangepaste rassenkeuzetoets. In 1994 start een project van de Landbouwuniversiteit en het PAGV om de karakterisering via serologische technieken te bewerkstelligen.
Via een inventarisatie en karakterisering van de in Nederland aanwezige populaties kunnen kweekprogramma's met behulp van representatieve populaties doelmatiger worden opgezet en kan de rassenkeuze verder worden onderbouwd.

Selectie

Wanneer er binnen een aaltjespopulatie individuen zijn die het resistentiemechanisme van resistente rassen kunnen omzeilen dan zal dit deel van de populatie zich wel vermeerderen terwijl de rest uitsterft. De aaltjes die de resistentie weten te omzeilen worden virulent genoemd. Langzaam maar zeker zullen er bij herhaalde teelt van het resistente ras steeds meer aaltjes van dit virulente type komen en de populatie zal weer gaan toenemen. De praktijk zegt dan dat de resistentie is doorbroken. Dit suggereert dat er mutatie heeft plaatsgevonden, maar er is sprake van selectie op een deel van de populatie.
Dat selectie bij aardappelcysteaaltjes voor-

komt is aangetoond.
Of dit verschijnsel snel of langzaam gaat hangt vooral af van het percentage individuen van de populatie dat al virulent is.

Wanneer er geen virulente individuen zijn dan sterft de hele populatie onder een resistent ras uit. Is het aantal virulente individuen zeer beperkt dan duurt het vele teelten voordat de populatie weer begint toe te nemen. Een belangrijke reden voor een langzame toename is dat, in tegenstelling tot andere ziekten en plagen, aaltjes wel mannetjes vormen op resistente planten ongeacht of ze resistentie doorbrekende genen hebben of niet. Een groot deel van de mannetjes is dus van het niet virulente type. Deze mannetjes mengen hun genetische informatie met die van de virulente vrouwtjes. Een gedeelte van de nakomelingschap is daarom weer niet virulent.
Een tweede belangrijke oorzaak van vertraging is het feit dat niet alle cysten in één seizoen leeggelokt worden. Hierdoor zijn er altijd oude cysten met levende inhoud aanwezig die nog niet-virulente individuen inbrengen. In welke mate het selectieproces wordt vertraagd door te wisselen met vatbare rassen is onbekend.
Zeker is dat het afwisselen van resistente rassen met rassen met weinig resistentie, leidt tot een sterke toename van de aaltjespopulatie zodat grondontsmetting structureel noodzakelijk wordt.
Gezien de onzekerheden rond selectievertraging en de zekerheid van de noodzaak tot grondontsmetting, valt de afweging vooralsnog uit in het voordeel van de continue inzet van resistente rassen. Wanneer er keuze is uit verschillende rassen met afdoende resistentie kan afwisselen natuurlijk geen kwaad. Bij het HLB en het CPRO zijn onderzoeksprogramma's opgezet om meer inzicht te krijgen in selectiemechanismen en de mogelijkheden om selectie te vertragen.

Grondontsmetting

Alleen bij zeer hoge dodingspercentages kan de werking van een resistent ras met natte grondontsmetting geëvenaard worden. In de praktijk worden dodingspercentages van 80% vrijwel nooit gehaald. Natte grondont-

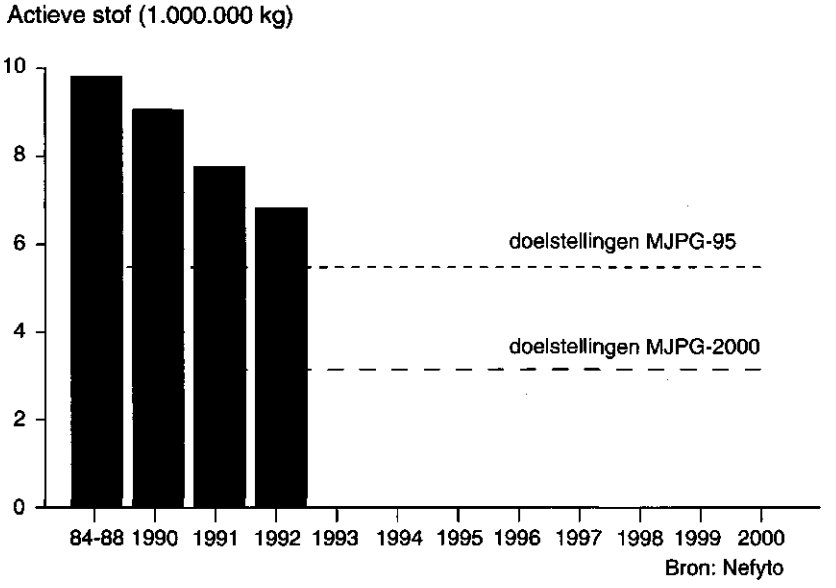


Fig. 23. Gebruik grondontsmettingsmiddelen in kg actieve stof.

smetting heeft voor AM dan ook slechts een functie voor het eenmalig saneren van hoge besmettingsniveau's.
Granulaten kunnen in ieder geval op de zandgronden met lage pH's (< 5,5) het effect van de partieel resistente rassen versterken. Ze maken het mogelijk om met rassen waarvan de RV te hoog ligt de populatieontwikkeling toch in toom te houden. Wanneer er verschillende rassen gebruikt worden is het effect van het granulaat voor de totale rotatie het sterkst bij de rassen met de hogere RV.
Er wordt gewerkt aan de ontwikkeling van tests waarmee de adaptatiegraad van de grond voor verschillende grondontsmettingsmiddelen kan worden vastgesteld. Een test voor metam-natrium is inmiddels beschikbaar.
Uit de cijfers van NEFYTO blijkt het gebruik van grondontsmettingsmiddelen de afgelopen jaren al sterk te zijn gedaald (figuur 23).
De verwachting is dan ook dat door gebruik te maken van resistente rassen, AMI etc. de MJPG- reductiedoelstellingen voor grondontsmettingsmiddelen (50% reductie in 1995 en 70% in 2000) zijn te verwezenlijken.

Adviessysteem aardappelmoeheid: TERRA

In 1994 komt een uitgewerkt prototype van een aardappelmoeheidadviessysteem (TERRA) beschikbaar. Dit prototype zal in eerste instantie dienen als ondersteuning van onderzoek en voorlichting om de wirwar van gegevens en informatie inzichtelijk te maken en om bij te dragen aan een snelle en juiste advisering.

Aanpak van AM op het eigen bedrijf

Zetmeelaardappelteelt

Voor het zetmeelaardappeltelend gebied zal er wat de bemonstering betreft niet zoveel veranderen. De telers in dit gebied hebben via een uitbreiding van de Teelt Beschermende Maatregelen (TBM) zelf voor een vervangend 'controle' systeem gezorgd. In het kader van de TBM wordt jaarlijks 50% van het aardappelareaal bemonsterd. Voorheen betrof dit 20%.
Via deze bemonstering krijgt de teler een beeld van de zwaarte van de besmetting op zijn percelen. Verbetering van de laboratoriummethoden is voor een goede advisering wel gewenst.
Grondontsmetting is alleen noodzakelijk in geval van zware besmettingen ter sanering van de aaltjespopulatie. Met een (aangepaste) rassenkeuzetoets wordt de aaltjespopulatie gekarakteriseerd. Op basis van deze informatie kan de rassenkeuze worden gemaakt. Door de mate van resistentie aan te passen aan de teeltfrequentie moet het mogelijk zijn om vanuit het oogpunt van AM met een minimum aan grondontsmetting te telen.
Met de komst van de E-resistente rassen Seresta, Sjamero, Kartel en Florijn zijn de mogelijkheden om AM met resistente rassen te bestrijden sterk toegenomen.
In geval van zeer agressieve pathotypen waartegen ook deze rassen niet afdoende werken, is verruiming van het bouwplan de enige structurele oplossing. Correctie met natte grondontsmetting heeft alleen zin als de RV van de ter beschikking staande rassen net onvoldoende is om de populatie-ontwikkeling in de hand te houden. Indien de grondsoort het toelaat, is rijentoepassing van granulaten ook een geschikte correctiemogelijkheid. Men moet echter bedacht zijn op adaptatie.
Het afwisselen van hoog resistente rassen als Elles en Darwina met minder resistente rassen als Karnico is alleen aan te bevelen als de verwachte vermeerdering op Karnico zo laag is dat het binnen de teeltfrequentie niet nodig is een extra ontsmetting tussen te voegen om de vermeerdering van Karnico te compenseren.
Wanneer aardappelmoeheid wordt beheerst via resistente rassen is het van belang bedacht te zijn op andere potentiële aaltjesproblemen als wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes etc.
In geval van risicoteelten kan via een doordachte opzet van het bouwplan en via be-

Een goede AM-strategie kan het optreden van valplekken voorkomen.

monstering ook voor deze aaltjes de grondontsmetting tot een minimum teruggebracht worden.

Pootgoedaardappelteelt

De pootgoedtelers zullen nu zelf moeten laten bemonsteren voor het verkrijgen van een AM-vrijverklaring. De verleiding is groot om uit kostenoogpunt en op basis van risico-inschatting alleen de vereiste minimumbemonstering van 200cc per eenderde hectare te laten uitvoeren. Deze bemonstering is immers voldoende voor een AM-vrijverklaring.
Voor de beheersing van AM op bedrijfsniveau is deze 200cc-bemonstering echter absoluut niet geschikt.
Een praktische oplossing is om direct na de aardappelteelt, nog voor het lostrekken van de grond, via AMI (AardappelMoeheid Intensief) te laten bemonsteren. Door de AMI-bemonstering krijgt de teler een goed beeld van de besmettingssituatie op het bedrijf.
In het najaar voor de volgende aardappelteelt laat men alleen die stroken waarin met AMI cysten gevonden zijn nogmaals bemonsteren, maar nu met een 200 cc-monster per eenderde hectare. Alleen die besmettingen die de wettelijke norm te boven gaan zullen dan in de 200 cc-bemonstering besmet worden bevonden. Alleen deze stroken zullen worden uitgesloten van de pootgoedteelt.
Op de stroken die bij AMI besmet zijn bevonden kan dan pootgoed met de juiste resistentie worden geteeld. Via de soortbepaling laat men vaststellen om welke soort het gaat. In geval van een besmetting met *G. rostochiensis* is er een ruime keuze aan resistente rassen. In geval van *G. pallida* moet de populatie via een rassenkeuzetoets nader gekarakteriseerd worden. Wanneer de RV van de beschikbare Pa-resistente rassen te hoog is, zal het bouwplan moeten worden verruimd.
Voordeel van deze manier van werken is dat men zelf tijdig weet hoe de AM-situatie is en dat men zijn maatregelen kan nemen.
Vooral voor pootgoedtelers is het van belang zich te realiseren dat de teelt van Pa-resistente rassen of een besmetting met *G. pallida* langzaam maar zeker leidt tot een lichte maar egale besmetting van het perceel. Hierdoor wordt de kans op een besmetverklaring in de loop van de tijd groter. Voor de pootgoedteler is het daarom aan te bevelen in een geval

van een *G. pallida* besmetting de hoogst mogelijke resistentie in te zetten.
Ook voor de pootgoedaardappelteelt geldt dat de grondontsmetting een verkeerde rassenkeuze niet kan compenseren.

Bovenstaande werkwijze is, bezien vanuit het standpunt van de individuele pootgoedteler, op de korte termijn zinvol. De exportbelangen op langere termijn en de belangen van consumptie-aardappeltelers op nu nog vrije bedrijven, zijn er niet mee gediend. Het betekent immers dat meer nog dan onder de oude regelgeving (600cc-bemonstering per eenderde hectare) er pootgoed wordt geteeld op besmette perceelsdelen. Omdat de keuze van de pootgoedteler op een passende resistentie zal vallen, betekent het dat als er nieuwe cysten gevormd worden, en deze meekomen met het pootgoed, deze van een 'hoger' pathotype zullen zijn. De verspreiding van 'hogere' pathotypen met pootgoed zal worden versneld.

Consumptie-aardappelteelt

Voor de consumptie-aardappelteler met een bedrijf vrij van AM heeft pootgoed afkomstig van via AMI-bemonstering vrij verklaarde percelen een meerwaarde boven pootgoed van percelen waar de AM-vrijverklaring is afgegeven op basis van de minimumbemonstering.
Het vervallen van de routinematige PD-bemonstering en het niet doorgaan van de verplichte inzet van resistente rassen kan consumptie-aardappeltelers in de verleiding brengen geen enkele vorm van bemonstering meer uit te voeren en de teelt van vatbare rassen te intensiveren. Dit levert op korte termijn in ieder geval een besparing van de monsterkosten op. Gezien de wijde verspreiding van AM zal, wanneer de consumptie-aardappeltelers op grote schaal deze houding kiezen, de AM-situatie doorschieten naar een min of meer veenkoloniale situatie. Toch is AM-vrije grond ook voor een consumptie-aardappelteler waardevol. Denk alleen maar aan de mogelijkheid om land te verhuren voor boomkwekerij of bollenteelt waarvoor grond met een AM-vrijverklaring een vereiste is. Voor de consumptie-aardappelteler die zijn grond zo goed mogelijk vrij wil houden, is de aanpak gelijk aan die van een pootgoedteler. Via AMI na de teelt wordt de situatie gevolgd.
Risicostudies in het kader van het project 'intensieve bemonstering' zullen moeten uitwijzen in welke situaties de AMI-bemonstering kan worden overgeslagen of kan worden vervangen door minder intensieve bemonsteringen.
Een graadmeter voor de door de praktijk gekozen strategie is het verloop van het aantal hectares bemonsterd met AMI. In figuur 24 staat dit verloop weergegeven voor de periode 1989-1993.
De 300 ha in 1989 betrof de experimentele introductie door de Groene Vlieg. Sinds 1990 zijn ook het BLGG en de NAK actief in de markt. De toename van het bemonsterde areaal in 1993 wijst erop dat men niet 'en masse' de AMI laat schieten. Dat is een positief signaal.
Via een vorm van intensieve bemonstering moeten besmettingen vroegtijdig opgespoord worden zodat resistente rassen nog zonder schade verbouwd kunnen worden.
Voor zowel de pootgoed- als de consumptie-aardappelteler geldt dat indien er cysten worden aangetroffen het noodzakelijk is om via de chemische soortbepaling vast te stellen of het gaat om *G. rostochiensis* of *G. pallida*. In het eerste geval is er een ruime keuze aan Ro-resistente rassen waarmee de besmetting gesaneerd kan worden.
Komt er uit de soortsbepaling dat de besmetting *G. pallida* is, dan wordt het van belang om via een betrouwbare rassenkeuzetoets de agressiviteit van de populatie vast te stellen.

Voor consumptie-aardappeltelers is het aanbod aan *G. pallida* resistente rassen beperkt tot Erasmus, Santé en Maritiema.
Een bijkomend probleem is de koppeling van telers en rassen aan handelshuizen waardoor telers lang niet altijd in de gelegenheid zijn het door hen gewenste Pallida-resistente ras te telen.

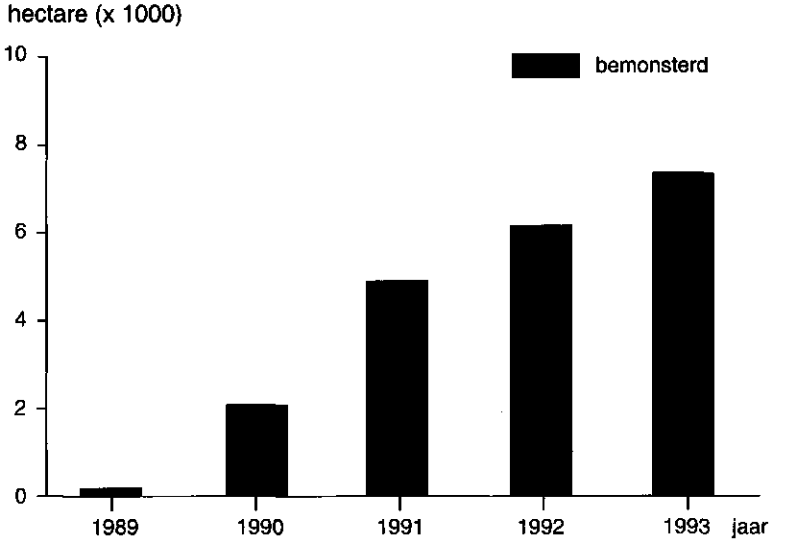


Fig. 24. Verloop van het aantal met AMI bemonsterde hectares in de periode 1989-1993.

Grondontsmetting is echter ook voor consumptie-aardappeltelers met AM geen oplossing (zie hoofdstuk 'gebruiksmogelijkheden van partieel resistente rassen'). De verruiming van de grondontsmetting naar 1:5 zal daarom in de pootgoed- en consumptie-aardappelteelt niet voor extra problemen zorgen.

Met name voor de pootgoedteler van consumptierassen en de consumptie-aardappelteler zijn de potentiële problemen met AM het grootst. De beperkte keuze aan Pa-resistente consumptierassen maakt beheersing van een opgelopen besmetting moeilijk. Wanneer in geval van een besmetting met *G. pallida* er geen resistente rassen beschikbaar zijn is verruiming van de teeltfrequentie de enige structurele oplossing. Het is daarom zaak om een nieuwe besmetting snel op het spoor te komen om versleping over het bedrijf nog tot een minimum te kunnen beperken. Voorkomen van insleep via een doeltreffende bedrijfshygiëne en voorkomen van aardappelopslag blijven eerste vereisten.

Door toepassing van AMI aangepast aan het teeltdoel, door gebruik te maken van de perceelsspecifieke informatie van de aanwezige aardappelcysteaaltjespopulaties, van de teeltfrequentie en van de partiële resistentie in de rassen, moet het mogelijk zijn om met een minimum aan grondontsmetting en/of granulaten tot een 'bodemgezonde' bedrijfsvoering te komen.

Literatuur

Been, T.H. & Schomaker, C.H., 1992. Mogelijkheden om grondontsmetting te minimaliseren in de teeltgebieden met pootgoed en consumptieaardappelen en in gebieden met fabrieksaardappelteelt. Brochure IPO-DLO 1992.

Roosjen, Js., Velema, R. & Boerma, M., 1991. Het effect van een rijenbehandeling met granulaat op de opbrengst van fabrieksaardappelen en de vermeerdering van het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida,* Onderzoek 1991, p. 171-174.

Seinhorst, J.W., 1984. Relation between population density of potato cyst nematodes and measured degrees of susceptibility (resistance) of potato cul-

tivars and between this density and cyst content in the new generation. Nematologica 30, 66-76.

Seinhorst, J.W., Been, T.H. & Schomaker, C.H., 1993. Partiële resistentie in de bestrijding van aardappelcysteaaltjes *(Globodera spp.)*, 1. Bepaling van de graad van resistentie, Gewasbescherming 24 (1) 1993: 3-11.

Veninga G. & Roosjen Js., 1991. Onderzoek naar de effekten van rijentoepassing met granulaten bij de bestrijding van *Globodera pallida* in 1990. Onderzoek 1991, p. 164-171.

Kwaliteits- en milieu-eisen; combinatie van ras en teelt blijft de sleutel

ir. A. Veerman

Inleiding

Om in tijden met een groot overschot succesvol consumptieaardappelen af te kunnen blijven zetten, zal de kwaliteit van het produkt aan zoveel mogelijk eisen van de afnemers c.q. consumenten moeten voldoen. Consumenten en overheid stellen echter ook in toenemende mate eisen aan de wijze waarop aardappelen worden geproduceerd. De producent van consumptie-aardappelen ziet zich dan ook geplaatst voor de niet eenvoudige opgave om gelijktijdig aan beide typen eisen te voldoen en daarnaast het rendement van zijn teelt op peil te houden. Deze opgave is zeker niet eenvoudig wanneer men bedenkt dat het streven naar deze verschillende doelen in een aantal gevallen met elkaar in tegenspraak is. Als voorbeeld kan worden genoemd: in het huidige rassensortiment minder middel gebruiken tegen Phytophthora. Enerzijds komt deze maatregel tegemoet aan de wensen van overheid en consument, anderzijds zet zij het rendement van de teelt onder druk door het verhoogde risico op aantasting door Phytophthora. Immers, in tegenstelling tot de afnemers van het produkt, is de teler in verband met zijn saldo genoodzaakt om eisen te stellen aan de hoogte van de hectare-opbrengst.
Er zijn voor een teler dus drie categorieën eisen. Eisen aan het produkt, eisen aan de produktiewijze en eisen aan de opbrengst.

Kwaliteit van de aardappelen

Consumptie-aardappelen moeten bepaalde afmetingen hebben, hun gebruikseigenschappen moeten aan de eisen voldoen en ze mogen geen in- of uitwendige gebreken vertonen. Welke eisen er aan de verschillende eigenschappen worden gesteld - en de mate waarin - is afhankelijk van de bestemming.

Milieu-aspecten

De voornaamste eisen die aan de kwaliteit van de produktiewijze worden gesteld, zijn een geringere inzet van bestrijdingsmiddelen in zijn algemeenheid en een goede benutting van de aan het gewas toegediende mineralen. In andere hoofdstukken is weergegeven wat de mogelijkheden en onmogelijkheden zijn om bij de verschillende onderdelen van de aardappelteelt het gebruik van bestrijdingsmiddelen te beperken. Wat betreft de bemesting vraagt bij aardappelen het element stikstof de meeste aandacht in verband met de relatief grote hoeveelheden stikstof die het gewas na de oogst in de bodem achterlaat (zie Vos).

Opbrengst per hectare

De consumptie-aardappelteler zelf stelt de derde voorwaarde. Het produkt dat aan alle eerder genoemde eisen moet voldoen, moet hij in voldoende hoge netto hectare-opbrengsten kunnen produceren om de teelt - uiteraard in combinatie met kosten en kiloprijs - rendabel te laten zijn.

Vertaling van eisen in gewenste raseigenschappen en teeltmaatregelen

De eisen aan produkt, produktiewijze en opbrengst vertalen zich in evenveel eigen-

schappen die rassen in voldoende mate moeten bezitten om de teler in staat te stellen in combinatie met zijn teeltmaatregelen te voldoen aan de eisen die anderen en hijzelf aan de teelt van consumptie-aardappelen stellen.

Afhankelijk van de bestemming moet het ras beschikken over:
- de juiste sortering;
- het juiste onderwatergewicht;
- het juiste kooktype;
- een goede bakkleur;
- weinig neiging tot grauwkleuring na koken of voorbakken;
- een laag nitraatgehalte.

Ongeacht de bestemming moet het ras weinig gevoelig zijn voor het optreden van:
- misvormingen;
- rooibeschadiging;
- stootblauw;
- interne gebreken;
- aantasting door ziekten en plagen.

Bovendien moet het ras beschikken over:
- een hoog produktievermogen;
- een lange kiemrust;
- een lage stikstofbehoefte.

Naast het ras hebben ook veel teeltmaatregelen invloed op de kwaliteit van produkt, de produktiewijze en de hectare-opbrengst. Naast de rassen, moeten ook de teeltmaatregelen er op gericht zijn de teelt zo goed mogelijk aan de verschillende eisen te laten voldoen. De aardappelteler weet uit ervaring hoe moeilijk het is om een combinatie van raseigenschappen en teeltmaatregelen vast te stellen die aan het eind van het seizoen voor alle eigenschappen het optimale resultaat blijkt te hebben opgeleverd. Sterker nog, dè ideale combinatie van raseigenschappen en teeltmaatregelen die aan alle eisen voldoet, bestaat niet. Het onderzoek van de laatste jaren heeft echter aangetoond dat we met nieuwe rassen en teeltmaatregelen stappen blijven zetten die het mogelijk maken om aan sommige eisen beter te kunnen voldoen dan voorheen.

Nog altijd bestaat in de praktijk een sterke neiging om de waarde van nieuwe rassen te vergelijken met die van het vertrouwde ras Bintje. Wanneer we deze vergelijking beperken tot de teeltkundige zaken, dan blijkt er inmiddels een aantal rassen te zijn dat de vergelijking met Bintje ruimschoots kan doorstaan. Hoewel we er in de loop van veel jaren goed mee hebben leren leven, heeft Bintje ook een aantal zwakke eigenschappen. Het ras heeft een sortering die niet zo grof is, zoals door de verwerkende industrie wordt gewenst. Het ras is zeer vatbaar voor Phytophthora in zowel loof als knollen, heeft een korte kiemrust, is vatbaar voor met name y-virus, is vatbaar voor alle pathotypen van aardappelmoeheid, is vatbaar voor schurft en is gevoelig voor doorwas. Feitelijk zijn alle rassen die tot de Rassenlijst worden toegelaten teeltkundig beter dan Bintje. Wanneer het ras Bintje op dit moment zou worden aangeboden, dan zou het derhalve niet op de Rassenlijst worden geplaatst.

De grote voordelen van Bintje zitten echter met name aan de kant van de afzet. Het allerbelangrijkste daarbij is dat Bintje op de meeste gronden kan worden geteeld en goed kan worden afgezet in de verwerkende industrie. Bintje behoudt bij lange bewaring een goede bakkleur en er bestaat een relatief grote uniformiteit tussen partijen van verschillende herkomst. Daarnaast kan de fijnere sortering (40/50 mm) op de tafelaardappelmarkt worden afgezet. Deze belangrijke afzetfactoren hebben de teelt van Bintje in West-Europa zo wijd verbreid gemaakt.

Onderzoek aan nieuwe rassen

Het PAGV heeft in de jaren 1988 - 1992 onderzoek gedaan aan een aantal AM-resistente rassen. Deze rassen leken mogelijkheden te bieden voor verwerking tot frites en andere voorgebakken produkten. Het in 1987 geformuleerde (en inmiddels gedeeltelijk achterhaalde) beleid ten aanzien van de bestrijding van aardappelmoeheid maakte op betrekkelijk korte termijn de vervanging van

De fritesindustrie vraagt grote knollen.

ongeveer 15 000 hectare Bintjes noodzakelijk. Teneinde de introduktie van nieuwe rassen te bespoedigen, is uitgebreid onderzoek gedaan aan een aantal rassen met potentiële mogelijkheden voor afzet naar de verwerkende industrie, omdat deze de grootste afnemer van consumptie-aardappelen is. Er is onderzoek gedaan naar de optimale teeltwijze, bewaring en verwerking van deze rassen. Het onderzoek was daarmee veel uitgebreider dan het gebruikswaarde-onderzoek ten behoeve van de Rassenlijst kan zijn. Het onderzoek stond onder begeleiding van een commissie die aan de hand van een aantal criteria de rassen voor het onderzoek heeft geselecteerd. Het PAGV heeft voor de rassen Agria, Morene, Van Gogh, Santé, Benno Vrizo, Aziza, Asterix en Maritiema onderzoek gedaan naar een groot aantal van bovengenoemde eigenschappen en de invloed daarop van een aantal belangrijke teeltfactoren zoals de stikstof- en kalibemesting. Hiervoor werden proeven aangelegd op het PAGV en op regionale onderzoekscentra (ROC's). In samenwerking met het ATO-DLO is onderzocht wat met het oog op de bakkleur de na te streven bewaartemperatuur voor deze rassen moet zijn. In alle experimenten zijn de rassen vergeleken met het ras Bintje. Bij de start van het project stond de teelt van aardappelen voor de verwerkende industrie immers vrijwel gelijk aan het telen van dit ras.

Resistentie tegen aardappelmoeheid

Zoals gezegd heeft het onderzoek zich beperkt tot rassen met minimaal A-resistentie. Net als het overgrote deel van de rassen die de laatste 10 jaar op de Rassenlijst zijn geplaatst, hadden de meeste van deze rassen resistentie tegen rostochiensis-pathotypen (met name biotype A). Rassen met resistentie tegen biotype A zijn inmiddels in ruime mate voorhanden. Ondertussen wordt ongeveer 20 % van het areaal consumptie-aardappelen ingenomen door AM-resistente rassen. Met behulp van de A-resistente rassen en intensieve bemonstering is het mogelijk om in de consumptie-aardappelteelt besmettingen van de rostochiensis-soort onder controle te houden.

Voor het project waren slechts twee rassen met pallida-resistentie beschikbaar: Santé en Maritiema. Nog steeds is er een groot gebrek aan rassen met resistentie tegen de pallida-soort. Bovendien is de beheersing van pallida-besmettingen ingewikkelder dan van besmettingen met rostochiensis (zie Molendijk). Naar het zich laat aanzien, zal het aanbod van pallida-resistente consumptierassen de komende jaren nog zeer gering zijn en zal het minimaal tot begin volgende eeuw duren voordat we met de beheersing van pallida-besmettingen in een stadium verkeren zoals nu met de beheersing van besmettingen met rostochiensis het geval is.

Overigens wil een goede beheersing van aardappelmoeheid (van zowel de rostochiensis- als de pallida-soort) niet zeggen dat het volledige aardappel-areaal door AM-resistente rassen moet worden bezet. Integendeel, bij een goede beheersing blijft structureel ruimte voor een aanzienlijk areaal aardappelen dat geen AM-resistentie bezit. Gezien het feit dat er vrijwel geen rassen zonder AM-resistentie meer worden aangeboden, kan men zich afvragen of de kwekers zichzelf hiermee niet te zwaar belasten.

Phytophthora-resistentie

Het voorkòmen van aantasting door Phytophthora vergt in de consumptie-aardappelteelt relatief veel actieve stof.

Vrijwel alle rassen die de laatste jaren op de Rassenlijst zijn geplaatst, hebben een betere resistentie tegen Phytophthora dan het ras Bintje. Voor opname op de Rassenlijst geldt inmiddels dat een ras afhankelijk van de vroegrijpheid aan een minimum-eis moet voldoen voor wat betreft de resistentie tegen Phytophthora in loof en knol (figuur 25). Naarmate een ras later afrijpt, worden er hogere eisen gesteld aan de resistenties tegen Phytophthora. Voor de rassen die in het project opgenomen zijn geweest, zijn in tabel 10 de loof- en knolresistentie weergegeven. Wat betreft hun resistentie tegen Phytophthora mag worden geconcludeerd, dat de meeste van deze rassen een forse verbetering betekenen ten opzichte van Bintje.

Naarmate vooral de resistentie in het loof hoger is, kan met minder risico de dosering van de bespuitingen tegen Phytophthora worden verlaagd (zie Bus).

Stikstofbehoefte

Een hogere stikstofbemesting heeft een negatief effect op de meeste kwaliteitseigenschappen. Daarnaast laten consumptie-aardappelen na de oogst een relatief groot deel van de toegediende stikstof achter in de bodem. Om de potentiële uitspoeling van stikstof gedurende de winter te beperken, is het wenselijk om de stikstofbemesting te verminderen. Er is echter één eigenschap over die om een hoge stikstofbemesting vraagt: de opbrengst. De stikstofbehoefte van consumptie-aardappelen vertegenwoordigt feite-

Tabel 10. Loof- en knolresistentiecijfer van de in het AM-rassenonderzoek opgenomen rassen (Rassenlijst 1993, CGO-PAGV).

ras	loof	knol
Agria	6	7
Morene	6	7
Van Gogh	6	8
Santé	6	8
Benno Vrizo	3,5	7
Aziza	7	8
Asterix	5,5	8,5
Maritiema	2,5	8
Bintje	3	3

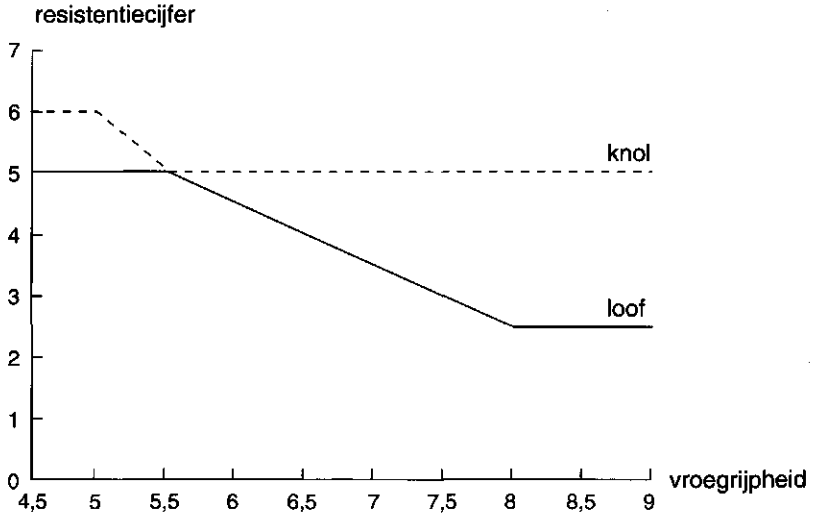


Fig. 25. Voor opname op de Rassenlijst minimaal vereiste resistentie tegen Phytophthora in loof en knol, afhankelijk van de vroegrijpheid.

lijk maar één van de eerder genoemde eisen: de opbrengstbehoefte van de teler.

Om duidelijke redenen wil de teler het risico dat hij als gevolg van een lagere stikstofbemesting opbrengst moet inleveren, minimaliseren. Toch bedraagt de gemiddelde opbrengstverlaging bij Bintje slechts 2 % wanneer de adviesgift van 285 kilo met 45 kilo wordt verlaagd. De kans op opbrengstderving kan bovendien met behulp van de bladsteeltjesmethode worden beperkt.

Er is echter nog een manier om met minder stikstof aardappelen te verbouwen en toch de opbrengst op peil te houden. Dat middel is het telen van een ras met een latere rijptijd dan Bintje. Naarmate een ras later afrijpt, dus minder vroegrijp is dan Bintje, blijft het ras onder gelijke teeltomstandigheden langer groen dan Bintje. Een ander gegeven is dat een lagere stikstofbemesting zorgt voor een vroeger afrijpend gewas. De combinatie van deze twee dingen maakt dat een ras dat van nature later afrijpt dan Bintje, dezelfde groeiperiode als Bintje kan volmaken met een lagere stikstofbemesting (figuur 26). Het telen van rassen met een latere rijptijd dan Bintje kan een belangrijke rol spelen in het verlagen van de stikstofbemesting op consumptie-aardappelen zonder dat de opbrengst daar onder hoeft te lijden.

Wanneer men rassen met een latere rijptijd dan Bintje teelt op gronden waar gewassen later afsterven, kan het met het oog op een tijdige afrijping zelfs noodzakelijk zijn om minder stikstof te strooien. Een te late afrijping kan negatieve gevolgen hebben voor de knolkwaliteit (te laag onderwatergewicht, minder goede bakkleur), het maakt dat de loofvernietiging meer moeite c.q. actieve stof kost, terwijl daarnaast het risico voor ongunstige oogstomstandigheden groter wordt naarmate het seizoen vordert. Om verschillende redenen is de lengte van het groeiseizoen dus beperkt. Het uitgangspunt moet zijn dat ongeveer 10 september het gewas zover afgerijpt moet zijn dat het loof kan worden vernietigd en er naar kan worden gestreefd om voor 1 oktober te rooien.

Daar de relatie tussen stikstof en afrijping voor alle rassen geldig is, is de landelijke stik-

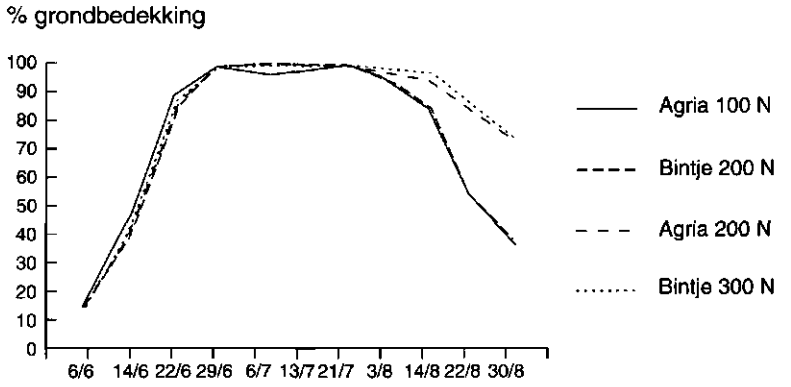


Fig. 26. Percentage grondbedekking in de loop van het groeiseizoen van 1989 van Bintje en Agria, geteeld bij 200 en 300 respectievelijk 100 en 200 kg stikstof per hectare.

stofrichtlijn in algemene zin aangepast voor latere rassen, hetgeen is weergegeven in tabel 11. Overigens kan het - net als bij de algemene richtlijn - nodig zijn om de correctie aan te passen, afhankelijk van de combinatie van ras en locatie.

Sortering en uitval

De sortering en het uitvalpercentage zijn voor de teler belangrijke gegevens, omdat ze samen met de bruto opbrengst van invloed zijn op de netto af te leveren opbrengst en op de gemiddelde kiloprijs. De knollen boven 50 mm brengen doorgaans immers een hogere prijs op dan de sortering 40 - 50 mm. In figuur 27 is van de onderzochte AM-rassen weergegeven hoeveel meer of minder opbrengst er gemiddeld in PAGV-proeven ten opzichte van Bintje werd bereikt. Uit de cijfers blijkt dat de bruto opbrengst niet altijd een maat kan zijn om de keuze voor een ras op te baseren. De rassen Morene, Santé en Aziza gaven in de proeven een iets lagere bruto opbrengst dan Bintje. De netto opbrengst boven 40 mm lag echter net als van de overige rassen boven die van Bintje. Meestal was dit nog sterker het geval voor de opbrengst boven 50 mm. Enerzijds komt dit doordat de AM-rassen een grovere sortering hebben dan Bintje, anderzijds wordt dit veroorzaakt door lagere uitvalpercentages. Alle hier weergegeven rassen zijn duidelijk minder gevoelig voor het optreden van misvorming. Dit is mede het gevolg van het feit dat de rassen veel minder gevoelig zijn voor het optreden van doorwas. In de eerste twee proefjaren met Agria, Mo-

Tabel 11. Aanpassing van de landelijke stikstofrichtlijn voor consumptie-aardappelen, afhankelijk van het vroegrijpheidscijfer.

vroegrijpheidscijfer	aftrek kg/ha	rassen
7	0	Benno Vrizo
6,5	0	Bintje, Santé, Maritiema
6	20	
5,5	40	Agria, Van Gogh
5	60	Asterix
4,5	80	Morene, Aziza

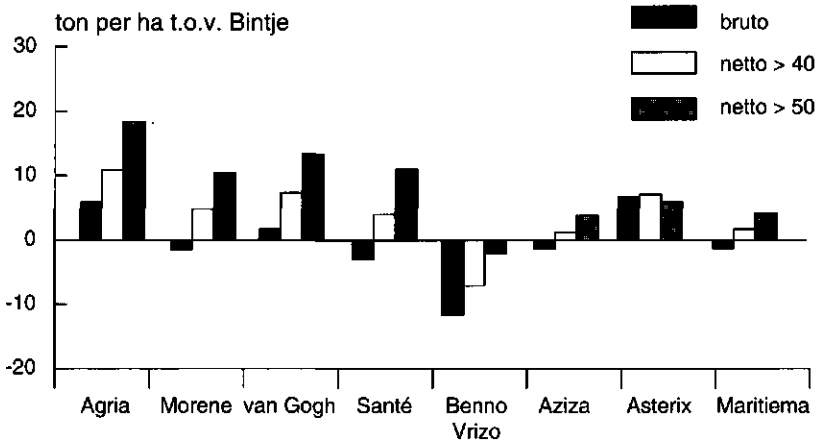


Fig. 27. Verschil in bruto en netto opbrengst boven 40 en 50 mm van acht rassen met Bintje, vastgesteld als gemiddelde van kleiproeven van 1988 tot 1991.

rene, Van Gogh en Santé trad in één van de jaren bij Bintje doorwas op. Mede daardoor gaven de AM-rassen een fors hogere opbrengst dan Bintje. In de jaren waarin doorwas optreedt, is het verschil in netto opbrengst echter nog sterker dan in de gemiddelden in figuur 27 tot uitdrukking komt.

Gevoeligheid voor rooibeschadiging

In figuur 28 is voor de onderzochte AM-rassen in de vorm van een index (min. 0, max. 50) het verschil met Bintje in gevoeligheid voor het optreden van barsten en onderhuidse (bruin)verkleuringen (rooierslag) weergegeven. Met name het ras Benno Vrizo viel op doordat het zowel voor het optreden van barsten als onderhuidse verkleuringen gevoeliger was dan Bintje en de andere rassen. Bij de andere rassen waren de verschillen niet groot. Van Gogh, Santé en Aziza bleken iets gevoeliger voor het optreden van barsten dan Bintje. Morene en Santé waren iets minder gevoelig voor onderhuidse verkleuringen. Alleen het ras Asterix was voor beide vormen van beschadiging iets minder gevoelig.

In het onderzoek zijn rasverschillen in gevoeligheid bepaald. Om de rassen zuiver te kunnen vergelijken, zijn de waarnemingen gedaan aan knollen van dezelfde maat. De uiteindelijke mate van beschadiging hangt echter niet alleen af van de gevoeligheid. Een belangrijke factor in het optreden van beschadiging is ook de sortering van de partij. Naarmate knollen groter zijn, raken ze door hun grotere eigen gewicht eerder beschadigd. Met name bij het ras Agria, waarvan de knollen zeer grof worden, moet daarom extra aandacht aan het voorkómen van rooibeschadiging worden besteed.

Naast de normaal vereiste zorg bij het oogsten en inschuren is het dus van belang om bij rassen die gevoeliger zijn voor barsten of onderhuidse verkleuringen extra attent te zijn op het voorkómen van rooibeschadigingen. Hetzelfde geldt voor rassen met erg grove knollen.

Onderwatergewicht

Van de onderzochte rassen bereikte alleen Agria een lager onderwatergewicht dan Bintje. Alle andere rassen bereikten hogere

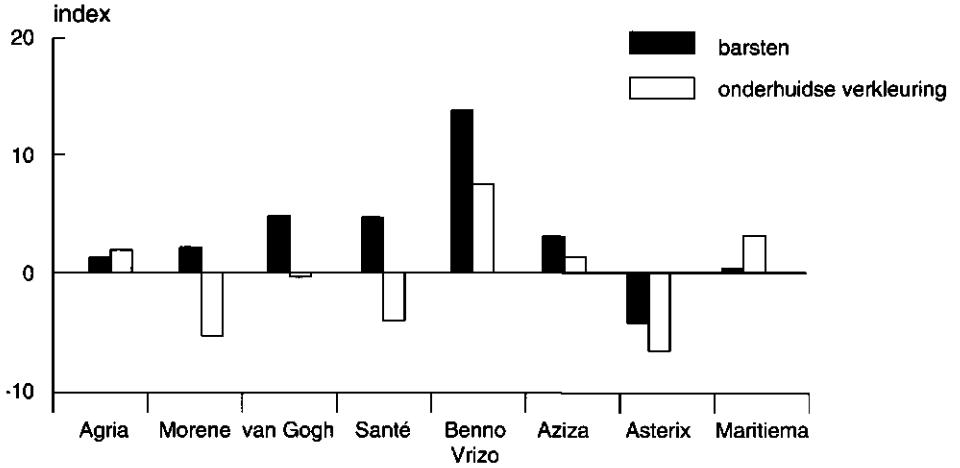


Fig. 28. Verschil in gevoeligheid voor barsten en onderhuidse verkleuringen van acht rassen t.o.v. Bintje, bepaald op kleigrond in de jaren 1988-1991 (index 0-50).

waarden. Dit betekent dat op gronden waar het onderwatergewicht in de regel niet hoog wordt, het voor Agria nodig kan zijn om de stikstofbemesting te verlagen ten opzichte van het landelijk Bintje-advies.

Blauwgevoeligheid

De aanwezigheid van blauw wordt door de kopers van tafelaardappelen nog altijd als belangrijkste kwaliteitsgebrek genoemd. Ook in de verwerkende industrie zorgt blauw voor problemen in de vorm van sorteerverliezen en maatregelen om het optreden van blauw te beperken. Net als de gevoeligheid voor rooibeschadiging is de gevoeligheid voor blauw rasafhankelijk (figuur 29). Van de rassen Van Gogh, Benno Vrizo en Maritiema is gebleken dat de blauwgevoeligheid groter is dan die van Bintje. Agria is gemiddeld minder gevoelig. Wel is bij de AM-rassen gebleken dat - net als bij Bintje - bij hoge onderwatergewichten (> 450 gram) in enkele gevallen de blauwgevoeligheid erg groot kan zijn. Daartegenover staan echter ook gevallen waarin bij dezelfde hoge onderwatergewichten de blauwgevoeligheid zeer gering is. De fundamentele kennis over de blauwgevoeligheid schiet echter tekort om voor deze verschillen een oorzaak aan te wijzen. Ook is het niet mogelijk een voorspelling te doen over het wel of niet optreden van een sterke blauwgevoeligheid. De enige mogelijkheid is in het geval van een hoog onderwatergewicht de blauwindex aan een monster te bepalen en - als de index hoog is - door een extra voorzichtige behandeling het optreden van blauw te beperken.

Naast de rasverschillen is er nog een belangrijke factor die van invloed is op de blauwgevoeligheid: de bemesting. Als argument tegen het verlagen van de stikstofgift wordt wel aangevoerd dat de blauwgevoeligheid toeneemt. In principe is dat ook zo, maar het effect is bij het Nederlandse niveau van stikstofbemesting gering. In 14 proeven op kleigrond in de jaren 1988 - 1991 met diverse rassen nam de blauwgevoeligheid gemiddeld slechts zeer weinig toe als gevolg van een verlaging van de stikstofgift met 50 kilo ten opzichte van het landelijk advies. In incidentele gevallen bedroeg de toename van de index 2 à 3 punten. In alle gevallen wordt dit effect echter volledig overschaduwd door de

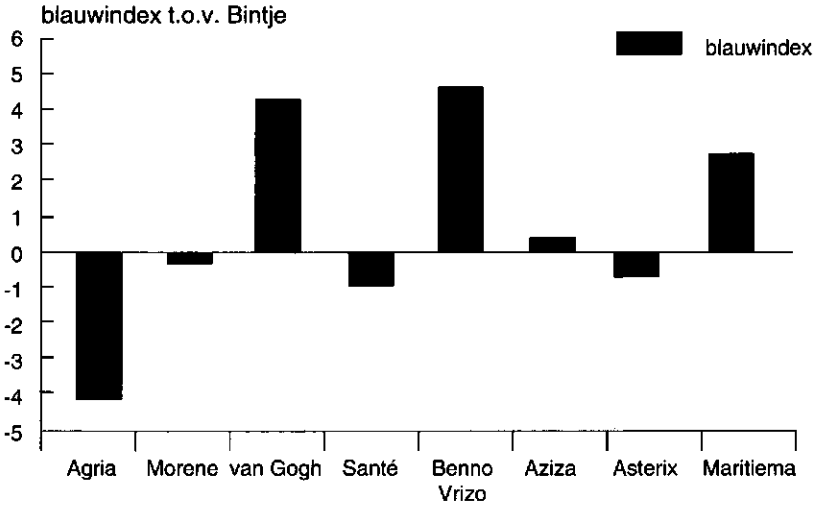


Fig. 29. Verschil tussen de blauwindex van acht rassen en die van Bintje, bepaald in proeven op kleigrond in de jaren 1988-1991.

mogelijkheden die kali-en chloorbemesting bieden.

De bemesting met kali en chloor spelen namelijk wèl een belangrijke rol in het beperken van de blauwgevoeligheid. Reeds lang wordt de kalibemesting door veel telers gebruikt om de blauwgevoeligheid van aardappelen te beperken. Dit gebeurt veelal door het toepassen van de zogenaamde bouwplan-bemesting. Hierbij wordt de hoeveelheid kali die voor alle gewassen in het bouwplan nodig is, in zijn geheel toegediend voor de teelt van consumptie-aardappelen. Een dergelijke bemesting komt neer op ongeveer 600 kilogram zuivere kali per hectare. De bouwplan-bemesting wordt vóór de winter uitgevoerd. Dit wordt gedaan om de chloor gedurende de winter (grotendeels) te laten uitspoelen. Deze strategie is gebaseerd op de angst voor chloorschade in aardappelen. Zowel oud als meer recent onderzoek op klei- en zavelgrond heeft aangetoond dat de gevoeligheid van aardappelen voor chloor niet zo groot is als soms in de praktijk wordt gevreesd. Een bouwplanbemesting kan inderdaad niet in zijn geheel in het voorjaar worden toegediend. Een deel van de chloorkali kan echter best in het voorjaar worden gegeven om daarmee de effectieve werking van chloor tegen blauwgevoeligheid te benutten.

Proeven van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid lieten op kleigrond bij 250 kilo chloor per hectare - toegediend in februari - een opbrengstderving zien van minder dan 1 ton. De blauwgevoeligheid was echter geringer dan bij herfsttoepassing. In proeven van het PAGV met 200 tot 250 kg chloor (ruim 400 kilo kali-60) per hectare op klei- en zavelgrond liep bij blauwgevoeligheid van enige betekenis de blauwindex terug met 20 tot 30 %. In deze proeven werd geen opbrengstderving van betekenis vastgesteld. Dit komt onder andere doordat het lagere onderwatergewicht een wat hogere verse opbrengst geeft en daarmee een deel van eventuele schade compenseert. In een aantal gevallen is er per saldo zelfs een positief effect op de opbrengst. Bovendien werd het aandeel knollen boven 50 mm verhoogd door een grovere sortering. Wanneer er al een iets lagere opbrengst leek te zijn, ging dat in geen geval ten koste van de grove knollen boven 50 mm, maar alleen van de maat 40/50. Ook dit komt doordat chloor een wat grovere sortering

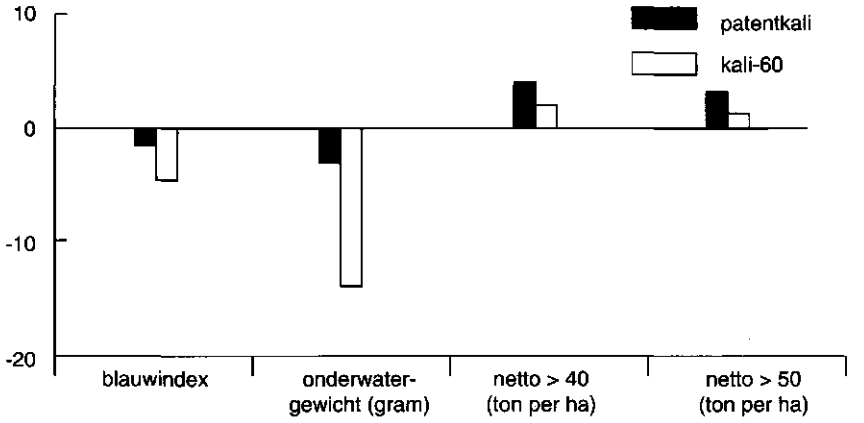


Fig. 30. Effect van een extra voorjaarsbemesting met patent- of chloorkali (300 K_2O ha^{-1}) op de blauwindex, het onderwatergewicht en de netto opbrengst boven 40 en 50 mm van het ras Aziza, in 1991 geteeld op ROC Rusthoeve.

geeft. Een voorbeeld van de verschillende effecten is weergegeven in figuur 30. Tot slot geeft in het voorjaar toegediende kali in de regel een weliswaar gering, maar positief effect op bakkleur en grauwkleuring.
Om de kans op zoutschade zo gering mogelijk te maken, moet er wel naar worden gestreefd de chloorkali minimaal enkele weken voor het poten toe te dienen. Daardoor krijgt de chloor in de regel voldoende tijd om zich over de bouwvoor te verdelen, waardoor de concentratie in de bovenste laag te laag wordt om schade van betekenis te veroorzaken.

Nitraatgehalte van de knollen

Het element stikstof is noodzakelijk voor de groei van planten. Het wordt door de wortels in de vorm van nitraat opgenomen en naar de bladeren getransporteerd. Nitraat is dus een natuurlijk en onvermijdelijk bestanddeel van groene planten. Ook de knollen krijgen tijdens het groeiseizoen door de wortels vocht met daarin nitraat aangevoerd. Ook dit lijkt onvermijdelijk en het is vooralsnog dan ook niet te voorkomen dat er nitraat in aardappelknollen zit.

Aardappelen hebben in vergelijking met veel (blad)groenten een laag nitraatgehalte (tabel 12). Bovendien is het gehalte na schillen en koken 50 % lager en na schillen en frituren zelfs 70 tot 80 %. Onze dagelijkse nitraatopname blijft ruimschoots onder de norm die de Wereldgezondheidsorganisatie heeft gesteld. Van het nitraat dat we opnemen is 15 à 20 % afkomstig van aardappelen. Het is al met al de vraag of een discussie over nitraat in aardappelen wel zo relevant is. De discussie is echter reeds in gang gezet en dit maakt het noodzakelijk onderzoek te verrichten naar de mechanismen die het nitraatgehalte van knollen bepalen en vast te stellen wat de mogelijkheden en onmogelijkheden zijn om het gehalte te beïnvloeden.

Welke mechanismen verantwoordelijk zijn voor het uiteindelijk nitraatgehalte van aardappelknollen is niet geheel duidelijk. Wel is het inmiddels duidelijk dat een groot aantal factoren invloed heeft op het nitraatgehalte: ras, weersinvloeden (neerslag), locatie, bemesting. Een groot probleem is dat vrijwel alle factoren wisselwerkingen met elkaar blijken te vertonen. Door de onvoorspelbaarheid van het verloop van sommige factoren, waarvan het weer een belangrijke is, is (en blijft)

Tabel 12. Het nitraatgehalte van een aantal groenten (Corré en Breimer, 1979).

nitraatgehalte meestal lager dan			nitraatgehalte meestal hoger dan
200 mg per kg	500 mg per kg	1000 mg per kg	1000 mg per kg
aardappel	broccoli	witte kool	knolselderij
asperge	bloemkool	rode koo	andijvie
witlof	komkommer	wortelen	sla
tomaat	ui	bloemkool	spinazie

het onmogelijk om het nitraatgehalte van een parij aardappelen te voorspellen. Ook is het door de interacties niet mogelijk om het precieze effect van de verschillende factoren op het nitraatgehalte te voorspellen, zelfs niet van de factoren die door de teler zijn te beïnvloeden.

Helaas is het aantal niet bestuurbare factoren groter dan het aantal bestuurbare. Figuur 31 geeft een indruk van de mogelijke effecten van het seizoen en de locatie. Het betreft cijfers uit de jaren 1991 en 1992 van de ROC's Van Bemmelenhoeve in de Wieringermeer, De Kandelaar in Oostelijk Flevoland en Westmaas in de Hoeksche Waard. Weergegeven zijn de gemiddelden van drie rassen en drie stikstofgiften. Er is een sterk effect van de locatie: De Kandelaar gaf in beide jaren de hoogste gehaltes. Dit heeft ongetwijfeld te maken met een hoog stikstofaanbod als gevolg van het hoge mineralisatievermogen van de bodem op deze locatie. In figuur 31 schuilt ook één van de genoemde interacties. Het jaareffect was op de Van Bemmelenhoeve anders dan op De Kandelaar en Westmaas. Op de Van Bemmelenhoeve was immers het gehalte het hoogst in 1992 terwijl op De Kandelaar en Westmaas in 1991 het gehalte hoger was.

De onvoorspelbaarheid van de niet stuurbare factoren breidt zich, zoals eerder gezegd, door interacties uit tot de stuurbare factoren. In figuur 32 zijn de nitraatgehaltes weergegeven van drie rassen in 1991 en 1992 geteeld op de Van Bemmelenhoeve. Aziza en Asterix hadden een wezenlijk lager gehalte dan Bintje. De cijfers van 1992 tonen dat de rassen verschillend op de (onvoorspelbare) jaarinvloed hebben gereageerd: alleen Bintje had in 1992 een veel hoger gehalte dan in 1991. Het nitraatgehalte van de rassen reageert daarnaast ook verschillend op de locatie in één en hetzelfde groeiseizoen. Bij het vergelijken van de cijfers uit 1991 van de Van Bemmelenhoeve en Westmaas (figuur 33) wordt duidelijk dat het verschil tussen de locaties bij Bintje en Aziza groter was dan bij Asterix.

Als gevolg van de interacties wordt het raseffect voor een deel onvoorspelbaar. Dit neemt echter niet weg dat het overduidelijke raseffect maakt dat de rassenkeuze een bruikbare teeltmaatregel is om - als dat nodig is - naar een lager nitraatgehalte te streven. Om het nitraatgehalte in de rassenkeuze mee te kunnen wegen, moet een betrouwbare indruk van de rasverschillen worden verkregen. Het cultuur- en gebruikswaarde-onderzoek van het PAGV stelt de gehaltes met ingang van oogst 1993 vast, zodat over enkele jaren een goede indruk zal bestaan van de verschillen in nitraatgehalte tussen veelgeteelde en nieuw op de Rassenlijst op te nemen rassen.

Het zal geen verbazing wekken dat de tweede stuurbare factor van het nitraatgehalte de stikstofbemesting is. In figuur 34 is het gemiddelde effect van de stikstofbemesting van de drie locaties, de twee proefjaren en de drie rassen geïllustreerd. Net als bij het raseffect blijkt ook het effect van de stikstofbemesting afhankelijk van het seizoen en de locatie. De invloed van de stikstofbemesting bleek op de Van Bemmelenhoeve in 1992 veel sterker te zijn geweest dan in 1991. Een dergelijk verschijnsel treedt ook weer op bij de locaties. In

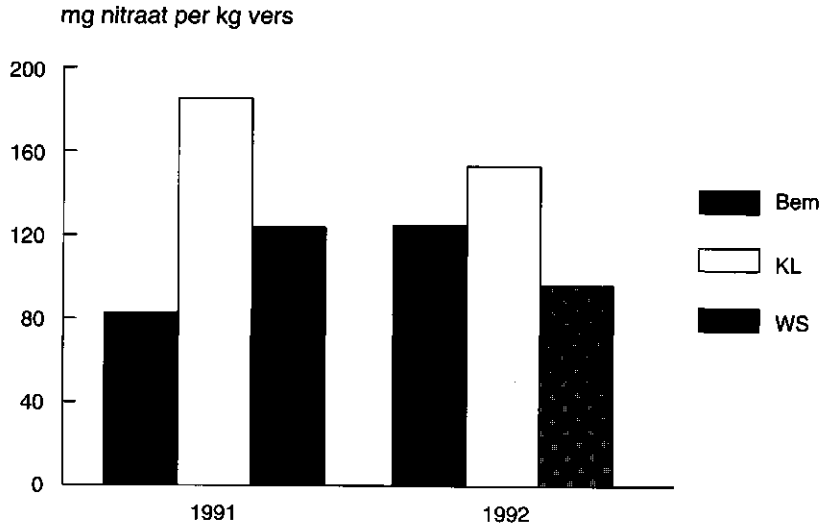


Fig. 31. Nitraatgehalte van aardappelknollen in 1991 en 1992 op drie locaties, gemiddelde van drie rassen en drie stikstof niveaus.

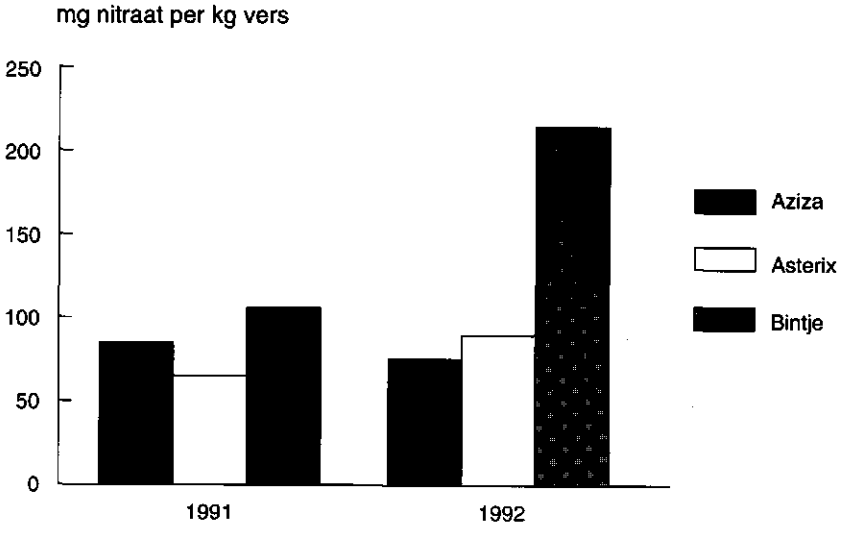


Fig. 32. Nitraatgehalte van knollen van drie rassen, in 1991 en 1992 geteeld op ROC Van Bemmelenhoeve.

1991 bleek het effect van de stikstofbemesting op ROC Westmaas veel sterker dan op ROC Van Bemmelenhoeve (figuur 35). Tot slot reageren ook de rassen in verschillende mate op een hogere stikstofbemesting. Als voorbeeld hiervan zijn in figuur 36 de nitraatgehaltes van de rassen Aziza en Bintje van ROC Westmaas in 1991 weergegeven. Bintje

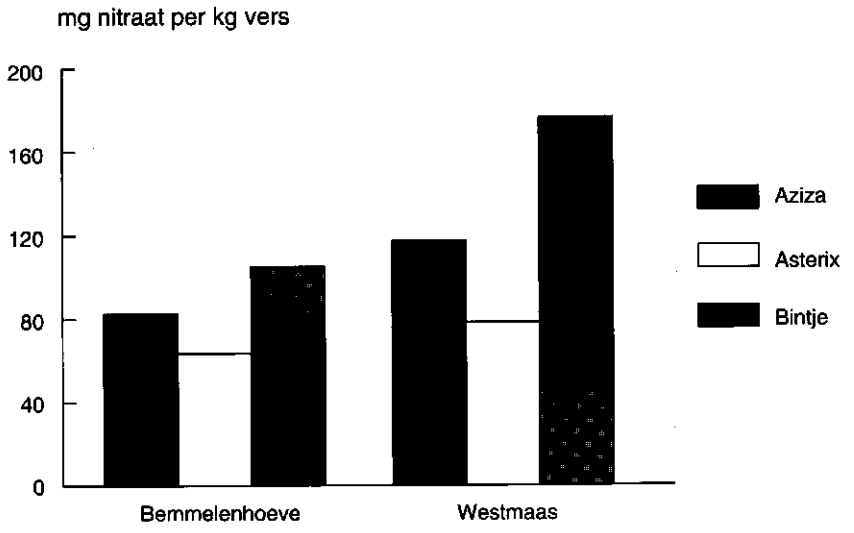


Fig. 33. Nitraatgehalte van knollen van drie rassen, geteeld in 1991 op twee locaties.

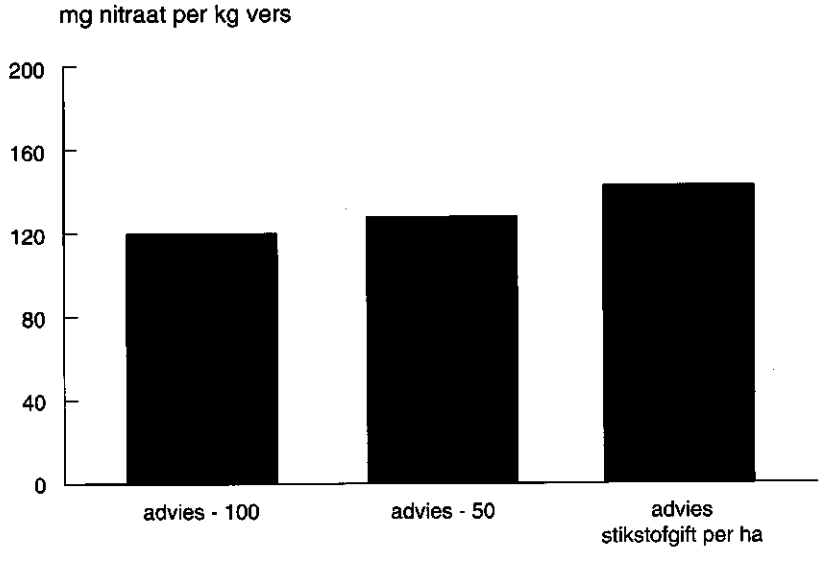


Fig. 34. Effect van de stikstofgift op het nitraatgehalte van aardappelknollen, gemiddelde van drie rassen, drie locaties en twee jaren.

reageerde bij een toenemende stikstofbemesting met een veel sterkere stijging van het nitraatgehalte dan Aziza.
Net als bij het raseffect blijkt dus ook het exacte effect van de stikstofbemesting niet voorspelbaar te zijn, laat staan dat een voorspelling te doen zou zijn over het gecombineerde effect van ras en stikstofbemesting.

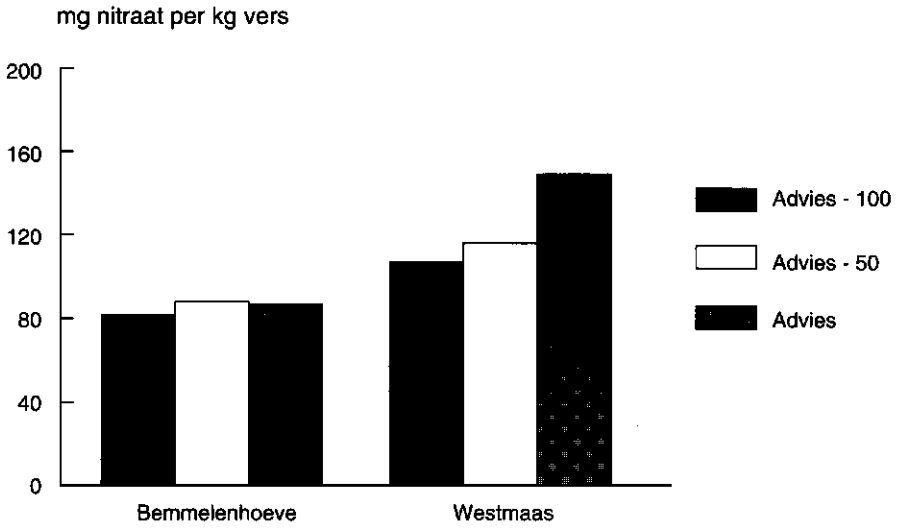


Fig. 35. Effect van de stikstofgift op het nitraatgehalte van aardappelknollen van twee locaties, geteeld in 1991, gemiddelde van drie rassen en drie stikstofniveaus.

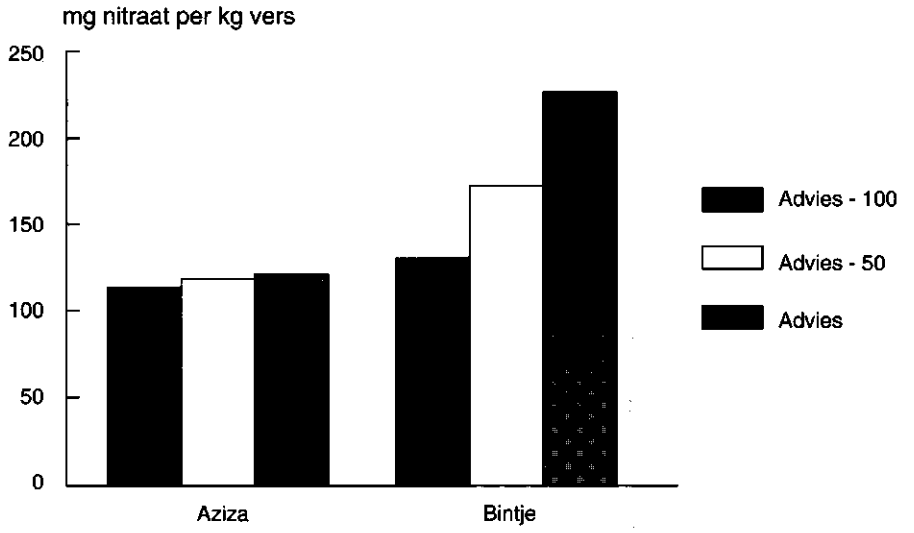


Fig. 36. Effect van de stikstofgift op het nitraatgehalte van knollen van de rassen Aziza en Bintje, geteeld in 1991 op ROC Westmaas.

Het was echter wel zo dat in alle proeven het nitraatgehalte afnam wanneer de stikstofbemesting werd verlaagd. Het gegeven dat het nitraatgehalte afneemt bij een lagere stikstofbemesting is dus net als de rasverschillen bruikbaar om naar een lager gehalte te streven, maar beslist niet om met zekerheid een bepaalde streefwaarde te bereiken.

Niet alleen tussen percelen bestaan grote verschillen in nitraatgehalte, ook tussen knollen - zelfs van één plant - komen grote verschillen in nitraatgehalte voor. Dit kan wel uiteenlopen van 50 tot 300 mg per kg. deze variatie hangt voor een deel samen met de knolgrootte. Kleinere knollen van bijvoorbeeld 40 tot 50 mm hebben in de regel een hoger gehalte dan de knollen van de sortering 50 tot 60 mm (figuur 37). Het verschil tussen kleine en grote knollen is niet altijd hetzelfde. Ook dit verschil wordt beïnvloed door de groei-omstandigheden.
De grote variatie tussen knollen heeft tot gevolg dat het moeilijk is om het nitraatgehalte van een perceel of partij betrouwbaar vast te stellen. Vencken en Veerman (1989) concludeerden al dat hiervoor minimaal 30 à 40 knollen nodig zijn. Driessen (1992) onderzocht hoe met verschillende meetmethoden het nitraatgehalte van aardappelen kan worden bepaald. Hieruit bleek dat de Merck-o-quant teststaafjes kunnen worden gebruikt, mits aan een aantal voorwaarden wordt voldaan. Verder onderzocht hij uitvoerig hoeveel monsters nodig zijn en hoe groot die monsters moeten zijn voor het bereiken van een zekere betrouwbaarheid. Voor eenieder die het nitraatgehalte van een partij aardappelen wil bepalen, is het goed hiervan op de hoogte te zijn. Doordat de betrouwbaarheid sterk afhankelijk is van de gebruikte methodiek, moet de gebruikte methodiek bekend zijn om te weten welke waarde men aan het gehalte kan hechten. In het hiervoor beschreven onderzoek werd het nitraatgehalte van een object vastgesteld met behulp van drie monsters van ieder 25 knollen. Het gehalte van deze monsters werd bepaald met behulp van de cadmium-reduktiemethode.

Hoe het nitraatgehalte van de knollen op het niveau van de individuele plant tot stand komt, is niet bekend. Waarschijnlijk zal hiernaar in samenwerking met de vakgroep Agronomie van de Landbouwuniversiteit onderzoek worden gedaan. Hopelijk zal dit kennis opleveren waarmee de werking van de hier besproken factoren, bijvoorbeeld het locatieeffect, beter kan worden begrepen. Totdat dit onderzoek nieuwe kennis oplevert, zijn voor de teler de middelen om het nitraatgehalte van aardappelen te beïnvloeden beperkt tot de rassenkeuze en de stikstofbemesting.

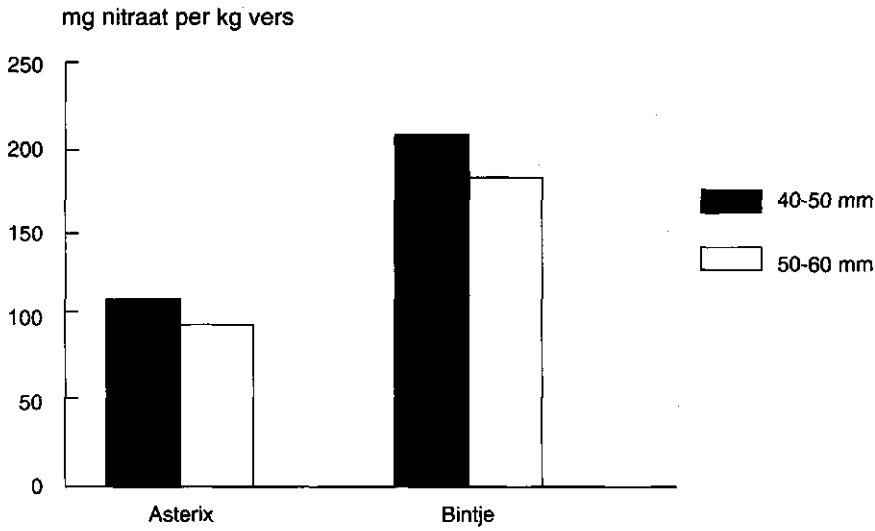


Fig. 37. Invloed van de sortering op het nitraatgehalte van knollen van de rassen Asterix en Bintje, gemiddelde van drie locaties en twee jaren.

Onderhuidse verkleuring, een ernstig kwaliteitsgebrek.

Bakkleur

De bakkleur is voor de verwerkende industrie een zeer belangrijke eigenschap. Voor de teler is van belang dat de index voor de bakkleur onder de 4 à 4,5 blijft, omdat anders wordt gekort op de uitbetaling of de partij voor verwerking wordt geweigerd.
Met alle onderzochte AM-rassen bleek het mogelijk om in mei partijen met een goede bakkleur af te leveren (figuur 38). Hierbij moet wel worden bedacht dat de monsters door het ATO bij 7 °C werden bewaard. De conclusie uit onderzoek met verschillende bewaartemperaturen is dat alleen voor Agria de voor Bintje gangbare streeftemperatuur van 6 °C kan worden aangehouden. Voor Maritiema moet deze niet lager dan 6 à 7 °C zijn. De andere rassen zijn wat gevoeliger voor een lagere temperatuur en moeten bij niet minder dan 7 à 8 °C worden bewaard.

In het teeltonderzoek van de afgelopen jaren is ook getracht om met behulp van metingen tijdens het groeiseizoen de latere bakkleur te voorspellen. Dat is nog niet gelukt. Er werd wel een verband gevonden tussen de stikstofbemesting en het suikergehalte dat de knollen al vroeg tijdens het groeiseizoen hebben en de invloed van diezelfde stikstofbemesting op de bakkleur in april. Dit verband werd zowel op het PAGV (figuur 39a) als ROC De Kandelaar (figuur 39b) in meerdere jaren aangetroffen. Het bleek echter helaas niet mogelijk om op grond van de suikergehaltes het werkelijke niveau van de latere bakkleur te voorspellen; daarnaast kon ook het verschil in bakkleur tussen het PAGV en ROC De Kandelaar niet uit de suikergehaltes worden afgeleid. Deze beperkingen maken het onmogelijk om al voor de oogst een verdeling te maken in partijen van verschillende herkomst die later een goede respectievelijk slechte bakkleur zullen hebben.

De resultaten tonen aan dat zonder stikstofbemesting vrijwel altijd de beste bakkleur wordt bereikt. Voorbeelden van het effect van de stikstofbemesting zijn weergegeven in de figuren 39 en 40.

Op dit moment worden er voor dit onderzoek geen proeven meer uitgevoerd. Om het onderzoek voort te kunnen zetten, zal eerst het fundamenteel onderzoek nieuwe openingen moeten bieden.

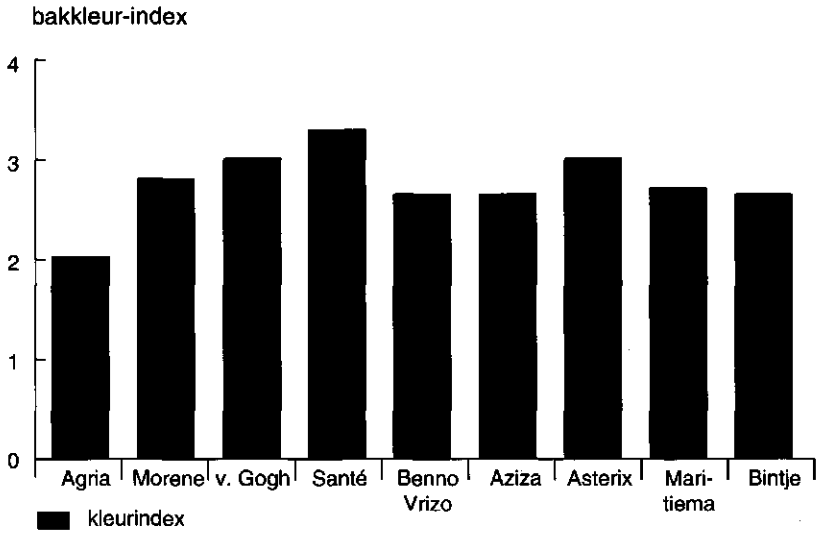


Fig. 38. Index voor de bakkleur in mei van negen rassen, bepaald aan knollen uit proeven op kleigrond in de jaren 1988-1991.

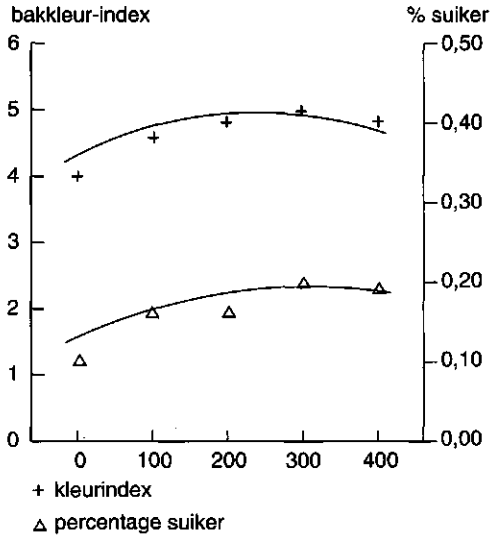


Fig. 39a. Effect van de stikstofbemesting op het suikergehalte tijdens de groei (eind juli) en de bakkleur na bewaring (april) van knollen van het ras Bintje, PAGV 1990.

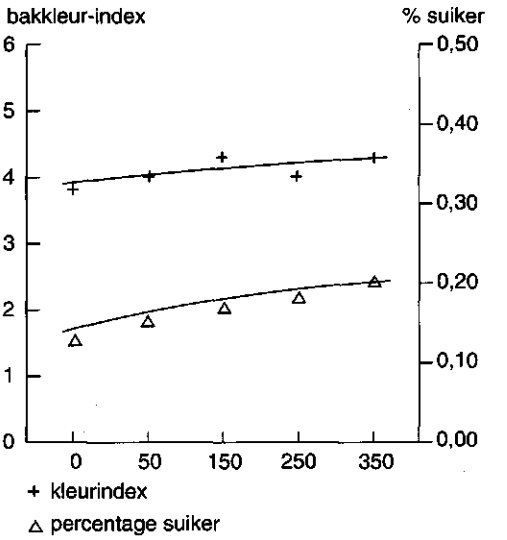


Fig. 39b. Effect van de stikstofbemesting op het suikergehalte tijdens de groei (eind juli) en de bakkleur na bewaring (april) van knollen van het ras Bintje, ROC De Kandelaar 1990.

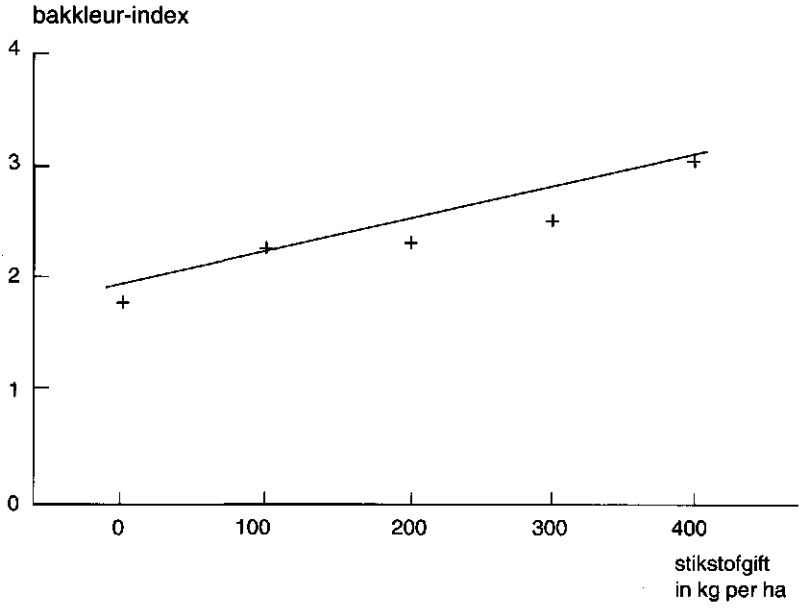


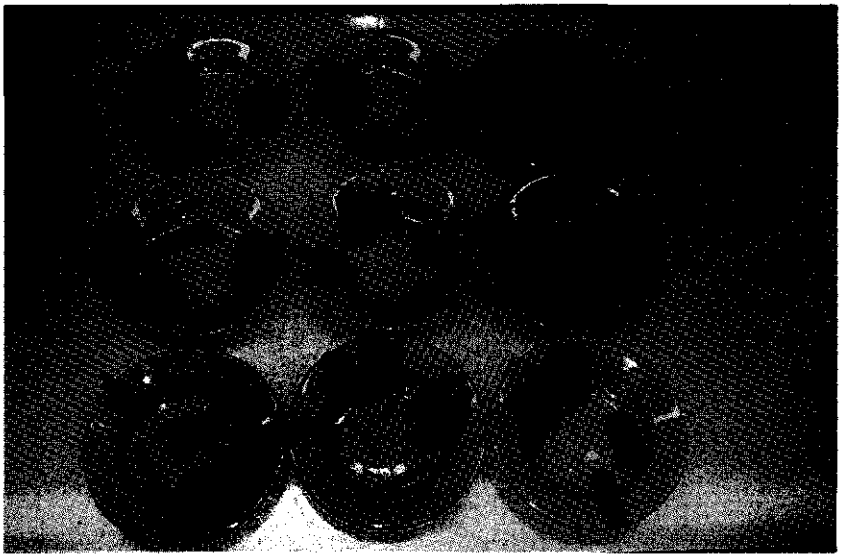
Fig. 40. Effect van de stikstofgift op de bakkleur, ras Bintje, PAGV 1989.

Tot besluit

Het is duidelijk dat er voor de succesvolle teelt van consumptie-aardappelen een waslijst van voorwaarden geldt en dat het streven naar het voldoen aan al deze eisen een moeilijke opgave is. Daarnaast is geïllustreerd dat het best haalbare resultaat in de regel alleen te bereiken valt met een combinatie van rassen met goede eigenschappen en de daarbij horende optimale teeltmaatregelen. Wanneer we in toenemende mate aan de (strenger wordende) eisen willen voldoen, zal dit dan ook samen moeten blijven gaan met het introduceren van rassen met steeds betere eigenschappen en het voor deze rassen gelijktijdig aanpassen en verbeteren van teeltmaatregelen.

De hier besproken resistentie- en kwaliteitseigenschappen vormen geen uitputtende lijst. Met de voorbeelden is echter aangegeven dat nieuwe rassen voorhanden zijn met eigenschappen die op een aantal belangrijke punten beter scoren dan Bintje en dat er daarnaast voldoende aanleiding is om van deze betere eigenschappen ook gebruik te maken. Naast genoemde argumenten spelen velerlei andere (praktische) overwegingen een rol in de beslissing om Bintje door andere rassen te vervangen. Mede hierdoor heeft van de rassen die de eerste jaren in het project zijn onderzocht alleen Agria grote opgang gemaakt. Van de laatst onderzochte rassen - Aziza, Asterix en Maritiema, zal nog moeten blijken of ze in areaal sterk zullen groeien. Deze rassen hebben in ieder geval eigenschappen die met het ras Bintje kunnen concurreren.

Een andere belangrijke voorwaarde is echter dat de markt de eigenschappen van een ras voldoende waardeert en wel in de vorm van betaling naar kwaliteit van produkt en produktiewijze. Een meer trapsgewijze uitbetaling naar de belangrijkste eigenschappen moet het financieel de moeite waard maken om naar het best haalbare te blijven streven. Alleen op die wijze kan - zeker onder de huidige omstandigheden - worden verwacht dat te-



De bakkwaliteit is een belangrijke kwaliteitseigenschap.

lers prioriteit blijven geven aan kwaliteit van zowel produkt als produktiewijze. Tot slot zal ook de sector zelf de ruimte die in de markt voor nieuwe rassen wordt geboden maximaal moeten benutten. Wanneer ook aan dit soort randvoorwaarden kan worden voldaan, is het mogelijk dat het huidige Bintje-areaal over tien jaar meer dan gehalveerd is.

Literatuur

Corré, W.J. en T. Breimer. Nitrate and nitrite in vegetables, Literatuuroverzicht 39, PUDOC, Wageningen (1979).

Driessen, J.J.M. Vergelijking van vier methoden voor de bepaling van het nitraatgehalte van aardappelen, Rapport 92.13, Rikilt-DLO, Wageningen (1992).

Vencken, C.M.J. en A. Veerman. Het nitraatgehalte van aardappelen en aardappelprodukten, Aardappelwereld, 42, nr. 10 (1989), p. 24-27.

Beheersing van *Phytophthora infestans* bij gebruik van minder gewasbeschermingsmiddelen

ir. C.B. Bus, dr. ir. H.T.A.M. Schepers en ing. J.K. Ridder

Inleiding

Phytophthora infestans is de belangrijkste schimmelziekte in de Nederlandse akkerbouw. Er wordt veel geld uitgegeven om te voorkomen dat aardappelgewassen als gevolg van deze ziekte afsterven en de knollen worden aangetast en verrotten. Toch worden ieder jaar gewassen aangetast en verrotten knollen als gevolg van deze ziekte. Volledig resistente rassen zijn niet beschikbaar. Wel zijn er veel rassen met een geringere vatbaarheid dan bijvoorbeeld het ras Bintje. De vele preventieve bespuitingen die worden uitgevoerd, vormen een aanzienlijke kostenpost voor de teler en daarnaast een belasting voor het milieu. In onderzoek van het PAGV wordt nagegaan of het mogelijk is om het gebruik van middelen ter bescherming van het gewas tegen *Phytophthora infestans* te beperken, zonder dat dit leidt tot een sterk verhoogde kans op aantasting van het gewas.
In dit artikel zal mede aan de hand van onderzoeksresultaten worden aangegeven hoe tot een vermindering van het gebruik van fungiciden voor de bestrijding van Phytophthora kan worden gekomen. Eerst wordt aangegeven hoeveel middel en welke soort middelen worden gebruikt en hoe de levenscyclus van de schimmel verloopt.

Bestrijdingsmiddelengebruik

Van het totale gebruik van bestrijdingsmiddelen in de Nederlandse landbouw neemt de akkerbouw 70% voor haar rekening. Binnen de sector akkerbouw vormen grondontsmettingsmiddelen, met bijna 70% van het totale middelengebruik, de grootste groep.
Afgezien van grondontsmettingsmiddelen, die meestal niet voor één specifiek gewas worden gebruikt, wordt ruim de helft van alle bestrijdingsmiddelen in de akkerbouw ten behoeve van de aardappelteelt gebruikt. Van de bestrijdingsmiddelen tegen bovengrondse ziekten en plagen in de aardappelteelt wordt 90% gebruikt voor de bestrijding van *Phytophthora infestans.* In 1990 bedroeg het totale bedrag dat aan fungiciden in de aardappelteelt werd uitgegeven ruim 70 miljoen (Bijman, 1993).

De fungiciden die worden ingezet tegen *Phytophthora infestans* zijn te verdelen in drie groepen:

a. Preventief werkende middelen, bijvoorbeeld dithiocarbamaten zoals maneb en mancozeb; verder chloorthalonil, fentin- en koperverbindingen en fluazinam.
b. Preventief werkende middelen met een beperkt curatieve werking. Dergelijke middelen bevatten een preventief werkende component, meestal een dithiocarbamaat en daarnaast een beperkt curatief werkende stof zoals cymoxanil.
c. Middelen met een preventieve en volledig curatieve werking. Dit is het mengsel van maneb/fentin acetaat met metalaxyl (Ridomil).

In tabel 13 zijn de maximale geadviseerde hoeveelheden werkzame stof weergegeven van de meest gebruikte middelen tegen *Phytophthora infestans.*

Uit deze tabel blijkt ook dat er grote verschillen zijn in te gebruiken hoeveelheid produkt per bespuiting. Door over te gaan van bijvoorbeeld maneb-tin op Shirlan kan het totale volume aan fungiciden in de aardappelteelt sterk worden beperkt. Hiermee kan worden voldaan aan het eerste doel van het MJP-G

Tabel 13. *Overzicht van de maximaal geadviseerde dosis per hectare en hoeveelheid actieve stof in kg per hectare van enkele fungiciden.*

merknaam	dosering in liter of kg	
	produkt	actieve stof
Topper DF	3,0	1,9
Maneb-Brestan	2,5	1,8
Maneb-80	4,0	3,2
Maneb-tin 33-11	2,5	1,1
koperoxychloride	10,0	5,0
Ridomil Delta 47 WP	2,5	1,2
Daconil 500 vlb	3,5	1,8
Shirlan flow	0,4	0,2

namelijk het terugbrengen van het totale volume aan middelen. Het tweede doel is echter om ook de afhankelijkheid van de chemische bestrijdingsmiddelen te beperken.

Levenscyclus van *Phytophthora infestans*

De schimmel overleeft ongunstige perioden, zoals winters of droge omstandigheden, in de vorm van schimmeldraden (ongeslachtelijk) in knollen of stengels of als oösporen (geslachtelijke vorm) in de grond. Oösporen zijn in Nederland aangetroffen, maar er is nog niet onomstotelijk bewezen dat oösporen onder praktijkomstandigheden kunnen overwinteren en vervolgens een infectie kunnen veroorzaken. De kans dat de ziekteverwekker in de winter in het veld in knollen overleeft is klein, omdat aangetaste knollen onder die omstandigheden gemakkelijk wegrotten. In de bewaarplaats is de kans op overleven van de schimmel veel groter. In de meeste gevallen groeit de schimmel na het poten van een aangetaste knol vanuit de knol mee door de plant. Daarbij worden onder voor de schimmel gunstige omstandigheden (relatieve luchtvochtigheid >90%) sporendragers met sporen op stengels en bladeren gevormd. De sporen kunnen andere planten infecteren, waardoor de ziekte zich kan verspreiden. Met de infectie van knollen is de cyclus rond. Verspreiding van de sporen gebeurt met wind of opspattende regen. Kieming van sporen en infectie gebeurt alleen in water. Er is dus dauw of regen nodig. Voorts zijn kieming en infectie afhankelijk van de temperatuur. Er wordt vanuit gegaan dat kieming van de sporen plus de binnendringingstijd bij 12 tot 18°C minimaal vier uur duurt. In feite kunnen de sporen, zoösporangiën, op twee wijzen kiemen: direct en indirect. Bij lage temperaturen, optimum 12°C, vindt vooral indirecte kieming plaats, bij hogere temperaturen, optimum 24°C, directe kieming (zie figuur 41). Na binnendringen duurt het enkele dagen voordat de schimmel weer naar buiten komt en sporendragers met sporen vormt. Om tot sporenvorming te komen, moet er in het gewas minimaal 10 uur lang meer dan 90% relatieve luchtvochtigheid zijn. Bij 15 tot 20°C duurt de cyclus van sporen naar aangetaste plek tot een nieuwe generatie van sporen vier tot vijf dagen, mits de omstandigheden hiervoor gunstig zijn. Bij temperaturen boven de 25°C en beneden de 10°C staat de groei van de schimmel nagenoeg stil. Uit het voorgaande kan worden opgemaakt dat de cyclus van *Phytophthora infestans* vaak wordt onderbroken; bij droge omstandigheden in het gewas (relatieve vochtigheid <90%) kunnen geen sporendragers en sporen worden gevormd; als geen vrij water op de planten aanwezig is, kunnen de sporen niet kiemen en binnendringen. Als wel sporen zijn gevormd, maar overdag enkele uren zon en wind voorkomen, zullen veel sporen door ultraviolet licht en uitdroging worden gedood. In vochtige grond

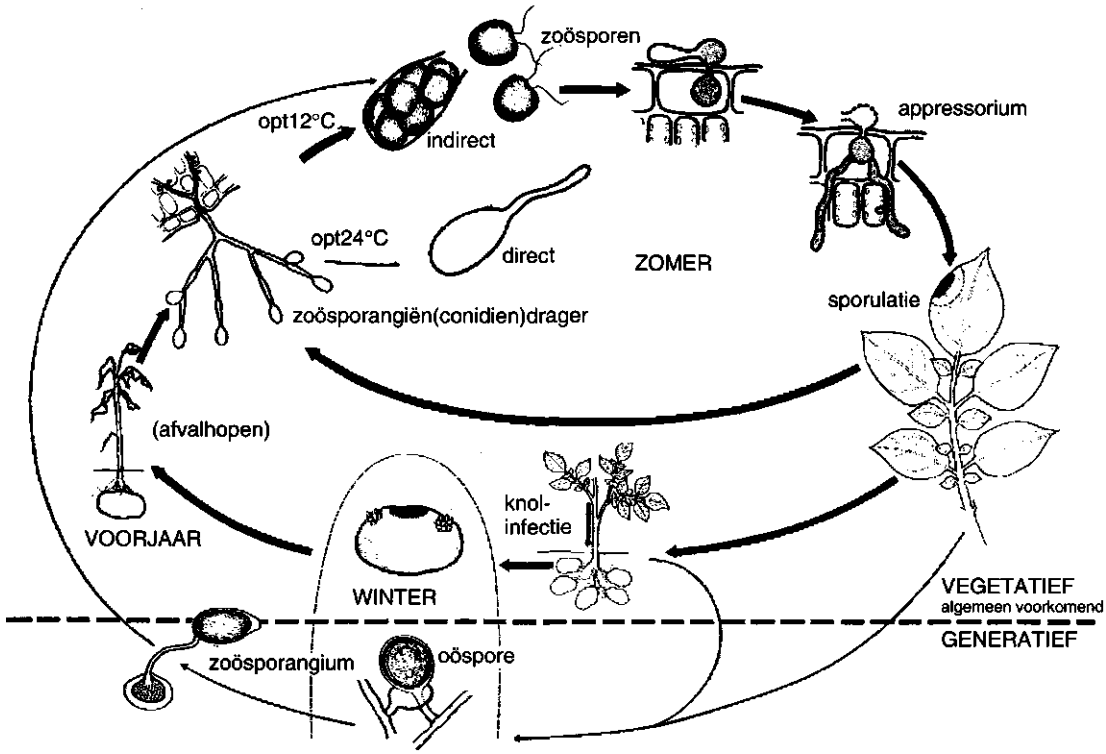


Fig. 41. Levenscyclus *Phytophthora infestans.*

kunnen de sporen enige weken overleven. Met water kunnen ze bij de knol komen en via lenticellen, ogen en wondjes de knol binnendringen. Ook kunnen sporen bij het looftrekken, loofklappen of rooien op een beschadigde knol terecht komen en de knol infecteren als er voldoende vocht is.

Als de schimmel eenmaal in het gewas in het veld aanwezig is, kan de cyclus ook op de volgende wijze worden weergegeven:

1. >10 uur 90 -100% relatieve luchtvochtigheid in het gewas; de schimmel treedt naar buiten en vormt sporen;
2. wind of water; sporen worden verspreid;
3. ultraviolet licht (zon) en drogen; sporen gaan dood;
4. circa vier uur lang water op het blad of in de bladoksels; sporen kiemen en infecteren;
5. bij 15 tot 18°C kan de schimmel op z'n vroegst vier tot vijf dagen na infectie naar buiten treden.

Dit laatste houdt in dat dit ook na meer dan vijf dagen kan. Een aangetast stengelstuk dat nog twee maanden in leven blijft, kan dus ook dan na een vochtige nacht weer gaan sporuleren.

Praktijkervaringen

Opvallend aan Phytophthora is de snelheid waarmee de schimmel zich kan uitbreiden en de moeilijke voorspelbaarheid daarvan. In de proeven was vaak sprake van verrassingen.

Soms was er plotseling een onverwachte sterke uitbreiding en op andere momenten lukte het ondanks op het oog gunstige omstandigheden niet om een (kunstmatige) besmetting aan te brengen.
Met name vanwege de kans op snelle uitbreiding wordt bij vatbare rassen en aanhoudend nat weer geadviseerd om het loof te vernietigen met een snelwerkend middel zodra bij 20% van de planten één of meer blaadjes per plant zijn aangetast. Bij rassen met een hoge knolresistentie is de marge iets ruimer.

Ook een moeilijk punt is het moment waarop de eerste bespuiting moet plaatsvinden. Dikwijls wordt geadviseerd om bij vatbare rassen met de eerste bespuiting te beginnen zodra het gewas 20 cm hoog is. Dit is echter niet altijd nodig. Zolang het gewas niet gesloten is en daardoor relatief snel opdroogt en de ziekte nog niet in de omgeving aanwezig is, is het risico op besmetting heel klein. Is de ziekte daarentegen al vroeg in de omgeving gesignaleerd dan moet zelfs niet worden gewacht tot 20 cm gewashoogte. Er moet vooral worden voorkomen dat het gewas al vroeg wordt aangetast en er daardoor het hele seizoen extra bespuitingen nodig zijn om verdere uitbreiding tegen te gaan! Een betere stelregel is daarom te beginnen met preventieve bespuitingen zodra de ziekte in de omgeving voorkomt en gunstige omstandigheden voor sporulatie en infectie worden verwacht. Uitstel van de eerste bespuiting is riskanter naarmate de loofresistentie van het gewas geringer is. In proeven in 1992 en 1993, waarin omstreeks half mei werd gepoot, een maand later dus dan op de meeste omliggende percelen, viel op dat de eerste aantasting soms al verrassend vroeg aanwezig was. Wil men dus bij vatbare rassen later beginnen met de eerste bespuiting, dan is goed waarnemen in het gewas essentieel.

Epidemiologische veranderingen als gevolg van oösporen

Phytophthora infestans kan zich alleen geslachtelijk vermeerderen en oösporen vormen als de mycelia van verschillende compatibiliteitstypen, A1 en A2 genoemd, versmelten (in het schema als + en - aangegeven).
Oösporen zijn ruststructuren die jaren in de grond in leven kunnen blijven en na kieming mycelium met een nieuwe combinatie van genetische eigenschappen, "een nieuw fysio" voortbrengen. Tot enkele jaren geleden werd aangenomen dat alleen het A1-type over de hele wereld verspreid was en dat het A2-type alleen in Mexico voorkwam. In de tachtiger jaren werd het A2-type echter ook in Europa gevonden (Fry et al, 1991). In dezelfde tijd bleek dat in de huidige (=nieuwe) populatie méér fysio's met méér virulentiefactoren aanwezig zijn dan in de oude populatie. Hierdoor kunnen rassen met meerdere verticale resistentie-genen sneller worden aangetast, zie tabel 14.
Aangenomen wordt dat de nieuwe populatie mede onder invloed van de geslachtelijke voortplanting via oösporen tot stand is gekomen. In welk opzicht de eigenschappen van de nieuwe populatie gevolgen hebben voor de bestrijding, is nog onduidelijk en onderwerp van onderzoek dat in september 1993 is gestart bij IPO/Landbouwuniversiteit. Als oösporen in de grond kunnen overwinteren, kan er naast afvalhopen en zieke poters, een nieuwe infectiebron bij zijn gekomen met alle consequenties vandien.

Tabel 14. Variatie in *Phytophthora infestans*-populaties.

	1959-1980	1981-1991
aantal onderzochte isolaten	148	215
aantal fysio's	8	73
gemiddeld aantal virulentiefactoren per fysio	1,4	4,6
(naar A. Drenth (IPO/LUW))		

Minder gebruik van chemische middelen

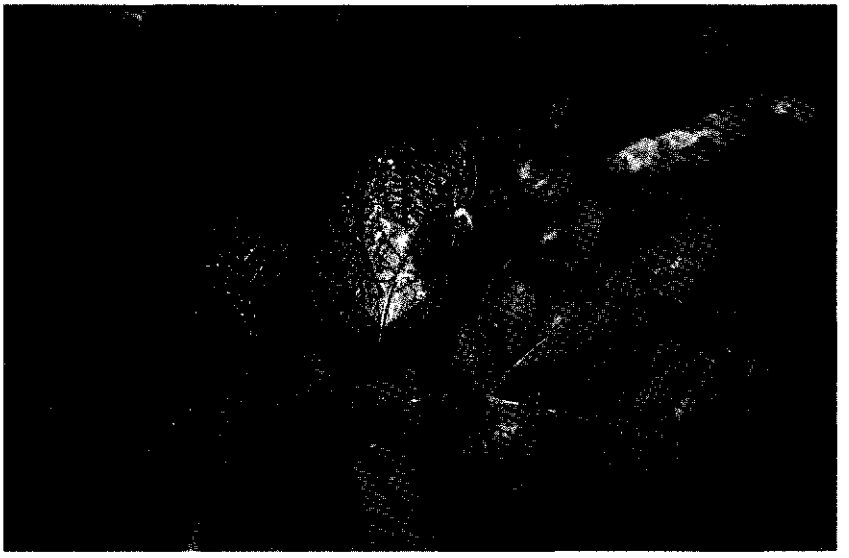
Er is een aantal mogelijkheden om het gebruik van chemische middelen te beperken. Hierbij kan met name worden gedacht aan:
- bedrijfshygiëne
- rassenkeuze
- lagere doseringen
- grotere intervallen tussen de bespuitingen
- verbetering van de spuittechniek
- middelenkeuze
- waarschuwingssystemen.

De verschillende mogelijkheden zullen achtereenvolgens de revue passeren.

Bedrijfshygiëne

Bij afwezigheid van infectiebronnen treedt Phytophthora niet op en zijn preventieve bespuitingen dus niet nodig. In de praktijk is van deze ideale situatie helaas geen sprake. De schimmel komt altijd in een aantal aangetaste knollen de winter door. Toch is het belangrijk de kans hierop zoveel mogelijk te beperken.
De grootste kans op besmetting is afkomstig van afvalhopen. Daarom moeten deze worden afgevoerd of afgedekt met zwart plastic. Ook in pootgoed kunnen aangetaste knollen voorkomen. Zo veel mogelijk moet worden vermeden dat ze worden uitgepoot.
Besmetting kan voorts optreden vanuit aardappelopslag. Daarom moet opslag zoveel mogelijk worden voorkomen en als het toch voorkomt zo snel mogelijk worden verwijderd.

Als in de opslag of het gewas toch een aantasting optreedt, dient de opslag zo snel mogelijk te worden vernietigd. Een aangetaste plek in een gewas moet zo snel mogelijk worden gedood door bijvoorbeeld loofbranden of doodspuiten met een snelwerkend middel. Voor Flevoland bijvoorbeeld zijn in het voorjaar van 1993 door de Gewestelijke Raad van het Landbouwschap de volgende gedragsregels opgesteld. Vernietig het gewas of de haard zodra bij vatbare rassen maximaal 3% en bij minder vatbare rassen (Rassenlijstcijfer loof 6 of hoger) maximaal 10% van de totale bladhoeveelheid is aangetast. Deze maximale waarden zijn ons inziens overigens hoog. Te allen tijde moet worden voorkomen dat een perceel (aardappelopslag-perceel) als infectiebron voor de omgeving gaat dienen.



Loofaantasting door Phythophthora.

Rassenkeuze

Tussen rassen zijn er grote verschillen in vatbaarheid van loof en knollen voor *Phytophthora infestans*. Binnen een ras hoeft de vatbaarheid van loof en knollen volstrekt niet samen te gaan. Verschillen in vatbaarheid kunnen worden veroorzaakt door allerlei factoren zoals verschil in slaging van het binnendringen van de schimmel en verschil in groeisnelheid van de lesies en sporulatie. Volledig resistente rassen zijn er niet.

In proeven van het PAGV, in samenwerking met verschillende ROC's, waarin middelen, doseringen en intervallen en ook twee rassen werden vergeleken, bleek meerdere keren dat op het tijdstip dat de eerste aantasting werd vastgesteld deze zowel te vinden was in het vatbare ras Bintje als in het minder vatbare ras Agria. (Rassenlijstcijfer voor Phytophthora loof voor Bintje 3 en voor Agria 6.) Het aantal aangetaste blaadjes en stengels en de snelheid waarmee uitbreiding plaatsvond, was bij Agria echter veelal geringer. Een voorbeeld van de snelheid waarmee de ziekte zich kan uitbreiden, is weergegeven in tabel 15. In dit voorbeeld is op 9 augustus voor het laatst gespoten en waren de omstandigheden voor Phytophthora zeer gunstig.

Een verklaring voor het feit dat er tussen het tijdstip van eerste aantasting bij Agria en Bintje weinig verschil is, is waarschijnlijk dat Agria geen fysiospecifieke resistentie bezit maar alleen horizontale resistentie. Bij fysiospecifieke resistentie zal het van het Phytophthora-fysio afhangen, of het gewas wordt aangetast. Het voldoende beschikbaar zijn van rassen met goede horizontale resistentie biedt dan ook mogelijkheden om minder te spuiten. Bij rassen waarbij de resistentie berust op verticale resistentie is het risico van doorbreken, zeker met de toegenomen genetische variatie door oösporen, groot. Veel rassen met verticale resistentie hebben echter ook een zekere mate van horizontale resistentie.
Ook de knollen van rassen kunnen verschillen in vatbaarheid. Dit bleek bijvoorbeeld in 1992 op ROC Kollumerwaard te Munnekezijl bij Agria en Bintje (Rassenlijstcijfer voor Phytophthora in de knol bij Bintje 3 en bij Agria 7). Beide rassen gingen toen eind augustus tegelijkertijd in korte tijd dood als gevolg van een zware aantasting door *Phytophthora infestans*. Toch bleek er bij de beoordeling van de knollen in oktober een groot verschil te zijn in aantasting. Bij Bintje was gemiddeld 6,1% van de knollen aangetast en bij Agria 0,8%. Hieruit blijkt duidelijk het belang van een goede knolresistentie van rassen.

Tabel 15. Snelheid waarmee Phytophthora zich kan uitbreiden bij Bintje en Agria, PAGV-bedrijf 1993. Beoordeling van de mate van aantasting met behulp van de PD-schaal[1].

ras	19 augustus	23 augustus	26 augustus	31 augustus	6 september
Bintje	9½	8	6½	5	3
Agria	10	8	8	7	5

[1] De PD-schaal voor beoordeling van Phytophthora in het loof luidt globaal als volgt:

Code	Omschrijving
10	niet aangetast;
9	5-10% planten aangetast met 1-5 zieke blaadjes per plant;
8	10-20% planten aangetast met ± 5 zieke blaadjes per plant;
7	>20% planten aangetast met ± 10 zieke blaadjes per plant;
6	veel planten aangetast. 10% van alle blaadjes ziek;
5	bijna alle planten en alle blaadjes aangetast;
4	de helft van alle blad is vernietigd;
3	75% van het blad is vernietigd.

Lagere doseringen

In diverse landen is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van lagere doseringen. In de USA, Groot-Brittanië en Scandinavië is in proeven diverse malen aangetoond dat rassen met een geringere vatbaarheid voor *Phytophthora infestans*, net zo goed beschermd kunnen worden met lagere doseringen als vatbare rassen met normale doseringen. In Nederland zijn bij enkele goed begeleide geïntegreerd werkende aardappeltelers goede ervaringen opgedaan met het verlagen van de dosering, afhankelijk van de vatbaarheid van het ras.
In de gangbare aardappelteelt is in ons land tot voor enkele jaren terug nauwelijks gesproken over lagere doseringen. Dit is ook niet gebeurd bij rassen die minder vatbaar zijn in het loof. Wel geven de meeste fabrikanten al jarenlang op het etiket aan dat bij de eerste twee of drie bespuitingen met een lagere dosering kan worden volstaan dan later in het seizoen.

PAGV-onderzoek

In 1991 is onderzoek begonnen dat tot doel had na te gaan in hoeverre het mogelijk is om bij een vatbaar en een minder vatbaar ras de dosering van middelen te verlagen zonder dat dit tot onaanvaardbare bedrijfsrisico's leidt als gevolg van aantasting. De proeven zijn aangelegd op verschillende ROC's. Er zijn diverse, gangbare, middelen gebruikt. Voorts werden drie doseringen toegepast, namelijk het maximale praktijkadvies alsmede 75 en 50% hiervan. In totaal zijn gedurende drie jaar tien proeven uitgevoerd. Van deze tien proeven kwam in één proef geen Phytophthora tot ontwikkeling; in zes proeven was de aantasting dusdanig beperkt dat ook de laagste dosering bij het vatbare ras (Bintje) niet hoefde te worden doodgespoten om besmetting van de overige veldjes te voorkomen. In drie proeven ontstond wel een forse besmetting waarbij alle veldjes, dus ook de hoogste dosering bij het minder vatbare ras, in meer of mindere mate werden aangetast.
In tabel 16 is de mate van aantasting weergegeven zoals die op 10 augustus 1993 op ROC Kollumerwaard is waargenomen.

Deze tabel toont aan dat:
* de verschillen in aantasting tussen de objecten niet zo groot waren, met uitzondering wellicht van de laagste dosering bij Bintje. Hierbij was de aantasting duidelijk het zwaarst;
* de aantasting bij Bintje zwaarder was dan bij Agria;
* de aantasting bij Daconil (iets) zwaarder was dan bij Shirlan;
* de aantasting toenam naarmate de dosering lager was.

Ook toont deze tabel aan dat de mate van loofaantasting van de 100% dosering bij Bintje overeen komt met die van de 75% dosering bij Agria en die van de 75% dosering bij Bintje met de 50% dosering bij Agria. Soortgelijke effecten waren ook in de andere proeven aanwezig. Op grond van deze proeven en de ervaringen zoals die in de literatuur beschreven zijn, lijkt het dan ook mogelijk om, onder normale omstandigheden én bij gebruik van goede spuitapparatuur, bij een niet

Tabel 16. Loofaantasting door *Phytophthora infestans* op ROC-Kollumerwaard op 10 augustus 1993 bij twee rassen, twee middelen en drie doseringen; volgens PD-schaal (zie voor PD-schaal tabel 15).

middel	dosering	Agria	Bintje
Daconil	100%	8,1	7,6
	75%	7,6	7,2
	50%	7,1	5,8
Shirlan	100%	8,3	7,8
	75%	7,8	7,4
	50%	7,6	6,2

Knolaantasting door Phythophthora.

te ruim interval (zie pagina 91), de dosering te verlagen tot 75% van de maximaal geadviseerde hoeveelheid. Bij rassen met resistentie in het loof, zoals Agria, kan de dosering mogelijk nog iets verder worden verlaagd. Alleen als de omstandigheden erg gunstig zijn voor de schimmel (langdurig nat) en er sprake is van een meer dan incidentele aantasting in het gewas (meer dan een paar blaadjes) dan dient geen verder risico te worden genomen en de maximaal geadviseerde hoeveelheid te worden gebruikt.
De resultaten van de PAGV-proeven van de laatste jaren suggereren zelfs, dat bij geringe Phytophthora-druk, bij een vatbaar ras als Bintje, een dosering van 50% voldoende kan zijn. Op dit moment wordt dit echter nog niet geadviseerd. De financiële risico's voor de teelt als gevolg van een vergrote kans op aantasting lijken te groot.

Minder bespuitingen

Hierbij kunnen verschillende mogelijkheden worden onderscheiden:
1. Later beginnen met de eerste bespuiting.
2. Vaste grotere intervallen tussen de bespuitingen.
3. Aanpassen intervallen op basis van het risico voor infectie.

Later beginnen met de eerste bespuiting

In Duitsland en Oostenrijk wordt het tijdstip van de eerste bespuiting bepaald op basis van de Negativ-Prognose. Dit model geeft, op basis van temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en neerslag aan tot welk tijdstip nog geen Phytophthora-epidemie kan optreden (Ullrich en Schrödter, 1966). In de praktijk wordt hiermee al jarenlang gewerkt. De indruk bestaat dat het redelijk goed voldoet. Als oösporen een rol spelen in het op gang brengen van de epidemie dan is de prognose van dit tijdstip op basis van het huidige systeem echter niet meer bruikbaar. In ons land heeft dit systeem tot nu toe weinig belangstelling gekregen. Dit komt waarschijnlijk omdat in Duitsland het aandeel minder vatbare rassen groter en het klimaat gemiddeld iets droger is. In Frankrijk en België wordt sinds 1963 het eerste tijdstip van bespuiten voorspeld met het Guntz-Divoux model. Dit met de Negativ-Prognose vergelijkbare model, is ook gebaseerd op temperatuur en relatieve luchtvochtigheid.

Min of meer vergelijkbaar met de Negativ-Prognose is het systeem dat in ons land bij zetmeelaardappelen wordt toegepast. De meeste zetmeelrassen hebben een redelijke mate van resistentie tegen Phytophthora. In het gebied waar de zetmeelaardappelen worden geteeld, worden de telers door middel van een kaart gewaarschuwd om met bespuitingen te beginnen zodra de eerste aantasting is vastgesteld.
Voor Bintje en andere vatbare rassen kan worden gehandeld zoals op pagina 85 is aangegeven.

In het algemeen is de Phytophthora-druk bij het begin van het seizoen het geringst. Op het middelengebruik zou derhalve dan verder bezuinigd kunnen worden. Deze bezuiniging kan echter averechts werken als er aantasting optreedt en het hele seizoen vervolgens extra moet worden gespoten. Voorts is in de proeven gebleken dat ook de halve dosering bij een vatbaar ras nog een aanzienlijke mate van bescherming biedt. Daarom is het hoogstwaarschijnlijk verstandiger om iets eerder te beginnen met een lagere dosering dan later met een hogere; bijvoorbeeld beter zes keer in juni/juli met 50% dan vier keer met 100%.

Vaste grotere intervallen tussen de bespuitingen

Bij grotere intervallen neemt, bij weersomstandigheden dat er Phytophthora-sporen in de lucht zijn, de kans op aantasting toe. Dit kan worden veroorzaakt door nieuw loof dat niet wordt beschermd, door afbraak van het middel als gevolg van de weersomstandigheden (zonlicht, zure regen) en door afspoeling van het middel. In tabel 17 is aangegeven hoe in 1992 op ROC Kollumerwaard de aantasting toenam bij wekelijks spuiten en bij tweewekelijks spuiten.

Uit deze en andere proeven blijkt dat het riskant is om intervallen in een star schema te verruimen. Bij het ruimere interval van eens per 14 dagen nam de aantasting sneller toe dan bij wekelijks spuiten met 2,5 kg Turbat per hectare. In ons land is door jarenlange ervaring gebleken dat het bij wekelijks spuiten ook bij vatbare rassen veelal mogelijk is om de kans op aantasting tot een minimum te beperken. Toch zijn er wel mogelijkheden om onder bepaalde omstandigheden de intervallen te verruimen.

Aanpassen intervallen op basis van het risico voor infectie

Als geen Phytophthora aanwezig is in een bepaalde regio of als de omstandigheden voor de schimmel zeer ongunstig zijn, zijn bespuitingen in principe niet nodig. Toch moet hierbij de nodige voorzichtigheid worden betracht. Dit geldt in sterkere mate naarmate vatbaardere rassen worden geteeld en naarmate het moeilijker is om kort na een weersomslag een bespuiting uit te voeren.
In de praktijk wordt door menig aardappelteler bij gunstige weersomstandigheden de volgende bespuiting uitgesteld, vaak zonder dat problemen optreden.

In de eerder genoemde tien PAGV-proeven met doseringen en intervallen zijn in 1991 en 1992 naast wekelijkse intervallen ook zogenaamde "geïntegreerde" intervallen aangelegd waarbij in overleg tussen bedrijfsleider en onderzoeker intervallen zijn aangepast

Tabel 17. Loofaantasting door *Phytophthora infestans* (volgens PD-schaal) op ROC-Kollumerwaard bij wekelijks en twee-wekelijks spuiten met 2,5 kg Turbat per ha.

datum	1 x 7 dagen	1 x 14 dagen
3 augustus	10	9,8
10 augustus	9,8	8,7
18 augustus	9,9	7,8
27 augustus	8,8	6,6
3 september	7,3	3,9

aan de weersomstandigheden. In 1993 zijn de intervallen aangepast op basis van het Prophy-waarschuwingssysteem (zie pagina 92).
In 1991 en 1992 waren in vier van de zeven proeven de weersomstandigheden gedurende bepaalde perioden zodanig ongunstig voor Phytophthora dat op basis hiervan besloten kon worden om een aantal intervallen te verruimen. Dit resulteerde in drie tot vijf keer minder spuiten zonder verminderde bestrijding van Phytophthora. Als de omstandigheden dus duidelijk ongunstig zijn voor Phytophthora zijn er mogelijkheden om op basis van "gezond verstand" een aantal bespuitingen uit te sparen. Dat deze manier van werken echter ook risico's met zich meebrengt, liet één van de proeven in 1992 op ROC Kollumerwaard duidelijk zien. In deze proef werden op basis van op het oog voor Phytophthora ongunstige omstandigheden drie bespuitingen uitgespaard door een aantal intervallen met een week te verruimen. Hier waren de omstandigheden blijkbaar toch niet geheel juist ingeschat want deze wijze van werken had wél tot gevolg dat de mate van bestrijding minder was dan die bij een strak zevendaags schema.

Het lijkt er dus op dat de bescherming bij een verruiming van de intervallen alleen dan op een acceptabel niveau kan worden gehandhaafd als de factoren die het risico voor infectie bepalen, goed kunnen worden ingeschat. Waarschuwingssystemen, zoals besproken worden op pagina 92, kunnen hierbij een belangrijke rol spelen.

Betere spuittechniek

Bij de wijze van spuiten is van belang dat het gehele gewas goed met fungiciden tegen Phytophthora wordt geraakt, dat in een perceel niets wordt overgeslagen en dat de spuitmachine optimaal functioneert. Ook is van belang dat het middel goed aan het loof hecht. Het PAGV gaat in 1994 aandacht besteden aan de regenvastheid van middelen.

Sinds 1991 wordt door het PAGV onderzoek gedaan (Van IJzendoorn et al, 1993) naar de invloed van spuittechnieken op de bescherming van het loof tegen Phytophthora. Hierbij worden onder andere waterhoeveelheden vergeleken van 100 en 200 liter per hectare, met en zonder luchtondersteuning. De indruk die hieruit naar voren komt is dat het spuiten met meer of minder water, al dan niet met luchtondersteuning, geen mogelijkheden biedt om zonder extra risico voor Phytophthora de dosering te verlagen.

Verschil tussen middelen en formuleringen

In 1993 is op twee plaatsen, ROC Kollumerwaard en PAGV, een proef met verschillende middelen aangelegd. Phytophthora-druk vanuit de omgeving in combinatie met nat weer leidde tot aantasting in de proeven alsmede tot verschillen in loofaantasting tussen middelen en doseringen. Met behulp van de PD-schaal zijn de proeven een aantal keren op Phytophthora-aantasting beoordeeld.
In tabel 18 is de aantasting weergegeven op ROC Kollumerwaard bij twee rassen en zes

Tabel 18. Phytophthora-aantasting van het loof (volgens PD-schaal) op 23 augustus 1993 op ROC-Kollumerwaard bij twee rassen en zes middelen.

middel	Bintje	Agria
maneb-tin	4	5
Daconil	5	6
Topper	7	7
Shirlan	6	7
koper	3	5
maneb	5	5

Tabel 19. De maximaal geadviseerde hoeveelheid actieve stof bij twee maneb/fentin-middelen in kg per ha.

produkt	actieve stof in kg per ha		
	totaal	maneb	fentin-acetaat
Maneb-tin 33-11	1,10	0,83	0,28
Maneb-Brestan	1,79	1,56	0,23

middelen. Op 13 en 22 juli en op 2, 7, 14 en 20 augustus zijn de verschillende middelen in de voor de praktijk geadviseerde dosering gespoten. Vóór 13 juli zijn de proeven wekelijks met maneb behandeld.

In deze proef is op 30 juli 1993 de eerste Phytophthora-aantasting geconstateerd. Deze breidde zich vervolgens tot 23 augustus duidelijk uit. Op 10 augustus was het verschil in aantasting tussen Agria en Bintje nog gering, op 23 augustus was Bintje ernstiger aangetast dan Agria. Wat de middelen betreft leken in beide proeven maneb-tin en koper, vooral bij Bintje, de voortschrijdende aantasting slecht af te remmen. Zoals uit de tabel blijkt, was op de Kollumerwaard Topper het beste middel, op het PAGV-bedrijf gaven Shirlan en Topper de beste loofbescherming. Hierbij maakt het voor het totale volume aan fungiciden in de aardappelteelt veel uit of Topper of Shirlan wordt gebruikt, namelijk respectievelijk 1,9 en 0,2 kg actieve stof per bespuiting per hectare (zie ook tabel 13). Topper heeft echter ten opzichte van Shirlan het voordeel dat het ook een beperkt curatieve werking heeft.
Binnen bepaalde groepen van middelen, vooral die welke dithiocarbamaten bevatten, blijken er ook forse verschillen te zijn in de totale hoeveelheid actieve stof die per bespuiting wordt geadviseerd. Voor enkele veel gebruikte middelen die maneb/fentin bevatten, is dit in tabel 19 weergegeven.

Uit deze tabel blijkt dat de totale hoeveelheid actieve stof binnen de groep maneb/fentin middelen aanzienlijk (bijna met 40%) beperkt kan worden door in plaats van met Maneb-Brestan met Maneb-tin 33-11 te spuiten. Er zijn geen aanwijzingen dat Maneb-tin 33-11 een minder goede bescherming tegen Phytophthora zou geven dan Maneb-Brestan.

Waarschuwingssystemen

Als men op een verantwoorde manier het gewas wil beschermen en tegelijkertijd niet meer bestrijdingsmiddelen wil gebruiken dan nodig is, dan is veel kennis nodig over de ziekte, de middelen en de invloed van de weersomstandigheden. Er moet, zoals eerder gezegd, met veel factoren rekening worden gehouden. Systemen die waarschuwen wanneer een gevaarlijke periode voor Phytophthora dreigt of heeft plaats gevonden, kunnen hierbij een rol spelen. In de literatuur wordt een aantal beschreven zoals Blitecast, Phyteb-Prognose en het model van Fry.

Het PAGV heeft in 1993 het in Nederland ontwikkelde waarschuwingssysteem Prophy in proeven uitgetest. Daarnaast is het in de praktijk getoetst. Prophy is ontwikkeld op basis van de gangbare adviezen voor de bestrijding van Phytophthora in Nederland. Relatieve waarden worden door een deskundige begeleidingscommissie zo goed mogelijk ingeschat.

Op drie ROC's is in 1993 een object zoveel mogelijk gespoten volgens dit Prophy-model. Hiertoe stond op twee plaatsen een weerpaal op het ROC zelf en op één plaats een weerpaal op ongeveer 4 km vanaf de proefplaats. Deze weerpalen registreren een aantal weersgegevens op twee meter hoogte en in een aardappelperceel. Heel belangrijk zijn de relatieve luchtvochtigheid in het gewas en de neerslag.

Het Prophy-model gaat uit van drie soorten informatie:
- perceels- en gewasspecifieke informatie zoals ras, opkomstdatum gewas, groeisnelheid, tijdstip vorige bespuiting, gebruikt middel en dosering, Phytophthora-druk in het gewas of de nabije omgeving;
- het weer in de afgelopen periode;
- de weersverwachting, bij voorkeur van een nabij gelegen betrouwbaar station waarbij aangegeven kan worden of spuiten in verband met regen en wind mogelijk is.

Op ROC Rusthoeve op Noord-Beveland is de helft van de proef gespoten volgens het Prophy-model en is de andere helft wekelijks gespoten. Het ras was Bintje; de eerste bespuiting vond plaats op 14 juni en de laatste op 6 september. In beide systemen is in totaal 13 keer gespoten. In het Prophy-object is zes keer op een andere dag gespoten dan in het wekelijkse object. Tussen de beide systemen is geen verschil in aantasting geconstateerd. Bij beide werd een enkel aangetast blaadje gevonden in de veldjes.

Op ROC 't Kompas te Valthermond werd de proef uitgevoerd in het vatbare zetmeelras Karuva. De eerste bespuiting vond plaats op 10 juni en de laatste op 2 september. In het wekelijkse systeem is 13 keer gespoten en in het Prophy-systeem 12 keer. Deze proef werd in augustus aangetast. Tussen het object dat volgens het Prophy-model werd gespoten en de wekelijkse behandeling was geen verschil in aantasting aanwezig.

Op ROC Kollumerwaard werd de proef uitgevoerd in het ras Bintje. De eerste bespuiting vond plaats op 14 juni en de laatste op 2 augustus. In het wekelijkse object is 8 keer gespoten en in het Prophy-object 7 keer. In het Prophy-object is 3 keer op een andere dag gespoten dan in het wekelijkse object. In deze proef werd eind juli de eerste aantasting vastgesteld. Vervolgens nam de aantasting snel toe. Ook in deze proef was er geen duidelijk verschil in aantasting tussen wekelijks spuiten en spuiten volgens Prophy.

In alle drie proeven is de wekelijkse bespuiting uitgevoerd met 0,4 liter Shirlan per ha; in het Prophy-object is zoveel mogelijk gespoten met Shirlan. Alleen als een cymoxanil-bevattend middel werd voorgeschreven is met 3 kg Topper DF gespoten. In tabel 20 zijn enkele resultaten weergegeven.

Uit deze resultaten kan worden afgeleid dat de aantasting bij spuiten volgens het Prophy-model niet duidelijk verschilde van wekelijks spuiten. Toch is hiermee ondanks zeer gunstige omstandigheden voor Phytophthora één bespuiting uitgespaard.

Aan het Prophy-model liggen veelal empirische waarnemingen en aannames ten grondslag die het systeem soms te star laten beslissen. Zo wordt ervan uitgegaan dat alle middelen een werkingsduur hebben van acht dagen. Dit betekent dat op de achtste dag wordt geadviseerd om dezelfde dag nog een preventieve bespuiting uit te voeren en dat op de negende dag wordt geadviseerd, als de laatste uren gunstig waren voor Phytophthora, om een middel te gebruiken dat tevens cymoxanil bevat. Een probleem van de weer-

Tabel 20. De aantasting van het gewas op ROC 't Kompas en Kollumerwaard op een aantal data, volgens PD-schaal, bij wekelijks spuiten met Shirlan en spuiten volgens het Prophy-model.

't Kompas, ras Karuva			Kollumerwaard, ras Bintje		
datum	wekelijks	Prophy	datum	wekelijks	Prophy
16/8	9,0	8,8	4/8	7,8	8,5
19/8	8,3	8,6	10/8	7,6	7,9
23/8	8,0	8,1	16/8	7,0	6,4
27/8	7,4	7,5			
2/9	7,3	7,3			

Bij het Phytophthora-waarschuwingssysteem Prophy wordt gebruik gemaakt van weersgegevens, die in het gewas worden gemeten.

palen bleek de gevoeligheid voor onweer te zijn.

Momenteel vindt op het PAGV een inventarisatie van de literatuur plaats om te komen tot mogelijke verbeteringen van het huidige (Prophy) waarschuwingssysteem.

Tot besluit

Beperking van het gebruik van middelen in aardappelen voor de bestrijding van Phytophthora is op verschillende wijzen mogelijk.

- *Bedrijfshygiëne.* Iedereen die aardappelen teelt, moet besmetting van het eigen gewas of van de omgeving vanuit afvalhopen, ziek pootgoed en aardappelopslag voorkomen. Dit beperkt de Phytophthora-druk.
- *Rassenkeuze.* Door rassen te gebruiken met meer loof- en knolresistentie zijn er onder bepaalde omstandigheden mogelijkheden om met gelijk risico op aantasting later te beginnen met bespuitingen, met lagere doseringen te spuiten en/of met grotere intervallen, en bij aantasting later het loof te vernietigen.
- *Lagere doseringen.* Mede op basis van het uitgevoerde PAGV-onderzoek van de laatste jaren lijkt bij vatbare rassen zoals Bintje, verlaging van de dosering tot 75% van de maximaal geadviseerde praktijkdosering mogelijk. Bij rassen met een goede loofresistentie kan waarschijnlijk nog iets verder worden teruggegaan. Zijn de omstandigheden evenwel gunstig voor de schimmel (meer dan incidenteel een aangetast blad en natte omstandigheden) dan lijkt het aanbeveling te verdienen om de volle dosering toe te passen.
- *Minder bespuitingen.* Met minder bespuitingen lijkt maar in beperkte mate winst te halen. Men kan de eerste bespuiting uitstellen als de omstandigheden het toelaten, maar voorkomen moet worden dat het gewas wordt aangetast, zodat het gehele seizoen extra middel nodig is om verdere uitbreiding tegen te gaan. Ook kan onder gunstige omstandigheden een vervolgbespuiting worden uitgesteld.
- *Spuittechniek.* Beperking van het middelengebruik door een verbeterde spuittechniek lijkt tot nu toe niet veel op te leveren. Wel is het natuurlijk van het grootste be-

lang dat met goede apparatuur wordt gespoten en het gewas volledig wordt bedekt.
- *Middelen.* Wat de loofaantasting betreft lijken in de PAGV-proeven tot nu toe Shirlan en Topper iets beter dan maneb-tin, maneb, Daconil en koperoxychloride. Bij deze middelen valt Shirlan op door de geringe hoeveelheid benodigde actieve stof. Wat betreft formuleringen blijken er binnen groepen middelen zoals maneb/fentin-combinaties forse verschillen te zijn in hoeveelheid actieve stof zonder dat deze middelen duidelijk verschillen in beschermende werking tegen Phytophthora.
- *Waarschuwingssystemen.* Deze systemen kunnen alle beschikbare kennis over de schimmel, de middelen, het perceel, de invloed van het weer en de weersverwachting integreren. Hierdoor kunnen ze een goed hulpmiddel zijn bij het beslissen wanneer een bespuiting kan worden uitgesteld.

Literatuur

Bus, C.B. en J.K. Ridder. Effect van lagere doseringen van middelen en grotere intervallen tussen bespuitingen op de aantasting van aardappelen door Phytophthora. Landbouwkundig Onderzoek in Flevoland en Noord-Holland (1992), p. 137-139.

Bus, C.B. en J.K. Ridder. Effect van lagere doseringen van middelen en grotere intervallen tussen bespuitingen op de aantasting van aardappelen door Phytophthora. Resultaten van het Landbouwkundig Onderzoek in Zuidwest-Nederland (1992), p. 28-29.

Bijman, W.J. Ontwikkeling en introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen in Nederland. Onderzoeksverslag 113, LEI-DLO (1993).

Fry, W.E., A. Drenth, L.J. Spielman, B.C. Mantel, L.C. Davidse en S.B. Goodwin. Population genetic structure of Phytophthora infestans in the Netherlands. Phytopathology 81 (1991), p. 1330-1336.

Ridder, J.K. en C.B. Bus. Effect van lagere doseringen van middelen en grotere intervallen tussen bespuitingen op de aantasting van aardappelen door Phytophthora. Proefveldverslag 1992. Uitgave Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw voor de klei-akkerbouw in Groningen en Friesland (1992), p. 65-68.

Ridder, J.K. en C.B. Bus. Vaststellen van de mate van knolbescherming van Phytophthorabestrijdingsmiddelen. Proefveldverslag 1992. Uitgave Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw voor de klei-akkerbouw in Groningen en Friesland (1992), p. 69-70.

Ridder, J.K. en A.G. Elema. Bestrijding van Phytophthora in aardappelen. Landbouwkundig Onderzoek in Flevoland en Noord-Holland (1991), p. 176-178.

Ridder, J.K. en A.G. Elema. Bestrijding van Phytophthora in aardappelen. Proefveldverslag 1991. Uitgave Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw voor de klei-akkerbouw in Groningen en Friesland (1991), p. 69-71.

Ridder, J.K. en A.G. Elema. Het effect van verlaging van doseringen van middelen en grotere intervallen tussen bespuitingen op de aantasting van aardappelen door Phytophthora. Resultaten van het Landbouwkundig Onderzoek in Zuidwest-Nederland (1991), p. 24-25.

Ullrich, J. en H. Schrödter. Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfaüle (Phytophthora infestans) und die Möglichkeit seiner Lösung durch eine "Negativprognose". Nachrichtenbl. Deutsch. Planzenschutzd. (Braunsweig) 18 (1966), p. 33-40.

IJzendoorn, M.T. van, J.C. van de Zande en R. Meier. Effect van spuittechnieken. Landbouwmechanisatie nr 5 (1993), p. 22-23.

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven [1]

Verslagen

6. De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs; ir. C.A.A.A. Maenhout et al, januari 1983 ..... *f* 10,-
8. Onderzoek naar verschillen in opbrengst en kwaliteit van consumptie-aardappelen in het zuidwesten van Nederland; ir. C.B. Bus, ing. K.W. Bosma (CA-Barendrecht) en ir. D.W. de Hoop (LEI), februari 1983 ..... *f* 10,-
10. Epipré-instructieboekje 1983; ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, april 1983 ..... *f* 10,-
13. Het effect van de intensiteit van de zaaibedbereiding op het kiembed en de opkomst, opbrengst en kwaliteit van suikerbieten; ing. Th. Huiskamp, september 1983 ..... *f* 10,-
14. Verslag van een driejarig onderzoek naar de optimale stikstofgift voor bruine bonen; G.J. Bom, september 1983 ..... *f* 10,-
15. Epipré-evaluatieverslag 1983; ing. H. Drenth en ir. K Reinink, januari 1984 ..... *f* 10,-
16. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel in 1981 en 1982. Ing. J. Boer, januari 1984 ..... *f* 10,-
18. Rendabiliteit van continuteelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982) Ing. H. Preuter, maart 1984 ..... *f* 10,-
19. Biologie en ecologie van kleefkruid (Galium aparine). Ir. W.G.M. van den Brand, april 1984 ..... *f* 10,-
20. Pootafstanden en gebruik van Alar en Rovral bij de teelt van Alpha-pootgoed. Ing. J. Alblas en B. v.d. Spek, januari 1984 ..... *f* 10,-
21. Epipré 1984 - instructieboekje. Ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, maart 1984 ..... *f* 10,-
22. Resultaten van diep losmaken van zavelgronden in zuidwest-Nederland; 1978-1982. Ing. J. Alblas, april 1984 ..... *f* 10,-
23. Resultaten kalibouwplanproeven op zeeklei. Ir. J. Prummel (IB) en dr. ir. J. Temme (Nederlands Kali Instituut), mei 1984 ..... *f* 10,-
24. Oogstplanning van bloemkool in "de Streek". Ir. R. Booij, oktober 1984 ..... *f* 10,-
25. Beregeningsonderzoek bij asperges op de proeftuin "Noord-Limburg". Ing. D. van der Schans en ir. A.J. Hellings, oktober 1984 ..... *f* 10,-
26. Kalibemesting voor aardappelen in de Brabantse Biesbosch en het Land van Altena. Ing. J. Alblas, november 1984 ..... *f* 10,-
27. Spruitkool bewaren aan de stam. Ing. J.A. Schoneveld, november 1984 ..... *f* 10,-
28. Verslag Inventarisatie Graanziekten 1984. Ing. W. Stol, januari 1985 ..... *f* 10,-
30. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snij-maïs en op de bodemvruchtbaarheid; Heino (zandgrond) 1972 - 1982. Ir. J.J. Schröder, maart 1985 ..... *f* 10,-
31. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snij-maïs en op de bodemvruchtbaarheid en waterverontreiniging; Maarheeze 1974 - 1984. Ir. J.J. Schröder, maart 1985 ..... *f* 10,-
32. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Lelystad 1976 - 1980. Ir. J.J. Schröder, maart 1985 ... *f* 10,-
33. Intensieve teeltsystemen bij wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel, maart 1985 ..... *f* 10,-
35. Biologie en ecologie van zwarte nachtschade (Solanum nigrum). Ir. W.G.M. van den Brand, maart 1985 ..... *f* 10,-
36. Epipré 1985 instructieboekje. Ir. K. Reinink, april 1985 ..... *f* 10,-
37. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmaïs. Ir. C.L.M. de Visser, ir. H.F.M. Aarts, april 1985 ..... *f* 10,-
38. Zuiveringsslib in de akkerbouw; Ir. S. de Haan en ing. J. Lubbers (IB), Ing. A. de Jong (PAGV), maart 1985 ..... *f* 10,-
39. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van Engels en Italiaans raaigras, veldbeemdgras en roodzwenkgras. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1985 ..... *f* 20,-
40. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van uien en sjalotten. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1985 ..... *f* 10,-
42. Themadag effecten van diepe grondbewerking in de akkerbouw en de vollegronds-

[1] Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

groenteteelt, juli 1985 ..... f 10,-
43. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van aardappelen, Ir. C.L.M. de Visser, augustus 1985 ..... f 10,-
44. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van erwten, stambonen en veldbonen. Ir. C.L.M. de Visser, augustus 1985 ..... f 20,-
45. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van wortelen. Ir. C.L.M. de Visser, september 1985 ..... f 10,-
46. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van winterkoolzaad. Ir. C.L.M. de Visser, sep-tember 1985 ..... f 10,-
47. Biologie en ecologie van melganzevoet (Chenopodium album). Ir. W.G.M. van den Brand, december 1985 ..... f 10,-
48. Verslag inventarisatie graanziekten 1985. Ing. H.P. Versluis, december 1985 ..... f 10,-
49. Natriumbemesting en natriumbehoefte van suikerbieten. Dr. ir. J. Temme en dr. J.G.H. Stassen, december 1985 ..... f 10,-
50. Epipré instructieboekje 1986. Ing. W. Stol, april 1986 ..... f 10,-
51. Studiedag kluitplanten. Ir. R. Booij en N.J. Snoek, juli 1986 ..... f 10,-
52. Biologie en ecologie van hanepoot (Echinochloa crus-galli). Ir. W.G.M. van den Brand, juli 1986 ..... f 10,-
53. Opkomstperiodiciteit bij 40 eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele hiermee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen. Ir. W.G.M. van den Brand, oktober 1986.... f 10,-
54. De teelt van wintertarwe als dekvrucht voor veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W.J.M. Meijer, oktober 1986 ..... f 10,-
56. De invloed van het maaien van de tarwestoppel op ondergezaaide veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W.J.M. Meijer, oktober 1986 ..... f 10,-
57. Benutting afvalwarmte bij vollegrondsteelten. Ing. J.A. Schoneveld, november 1986 ..... f 10,-
59. Het bestrijden van verstuiven op landbouwgronden. Dr. ir. A. Darwinkel, november 1986 ..... f 10,-
60. Stikstofbemesting van wintertarwe. Ir. K. Reinink, december 1986 ..... f 10,-
63. De invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproduktie in Noord-Nederland. S. Vreeke , maart 1987 ..... f 10,-
66. Bewaren en voorkiemen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder, mei 1987 ..... f 10,-
69. Biologie en ecologie van vogelmuur (Stellaria media). Ir. W.G.M. van den Brand, september 1987 ..... f 10,-
70. Ontwikkeling van een biotoets voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje (Meloidogyne-hapla). Ing. A.A.W. Zondervan, november 1987 ..... f 10,-
71. Het EPIPRE-adviesmodel, een kritische analyse. Werkgroep EPIPRE, december 1987. f 10,-
72. Teelttechnische en economische aspecten bij de teelt van kleine witte kool. Ing. C. van Wijk, ir. C. Kramer, ing. G. Schroën en ir. R. Booij, januari 1988 ..... f 10,-
73. Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs. Ing. H.M.G. van der Werf, april 1988 ..... f 10,-
74. Ontwikkelen van teeltbegeleidingssystemen voor aardappelen en suikerbieten. Ir. C.L.M. de Visser e.a., mei 1988 ..... f 10,-
75. Bedrijfseconomische aspecten van de grondontsmetting in rotaties met consumptie-aardappelen, suikerbieten en wintertarwe op het proefveld te Westmaas (1981 t/m 1986). Ing. H. Preuter, mei 1988 ..... f 10,-
78. Bijzaaien en overzaaien van snijmaïs. H.M.G. van der Werf en H. Hoek, december 1988 . f 10,-
80. Economische aspecten van de plantdichtheid bij witlof. Ir. C.F.G. Kramer, februari 1989 ..... f 10,-
81. Stikstofbemesting van ijssla. Dr. ir. J.H.G. Slangen (LU), ir. H.H.H. Titulaer (PAGV), ir. H. Niers (IB) en dr. ir. J. van der Boon (IB), februari 1989 ..... f 10,-
84. Oppervlakkige grondbewerking in het gewas maïs. H.M.G. van der Werf (PAGV), J.J. Klooster (IMAG) en D.A. van der Schans (PAGV), mei 1989 ..... f 10,-
85. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). Ir. J. Schröder (PAGV) en ir. L.C.N. de la Lande Cremer (IB), mei 1989 ..... f 10,-
86. Teelt van fabrieksaardappelen op bedden ten opzichte van op ruggen. Ing. J.K.

Ridder, juli 1989 ..... f 10,-
91. Overzaaien van suikerbieten. Dr. ir. A.L. Smit, oktober 1989 ..... f 10,-
92. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in de Veenkoloniën. Drs. S. Cupersus, oktober 1989 ..... f 10,-
93. Wortelverbruining bij snijmaïs. J. Schröder, A.G.M. Ebskamp, K. Scholte, oktober 1989.. f 10,-
94. Noodzaak van roestbestrijding in Engels raai- en veldbeemgras. Ir. G.H. Horeman, november 1989 ..... f 10,-
95. Stikstofbemesting van peen. J.H.G. Slangen, H.H.H. Titulaer, H. Niers en J. van der Boon, januari 1990 ..... f 10,
96. De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari1990 . f 10,-
97. Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990 ..... f 10,-
98. Zuiveringsslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990 ..... f 10,-
99. Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990 ..... f 10,-
100. Teeltvervroeging bij suikerbieten. Ir. A.L. Smit, mei 1990 ..... f 10,-
101. Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanters, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990 ..... f 10,-
102. Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990 ..... f 10,-
103. Minerale olie, insekticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus y^n. Ir. C.B. Bus, mei 1990 ..... f 10,-
104. Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen Rhizoctonia op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990 ..... f 10,-
105. Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990 ..... f 10,-
106. Stikstofdeling bij snijmaïs. Ir. J. Schröder, juli 1990 ..... f 10,-
107. Langdurige bewaring van kroten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, juli 1990 ..... f 10,-
108. Optimale plantgetal van snijmaïs en van korrelmaïs, Ir. J. Schröder, juli 1990 ..... f 10,-
109. (Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990 ..... f 10,-
110. Voorvruchteffecten bij inpassing van vollegrondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990 ..... f 10,-
111. Teelt van bakwaardige tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990 ..... f 10,-
112. Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990 ..... f 10,-
113. Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaltje en de optredende schade bij continu teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990 ..... f 10,-
114. Onderzoek naar het effect van systemische nematiciden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990 ..... f 10,-
115. Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990 ..... f 10,-
116. Bladrandkeverbestrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990 ..... f 10,-
117. Gewasdag mais, december 1990 ..... f 10,-
118. Graszaadstengelgalmuggen in veldbeemdgras. Ir. G. Horeman, december 1990 ..... f 10,-
119. Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G. Horeman, december 1990 ..... f 10,-
120. Biotoets voetziekten in erwten. Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991 ..... f 10,-
121. Opbrengstvariabiliteit bij erwten en velbonen. Ing. D.A. van der Schans en ir. W. van den Berg, april 1991 ..... f 10,-
122. De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmaïs bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir. W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991 ..... f 10,-
123. Optimalisering toedieningstechniek dierlijke mest. Ing. G.J. van Dongen, ing. D.T. Baumann en ing. L.M. Lumkes, april 1991 ..... f 10,-
124. Beïnvloeding van het drogestofgehalte, opbrengstniveau en bewaarbaarheid van uien door teeltmethoden. Ir. C.L.M. de Visser, april 1991 ..... f 10,-
125. Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (Cichorium intybus L. var. foliosum) in de sei-

zoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Kruistum en ing. C. van der Wel, mei 1991 ..... f 10,-

126. Teeltonderzoek tennisbloem in Nederland. Ing. J.G.N. Wander, ing. H.P. Versluis en ir. P.M. Spoorenberg, mei 1991 ..... f 10,-

127. Rendabiliteit van een verminderde bodembelasting. Bedrijfseconomische evaluatie van een lagedruk-berijdingssysteem. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991 ..... f 10,-

128. Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, september 1991 ..... f 10,-

129. Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke ..... f 10,-

130. Landbouwtechnische-, economische-, bedrijfskundige- en milieu-aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991 ..... f 10,-

131. Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991 ..... f 10,-

132. Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991 ..... f 10,-

133. Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991 ..... f 10,-

134. Het verloop van wegrotten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991 ..... f 10,-

135. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991 ..... f 10,-

136. Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991 ..... f 10,-

137. Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991 ..... f 10,-

138. Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992 ..... f 10,-

139. De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992 ..... f 10,-

140. De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992 ..... f 10,-

141. Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, april 1992 ..... f 10,-

142. Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, oktober 1992 ..... f 25,-

143. Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmaïs, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992 ..... f 10,-

144. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkebouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, Ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon, oktober 1992. f 10,-

145. Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992 ..... f 10,-

146. Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992 ..... f 10,-

147. Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool, A. Ester, november 1992 ..... f 10,-

148. Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmaïs Ir. J. Schröder, L. ten Holte, Ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992 ..... f 10,-

149. Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992 f 10,-

150. Planning van de optimale sortering bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1992 ..... f 10,-

151. Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992 ..... f 10,-

152. Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling'. Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H.

van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring maart 1993 ..... f 15,-
153. Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie. Ing. C.I Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993 ..... f 15,-
154. Gebruik van insektengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993.. f 15,-
155. Produktie- en kwaliteitsverloop bij snijmaïs. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993 ..... f 15,-
156. Perspectieven van de teelt van brouwgerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993 ..... f 15,-
157. The information model for crop protection in arable farming. Ir. A.J. Scheepens, april 1993 ..... f 15,-
158 Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993 ..... f 15,-

Publikaties

30. Effecten van grote drijfmestgiften bij de teelt van snijmaïs; ir. J.J. Schröder, september 1985 ..... f 10,-
36. Informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf, juni 1987 ..... f 10,-
42. Optimalisering van de stikstofvoeding van consumptie-aardappelen. Ir. C.D. van Loon en J.F.Houwing januari 1989 ..... f 20,-
44. Bouwplan en vruchtopvolging. Ir. T.G.F.M. Aerts en ir. W.A.M. Kromwijk, maart 1989.. f 20,-
47. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond, augustus 1989..... f 35,-
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands ..... f 15,-
59. Bedrijfshygiëne in de praktijk, november 1991 ..... f 15,-
60. Werkplan 1992, februari 1992 ..... f 10,-
61. Jaarverslag 1991, april 1992 ..... f 15,-
62. Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest. Ir. A.G. Elema en dr. ir. P.C. Scheepens, augustus 1992 ..... f 15,-
63. Kwantitatieve informatie 1992-1993, oktober 1992 ..... f 30,-
64. Jaarboek 1991/1992, oktober 1992 ..... f 45,-
65. Werkplan 1993, februari 1993 ..... f 15,-
66. Jaarverslag 1992, april 1993 ..... f 15,-
67. 28 jaar De Schreef, ing. O. Hoekstra en ir. J.G. Lamers, april 1993 ..... f 40,-
68. Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993 ..... f 20,-
69. Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993 ..... f 30,-

Themaboekjes

4. Snijmaïs; maart 1984 ..... f 10,-
5. Zomergerst; november 1985 ..... f 10,-
6. Kwaliteitszorg bij de teelt van witlof; december 1985 ..... f 10,-
7. Organische stof in de akkerbouw, februari 1986 ..... f 10,-
8. Geïntegreerde bedrijfssystemen, 17 november 1988 ..... f 15,-
9. Vruchtwisseling, november 1989 ..... f 15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990 ..... f 15,-
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990 ..... f 15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991 ..... f 15,-
13. Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992 ..... f 15,-
14. Bedrijfssystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992 ..... f 25,-
15. Duurzame onkruidbestrijding, november 1993 ..... f 25,-
16. Aardappelen, december 1993 ..... f 25,-

OBS-uitgaven

1. Verslag over 1980 (mei 1983) ..... f 25,-
2. Verslag over 1981 (december 1983) ..... f 25,-
3. Verslag over 1982 (mei 1984) ..... f 25,-

4. Verslag over 1983 (augustus 1985) ..... ƒ 20,-
5. Verslag over 1984 (augustus 1986) ..... ƒ 20,-
6. Verslag over 1985 (mei 1988) ..... ƒ 20,-
7. Verslag over 1986 (april 1991) ..... ƒ 15,-
8. Verslag over 1987 (december 1991) ..... ƒ 15,-
9. Verslag over 1988 (februari 1992) ..... ƒ 15,-
10. Verslag over 1989 (juni 1993) ..... ƒ 15,-

Teelthandleidingen

12. Witlof, teelt van de wortel en produktie van het lof, augustus 1989 ..... ƒ 20,-
13. Voederbieten, april 1983 ..... ƒ 10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids "Akker-onkruiden en hun kiemplanten ƒ 15,-"), maart 1985 ..... ƒ 12,50
17. Sluitkool, mei 1985 ..... ƒ 10,-
19. Sla, oktober 1985 ..... ƒ 10,-
21. Suikerbieten, december 1986 ..... ƒ 15,-
22. Andijvie, augustus 1987 ..... ƒ 10,-
23. Wintertarwe, september 1987 ..... ƒ 15,-
24. Kroten, juli 1988 ..... ƒ 15,-
25. Luzerne, september 1988 ..... ƒ 15,-
26. Graszaad, oktober 1988 ..... ƒ 15,-
27. Stamslabonen, november 1988 ..... ƒ 15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989 ..... ƒ 15,-
29. Teelt van augurken, november 1990 ..... ƒ 15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990 ..... ƒ 15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990 ..... ƒ 15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991 ..... ƒ 15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991 ..... ƒ 15,-
34. Teelt van vlas, april 1991 ..... ƒ 15,-
35. Teelt van triticale, april 1991 ..... ƒ 10,-
36. Teelt van peen, juni 1991 ..... ƒ 20,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991 ..... ƒ 15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991 ..... ƒ 15,-
39. Teelt van plantuien, november 1991 ..... ƒ 15,-
40. Teelt van radicchio, november 1991 ..... ƒ 10,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991 ..... ƒ 10,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991 ..... ƒ 15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992 ..... ƒ 15,-
44. Teelt van rammenas, april 1992 ..... ƒ 15,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992 ..... ƒ 20,-
46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992 ..... ƒ 10,-
47. Teelt van groene asperge, december 1992 ..... ƒ 15,-
48. Teelt van doperwten, december 1992 ..... ƒ 15,-
49. Teelt van thijm, februari 1993 ..... ƒ 10,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993 ..... ƒ 10,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993 ..... ƒ 35,-
52. Teelt van zaaiuien, juni 1993 ..... ƒ 30,-
53. Teelt van suikermaïs, juli 1993 ..... ƒ 25,-
54. Teelt van broccoli, juli 1993 ..... ƒ 30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993 ..... ƒ 25,-
56. Teelt van prei, oktober 1993 ..... ƒ 30,-

Korte teeltbeschrijvingen

1. Teunisbloemen, maart 1986 ..... ƒ 5,-
3. Paksoi en amsoi, augustus 1986 ..... ƒ 5,-

4. Bosui, december 1986 ..... ƒ 5,-
7. Courgette en pompoen, december 1988 ..... ƒ 5,-
8. Chinese kool, november 1989 ..... ƒ 10,-

Niet opgenomen in een reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfsadministratie), januari 1988 ..... ƒ 35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988 ..... ƒ 5,-

losse bestellingen
U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

PAGV-jaarabonnementen
U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:
- **akkerbouw-praktijk:**
  bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
  bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegrondsgroente-praktijk:**
  bevat op de praktijk gerichte vollegrondsgroente- en algemene informatie
- **vollegrondsgroente-totaal:**
  bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
  bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
  bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerd onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
  bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

PAGV-uitgaven	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegrondgr.-praktijk	vollegrondsgr.-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve Informatie	x	x	x	x	x		x
publikaties akkerbouw	x	x			x		x
publikaties vollegrondsgroenteteelt			x	x	x		x
publikaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegrondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegrondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	*f*100,-	*f*175,-	*f*75,-	*f*125,-	*f*150,-	*f*100,-	*f*250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekeningnummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement.
U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.
- **Bestel-abonnement** (*f*25,-). Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement** (*f*25,-). Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (in-clusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementjaar.