

Blijft biologische aardappelteelt in Nederland mogelijk?

Marjolein Tiemens-Hulscher¹, Edith Lammerts van Bueren¹, Monique Hospers-Brands¹, Bart Timmermans¹, Peter van der Putten² en Paul Struik²

¹ Louis Bolk Instituut, Hoofdstraat 24, 3972 LA Driebergen; e-mail: m.tiemens@louisbolk.nl

² Crop and Weed Ecology, Plant Sciences Group, Wageningen University, Haarweg 333, 6709 RZ, Wageningen

De biologische aardappelteler heeft onder Nederlandse teeltoomstandigheden te maken met twee opbrengstlimiterende factoren, namelijk een beperkende nutriëntenvoorziening en de aantasting door *Phytophthora infestans*. Het groeiseizoen voor de biologische aardappelteelt is relatief kort. In het vroege voorjaar is er wegens de nog trage mineralisatie weinig stikstof beschikbaar, zodat het gewas traag op gang komt, terwijl het gewas meestal voortijdig moet worden gebrand wegens *Phytophthora*-infectie. Uit praktijk en onderzoek is gebleken dat er met teeltmaatregelen niet genoeg gedaan kan worden om de ziekte te beheersen. Wel kan met het voorkiemen van pootgoed een ontsnappingsstrategie gevolgd worden door te zorgen voor een acceptabele opbrengst voordat het gewas wordt geïnfecteerd. Om deze strategie succesvol te maken is het toch noodzakelijk dat er resistente rassen beschikbaar komen die aangepast zijn aan de biologische teeltoomstandigheden en dus ook kunnen omgaan met een relatief laag stikstofniveau.

Biologische landbouw

Het onderzoek staat voor de uitdaging om de biologische aardappelteelt in Nederland te behouden. In de biologische landbouw wordt geen gebruik gemaakt van snelwerkende kunstmest en bestrijdingsmiddelen. In een biologische vruchtwisseling is de hoeveelheid beschikbare stikstof relatief beperkt. Stikstof komt voor een deel beschikbaar uit de organische stof in de bodem en voor een ander deel uit de toegediende organische bemesting. De nutriëntenvoorziening wordt gestuurd door een weloverwogen rotatie inclusief groenbemesters, vaste dierlijke mest, drijfmest en compost (Finckh *et al.*, 2006). Met uitzondering van drijfmest zijn dit mestsoorten waarbij de mineralisatie langzaam is en sterk

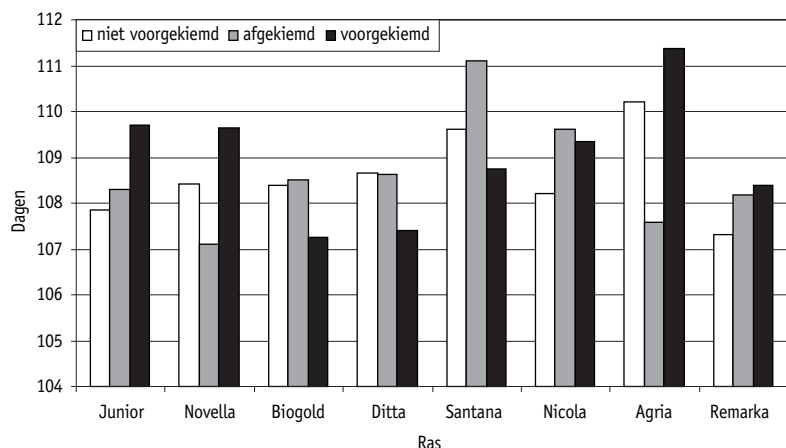
afhankelijk van de temperatuur en vochtigheid van de bodem (Delden, 2001). In het voorjaar, wanneer de bodemtemperatuur nog laag is, komen de nutriënten hierdoor relatief laat beschikbaar voor het gewas. De nutriëntenvoorziening en het niet toepassen van bestrijdingsmiddelen scheppen het kader waarbinnen de biologische aardappelteelt opereert.

Biologische aardappelteelt

In 2006 was het areaal biologische aardappelen ruim 1280 hectare, met 970 hectare consumptieteelt, 298 hectare pootgoed en dertien hectare zetmeelaardappelen. De omzet van de biologische aardappelteelt bedroeg in 2006 19,2 miljoen euro. Per jaar gaat ongeveer vijfduizend ton als

tafelaardappel de grens over naar Duitsland, Griekenland, het Verenigd Koninkrijk en Zuid-Europa. Voor de vroege biologische aardappelen importeert Nederland 2500 ton uit Italië, Egypte, Israël en Duitsland (Bio-Monitor jaarrapport 2006). Het is echter de vraag of de biologische aardappelteelt in Nederland kan blijven. Voor de biologische aardappelteler zijn de krappe nutriëntenvoorziening en de aantasting van het gewas door *P. infestans* twee opbrengstlimiterende factoren. Möller (2000) berekende dat onder biologische omstandigheden per tien ton opbrengst 27-35 kilogram beschikbare stikstof nodig is. Voor een opbrengst van 40 ton/ha zou dan 108 tot 140 kilogram N per hectare nodig zijn. In de praktijk ligt de hoeveelheid beschikbare stikstof vaak onder de honderd kilogram per hectare (Tamm *et al.*, 2004). In de toekomst kan dit nog lager worden, omdat dan alle mest die in de biologische landbouw wordt aangewend van biologische oorsprong moet zijn, terwijl biologische mest schaars is.

De tweede opbrengstlimiterende factor is *Phytophthora*. Het groeiseizoen wordt door de aantasting van het loof in de meeste jaren aanzienlijk bekort, doordat het loof bij een aantasting van ruwweg 7% vernietigd moet worden (HPA verordening, 2003). Om verspreiding te



Figuur 1. Invloed van de fysiologische leeftijd van knol en spruit op het aantal groeidagen van poten tot 7% aantasting van het blad, het moment waarop het gewas gebrand werd, bij 8 rassen (geordend van vroeg naar laat) in Zeewolde, 2006 (niet voorgekiemd: jonge knol en jonge spruit, voorgekiemd: oude knol en oude spruit, afgekiemd: oude knol en jonge spruit). ($P(\text{ras})=0,08$, $P(\text{leeftijd})=0,714$, $P(\text{ras}*\text{leeftijd})=0,106$, $\text{lsd}(5\%) = 2,62$).

voorkomen is dit een zinvolle regel. Deze maatregel geeft echter in de meeste jaren een aanzienlijke opbrengstreductie. Het is namelijk gebleken dat er bij een loofaantasting tot zestig procent geen opbrengstreductie plaats vindt (Möller, 2000). Ondanks de aantasting zou een aantal extra groeidagen de opbrengst aanzienlijk kunnen verhogen, mits de rassen een goede knolresistentie bezitten.

Oplossingsrichtingen

Om binnen deze beperkende kaders een rendabele biologische aardappelteelt (dertig tot veertig ton per hectare) te realiseren wordt er in verschillende oplossingsrichtingen gezocht. Grofweg zijn deze onder te verdelen in de ontwikkeling van resistente rassen, het ontwikkelen van teeltmaatregelen en de behandeling van het pootgoed. Een algemeen aanvaarde oplossingsrichting is vroegheid. Bij het ontbreken van goede, resistente, vroege rassen is het uitgangspunt dat een rendabele opbrengst gerealiseerd moet zijn voordat het gewas aange-

tast wordt door *Phytophthora* (Tiemens-Hulscher *et al.*, 2003).

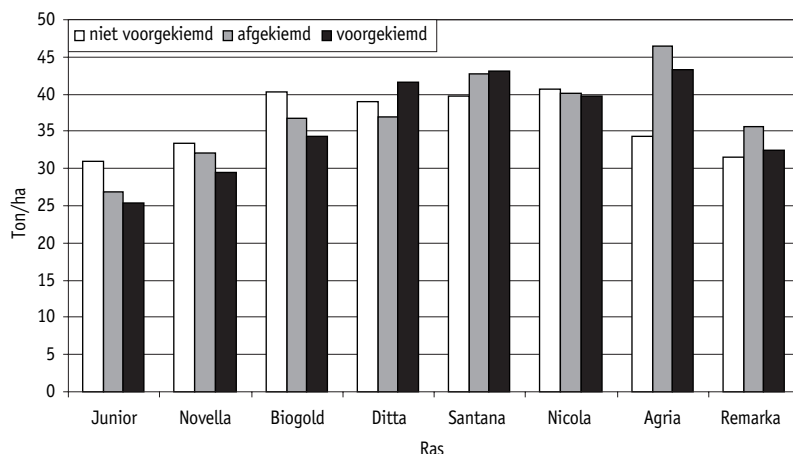
Rassen

Het resistentieniveau van de rassen die momenteel in de biologische landbouw gebruikt worden is niet hoog genoeg om deze optimaal biologisch te kunnen telen. Uit een rassenproef met 281 genotypen (bestaande rassen en geniteurs) bleek dat er een enorme variatie in resistentie bestaat. Er bleek echter een sterke correlatie te zijn tussen resistentie en afrijpingstype. De rassen met de hoogste resistentiecijfers zijn over het algemeen laat (Tiemens-Hulscher *et al.*, 2003). Momenteel ontbreekt het dus nog aan rassen die een goede, duurzame resistentie combineren met vroegheid. Deze combinatie lijkt lastig te verkrijgen omdat een groot deel van de resistentie genetisch gekoppeld is aan een late afrijping (Visker *et al.*, 2005).

Van de bovengenoemde 281 genotypen zijn er 36 uitgebreider getoetst in rassenproeven op

verschillende locaties. In deze proeven werd het loof volgens de HPA norm gedood (per veldje) en werden opbrengst en kwaliteit van de knollen bepaald. Van de 36 uitgebreider getoetste rassen gaven 28 rassen, ondanks aantasting door *Phytophthora*, een opbrengst van minimaal dertig ton per hectare. Slechts twee van deze 28 rassen haalden ook de vereiste drempelwaarden voor onderwatergewicht, kook- en bakkwaliteit (Tiemens-Hulscher *et al.*, 2003).

Een nieuwe lichter aardappelras die nu op de markt komt, met nieuwe resistentiebronnen, zoals bijvoorbeeld Biogold, Novella en Toluca, zullen zich in de biologische landbouw nog moeten bewijzen. Een biologisch aardappelras moet niet alleen resistent zijn tegen *Phytophthora* in het loof en de knol, maar ook vroeg, stikstofefficiënt en vermarktaar. Voor de vroegheid zijn een snelle beginontwikkeling, een vroege knolzetting en een snelle knolgroei van belang. De loofontwikkeling na opkomst wordt sterk beïnvloed door de stikstofbeschikbaarheid in de eerste weken na opkomst (Vos, 1995). In de biologische landbouw is op dat moment de stikstofbeschikbaarheid vaak aan de lage kant. Rassen die met een lage stikstofgift om kunnen gaan hebben in de biologische landbouw daarom een streepje voor. Van Delden (2001) vond rasverschillen in de mate van gevoeligheid voor stikstoftekort. Het selectiemilieu (lage *input* of hoge *input*) blijkt ook invloed te hebben op de uiteindelijke stikstofefficiëntie van rassen. Onder *low input*-omstandigheden onderscheiden stikstofefficiënte rassen zich van rassen die een hogere *input* nodig hebben door een hogere productie. In een *high input*-



Figuur 2. Invloed van de fysiologische leeftijd van knol en spruit op de bruto opbrengst (ton/ha) van 8 rassen (geordend van vroeg naar laat) in Zeewolde, 2006 (niet voorgekiemd: jonge knol en jonge spruit, voorgekiemd: oude knol en oude spruit, afgekiemd: oude knol en jonge spruit). ($P(\text{ras}) < 0,001$, $P(\text{leeftijd}) = 0,32$, $P(\text{ras} * \text{leeftijd}) < 0,001$), $lsd(5\%) = 4,42$.

selectiemilieu zijn deze rassen niet herkenbaar. Het veredelen onder biologische omstandigheden zou daarom wel eens de aangewezen weg kunnen zijn om aardappelryassen te ontwikkelen die daadwerkelijk aangepast zijn aan biologische (lage input-) teeltomstandigheden.

Teeltmaatregelen

Omdat goede resistente rassen voor de biologische landbouw nog ontbreken is er onderzoek gedaan in hoeverre teeltmaatregelen kunnen bijdragen aan het uitstellen van de infectie en het vertragen van de epidemie. Het uitstellen van de epidemie heeft vooral te maken met hygiëne. Het afdekken van afvalhopen, het vernietigen van opslag en het gebruiken van schoon gecertificeerd pootgoed zijn hier voorbeelden van.

Voor de infectie van een aardappelgewas met *P. infestans* is een zekere periode van hoge luchtvochtigheid en vrij water op het blad nodig. Ook voor de vorming van sporen is een vochtig microklimaat nodig. Het microklimaat in het ge-

was is te beïnvloeden door de plantdichtheid. Een opener gewas droogt sneller, waardoor de omstandigheden voor *P. infestans* ongunstiger zijn om zich te kunnen vestigen. Dit bleek echter alleen bij zeer lage plantaantallen per ha het geval (Tiemens-Hulscher *et al.*, 2003; Hospers-Brands *et al.*, ingestuurd). Bij deze plantaantallen was de opbrengst echter dermate laag, dat dit voor de praktijk geen haalbare kaart was.

Biologische boeren hebben de praktijkervaring dat een goed groeiend gewas weerbaarder is tegen *Phytophthora* dan een gewas waarin de groei stagneert (Tamm *et al.*, 2004). Voldoende stikstof op het goede moment is van belang voor een evenwichtige groei van het gewas. In onze proeven bleek de stikstofgift in de vorm van drijfmest (Tiemens-Hulscher *et al.*, 2003) of de verhouding tussen kali en stikstof in de mest (Bruns *et al.*, 2003) geen invloed te hebben op het percentage aantasting. Een hogere mestgift gaf wel een hogere opbrengst.

Teeltmaatregelen die de gewas-

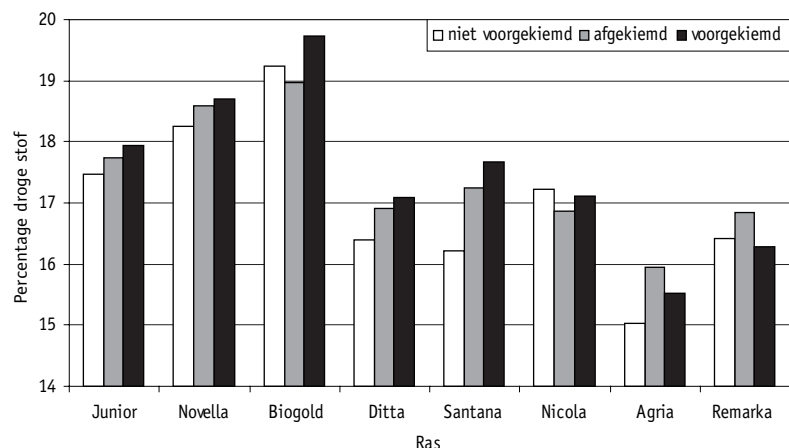
structuur en het microklimaat beïnvloeden, lijken niet geschikt om de *Phytophthora*-infectie uit te stellen of de ziekteontwikkeling te vertragen. Alle hierboven genoemde proeven werden uitgevoerd met in achtname van de HPA verordening om het loof te doden bij 7% aantasting. Het is nauwelijks te verwachten dat met teeltmaatregelen in het veld in dit begintraject van de epidemie verschillen kunnen worden gecreëerd.

Tot op zekere hoogte kan de ziektedruk gereduceerd worden door het gewas in smalle velden (loodrecht op de windrichting) te telen afgewisseld met resistente rassen of gewassen die niet gevoelig zijn voor *Phytophthora* (Finckh *et al.*, 2003; 2006). In het onderzoek waarin deze resultaten werden verkregen, bleven de planten op het veld tot het loof voor 60% was aangetast. Het is niet duidelijk in hoeverre dit teeltsysteem ook voordeel biedt voor het aantastingstraject van 0 tot 7%.

Teeltmaatregelen die de vroegheid van het gewas beïnvloeden, hebben meer effect. Er is dan echter sprake van een ontsnappingstrategie door te zorgen voor een rendabele opbrengst voordat het gewas wordt aangetast. Vroeg poten en voorkiemen verhogen de kans op een goede opbrengst, met name in jaren met een vroege infectie (Tiemens-Hulscher *et al.*, 2003, Hospers-Brands *et al.*, ingestuurd).

Fysiologische leeftijd pootgoed

In het een samenwerkingsproject van Wageningen Universiteit en het Louis Bolk Instituut (financieel gesteund door verschillende programma's



Figuur 3. Invloed van de fysiologische leeftijd van knol en spruit op het percentage droge stof van 8 rassen (geordend van vroeg naar laat) in Zeewolde, 2006 (niet voorgekiemd: jonge knol en jonge spruit, voorgekiemd: oude knol en oude spruit, afgekiemd: oude knol en jonge spruit). ($P(\text{ras}) < 0,001$, $P(\text{leeftijd}) = 0,05$, $P(\text{ras} * \text{leeftijd}) = 0,75$, $\text{lsd}(5\%) = 1,12$).

van het ministerie van LNV) is onderzoek gedaan naar de fysiologische leeftijd van het pootgoed in relatie tot opbrengstvorming en weerbaarheid tegen Phytophthora. Fysiologisch ouder pootgoed kent een snellere beginontwikkeling van het gewas en een eerdere knolzetting dan jong pootgoed (Struik & Wiersema, 1999), hetgeen een vroege opbrengst tot gevolg heeft. Binnen zekere grenzen heeft een gewas van fysiologisch ouder pootgoed over het algemeen meer vertakkingen en daarmee meer blad bovenin de plant (Struik, 2007). Bladpositie blijkt van invloed te zijn op de gevoeligheid voor Phytophthora. In het algemeen zijn de bovenste bladeren resistenter dan de onderste bladeren (Carnegie & Colhoun, 1980, 1982) van dezelfde plant van dezelfde leeftijd. Bladpositie speelt een grotere rol dan de leeftijd van de plant of van het blad (Visker *et al.*, 2003). In ons onderzoek zijn we dan ook van de werkhypothese uitgegaan dat een gewas van fysiologisch ouder pootgoed een vroege opbrengst kan combineren met een hogere weerbaarheid tegen Phytophthora. De fysiologische

leeftijd van het pootgoed is onder andere te beïnvloeden door het pootgoed wel of niet voor te kiemen en de mate waarin het pootgoed voorgekiemd wordt. Omdat veel biologische telers liever niet met voorgekiemd pootgoed werken omdat dit kwetsbaarder is, is in 2006 ook afgekiemd pootgoed als variant meegenomen. Niet voorgekiemd pootgoed heeft een jonge knol en geeft een jonge spruit, voorgekiemd pootgoed heeft een oude knol en geeft een oude spruit, afgekiemd pootgoed heeft een oude knol, maar geeft een jonge spruit. Gemiddeld over de rassen had de fysiologische leeftijd van het pootgoed geen invloed op de vatbaarheid voor Phytophthora (Figuur 1). Fysiologisch ouder pootgoed (voorgekiemd en afgekiemd) gaf bij de latere rassen een iets hogere opbrengst dan jong pootgoed (Figuur 2). Bij de vroege rassen was het omgekeerde het geval en gaf het jonge pootgoed een hogere opbrengst. In 2006 kwam de Phytophthora pas laat in het gewas, waardoor het gewas van het jonge pootgoed tijd genoeg had om het, in het begin zich sneller ontwikkelende gewas van ouder pootgoed,

in te halen. Fysiologisch ouder pootgoed produceerde knollen met een iets hoger drogestofgehalte (Figuur 3).

In 2004 raakte het gewas in een vroeger stadium geïnfecteerd. Het gewas van fysiologisch ouder pootgoed bleek iets vatbaarder voor Phytophthora, maar gaf bij een vroege oogst wel meer opbrengst (Tiemens-Hulscher *et al.*, ingestuurd). Met name in jaren waarin de infectie vroeg optreedt is het voordeel van opbrengstvervroeging van goed voorgekiemd pootgoed groter dan het nadeel van het iets gevoeliger zijn voor Phytophthora wat zich in de praktijk uit in één of twee dagen eerder branden van het gewas ten opzichte van niet voorgekiemd pootgoed.

Conclusie

Met het huidige rassensortiment is het moeilijk om in Phytophthora-jaren een goede opbrengst te halen van een goede kwaliteit. De beste strategie lijkt het voorkiemen (en eventueel weer afkiemen door omstorten) van het pootgoed om zo vroeg mogelijk een acceptabele opbrengst te verkrijgen. Dit is echter geen optimale situatie. Om de biologische aardappelteelt in Nederland te kunnen behouden is het noodzakelijk dat er biologische aardappelryassen op de markt komen die een goede, duurzame resistentie tegen Phytophthora combineren met vroegeheid en stikstofefficiëntie. Een biologisch aardappelryas moet in potentie in 110 dagen 40 ton/ha kunnen produceren van een goede kwaliteit. Veredelen onder biologische teeltomstandigheden lijkt hiertoe de aangewezen weg.

Literatuur

- Bio-Monitor jaarrapport 2006 / Biologica, www.biologica.nl/bio-monitor/
- Bruns, C., Finckh, M.R., Dlugowski, S., Leifert, C. & Hospers, M., 2003. Zur Interaktion von Bodenfruchtbarkeitsmanagement und sortenspezifischen Merkmalen auf den Befall mit *Phytophthora infestans* bei Kartoffeln. In: Freyer, B., (Ed). Kologischer Landbau der Zukunft, Wissenschaftstagung zum kologischen Landbau, p145-148.
- Carnegie, S.F & Colhoun, J., 1980. Differential leaf susceptibility to *Phytophthora infestans* on potato plants of cv. King Edward. *Phytopathologisches Zeitschrift* 98, 108-117.
- Carnegie, S.F & Colhoun, J., 1982. Susceptibility of potato leaves to *Phytophthora infestans* in relation to plant age and leaf position. *Phytopathologisches Zeitschrift* 104, 157-167.
- Delden, A. van, 2001. Yield and growth of potato and wheat under organic N-management. *Agronomy Journal* 93, 1370-1385.
- Finckh M.R., Andrivon, D., Bødker, L., Bouws-Beuermann, H., Corbiere, R., Ellissèche, D., Philipps, S. & Wolfe, M.S., 2003. Diversifikationsstrategien für das Management der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel. In: Freyer, B. (Ed). *Kologischer Landbau der Zukunft*, Wissenschaftstagung zum kologischen Landbau, pp. 141-144.
- Finckh, M.R., Schulte-Geldermann, E. & Bruns, C., 2006. Challenges to organic potato farming: disease and nutrient management. *Potato Research* 49, 27-42.
- Hoofdproductschap Akkerbouw, sector Aardappelen (HPA), 2003. Ontheffingenbeleid bestrijding *Phytophthora infestans* 2003. 23 januari 2003, N021361a.BK.
- Hospers-Brands, A.J.T.M., Ghorbani, R., Bremer, E., Bain, R., Litterick, A., Halder, F., Leifert, C. & Wilcockson S.J., ingestuurd. Effects of some agronomic treatments on late blight (*Phytophthora infestans*) infection and yield of contrasting varieties of potatoes grown in organic production systems: pre-sprouting seed tubers and planting date; plant population and configuration. *Potato Research*, ingestuurd.



Figuur 4. Proefveld Zeewolde, 2006. Foto: LBI.

- Möller, K., 2000. Einflu und Wechselwirkung von Krautfäulebefall (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) und Stickstoffernährung auf Knollenwachstum und Ertrag von Kartoffeln (*Solanum tuberosum*) im kologischen Landbau. Technical University of Munich, Munich.
- Struik, P.C., 2007. Above-ground and below-ground development. Chapter 11 in: Vreugdenhil D. (ed.). *Potato biology and biotechnology*. Advances and perspectives. Elsevier, London, UK.
- Struik P.C. & Wiersema, S.G., 1999. Seed potato technology. Wageningen Pers, Wageningen, Nederland, 383 pp.
- Tamm, L, Smit, A.B., Hospers, M., Janssens, S.R.M., Buurma, J.S., Molgaard, J.P., Laerke, P.E., Hansen, H.H., Hermans, A., Bodker, L., Bertrand, C., Lambion, J., Finckh, M.R., Lammerts, C.E. van, Ruisen, T., Nielsen, B.J., Solberg, S., Speiser, B., Wolfe M.S., Phillips, S., Wilcockson, S.J. & Leifert, C., 2004. Assessment of the socio-economic impact of late blight and state-of-the-art management in European organic potato production systems, FiBL Report. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, Switzerland, 106 pp., www.orgprints.org/2936.
- Tiemens-Hulscher, M., Colon, L.T., Flier, W.G., Kessel, G.J.T., Budding, D.J., ter Berg, C., Burgt, G.J. van der, Hospers, M. & Lammerts van Bueren, E.T., 2003. Naar beheersingsstrategieën voor *Phytophthora infestans* in de biologische aardappelteelt. Louis Bolk Instituut, Driebergen, Nederland, Plant Research International, Wageningen, Nederland, 118 pp.
- Tiemens-Hulscher, M., Struik, P.C., Jansen, E.M., Putten, P.E.L. van der, Hospers-Brands, A.J.T.M. & Lammerts van Bueren, E.T., ingestuurd. The effect of physiological age on late blight (*Phytophthora infestans*) infestation and yield in organic potato production. *Potato Research*, ingestuurd.
- Visker, M.H.P.W., Keizer, L.C.P., Budding, D.J., Loon, L.C. van, Colon, L.T. & Struik, P.C., 2003. Leaf position prevails over plant age and leaf age in reflecting resistance to late blight in potato. *Phytopathology* 93, 666-674.
- Visker, M.H.P.W., Heilersig, H.J.B., Kodde, L.P., Weg, W.E. van der, Voorrips, R.E., Struik, P.C. & Colon, L.T., 2005. Genetic linkage of QTLs for late blight resistance and foliage maturity type in six related potato progenies. *Euphytica* 143, 189-199.
- Vos, J., 1995. Nitrogen and the growth of potato crops. In: Haverkort, A.J. & MacKerron, D.K.L. (eds.). *Potato ecology and modelling of crops under conditions limiting growth*. Kluwer, Dordrecht, Nederland, pp. 115-128.