

Mededelingenblad van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging

Toepassingsmogelijkheden van ziektevering in de praktijk

Jan Lamers en Kees Westerdijk

PPO-agv, Lelystad

Inleiding

Over ziektevering wordt veel gesproken en geschreven. Wat verstaan we onder ziektevering, waar vinden we die goede voorbeelden, wat is het mechanisme en kunnen we het oproepen of verbeteren?

Met ziektevering van grond of substraat tegen een pathogeen wordt bedoeld dat wanneer een gewas op die grond of substraat geteeld wordt er weinig schade optreedt bij aanwezigheid van het pathogeen. De ziektevering kan door fysische oorzaken optreden (*Sclerotinia sclerotiorum* geeft minder schade op klei dan op zavel of zand) en/of door chemische oorzaken (knolvoet treedt minder op bij hoge pH dan lage pH). Waar we het in dit artikel over hebben is de ziektevering voornamelijk als gevolg van biologische oorzaken. Dit is het gehele complex van bodemflora en -fauna die interacteren met het pathogeen, de omgeving en met het gewas. Er is een algemene ziektevering en een specifieke ziektevering te onderscheiden.

De algemene ziektevering tegen een pathogeen wordt gevormd door dat deel van de bodemflora en -fauna, dat concurreert in brede zin met het pathogeen. Er kan concurrentie zijn om het substraat, dood of levend, en benadeling bij de overleving. Er is over het algemeen niet één organisme bij betrokken en het is niet gewas-specifiek. De algemene ziektevering is gerelateerd aan de bodemfungi-stase, die weer gerelateerd is aan de competitie om voedingsstoffen (koolstof en/of ijzer). Voorbeelden zijn de ziektevering tegen *Pythium*, *Phytophthora* en *Fusarium oxysporum* op meloen (Frankrijk). Naast algemene ziektevering is er een specifieke ziektevering. Bij een specifieke ziektevering is er één of zijn er enkele antagonisten aan te wijzen die ingrijpen op de pathogeen-gewas-omgeving interactie met als resultaat dat er minder symptomen zijn en minder schade ontstaat. Het mechanisme van specifieke ziekte-

vering is meestal gebaseerd op antibiose (met behulp van antibiotica) of mycoparasitisme. Zowel het pathogeen als het gewas of een bepaalde gewascombinatie dient aanwezig te zijn. Deze ziektevering komt bovenop de algemene ziektevering, maar de grens daarmee is niet altijd goed te onderscheiden. Wat wél optreedt is dat in de tijd gezien de schade alsmaar toeneemt, totdat de specifieke ziektevering naar voren komt, waardoor een periode aanbreekt dat de schade gering wordt. Dit treedt op bij de intensief onderzochte pathogeen-gewas combinaties tarwehalm-doder - tarwe en *Rhizoctonia solani* op bloemkool en suikerbiet.

Tarwehalm-doder – tarwe

Gerlagh (1968) bestudeerde de decline die optrad nadat enige ja-

ren achtereen tarwe was verbouwd in de nog jonge polders. Op deze maagdelijke gronden waren de opbrengsten van de tarwe aanvankelijk hoog, maar in het tweede, derde of latere jaar van de continue-teelt kon de opbrengst door het hevig optreden van witarigheid halveren. Daarna nam de witarigheid af en de opbrengst toe. Hij veronderstelde dat er zowel een algemene, als een specifieke ziektevering aanwezig was tegen de tarwehalm-doder.

In de huidige praktijk wordt er alleen op de zware klei in Noord Groningen veel graan geteeld. Hier kunnen teelten met knol-, bol- of wortelgewassen problematisch zijn. De bedrijven zijn groot genoeg om een hoog aandeel maai-gewassen met een relatief laag saldo in het bouwplan op te nemen. Op veel percelen wordt continue tarwe geteeld, zonder problemen met de tarwehalm-doder. De grote schade in tarwe in het tweede of derde jaar van de continue-teelt wordt op deze bedrijven omzeild door in die jaren bijvoorbeeld gerst te telen en daarna weer tarwe. Gerst en rogge zijn wel waard voor de tarwehalm-doder maar laten weinig symptomen en schade zien. Indien tarwehalm-doder dan massaal aanwezig is wordt de ziektevering opgebouwd. Wordt de continue-teelt onderbroken dan is de ziektevering niet meteen weg. De ziektevering blijkt in enkele jaren tijd te verdwijnen. Dat wil zeggen dat een tot twee jaar andere teelten mogelijk zijn zonder dat tarwehalm-doder op tarwe na tarwe weer toeslaat. Op deze wijze

ARTIKEL

kan bij een frequente tarweteelt de bodem toch weerbaar blijven. Overigens worden problemen met de tarwehalmdoder ook nog tegengegaan door stoppelresten meteen na de oogst goed onder te werken en te laten verteren zodat de tarwehalmdoder uit zijn foodbase verdreven wordt (Cook en Weller, 1987). Dit is weer een voorbeeld van de aanwezige algemene ziektevering tegen tarwehalmdoder.

Rhizoctonia solani – bloemkool, suikerbiet en aardappel

Op een gezamenlijk proefveld van PRI en PPO waar regelmatig bloemkool werd geteeld en rhizoctonia eerder een probleem vormde, bleken weinig symptomen op te treden wanneer de grond besmet werd met *Rhizoctonia solani* AG 2-1 (Westerdijk *et al.*, 2003). Uit een survey bij telers die continu bloemkool teelden bleek ook dat de grond daar ziektevering was geworden. We hebben te maken met een specifieke ziektevering aangezien de wering optreedt door herhaalde bloemkoolteelt in aanwezigheid van rhizoctonia (Postma en Schilder, 2005). In deze situatie van continue teelt hoeft de bloemkoolteler niet te vrezen voor een ernstige uitbraak van rhizoctonia, wat wel het geval is bij een onregelmatige bloemkoolteelt. Na deel van de continue teelt bloemkool is dat cysteaaltjes zich vermeerderen en dat *Mycosphaerella* bladvlekkenziekte zich via de gewasresten makkelijk van het ene op het volgende gewas verspreidt. Toch komen deze bedrijven veel voor in de Streek in Noord-Holland, waar bedrijven zich in deze richting gespecialiseerd hebben.

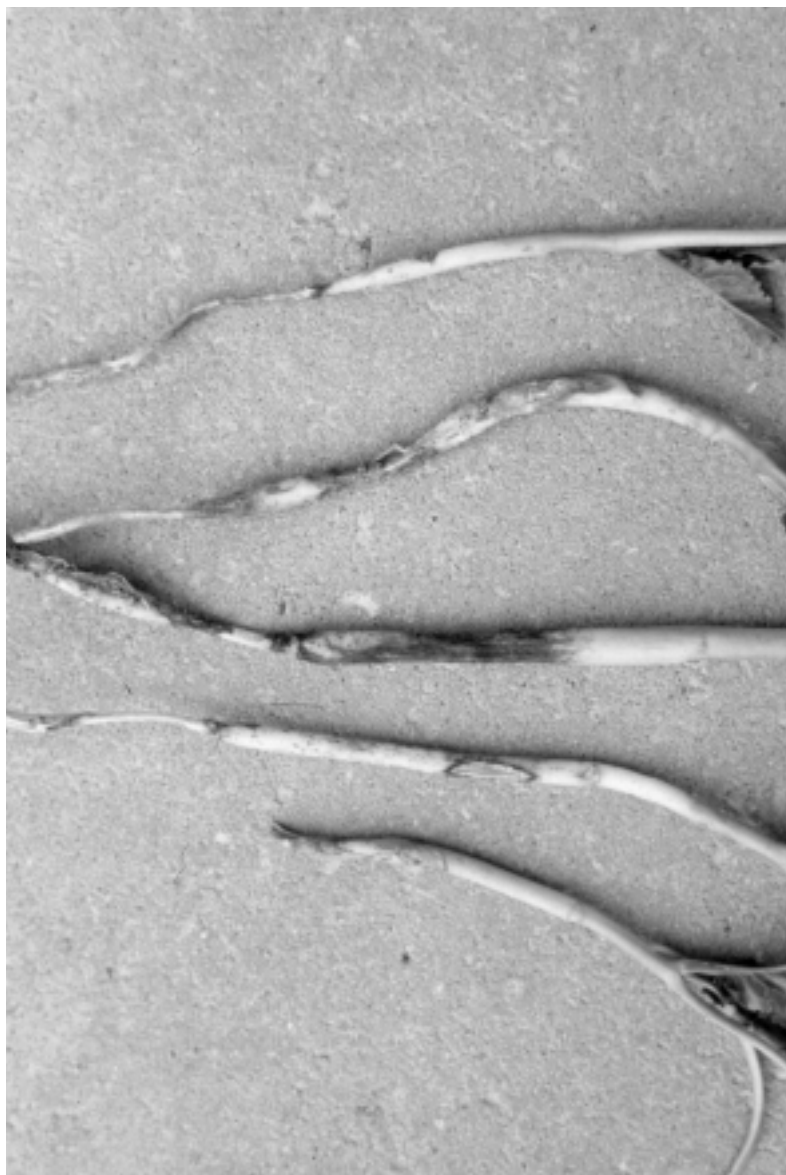
Interessant is dat de ziektevering tegen *R. solani* AG 2-1 in bloemkool ook werkzaam is tegen *R. solani* AG 2-IIIB in suikerbiet,

maar niet tegen *R. solani* AG 3 in aardappel (Postma en Schilder, 2005).

Bakker en Schneider (2005) hebben ook ziektevering gevonden tegen *R. solani* AG2-2III B in suikerbiet. Deze gronden zijn ook weerend tegen de rhizoctonia in bloemkool.

Naar rhizoctonia in aardappelen is veel onderzoek verricht. Het optreden van *R. solani* AG 3 is sterk gekoppeld aan de teeltfrequentie van aardappelen. Andere gewassen zijn geen waardplant. Uitgaande van een maagdelijke grond wordt in het tweede of derde aardappel-

gewas een sterke lakschurftbezetting op de oogst waargenomen. Daarna nemen de niveaus af zonder dat er een duidelijke specifieke ziektevering optreedt (Hoekstra en Lamers, 1993). Ook Jager en Velvis (1980) konden in het frequente zetmeelaardappel- en pootgoedtelende noorden van Nederland slechts een enkele ziekteverende grond vinden. Bij continue teelt van aardappelen op maagdelijke grond trad in het derde jaar massaal rhizoctonia op (Lamers, 1987). Daarna bleef het niveau op dat van de een op twee en een op drie aardappelen schommelen. Scholte (1987) vond



Rhizoctonia aantasting op vier weken oude kiemplanten van bloemkool (*R. Meier, PPO-agv*).

op een van de twee proefvelden met continueelt waar *Verticillium biguttatum* optrad, dat de lakschurftbezetting bij continueelt lager werd dan bij de een op twee teelt. Op het tweede proefveld bleef de lakschurftbezetting op hetzelfde niveau als die van de tweejarige rotatie. Het optreden van een specifieke ziektevering tegen *R. solani* AG 3 in continueelt blijkt mogelijk, maar is incidenteel of duurt lang voor het optreedt. Inmiddels zijn er wel veel antagonistische soorten bekend van rhizoctonia die in gronden van nature aanwezig zijn of aan de grond kunnen worden toegevoegd. Het varieert van het *Aphelenchus avenae* aaltje, tot mijten en springstaarten (Hofman 1988), schimmels als *V. biguttatum*, *Gliocladium roseum*, Trichoderma soorten of niet pathogene *Rhizoctonia* soorten en bacteriën als *Bacillus thuringiensis*, pseudomonaden, streptomyceten etc. In veel gronden kan een mix aanwezig zijn en bij frequente teelt kunnen enkele of meerdere antagonistische systemen worden bevorderd. Zelfs kon in een enkel geval een relatie worden vastgesteld tussen de mate van biodiversiteit en de mate van ziektevering tegen *R. solani* AG 3 (Garbeva, 2005). Hierdoor heeft de ziektevering ook meer een algemeen karakter en verschilt van perceel tot perceel.

Maximaliseren van bodemweerbaarheid

In het geval van een specifieke ziektevering is de bodemweerbaarheid hoog te houden door het waardgewas continu te blijven telen en/of door het pathogeen te blijven toevoegen. In die situatie blijft de van nature aanwezige wering werkzaam. Oyarzun (1994) vond dat de beste ziekteverende percelen tegen voetziekte in erwten waren diegene met continueelt erwten. Daar waar het mechanisme goed in kaart is gebracht

kan het mogelijk zijn om in het geval van het optreden van één antagonist deze te isoleren, vermeerderen, wettelijk te registreren en aan de bodem toe te dienen. Is het economisch rendabel en kan de antagonist zich te midden van het bodemleven handhaven dan pas wordt het interessant om de antagonist toe te dienen, waardoor de ziektevering op peil kan blijven. Dit is het geval met pseudomonaden tegen de tarwehalmdoder (Cook en Weller, 1987). Lamers *et al.* (1988) konden een ziekteontvankelijke poldergrond ziekteverend maken door het zaad van het eerste tarwegewas te bacteriseren met een *P. fluorescens* isolaat WCS 417. Dit isolaat is in staat in anjer *Fusarium oxysporum* te controleren door het induceren van systemische resistentie, ijzer vast te leggen met sideroforen en door antibioticum productie (Duijff, 1994). Later bleek de productie van het antibioticum 2,4 diacetylphloroglucenol (DAPG) belangrijk te zijn waarmee de fluorescerende pseudomonaden de controle over de tarwehalmdoder uitoefenden (Raaijmakers en Weller, 1998). Door de kleine markt of door de variabele resultaten is een toepassing in Nederland of in de Verenigde Staten niet van de grond gekomen.

Meer mogelijkheden zijn er met verhoging van de algemene ziektevering. Door het toevoegen van organische meststoffen aan de bodem wordt extra voeding aan het bodemleven toegediend. Dit bodemleven gaat opbloeien, waardoor na korte tijd de concurrentie om voedsel (bodemfungistase) snel toeneemt en het pathogeen minder kans krijgt schade aan te richten. Sommige bodempathogenen worden ook wel suikerschimmels genoemd, omdat ze snel gebruik kunnen maken van de toegediende extra voeding (*Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*). Dit kan resulteren in meer besmetting kort na toepassing, nog voordat de bodemfungistase

is toegenomen. Zo bleek dat toediening van papiercellulose aan de bodem vlak voor het planten van de bloemkool in continueelt de aantasting door rhizoctonia toenam, terwijl toediening een maand voor het planten de rhizoctonia deed afnemen als gevolg van toegenomen ziektevering (Scheper *et al.*, 2002). Lootsma en Scholte (1997) konden met toepassing van stalmeest plus gele mosterd of haver de rhizoctonia aantasting in aardappelen een half jaar later verlagen door toename van springstaarten en aaltjes. Soms kan er nog gestuurd worden met stikstofrijke of -arme materialen. Gevoelig voor algemene ziektevering zijn ook pythium en phytophthora. Van Os kon een gunstig effect van een goede compost vaststellen in sommige situaties dat de algemene ziektevering tegen pythium laag was, zoals na inundatie of chemische grondontsmetting. Ook op biologische tellende bedrijven wordt meer organisch materiaal en dierlijke mest ingewerkt, wat leidt tot een hoger organisch stofgehalte, een hogere biodiversiteit van het bodemleven en uiteindelijk tot een betere ziekteonderdrukking (Van Diepeningen *et al.*, 2005). De mogelijkheden voor het verhogen van de algemene ziektevering door organisch materiaal aan het bodemleven toe te dienen zijn beperkt. Dit geldt ook voor composten al of niet verrijkt met antagonistische soorten. Een serie van achttien composten van verschillende herkomst bleek niet alle zeven geteste pathogenen terug te dringen. Wel bleek fusarium verwelkingsziekte door de meeste composten geremd te worden (Alabouvette en Steinberg, 2005).

Tegengaan van verlaging bodemweerbaarheid

De algemene en specifieke ziektevering wordt sterk nadelig beïn-

ARTIKEL

vloed door breedwerkende maatregelen om het pathogeen uit te schakelen. Behandelingen als methylbromide (niet meer toegelaten) en stomen schakelen het meeste van het bodemleven uit. Kort na toepassing zijn de opbrengsten enorm gestegen, wat de belangstelling voor deze methode aanwakkert. Blijkbaar zorgt het geheel van het bodemleven (ook zonder pathogenen) voor een lagere opbrengst. Wanneer het pathogeen in een dergelijk ontsmet milieu geïntroduceerd wordt of overgebleven is op de randen van de behandelzone, heeft het pathogeen vrij spel en breidt zich meer uit dan voor toepassing van de breedwerkende behandeling. De opbrengsten zijn een jaar na toepassing evenwel lager geworden dan voor de behandeling en de teler is opnieuw aangewezen op een drastische ingreep.

Chemische grondontsmetting met nematiciden werkt vooral tegen aaltjes, maar ook schimmels en onkruiden worden bij hogere doseringen uitgeschakeld. De besmetting met *Rhizoctonia* en *Pythium* kan afnemen door de chemische ontsmetting, ook de ziektevering blijkt te zijn verlaagd, waardoor deze schimmels later in aardappelen of bollen verhevigd kunnen toeslaan. Door ook van deze breedwerkende ontsmettingsmethode af te zien blijft de ziektevering in tact en dient de besmetting laag te blijven door aangepaste teeltmaatregelen. Inundatie geeft een zodanige verstoring dat de pythium aantasting van de nateelt bollen op termijn toeneemt. De oplossing ligt hier in een goede planning van de inundatie in de rotatie, in het toepassen van resistente rassen en eventueel compost (Van Os *et al.*, 2005). Na biologische grondontsmetting met groenbemesters en plastic afdekking is de ziektevering tegen fusarium en meloidogyne niet afgenomen. Biologische groentelers en andere telers op grond in kassen vertrouwen nu

nog op stomen. Wellicht kunnen zij de bodemweerstand beter in stand houden met biologische grondontsmetting.

Toepassingsmogelijkheden

In slechts enkele bijzondere situaties is er sprake van een specifieke ziektevering die daadwerkelijk wat voorstelt. Dit zijn situaties met een zeer eenzijdig bouwplan tot continueelt van een waardgewas. De telers, de bedrijven en de omgeving moeten het mogelijk maken om deze situatie te cultiveren. Vaak komen er andere pathogenen in het spel die de nauwe teeltwijze niet mogelijk maken. Bovendien lijkt het erop dat de ziektevering pas optreedt nadat een ernstige aantasting gepasseerd is. De teler kan dit niet ontspringen tenzij hij een tolerant gewas teelt zoals met gerst in het geval van de tarwehalmdoder. Aanpassing van de gewasrotatie met als doel om de ziektevering tegen rhizoctonia in suikerbieten te verbeteren lijkt vooralsnog niet veel perspectief te hebben (Schneider *et al.*, 2005). In goed onderzochte ziekteverende systemen kunnen de biotische factoren op termijn mogelijk gecombineerd worden en aan de bodem toegediend, zodat de bodem ziekteverend wordt. De gewasbeschermingswetgeving maakt het niet gemakkelijk om ziektevering langs deze weg op te bouwen.

Verbetering van de algemene ziektevering lijkt een betere weg. Over het algemeen neemt deze wering toe na toediening van organische materialen, als gevolg van de toegenomen concurrentie om voedingsstoffen. Biologische bedrijven kennen een hogere input aan organisch materiaal en hebben doorgaans een hogere ziektevering. Ook in situaties dat het bodemleven tijdelijk is uitgeschakeld kan een effect van verrijking van het bodemleven met gerijpte com-

post de wering zichtbaar verbeteren. Aandacht blijft geboden voor een mogelijke opbloei van pathogenen wanneer zij gebruik maken van het toegediende organische materiaal. Want bij beheersing van pathogenen via een verhoging van de algemene ziektevering, blijft het belangrijk om de inoculum potentiaal van de pathogenen zo laag mogelijk te houden.

De gangbare landbouw met een intensief en eenzijdig bouwplan kan in enkele situaties wellicht gebruik maken van de specifieke en algemene ziektevering om het optreden van sommige pathogenen af te remmen. De biologische landbouw is vooral aangewezen op het optimaliseren van de algemene ziektevering om daarmee een breed scala aan pathogenen terug te dringen.

Literatuurlijst

- Alabouvette C., en Steinberg, C., 2005. The soil as a reservoir for antagonists to plant diseases, in press.
- Bakker, Y. en Schneider, J.H.M., 2005. Bodemmicroflora werkt *Rhizoctonia solani* in suikerbiet tegen. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Cook, R.J. en Weller, D.M., 1987. Management of take-all in consecutive crops of wheat or barley. In: Chet, I. ed. Innovative approaches to plant disease control. New York: Wiley, pp41-76.
- Diepeningen, A.D. van, Bruggen, A.H.C van, Termorshuizen, A.J. en Korthals, G.W., 2005. Bodemgezondheid en ziektevering in biologische bedrijfssystemen. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Duijff, 1994. Siderophore-mediated competition for iron and induced resistance in the suppression of Fusarium wilt of carnation by fluorescent *Pseudomonas* spp.. Ph.D. thesis, Utrecht Universiteit, pp. 21-33.
- Garbeva, P., 2005. Het belang van microbiële diversiteit voor ziektevering in landbouwgronden. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Gerlagh, M., 1968. Introduction of *Ophiobolus graminis* into new polders and its decline. Neth. Jour. Plant Path. 74: 1-97.
- Hoekstra, O., Lamers, J.G. en Zwanepol, S., 1993. 28 jaar De Schreef. PAGV publicatie nr. 67, 207 p.
- Hofman, T.W., 1988. Effects of granular nematicides on the infection of potatoes by *Rhizoctonia solani*. Wageningen Agricultural University, Ph.D. thesis, pp. 125.
- Jager, G. en Velvis H., 1980. Onderzoek naar het voorkomen van *Rhizoctonia*-wering op aardappelpercelen in Noord-Neder-

- land. Haren, IB-rapport 1-80, pp 62.
- Lamers, J.G., 1987. Nauwe rotaties en continueelten van aardappelen en suikerbieten. In: jaarboek 1986, Lelystad, PAGV-publicatie 38, pp. 249-259.
- Lamers, J.G., Schippers, B. en Geels, F.P., 1988. Soil-borne diseases of wheat in the Netherlands and results of seed bacterisation with *Pseudomonas* against *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. In: Jorna M.L. en Sloodmaker L.A.J., ed. Cereal breeding related to integrated cereal production, Proceedings of Eucarpia. Wageningen, Pudoc, pp. 134-139.
- Lootsma, M. en Scholte K., 1997. Effect of farmyard manure and green manure crops on populations of mycophagous soil fauna and *Rhizoctonia* stem canker of potato. Ph.D. thesis, Landbouwniversiteit Wageningen, pp. 57-68.
- Os, G. van, Wijnker, J. en Bent, J. van der, 2005. Bodemweerbaarheid tegen schimmels in de bloembollenteelt. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Oyarzun, P.J., 1994. Root rot of peas in the Netherlands; fungal pathogens, inoculum potential and soil receptivity. Ph.D. thesis, Landbouwniversiteit Wageningen, pp. 165-189.
- Postma, J. en Schilder, M.T., 2005. Bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-1 in bloemkool. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Raaijmakers, J.M. en Weller, D.W., 1998. Natural Plant protection by 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas* spp. In take-all decline soils. Molecular Plant-microbe Interactions, 11, 144-152.
- Scheper, R.W.A., Postma, J., Dijkstra, G., Schilder, M.T., Pastoor, R., Westerdijk, C.E., Esselink, L.J., Boggert, P.H.J.F van den, Krijger, M.C. en Gent-Pelzer, M.P.E. van, 2002. Effect van papiercellulose op *Rhizoctonia* in bloemkool. Gewasbescherming 33(2), p 56.
- Schneider, J.H.M., Bakker, Y. en Westerdijk, C.E., 2005. Bodemweerstand tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-IIIB is onafhankelijk van rotatie. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Scholte, K., 1987. The effect of crop rotation and granular nematicides on the incidence of *Rhizoctonia solani* in potato. Potato research 30, 187-199.
- Westerdijk, C.E., Esselink, L.J., Postma, J., Scheper, R.W.A., Schilder, M.T., Dijkstra, G., Boggert, P.H.J.F van den, 2003. Eindverslag *Rhizoctonia* in bloemkool. Projectrapport 1234340/8, PPO-agv, Lelystad, pp. 21.