

Doorontwikkeling van 'biologische' grondontsmetting voor brede toepassing in land- en tuinbouw

Willemien Runia¹, Leendert Molendijk¹, Jan Lamers¹, Pim Paternotte² en Daniël Ludeking²

¹ Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; e-mail: willemien.runia@wur.nl

² Wageningen UR Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk; e-mail: daniel.ludeking@wur.nl

ARTIKEL

Inleiding

De intensieve land- en tuinbouw kunnen worden gekarakteriseerd door de teelt van hoog-renderende gewassen met hoge opbrengsten afkomstig van kleine arealen in vergelijking met de akkerbouw. De investeringen zijn veelal hoog en daarom zijn hoge saldi nodig om deze gewassen rendabel te kunnen telen. De financiële opbrengst wordt enerzijds bepaald door de marktprijs voor het geogoste product. Dit is een gegeven waaraan de teler weinig kan doen. Anderzijds bepalen de kwaliteit en kwantiteit van het geogoste product het inkomen van de teler.

Uit bedrijfseconomisch oogpunt is gewasspecialisatie noodzakelijk voor teelten in kassen en voor de vollegrondsgroenten. Dit continu telen van dezelfde gewassen of een groep van gewassen leidt regelmatig tot besmette percelen. Vooral bodemgebonden schadelijke schimmel- en aaltjessoorten dwingen de telers soms de grond goed te ontsmetten om te kunnen blijven telen. Dit gebeurt dan ook wereldwijd met allerlei mogelijke methoden van grondontsmetting.

Veel maatregelen kunnen de noodzaak tot grondontsmetting minimaliseren. Voor een gezonde teelt is het nodig te starten met gezond plantmateriaal, schoon gietwater en het gebruik van resistente rassen voor de beheersing van bepaalde ziekteverwekkers. Daarnaast dienen de teeltomstandigheden optimaal te zijn. Ook vanggewassen kunnen ingezet worden voor de beheersing van bepaalde plagen. Roteren van gewassen is alleen effectief als één of meerdere jaren gewassen worden geteeld die geen waardplant zijn voor het te beheersen



Figuur 1. Inwerken van gras tijdens biologische grondontsmetting.

organisme. Door de aanwezigheid van meerdere schadelijke organismen op bepaalde percelen is veel kennis vereist om de juiste beslissingen te nemen. Deze kennis is nog niet voor alle schadelijke organismen voldoende aanwezig. De praktijk leert dat ondanks alle mogelijke maatregelen soms grondontsmetting als vangnet wordt gebruikt om verder te kunnen telen. Aanvankelijk kon de grond in kassen worden ontsmet met het chemische middel methylbromide. Omdat dit zenuwgas de ozonlaag aantast, wordt het wereldwijd verboden. In Nederland is de toepassing van methylbromide voor grondontsmetting al volledig verboden sinds 1992 (Ministry of HPPE, 1992). In kassen wordt sindsdien de grond gestoomd of worden gewassen geteeld in een substraat, los van de ondergrond.

In open teelten in Nederland is de toepassing van chemische grondontsmettingsmiddelen ook aan banden gelegd. Dichloorpropeen is verboden en anno 2010 kunnen telers slechts

met een interval van vijf jaar Monam toepassen; een middel met als actieve stof metam natrium dat wordt omgezet in methylisothiocyanaat (MITC). Daarnaast worden granulaire nematiciden ingezet. Door al deze maatregelen en de toenemende onzekerheid over de toekomst van Monam groeit de noodzaak tot het tijdig ontwikkelen van niet-chemische alternatieven, die effectief bodemziekten kunnen beheersen.

Buitenteelten

Voor buitenteelten zijn er voor de praktijk momenteel twee mogelijkheden, die allebei hun beperkingen kennen; inundatie en biologische grondontsmetting. Biofumigatie, het inbrengen crucifere biomassa in de grond waarbij vrijkomende gasvormige stoffen bodempathogenen doden, verkeert nog in een experimenteel stadium en is nog niet praktijkrijp.

Inundatie is het onder water zetten van percelen waardoor zuurstofarme omstandigheden worden gecreëerd. Deze anaërobe condities zijn voor bepaalde ziekteverwekkers dodelijk maar niet voor alle schadelijke bodemorganismen. Voorwaarde is een hoge grondwaterstand of een ondoordringbare laag in de ondergrond waardoor het water op het perceel blijft staan gedurende de benodigde behandeltijd van een aantal weken. Door deze randvoorwaarde is de toepassing van inundatie gelimiteerd tot de gebieden in de duinstreek ten behoeve van de teelten van bloembollen (Muller & Aartrijk, 1989, Zaayen, 1985).

Biologische grondontsmetting (BGO) is eveneens een niet-chemische manier om grond te ontsmetten. Het principe berust op de vertering van grote hoeveelheden vers organisch materiaal onder zuurstofloze omstandigheden, ook wel fermentatie genoemd. Op dit moment gebeurt dat met gras dat in de zomer in de grond wordt ingewerkt. Voor ontsmetten van de bouwvoor wordt 40 ton per ha ingewerkt en aspergetelers die de grond tot 80 cm diepte willen ontsmetten gebruiken daarvoor 80 ton vers gras per ha. Vervolgens wordt de grond gedurende zes weken afgedicht met gasdichte folie om het zuurstofloze verteringsproces te versnellen en de gevormde omzettingsproducten in de grond te houden (Blok *et al.*, 2000). Aspergetelers passen BGO toe om de bodemschimmel *Fusarium* te bestrijden. In deze buitenteelten zijn de resultaten op zandgrond meestal goed en aspergetelers constateren tot zes jaar na toepassing van BGO een productieverhoging (Lamers & Wilms, 2008).

Teelt in kassen

De belangrijkste teelten in kassen die nog in de grond worden geteeld zijn sierteeltproducten zoals chrysant en de biologische teelten van komkommer, paprika en tomaat. Voor het ontsmetten van de grond is momenteel stomen de enige optie. Grond stomen kan op twee manieren; met zeilen stomen of met onderdruk stomen. Onderzoek van Bollen (1969, 1985) heeft uitgewezen dat bij een temperatuur van 70°C gedurende minimaal een half uur schadelijke bodemorganismen worden gedood. De ervaring is dat na deze behandeling ook onkruidzaden zijn gedood.

De oudste methode is stomen met zeilen, maar dit is alleen voldoende effectief op kleigronden. Stomen met onderdruk is effectief op alle grondsoorten en vereist veel minder energie dan met zeilen stomen. Voor deze methode moet echter een leidingensysteem in de grond worden gegraven op minimaal 60 cm diepte. Wanneer grondverwarming aanwezig is dan vervalt deze mogelijkheid omdat de leidingen daarvoor hoger liggen dan het systeem voor stomen met onderdruk. Grondverwarming beperkt ook de mogelijkheid om voldoende diep te stomen omdat de noodzakelijke diepe grondbewerking daardoor niet mogelijk is. Een onvoldoende ontsmettingsresultaat is het gevolg.

In Nederland worden beide methodes toegepast; het brandstofverbruik is voor stomen met zeilen 7 m³ gas per m² grond en voor stomen met onderdruk 4 m³ gas per m² grondoppervlakte (Runia, 2000).

Door de in sommige situaties beperkte effectiviteit van stomen en de hoge energiekosten wordt er de laatste jaren naarstig gezocht naar alternatieven.

Vanwege de gunstige ervaringen met biologische grondontsmetting met gras in buitenteelten is eind 2008 op een bedrijf in de glastuinbouw met *Verticillium*-problemen ook BGO toegepast zoals het ook in de buitenteelten gebeurt. Het enige verschil met toepassing in de buitenteelt is dat zomertoepassing plaatsvindt bij hogere bodemtemperaturen en dat in de kas BGO is toegepast na de teelt en dus in het late najaar. Na zes weken is de folie verwijderd en binnen enkele weken is de nieuwe teelt geplant. De resultaten vielen op het bedrijf met de laagste grondtemperatuur tijdens BGO zwaar tegen; de *Verticillium*-schimmel was niet dood en bleek al zeer snel in de nieuwe teelt planten aan te tasten waardoor verwelking optrad.

Deze tegenvallende resultaten vragen om een verklaring. Wat is het verschil tussen deze toepassing van BGO in de kas met die in buiten-

teelten? Te denken valt aan de grondtemperatuur tijdens BGO, het vochtgehalte van de grond, de grondsoort, het effect van de zuurgraad (pH) van de grond, het gehalte aan organische stof, maar ook de periode tussen BGO en het uitplanten van de nieuwe teelt kunnen mogelijk van invloed zijn op het ontsmettingsresultaat. Ook de samenstelling van het gebruikte gras zou een rol kunnen spelen bij de effectiviteit. Gras in de zomer is anders van samenstelling (meer eiwit) dan gras dat in de winterperiode wordt gebruikt (meer cellulose).

Pas als duidelijk is welk proces aan de basis ligt van BGO en aan welke randvoorwaarden moet worden voldaan, kan toepassing van BGO verantwoord worden verbreed naar andere sectoren.

Doorontwikkeling BGO

Tot nu toe is in onderzoek voornamelijk gekeken naar het bestrijdende effect van BGO tegen bodemorganismen maar kon dat niet of nauwelijks worden gekoppeld aan de processen die zich in de grond afspelen tijdens deze ontsmetting. Door het ontbreken van die kennis over het werkingsmechanisme kon en kan niet worden verklaard waarom de resultaten meestal heel goed zijn maar soms tegenvallen. Mede daardoor stagneert de doorontwikkeling van BGO in de praktijk.

De resultaten met BGO zijn vaak beter dan na een toepassing met Monam. BGO heeft daarom de potentie om uit te groeien tot een volwaardig alternatief voor chemische grondontsmetting in de buitenteelten. In de glastuinbouw heeft BGO ook potentie mits het effectief is en tijdens de teeltwisseling in een kort tijdsbestek van enkele weken kan worden afgerond. Voor een brede toepassing in de land- en tuinbouw is het nodig dat BGO betrouwbaar effectief is en economisch verantwoord ingepast kan worden in de rotaties in de diverse sectoren. Op dit moment is een toepassing van BGO van zes weken gedurende de zomer noodzakelijk om een zo goed mogelijk ontsmettingsresultaat te krijgen. Als ook het gras op het eigen perceel is geteeld dan gaat dat bovendien ten koste van een economisch rendabele teelt, waardoor BGO nog duurder wordt. Een verbetering lijkt voorhanden met het gebruik van **gedefinieerde producten** die in plaats van gras worden toegepast. Binnen het project '90% reductie van landbouwchemicaliën door gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong' (Feil, 2008) met subsidie van het programma E.E.T. (Economie, Ecologie en Technologie) heeft PPO-AGV de problematiek van BGO

met gras besproken met projectleider Feil van het Wageningse bedrijf Tournois Dynamic Innovations (TDI) B.V. Via hun dochterbedrijf Thatchtec B.V. zijn alternatieve fermentatieproducten aangedragen. In oriënterend PPO-AGV onderzoek met deze alternatieven kon de benodigde tijdsduur van zes weken worden teruggebracht naar twee weken met behoud van effectiviteit. Voordelen zijn een verkorte behandelingstijd met een fermentatieproduct van bekende samenstelling waardoor teeltverlies tot het verleden behoort. De proeven zijn uitgevoerd bij een grondtemperatuur van 16°C. Misschien is zelfs een lagere grondtemperatuur mogelijk; dit is nog punt van onderzoek.



Figuur 2. Emmerproef biologische grondontsmetting.

Onderzoek voor LNV

PPO-AGV, als onderdeel van Wageningen UR, voert in opdracht van het ministerie van LNV een driejarig onderzoek (2009-2011) uit naar het werkingsmechanisme van BGO. Dit onderzoek (BO-06-013-001-02) valt onder het thema "Doorontwikkelen geïntegreerde gewasbescherming". Doel is om inzicht te krijgen in de afbraakproducten die tijdens de fermentatie worden gevormd en in hoeverre deze invloed hebben op de effectiviteit. Uit wereldwijde literatuur is bekend dat er in de grond gassen en organische zuren worden gevormd tijdens de omzetting van fermentatieproducten en dat sommige daarvan aaltjes en de schimmel *Verticillium* kunnen doden bij bepaalde concentraties. Uitgezocht wordt nu welke gassen en organische zuren er worden gevormd onder verschillende bodemcondities, in welke hoeveelheden en wat ze doen tegen schimmels en aaltjes. In 2009 is in een samenwerkingsverband tussen PPO-AGV en Wageningen UR Glastuinbouw een begin gemaakt met het onderzoek. De deelname

van Wageningen UR Glastuinbouw aan het onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van LNV en wordt gefinancierd vanuit het project "biologische grondontsmetting tegen ziekten en plagen" (BO-12.10-007.04). In een cel met een constante temperatuur van 16°C zijn emmers met grond besmet met de voor veel gewassen schadelijke wortellesieaaltjes *Pratylenchus penetrans* en de schimmel *Verticillium dahliae*. Het effect op aardappelpcysteaaltjes wordt onderzocht in samenwerking met PRI.

Er zijn verschillende producten voor de fermentatie door de grond gewerkt in verschillende doseringen, die in principe allemaal geschikt kunnen zijn voor BGO toepassing. Deze producten verschillen in samenstelling, waaronder de verhouding tussen koolstof (C) en stikstof (N). Daaruit moet blijken wat de ideale C/N ratio is voor de effectiviteit van BGO.

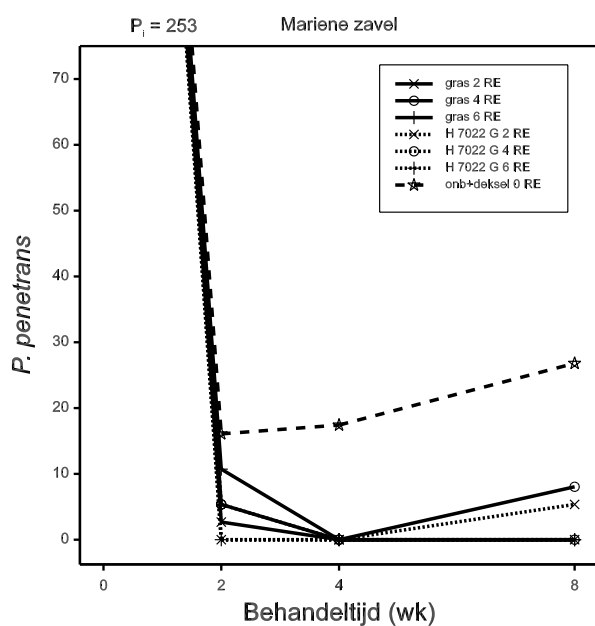
Het onderzoek wordt uitgevoerd met twee grondsoorten; een mariene zavel met veel organische stof en een schrale zandgrond met weinig organische stof, beiden met het vochtgehalte op veldcapaciteit. Deze emmers zijn afgesloten met deksels om zuurstofarme omstandigheden te creëren. Gedurende acht weken zijn de volgende gassen gemeten: zuurstof (O₂), kooldioxide (CO₂), ammoniakgas (NH₃), lachgas (N₂O) en methaan-gas (CH₄) en zwavelwaterstof (H₂S). Uit deze metingen is duidelijk geworden dat de grondsoort

veel invloed heeft op het type gassen dat wordt gevormd na inwerken van een bepaald product en op de concentraties daarvan. Indicatief zijn ook grondmonsters geanalyseerd op organische zuren. De zuren die het vaakst zijn gemeten zijn (iso)boterzuur, melkzuur, (iso)valeriaanzuur, propionzuur en azijnzuur.

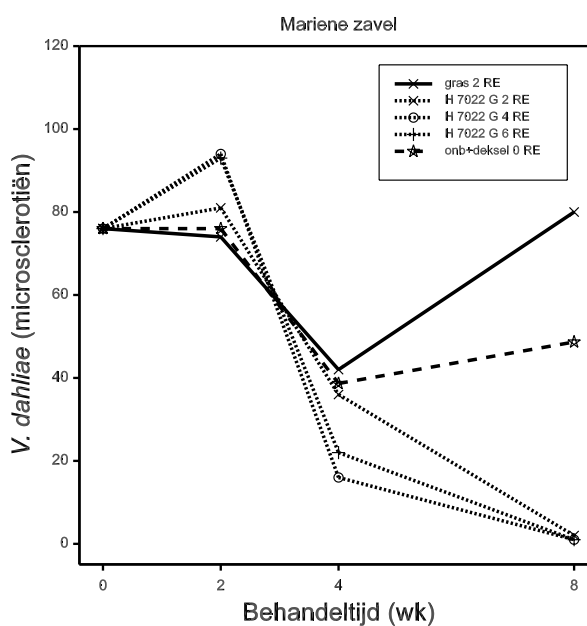
Door het koppelen van de gegevens over de gevormde gassen en organische zuren met de effectiviteit kan het inzicht in het werkingsmechanisme worden verbreed. Het onderzoek van 2009 heeft aangetoond dat bepaalde gedefinieerde producten effectiever zijn dan gras onder de toetsomstandigheden (Figuren 3 en 4).

Eerste resultaten 2009

In de figuren zijn resultaten weergegeven van de emmerproef bij 16°C voor het gedefinieerde product 7022 en voor gras in vergelijking met afgesloten emmers waaraan geen product is toegevoegd maar alleen de ziekteverwekkers. Het betreft de grondsoort mariene zavel, afkomstig van het bedrijf waar *Verticillium* niet kon worden bestreden met BGO met gras als fermentatieproduct. Na twee weken behandelingsduur zien we dat het aantal juvenielen van *Pratylenchus penetrans* al meer dan 90% is gereduceerd, ongeacht het product (Gras of H 7022 G) of de dosering (2 gram Ruw Eiwit/liter grond, 4 RE of 6 RE).



Figuur 3. Aantal *P. penetrans*-juvenielen per 100 ml grond na behandeling met 3 doseringen (2 RE, 4 RE en 6 RE) van gras of H 7022 G. P_i = aantal juvenielen bij aanvang van het experiment.



Figuur 4. Aantal vitale microsclerotien per emmer na behandeling met de praktijkdosering voor gras of 3 doseringen (2 RE, 4 RE en 6 RE) van product H 7022 G.

Figuur 4 bevestigt de praktijkervaring van 2009 dat in de kas met mariene zavel grond die zwaar besmet was met *Verticillium dahliae*, deze schimmel niet kon worden bestreden met gras. Ook in de emmerproef gaf de praktijkdosering van 2 RE geen doding.

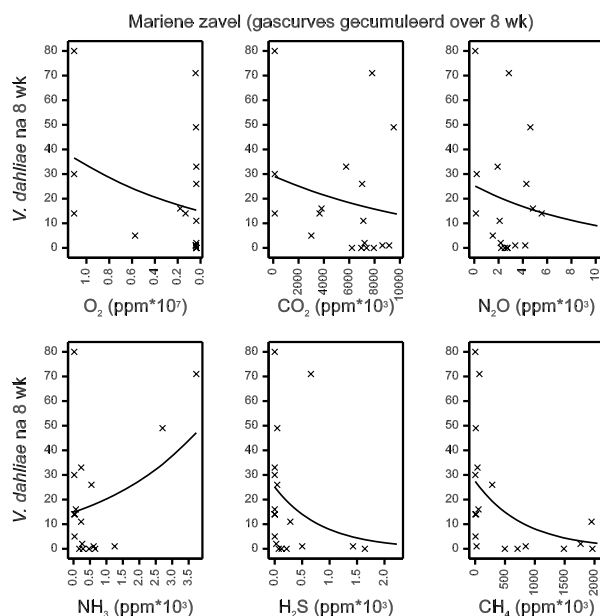
De lijnen van product H 7022 G tonen aan dat dit fermentatieproduct wel in staat bleek om *Verticillium* volledig uit te schakelen. In de emmerproef waren daarvoor wel 8 weken behandeltijd nodig. Dat wil niet zeggen dat in de praktijk er ook 8 weken nodig zijn omdat de processen in dit kleine volume mogelijk aanzienlijk langzamer verlopen dan in de veldsituatie. Veldproeven kunnen uitwijzen welke behandeltijd in de praktijk noodzakelijk is. Het onderzoek uit 2009 heeft ook aangetoond dat in zandgrond BGO met gras wel succesvol was tegen zowel *P. penetrans* als *V. dahliae*. Onderzocht wordt welke specifieke gassen of organische zuren verantwoordelijk zijn voor de verschillen in effectiviteit.

In figuur 5 is als voorbeeld het aantal microscleotiën van *V. dahliae* in relatie tot de gevormde gassen weergegeven. Hieruit blijkt dat zuurstofarme omstandigheden geen invloed lijken te hebben op de overleving van *V. dahliae*, evenals CO₂ en N₂O. H₂S daarentegen lijkt belangrijk voor de afdoding van *V. dahliae*. Zo worden alle data in kaart gebracht en de correlaties onderzocht van zowel de gassen afzonderlijk als in combinatie. Op deze manier kan het werkingsmechanisme stapsgewijs worden ontrafeld.

Uiteindelijk moet dit onderzoek voor telers leiden tot een effectieve 'biologische' grondontsmettingstechniek die inpasbaar is in de diverse teeltrotaties en een voorspelbaar ontsmettingsresultaat geeft onder verschillende bodemomstandigheden. Deze nieuwe toepassing moet bovendien een positief effect hebben op de teelt(en) die er op volgen en betaalbaar zijn voor telers. Ook moet het geselecteerde fermentatieproduct milieutechnisch verantwoord zijn. Pas dan kan een brede toepassing in land- en tuinbouw mogelijk worden.

Literatuur

- Blok W J, Lamers JG, Termorshuizen AJ & Bollen, G J (2000) Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. *Phytopathology* 90: 253-259
- Bollen G J (1969) The selective effect of heat treatment on the microflora of a greenhouse soil. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 75: 157-163
- Bollen G J (1985) Lethal temperatures of soil fungi. In: *Ecology and management of soilborne plant pathogens*. American Phytopathological Society, St Paul, USA: 191-193
- Feil, H (2008) 90% reductie van landbouwchemicaliën door gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong. Openbaar eindrapport EET project; uitgegeven door TDI te Wageningen
- Lamers JG & Wilms JAM (2008) De lange termijn werking van biologische grondontsmetting. PPO-AGV report 3252045600, Lelystad, pp 27
- Ministry of Housing, Physical planning and Environment, the Netherlands 1992 International workshop on alternatives to methyl bromide for soil fumigation
- Muller PJ & Aartrijk J van (1989) Flooding reduces the soil population of the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) in sandy soils. *Acta Horticulturae* 255: 261-264
- Runia W T (2000) Steaming methods for soils and substrates *Acta Horticulturae* 532: 115-124
- Zaayen A van (1985) De effecten van inundatie van bloembollengronden op ziekten, plagen en onkruiden. Intern jaarverslag LBO: 72-74



Figuur 5. Geproduceerde gassen (C/T waarden) tijdens 8 weken behandeltijd in relatie tot *Verticillium dahliae*-overleving. Voor zuurstof (O₂) is de schaal omgekeerd, omdat daar het effect van zuurstofloosheid is onderzocht. x duidt de *V. dahliae*-waarnemingen aan in relatie tot de C/T waarden.