



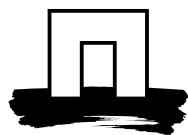
Stimulering van ziekteverring in de bodem door toevoegen van reststromen

‘Cash from trash’

Eindrapport SKB-Duurzame Ontwikkeling Ondergrond - Project 2031

Joeke Postma, Mirjam Schilder, Bram Hanse, Wout Hendrickx & Aaldrik Venhuizen





Stimulering van ziektevering in de bodem door toevoegen van reststromen

'Cash from trash'

Eindrapport SKB-Duurzame Ontwikkeling Ondergrond - Project 2031

Joeke Postma¹, Mirjam Schilder¹, Bram Hanse², Wout Hendrickx³ & Aaldrik Venhuizen⁴

¹ Plant Research International, Postbus 69, 6700 AB Wageningen

² IRS, Postbus 32, 4600 AA Bergen op Zoom

³ Kruidenkwakerij, Grubbenvorsterweg 32A, 5973 NB Lottum

⁴ Agrifirm, Postbus 20000, 7302 HA Apeldoorn

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Business Unit Biointeracties en Plantgezondheid.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij:



Ministerie van Economische Zaken



Kruidenteler Hendrickx

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Business Unit Biointeracties en Plantgezondheid

Adres : Postbus 69, 6700 AB Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 06 64
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.wageningenUR.nl/pri

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
1. Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Aanpak van het onderzoek	5
2. Selectie van reststromen die ziektevering verhogen	7
2.1 Voorafgaand onderzoek	7
2.2 Beschikbare reststromen	7
2.3 Effecten van reststromen op ziektevering	8
2.4 Conclusies	10
3. Toepassing en dosis	11
3.1 Dosis	11
3.2 Toedieningsmethode	12
3.3 Conclusies	13
4. Ziektevering in verschillende gronden	15
4.1 Ziektevering in biotoetsen	15
4.2 <i>Lysobacter</i> -populaties in de grond	17
4.3 Conclusies	18
5. Veldexperimenten met suikerbiet	21
5.1 Veldproeflocaties	21
5.2 Resultaten	22
5.3 Conclusies	24
6. Toepassingen in andere teelten	25
6.1 Veldexperimenten met aardappel en peen	25
6.2 Kruidenteelt	26
6.3 Groententeelt	27
6.4 Conclusies	27
7. Mogelijke knelpunten bij toepassing van verenmeel en hoefmeel in de praktijk	29
7.1 Regelgeving	29
7.2 Meststof met ziektevering als bijwerking	29
7.3 Veiligheid en risico's	30
7.4 Beschikbare producten	31

8.	Discussie en conclusies	33
8.1	Belangrijkste conclusies	33
8.2	Nog onbeantwoorde vragen	33
8.3	Perspectief	34
9.	Referenties	35
Bijlage I.	Kennisdoorstroom	3 pp.

Voorwoord

Dit rapport bevat de resultaten van twee jaar onderzoek naar praktijktoepasbare methoden om de ziektevering in de bodem tegen *Rhizoctonia solani*, een belangrijke gewasbelager, te verhogen. Het onderzoek maakte gebruik van eerdere resultaten uit beleidsondersteunend onderzoek waar de rol van functionele agrobiodiversiteit bij bodemweerbaarheid was onderzocht. In dat onderzoek was een nieuwe groep ziekteverende bacteriën ontdekt, namelijk drie *Lysobacter*-soorten. Ook was aangetoond dat deze bacteriën met o.a. chitine en gist gestimuleerd konden worden. Hoewel dit interessante nieuwe aanknopingspunten voor ziektevering zijn, biedt het nog geen kant-en-klare toepassing voor de praktijk. Bovendien zijn chitine en gist te duur voor grootschalige toediening in de landbouw. Het huidige SKB-project is gestart om goedkope effectieve reststoffen te identificeren en te zoeken naar een voor de praktijk toepasbare methode om ziektevering in de bodem te verhogen. Hierin werd basislegend onderzoek door Plant Research International ingebracht met medefinanciering van het ministerie van Economische Zaken. IRS, Agrifirm Plant en een kruidenkekerij onderzochten de toepassingsmogelijkheden in verschillende sectoren, respectievelijk suikerbiet, aardappel en peen, en de teelt van kruiden.

Het project heeft belangrijke vorderingen geboekt: enkele goedkope reststromen bleken zeer effectief, hun toedieningswijze en dosis is onderzocht, en de eerste successen zijn aangetoond onder veldomstandigheden. Daarnaast zijn kansen en knelpunten voor toepassing in de praktijk benoemd. Voor toepassing en implementatie in de praktijk zijn herhaalde veldexperimenten onder verschillende condities en grondsoorten nodig. Door de positieve resultaten van de afgelopen twee jaar is verdere belangstelling vanuit de markt ontstaan en is het veldonderzoek in 2013 verder voortgezet.

Het onderzoek is gefinancierd door Stichting Kennis Bodem (SKB-project nr. 2031) en door het ministerie van Economische Zaken binnen het onderzoeksprogramma 'Duurzaam bodembeheer'.

Samenvatting

Ziektewering tegen bodempathogenen is van groot belang voor een duurzame teelt van gewassen en voor het gezond houden van de bodem. Weerbaarheid van de bodem tegen ziekten en plagen verschilt sterk tussen landbouwpercelen, d.w.z. dat in de ene bodem veel minder schade optreedt in een vatbaar gewas als gevolg van de aanwezigheid van een pathogeen dan in een andere bodem. In het huidige onderzoek is onderzocht welke reststromen geschikt zijn en hoe ze kunnen worden toegediend om de bodem ziekteverend te maken tegen het schimmelpathogeen *Rhizoctonia solani*. Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is maatregelen te ontwikkelen met handelingsperspectief voor de teler om de ziektevering in zijn bodem te verhogen voor een reële prijs.

In eerste instantie zijn proeven uitgevoerd onder geconditioneerde omstandigheden met suikerbiet en *R. solani* AG2.2IIIb om (1) de meest geschikte reststromen te selecteren, (2) hun toedieningswijze en dosis te bepalen, en (3) gronden te selecteren waarin de ziektevering verhoogd kan worden. Deze proeven toonden aan dat naast gedroogde gist en chitine, diverse eiwitrijke dierlijke bijproducten uit de voedingsindustrie de ziektevering in de bodem konden stimuleren. Verenmeel en hoefmeel waren het meest effectief in de stimulering van ziektevering. Beide producten zijn bovendien relatief goedkoop (ca. 450 € per ton) en zijn toegelaten als meststof.

De benodigde dosis om ziektevering te verhogen is getoetst door verschillende hoeveelheden chitine aan de bodem toe te voegen. Voor verhoging van ziektevering is een dosis van 0,3% chitine nodig (3 g per kg grond), waarbij de chitine alleen in de grond rond het zaad aangebracht hoeft te worden. Bij een toepassing in de zaaivoor is ca. 65 kg/ha nodig om een effectieve dosis van 0,3% rond het zaad aan te brengen. Bij het gebruik van hogere concentraties kunnen chitine, verenmeel en hoefmeel fytotoxisch zijn, vooral in gronden met lage organische stofgehalten.

De ziektevering door chitine en verenmeel kon in verschillende gronden verhoogd worden. Over het algemeen was stimulering van ziektevering het sterkst in kleigronden: zowel chitine als verenmeel verhoogde de ziektevering. Ook in een aantal zandgronden kon de ziektevering verhoogd worden, waarbij verenmeel effectiever was dan chitine. In de getoetste lössgronden werd ziektevering niet of gering gestimuleerd. Het uitblijven van verhoging van ziektevering in gronden die verzameld waren direct na zeer strenge vorst of die in de vriezer bij -15 °C bewaard waren, doet vermoeden dat vorst een negatief effect heeft op het vermogen van de bodem om ziekteverend te worden t.a.v. *Rhizoctonia*.

In 2012 zijn drie veldproeven uitgevoerd met suikerbiet op van-nature-besmette praktijkpercelen. Tijdens de zaai werd 65 kg/ha chitine, verenmeel of hoefmeel in de zaaivoor toegediend. Chitine diende als een positieve controle in het veldonderzoek, omdat hier relatief veel mee geëxperimenteerd is. Daarnaast was er een onbehandelde controle. De suikerbietenopbrengst op de locatie Wouwse Plantage was 150 à 250 €/ha hoger door toevoeging van chitine, verenmeel en hoefmeel bij de resistente cultivar en 120 €/ha hoger door toevoeging van hoefmeel bij de *Rhizoctonia*-gevoelige cultivar. *Rhizoctonia* was aanwezig op het perceel, maar de aantasting was te laag om ziektepercentages per behandeling te bepalen. Er kan daarom nog geen direct verband gelegd worden tussen verhoogde opbrengst en ziektevering. De andere twee proefvelden zijn helaas verloren gegaan door zware regen in het voorjaar (Halsteren) en aanwezigheid van stengelaaltjes (Meliskerke).

Organische reststromen voor het verhogen van ziektevering zijn ook toegepast in andere gewassen. Ervaringen in de kruidenteelt zijn positief: toevoeging van chitine aan het zaad had gunstige effecten op de stand van het gewas in met *Rhizoctonia* besmette percelen. Een ecologische groenteteler vermeldt positieve ervaringen met het toedienen van hoefmeel aan de grond om schade door aanwezige bodempathogenen te beperken. Verenmeel is ook toegepast op percelen met peen en aardappel bij vijf biologisch telers. Hier was sprake van een geringe ziektedruk door *Rhizoctonia*, maar dit heeft niet tot uitval of oogst- en sorteerverliezen geleid. Verenmeel had geen zichtbaar effect op het gewas en er waren geen verschillen in ziektevering in een biotoets.

Bij aanvang van het onderzoek werd verondersteld dat antagonistische *Lysobacter*-soorten een rol zouden spelen bij de ziektevering. Daarom zijn de *Lysobacter*-populaties in alle grondmonsters bepaald. Hoewel de *Lysobacter*-populaties wel toenamen na toevoeging van chitine, verenmeel en hoefmeel, was er geen eenduidige correlatie tussen ziektevering van *Rhizoctonia* en de aantallen van *Lysobacter*. Het mechanisme van de ziektevering blijft daarom vooralsnog onduidelijk.

Er zijn duidelijke vorderingen gemaakt richting toepassing in de praktijk. Naast chitine en gist bleken verenmeel en hoefmeel effectieve organische producten om de bodem weerbaarder te maken tegen *Rhizoctonia*-aantasting. De effectiviteit is aangetoond onder geconditioneerde omstandigheden in een klimaatcel en in één veldproef onder praktijkomstandigheden. Bovendien geven enkele telers aan dat ze positieve ervaringen hebben met chitine en/of hoefmeel te aanzien van de beheersing van ziektes. In het veld kon met een lage dosis gewerkt worden door de producten rond het zaad aan te brengen. Verenmeel en hoefmeel zijn relatief goedkope producten en zijn beiden als meststof toegelaten.

Verenmeel, hoefmeel en andere dierlijke bijproducten ressorteren in de huidige nationale Meststoffenwet onder het begrip 'overige organische meststoffen'. Op het gebruik van deze producten zijn dus stikstofgebruiksnormen van toepassing; de werkingscoëfficiënt voor stikstof van de 'overige organische meststoffen' is gesteld op 50%. Overige organische meststoffen dienen tevens aan bepaalde kwaliteitscriteria (maximale waarden t.a.v. zware metalen en organische micro-verontreinigingen) te voldoen. Voor sommige teelten is het gebruik van dierlijke bijproducten door middel van certificering aan banden gelegd.

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Ziektewering tegen bodempathogenen is van groot belang voor een duurzame teelt van gewassen en voor het gezond houden van de bodem. Weerbaarheid van de bodem tegen ziekten en plagen verschilt sterk tussen landbouwpercelen, d.w.z. dat in de ene bodem veel minder schade optreedt in een vatbaar gewas als gevolg van de aanwezigheid van een pathogeen dan in een andere bodem. Het is bekend dat teeltmaatregelen en gewasrotatie invloed hebben op de ziektevering, maar als gevolg van de complexiteit van de bodem en de variatiemogelijkheden van de maatregelen zelf is gerichte sturing van ziektevering vooralsnog niet mogelijk. Zo is het bekend dat toevoeging van organische (mest)stoffen en compost aan de bodem de ziektevering kan stimuleren; echter resultaten hiermee zijn wisselend en veelal onvoorspelbaar.

Rhizoctonia solani is een belangrijk bodempathogeen, dat schade veroorzaakt in diverse akkerbouw-, groente- en sierteeltgewassen (suikerbiet, aardappel, peen, koolsoorten, lelie, tulp, etc.). Alleen al in de suikerbietenteelt wordt de schade in Nederland geraamd op 15 M€ (F. Tjink, IRS), terwijl in heel Europa het aangetaste areaal op 70.000 ha geschat wordt (KWS Benelux BV).

In recent onderzoek is een nieuwe groep ziekteverende bacteriën in de bodem ontdekt. Het betreft drie *Lysobacter* soorten (Postma et al, 2008). Deze soorten komen in verschillende Nederlandse akkerbouwgronden van nature voor. Deze bacteriën kunnen diverse plantpathogene bacteriën en schimmels waaronder *R. solani* remmen in hun groei. Onderzoek heeft aangetoond dat de aanwezigheid van deze bacteriën correleert met ziektevering van de bodem tegen *R. solani*. Door stoffen aan de grond toe te voegen die deze ziekteverende bacteriën stimuleren werd ook de ziektevering verhoogd (Postma et al, 2010a). Deze resultaten waren goed herhaalbaar.

Stoffen waarvan is aangetoond dat ze de ziektevering van de bodem tegen *R. solani* in suikerbiet stimuleren zijn: chitine, gedroogde gist, champignonpoeder en chitosan in hogere concentraties. Ziektevering door deze stoffen is bij herhaling gemeten onder geconditioneerde omstandigheden in een klimaatcel. Deze stoffen zijn echter te duur voor een veldtoepassing. In het SKB-projectidee zijn reststoffen geïdentificeerd die veel goedkoper zijn, en mogelijk dezelfde effecten hebben als de hierboven genoemde stoffen. Sommige van deze reststoffen zijn toegelaten als organische meststoffen (bv. verenmeel, bloedmeel, vleesmeel). Voor praktijktoepassing van dergelijke reststoffen met als doel de ziekteverendheid van de bodem te verbeteren, zullen twee vragen beantwoord moeten worden: (1) zijn er goedkope reststoffen met een vergelijkbare ziektevering als chitine of gedroogde gist, en (2) treedt ziektevering ook op in het veld onder praktijkomstandigheden?

1.2 Doelstelling

In het huidige project willen we bovengenoemde kennis verder ontwikkelen tot een praktijkrijpe toepassing voor het verhogen van de ziektevering in de bodem tegen *R. solani*. Het betreft maatregelen met handelingsperspectief voor de teler om zijn bodem weerbaarder te maken tegen ziekten voor een reële prijs.

1.3 Aanpak van het onderzoek

De eerste stap in het onderzoek naar een praktijktoepasbare methode om de ziektevering in de bodem te stimuleren, was de selectie van goedkope effectieve organische reststromen (Paragraaf 2). Naast gist en chitine waarvan de effectiviteit al bekend was, is een heel scala aan reststromen getest. Vervolgens is nagegaan wat de optimale concentratie van het toe te passen product is en hoe het toegediend kan worden (Paragraaf 3). De mogelijkheid om ziektevering in verschillende praktijkpercelen te stimuleren is onderzocht door gronden van diverse locaties te testen (Paragraaf 4).

Deze kennis is gebruikt om proeven onder praktijkomstandigheden bij telers op te zetten. Hiervoor zijn percelen met een natuurlijke infectie van *Rhizoctonia* geselecteerd. IRS heeft drie veldproeven uitgevoerd in suikerbiet met chitine, verenmeel en hoefmeel en een onbehandelde controle (Paragraaf 5). In deze proeven zijn opkomst, gewasontwikkeling, suikeropbrengst en *Lysobacter*populaties bepaald.

Om mogelijke toepassing in andere teelten te verkennen is oriënterend veldonderzoek in de praktijk uitgevoerd. Agrifirm heeft bij vijf biologische telers verenmeel in vier stroken toegepast in peen en aardappel. Kruidenteler Hendrickx paste chitine toe op de percelen waar *Rhizoctonia*-aantasting werd verwacht. En een ecologische groenteteler heeft gaandeweg het project hoefmeel ingezet om ziektevermindering in zijn bodem te verhogen. De resultaten hiervan staan in Paragraaf 6 beschreven.

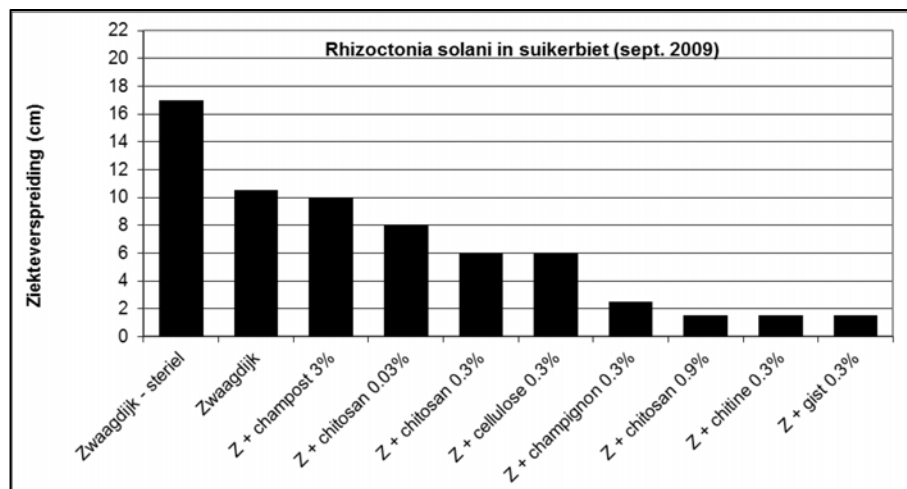
Daarnaast zijn mogelijkheden en knelpunten voor toepassing van de onderzochte producten in de praktijk benoemd (Paragraaf 7) en worden de belangrijkste conclusies en nog niet beantwoorde vragen samengevat (Paragraaf 8).

Gedurende het onderzoek zijn de resultaten bij verschillende bijeenkomsten en via (website)berichten gepresenteerd, wat geleid heeft tot een groot aantal berichten (zie Bijlage I).

2. Selectie van reststromen die ziektevering verhogen

2.1 Voorafgaand onderzoek

Ziektevering van de bodem tegen *R. solani* wordt al vele jaren bestudeerd. Het belang van ziektevering bij de beheersing van schade door dit pathogeen wordt in diverse studies beschreven (Postma et al, 2010b). Maar hoewel de toevoeging van organische materialen over het algemeen de bodemweerbaarheid voor diverse ziekteverwekkers verhoogt (Bonanomi et al., 2010; Bonilla et al., 2012), geldt dit vaak niet voor *R. solani* (Bonanomi et al., 2010; Termorshuizen et al., 2006). Effecten van bijvoorbeeld compost, cellulose en lignine kunnen zowel positieve als negatieve effecten op de aantasting door *R. solani* hebben (eerder onderzoek van Postma et al.). In voorafgaand onderzoek gefinancierd door het ministerie van EZ is echter een nieuwe groep ziekteverende bacteriën in de bodem ontdekt (Postma et al, 2008). Deze bacteriën kunnen door verschillende organische materialen zoals chitine en gist gestimuleerd worden, waarbij tevens de bodemweerbaarheid tegen *R. solani* verhoogd wordt (Figuur 1). Deze resultaten waren goed herhaalbaar. Deze kennis wordt in het huidige onderzoek gebruikt om goedkope effectieve reststromen te zoeken waarmee de ziektevering tegen *R. solani* verhoogd kan worden.



Figuur 1. Ziekteverspreiding van *Rhizoctonia solani* in suikerbiet; stimulering van ziektevering door toevoeging van champignon, chitosan, chitine en gist (Postma et al., 2010a).

2.2 Beschikbare reststromen

De eerste oriëntatie op beschikbare restproducten leverde een aantal verschillende eiwitrijke en chitine bevattende restproducten op (Tabel 1). Prijs en beschikbaarheid zijn van belang voor een praktische toepassing in de landbouw. Daarnaast hebben natte producten niet de voorkeur, hier moet namelijk eerst een betrouwbaar gedroogd product van ontwikkeld worden voordat het in de landbouw kan worden toegepast. Haarmeel leek ongeschikt omdat *Lysobacter* en andere micro-organismen hier niet op groeiden.

Bij de opzet van het onderzoek in 2011 werden diverse potentieel interessante producten met mogelijke bestrijdingseffecten op *R. solani* geadviseerd door collega's en bedrijven. Uiteindelijk is er een lange lijst van producten geselecteerd om te toetsen op hun effect t.a.v. ziektevering in een biotoets (zie Tabel 2). Indien bekend is de beschikbare hoeveelheid, de prijs en de bemestende waarde (N-P-K) vermeld.

Tabel 1. Beschikbaarheid en prijzen van reststromen getoetst in SKB-idee 2010 ¹⁾.

Product	Herkomst	Beschikbaarheid (ton/jaar)	Prijs (€/ton)	Opmerking
Verenmeel	Sonac	33.600	420	Mogelijk toxisch voor micro-organismen
Bloedmeel	Sonac	6.000	600	
Haarmeel	Sonac	6.000	350	
Vleesmeel	Sonac	12.000	650	Nat product
Zongedroogde algen	Kelstein	1-10	5000	
Gecentrifugeerde algen	Kelstein	10-100	5000	
Vissenhuiden /schubben	Louw Spijkerman Zeevis	onbekend	onbekend	Nat product; veel microbiële verontreinigingen
Garnalendoppen	Heiploeg	8.000	<0	Nat product

¹⁾ Data beschikbaar gesteld door R. Winters (Bioclear BV).

2.3 Effecten van reststromen op ziekteverwerping

Reststoffen die mogelijk invloed hebben op de ziekteverwerping van *Rhizoctonia* zijn onderzocht in een biotoets (zie Figuur 2). In deze biotoets werd de aantasting van suikerbiet door *R. solani* AG 2.2IIIb bepaald. De proef werd uitgevoerd in een klimaatcel onder geconditioneerde omstandigheden bij 23/18 °C (dag/nacht), 16 uur belichting, 60% relatieve luchtvochtigheid en een vochtspanning in de bodem van 50 mbar (pF 1.7). Deze methode is nauwkeuring beschreven in Postma *et al.* (2008). Als standaardgrond werd voor deze proef grond van een bloemkoolperceel uit Zwaagdijk gebruikt. Deze grond is van oorsprong ziekteverwerpend en bevat antagonistische *Lysobacter*-soorten (Postma *et al.*, 2010b). Door bewaring van deze grond is de ziekteverwerping teruggedrukt, maar door toevoeging van o.a. gist en chitine (zie Figuur 1) kan de ziekteverwerping weer gestimuleerd worden. Hierdoor is dit een ideale grond om de potentie van verschillende stoffen om ziekteverwerping te stimuleren te toetsen.

De geselecteerde reststoffen zijn in een concentratie van 0,3% (op gewichtsbasis) door de grond gemengd. De grond werd vervolgens 1 week geïncubeerd bij kamertemperatuur en daarna in de toetsbakken gedaan. Suikerbieten zijn op onderlinge afstand van 2 cm gezaaid. Eén week later is aan de voorkant van de bak de ziekteverwekker *Rhizoctonia* toegevoegd. Vervolgens zijn de ziektesymptomen twee maal per week gescoord. De snelheid waarmee de aantasting zich verspreidt, is maatgevend voor de ziekteverwerping van de grond: bij hoge ziekteverwerping is de verspreiding van de ziekte gering.

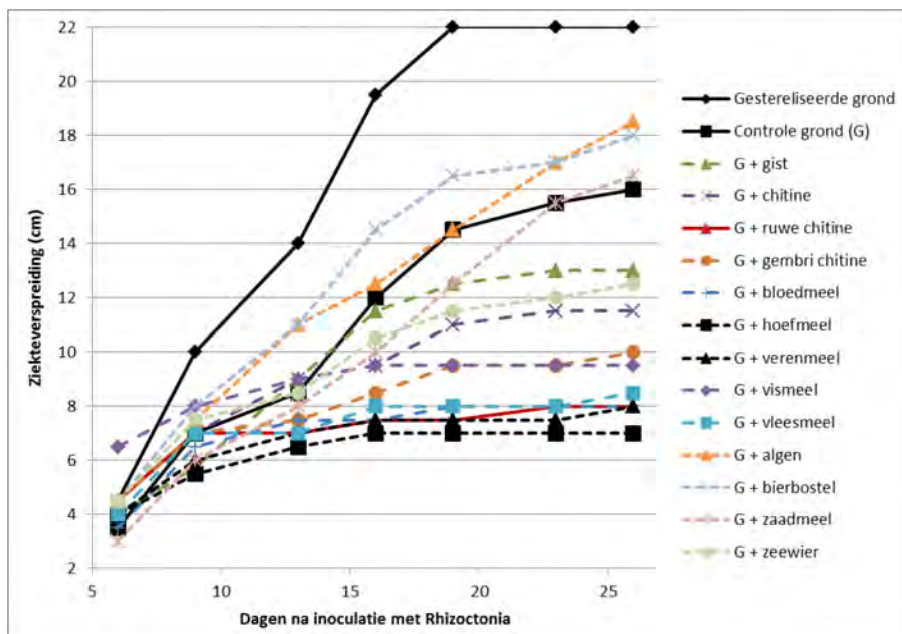
De resultaten van de proef laten overtuigend zien dat alle geteste dierlijke reststromen, nl. verenmeel, hoefmeel, vleesmeel, bloedmeel en vismeel de ziekteverwerping significant verhogen (Figuur 3). Hiervan zijn verenmeel en hoefmeel de goedkoopste producten. Chitine en gist, waarvan voorheen was aangetoond dat het de ziekteverwerping verhoogd, waren in deze proef minder effectief. De ruwe chitineproducten, gembri en ruwe chitine, waren effectiever dan de zuivere chitine, mogelijk doordat deze producten behalve chitine ook eiwitten bevatten. De geteste plantaardige producten (algen, bierbostel, zaadmeel) waren niet effectief. Alleen zeewier had een gering maar niet significant effect in deze proef.

Tabel 2. Producten en reststromen waarvan het effect op ziektevering tegen *R. solani* is getoetst.

Product	Leverancier	Beschikbaarheid (ton/jaar)	Prijs (€/kg)	N-P-K (%)
Gedroogde gist	Dr. Oetker		50	
Chitine (gezuiverd)	Sigma-Aldrich		400	7
Chitine (ruw)	Via PPO-agv			8,3
Gembri (chitin-eiwit)	Ecoline biotechnologie BV			7,5
Sol-Actif	France-Chitine	Wereldwijd veel chitine, moeilijk te verkrijgen voor landbouw	12	7,5
Boedmeel	Bertels BV	6.000	0,92	13-1-0
Hoefmeel	Bertels BV	800	0,47	14-0-0
Verenmeel	Bertels BV	33.600	0,45	13-0-0
Vismeel	Bertels BV		3,1	12-0-0
Vleesmeel	Sonac	12.000	0,65	8-8-1
Gedroogde algen	Kelstein	Nog geen commercieel product	5	8-3-6
Bierbostel	Agrifirm Feed	Afval bierbrouwerij; gebruikt als veevoer		
Zaadmeel (Biofence)	Plant Solutions ltd.	Biologisch middel ter bestrijding van <i>Rhizoctonia</i>		6
Zeewier	Bertels BV	Bodemverbeteraar		2



Figuur 2. Biotoets met suikerbiet ter bepaling van de ziektevering in de bodem tegen *R. solani*.



Figuur 3. Rhizoctonia verspreiding in suikerbiet in een controle grond (Zwaagdijk) zonder toevoeging (controle) en met toevoeging van verschillende reststoffen (0.3%). Verschillen zijn significant op dag 26 als ze groter zijn dan 5,15 (LSD=5,15).

2.4 Conclusies

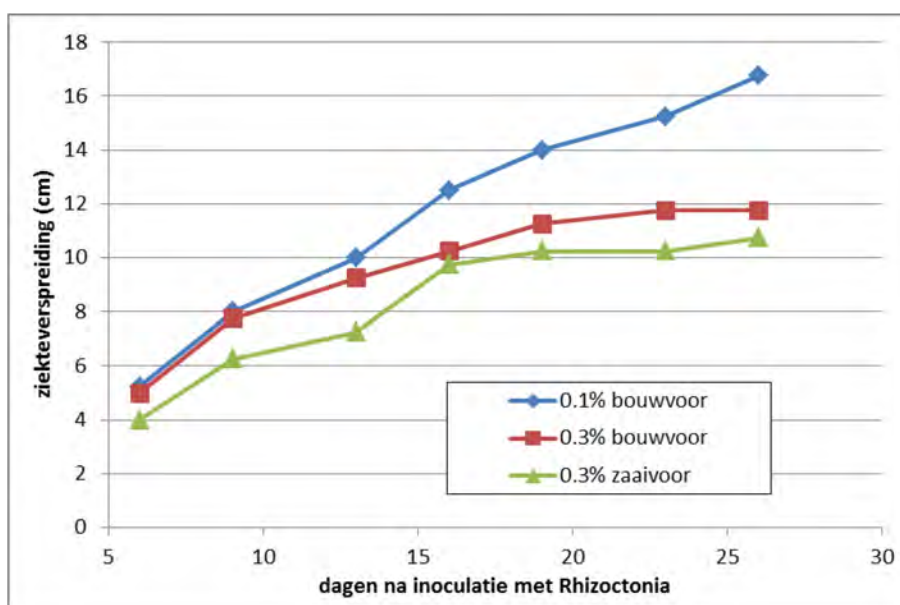
Verschillende eiwitrijke dierlijke reststromen gaven significante verhoging van de ziektevering in de bodem tegen *R. solani* AG 2.2IIIb. Verenmeel en hoefmeel waren het meest effectief. Beide producten zijn bovendien relatief goedkoop (ca. 450 € per ton) en zijn toegelaten als meststof. Deze twee producten zullen daarom verder worden getoetst in veldproeven. Chitine dient als een positieve controle in het veldonderzoek, omdat hier relatief veel mee geëxperimenteerd is.

3. Toepassing en dosis

3.1 Dosis

In de biotoets werden de reststoffen steeds in een concentratie van 0,3% (op gewichtsbasis) aan de grond toegevoegd. Omgerekend naar een veldtoepassing komt dit overeen met 9000 kg/ha uitgaande van een bouwvoor van 25 cm diepte. Voor verenmeel en hoefmeel komt dit overeen met ca. 1250 kg N/ha. Het zal duidelijk zijn dat dit een onrealistisch hoge dosis is. Daarom is het effect van een lagere dosis (0,1%) en het effect van toediening alleen rond het zaad getoetst. Hiervoor is de grond tot slechts 2 cm diepte behandeld, overeenkomend met behandelde grond in een straal van 1 cm rond het zaad (zaaivoor). Tevens is het moment van toedienen getoetst: de reststof is toegevoegd 1 week voor zaai en tijdens zaai. In deze proef met verschillende doses en toedieningswijzen is alleen chitine gebruikt.

De resultaten van deze proef zijn te zien in Figuur 4. De toediening van chitine 1 week vooraf of tijdens zaai gaf in deze proef geen significant verschil, daarom zijn de gemiddelden van deze behandelingen weergegeven. Ziektevering werd gestimuleerd bij een dosis van 0,3% chitine, zowel bij toediening aan de hele bouwvoor als alleen in de zaaivoor. Toediening van 0,1% in de bouwvoor was onvoldoende.



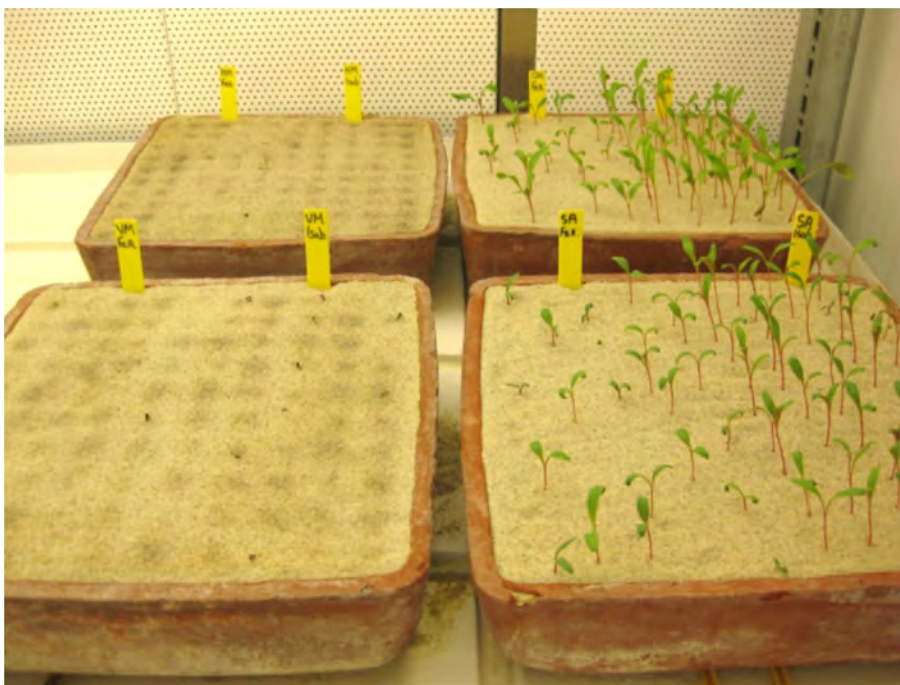
Figuur 4. *Rhizoctonia*-verspreiding in suikerbiet in een controle grond (Zwaagdijk) met chitinetoevoegingen in de bouwvoor (0,1 en 0,3%) en alleen rond het zaad (0,3% zaaivoor). Verschillen zijn significant op dag 26 als ze groter zijn dan 4,2 (LSD=4,2).

Bij toepassing van organische materialen in de zaaivoor kan worden volstaan met een veel lagere hoeveelheid product per hectare. Het volume van een bouwvoor is 2500 m³ (25 cm x 10.000 m²) dit komt overeen met 3 x 10⁶ kg. Voor 0,3% is een hoeveelheid van 9000 kg van het product nodig. Bij een zaaivoor toepassing is slechts 64,4 kg/ha nodig (0,3% x (3 cm x 3 cm x 2000000 cm zaaivoor x 1,2 kg/liter)). Dit is een grote besparing op de kosten. Bovendien wordt het bodemleven vooral gestimuleerd waar het nodig is. Echter, bij toepassing van stoffen in de zaaivoor moet rekening gehouden worden met eventuele fytoxiciteit omdat kiemend zaad kwetsbaar is.

Om de geselecteerde stoffen te testen op fytoxiciteit bij kiemende suikerbieten is een zaaitest uitgevoerd. Hiervoor zijn 50 zaden van elk van de twee te gebruiken suikerbietenrassen, Isabella KWS (*Rhizoctonia*-tolerant) en

Fernanda KWS (vatbaar voor *Rhizoctonia*) in zaaipannen gezaaid. De verschillende zaaipannen bevatten puur zand (gepasteuriseerd) of gepasteuriseerd zand gemengd met 10% potgrond. Hieraan is 0%, 0,3%, 1% of 10% verenmeel, hoefmeel of chitine toegevoegd. De zaden zijn gekiemd bij 23 °C (16 uur licht) en 16 °C (8 uur donker) in een klimaatkamer bij 20,000 lux lichtsterkte (zie Figuur 5). Na twee weken is beoordeeld.

In puur zand bleken hoefmeel en verenmeel behoorlijk fytoxisch. De zaden kiemden wel, maar de kiemplantjes stierven af. Bij 0,3% verenmeel en hoefmeel met potgrond bleven de meeste planten staan. Dit was echter niet meer het geval bij 1% verenmeel en hoefmeel. Bij 1% chitine met en zonder potgrond overleefden van beide rassen de meeste planten. Bij 10% chitine bleven in het object met potgrond de meeste planten van het ras Isabella KWS staan, maar de kiemplanten van Fernanda KWS stierven af.



Figuur 5. Fytotoxiciteitstoets met suikerbietencultivars Fernanda KWS en Isabella KWS.

3.2 Toedieningsmethode

Voor de toepassing van chitine, hoefmeel en verenmeel tijdens de zaai is speciale apparatuur nodig. Door aard van de stoffen is het niet mogelijk om deze met een conventionele granulaatstrooier in de zaaivoor toe te passen. IRS heeft in het verleden onderzoek gedaan met het strooien van schuimaarde (Betacal) in de zaaivoor. De hiervoor gebruikte apparatuur was nog aanwezig en is op de zaaimachine gebouwd. Hierdoor was het mogelijk om chitine, hoefmeel en verenmeel in de zaaivoor tijdens het zaaien toe te passen (zie Figuur 6).



Figuur 6. Aangepaste apparatuur om organische producten tijdens zaai toe te dienen (foto's IRS).

3.3 Conclusies

Om de ziektevering door organische toevoegingen te verhogen is 0,3% chitine nodig (3 g per kg grond); 0,1% is een te lage dosis om ziektevering te stimuleren.

Het is voldoende om de chitine in de grond met een straal van 1 cm rond het zaad aan te brengen. Hiermee kan de hoeveelheid toe te dienen chitine sterk gereduceerd worden. Bij een zaaivoortoevoeging is ca. 65 kg/ha nodig om een dosis van 0,3% rond het zaad aan te brengen.

Verenmeel, hoefmeel en chitine zijn fytotoxisch bij te hoge concentraties. Dit geldt vooral in zandgrond zonder organische stof. Hoefmeel en verenmeel veroorzaken kiemremming vanaf 1%, terwijl chitine fytotoxisch is vanaf 10%. De beoogde zaaivoortoevoeging van 0,3% lijkt daarom mogelijk onder veldomstandigheden in een grond met organische stof. Er moet echter geen overdosering toegepast worden.

IRS beschikt over apparatuur waarmee de organische toevoegingen tijdens zaai toegediend kunnen worden.

4. Ziektewering in verschillende gronden

4.1 Ziektewering in biotoetsen

Tot nu toe waren alle proeven met verhoging van ziektevering in de Zwaagdijkgrond uitgevoerd. Hiervan was bekend dat de ziektevering verhoogd kan worden door toevoeging van organische reststoffen (Postma *et al.*, 2010a) en dat antagonistische *Lysobacter*-soorten aanwezig zijn (Postma *et al.*, 2010b). Van andere gronden is nog niet bekend of de ziektevering verhoogd kan worden door toevoeging van organische reststoffen. Voor praktijktoepassing is het echter van groot belang om te weten of dit fenomeen van ziektevering ook in andere gronden optreedt.

In 2011 is het vermogen om ziektevering te stimuleren met reststoffen in vier door B. Hanse (IRS) aangeleverde gronden geanalyseerd, waarbij Zwaagdijkgrond als positieve controle werd meegenomen. De door IRS geselecteerde gronden waren: Walcheren (klei), Simpelveld (löss), Halsteren (zand) en Wouwse Plantage (zand). Aan deze gronden is niets (controle), 0,3% chitine (Sol-Actif; France-Chitine) of 0,3% verenmeel (Bertels BV) toegevoegd. De proef is uitgevoerd zoals beschreven in Paragraaf 2.

In de gronden Simpelveld, Halsteren en Wouwse Plantage trad wegval van planten op die niet veroorzaakt werd door het toegevoegde inoculum. Dit is het gevolg van natuurlijk aanwezige *Rhizoctonia solani* AG2.2.IIIB in de grond. De getoetste gronden kwamen van percelen waar suikerbieten werden geteeld en natuurlijke infectie kan daarom verwacht worden. Verontrustend was dat de hoeveelheid wegval toenam door toevoeging van chitine en verenmeel in de besmette grond van Halsteren (Tabel 3).

Ziektevering werd in de verschillende gronden significant gestimuleerd door de gebruikte toevoegingen (Figuur 7). In beide kleigronden (Zwaagdijk en Walcheren) stimuleerden zowel chitine als verenmeel de ziektevering. In lössgrond (Simpelveld) gaf geen van de toevoegingen een toename van ziektevering. In beide zandgronden (Halsteren en Wouwse Plantage) gaf alleen verenmeel een verhoogde ziektevering. Ziektevering van de gronden zonder toevoeging was het hoogst in beide kleigronden.

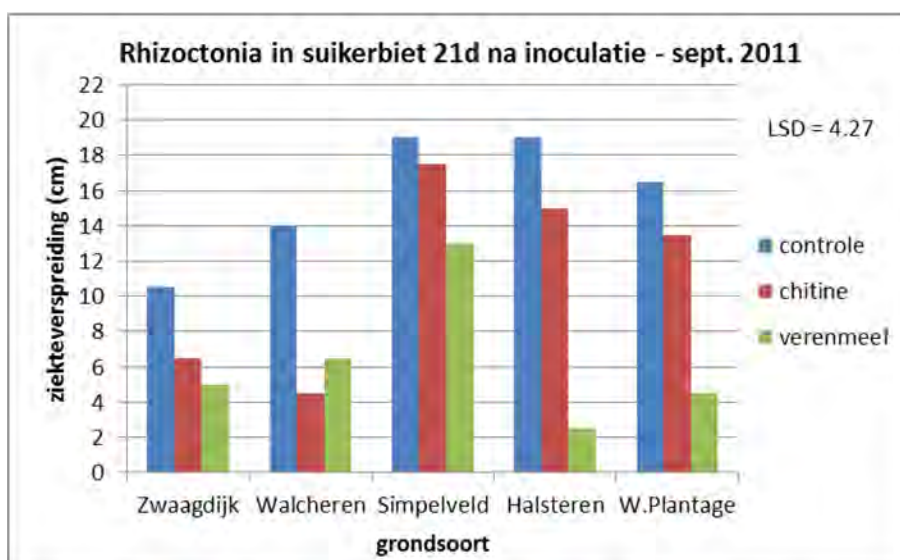
In 2012 zijn, volgens dezelfde proefopzet als in 2011, wederom een aantal gronden getoetst ten aanzien van verhoging van ziektevering na toevoeging van chitine en verenmeel. De gronden zijn eind februari na een zware vorstperiode verzameld. In 2012 zijn opnieuw Zwaagdijkgrond (klei, controle grond) en Walcheren (klei) getest. Daarnaast zijn een aantal niet eerder geteste zand, klei en löss gronden onderzocht. Aan de gronden is niets (controle), 0,3% chitine (Sol-Actif; France-Chitine) of 0,3% verenmeel (Bertels BV) toegevoegd. De ziekteveringstoets is zowel uitgevoerd in de hiervoor beschreven containers als in plastic potten. Omdat de potten kleiner zijn dan de containers, is de toets in plastic potten sneller en efficiënter, maar de ziekteverspreiding kan minder nauwkeurig gemeten worden.

Toediening van verenmeel en/of chitine in het experiment met de containers in 2012 gaf (vrijwel) geen verhoging van ziektevering (Figuur 8), terwijl eerdere experimenten altijd verhoging van ziektevering in de Zwaagdijk-grond lieten zien. De proef was ook in kleinere potten uitgevoerd (Figuur 9). Hier werd de ziektevering gestimuleerd door zowel chitine als verenmeel in de kleigronden Zwaagdijk en Walcheren. In de duinzandgrond uit Lisse en in het potgrond/zand mengsel was alleen chitine effectief. Verenmeel toegediend aan Lisse en potgrond/zand mengsel gaf sterke kiemremming van het zaad. In de andere gronden werd ziektevering niet gestimuleerd door verenmeel of chitine. Tegenvallende resultaten van ziektevering zijn waarschijnlijk het gevolg van de extreme vorstperiode in februari 2012. In een extra proef waarbij grond bij -15°C gedurende 4 weken werd ingevroren, kon de ziektevering van de grond ook niet gestimuleerd worden door toevoeging van chitine.

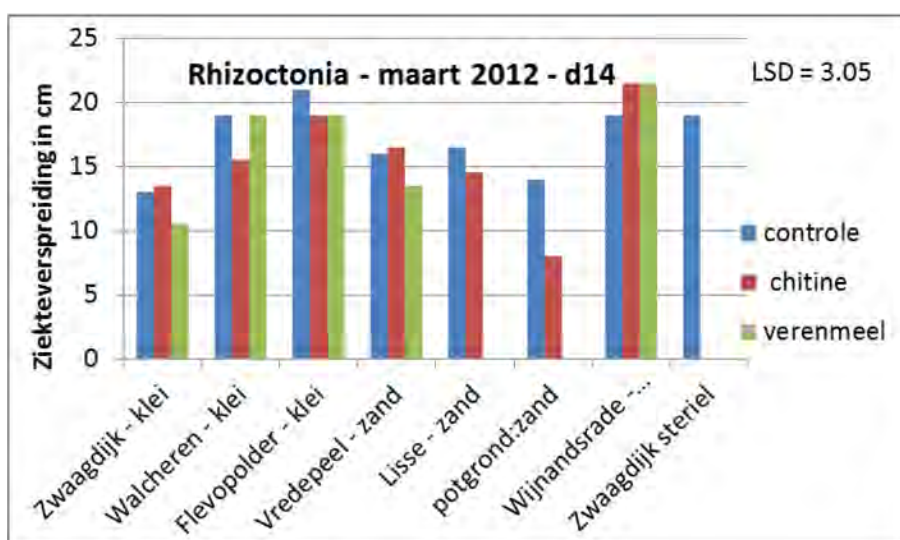
De in 2012 getoetste gronden zijn eind 2012, toen het nog niet gevroren had, nogmaals bemonsterd en begin 2013 wederom op weerbaarheid getoetst (Figuur 10). In dit experiment werd de bodemweerbaarheid in de gronden Zwaagdijk, Walcheren, Flevopolder en Lisse verhoogd door toevoeging van verenmeel. Chitine had weinig of geen effect. In Vredepeel en Wijnandsrade werd de bodemweerbaarheid niet verhoogd door chitine of verenmeel. In dit experiment vertoonde geen van de behandelingen remming van de kieming van het zaad.

Tabel 3. Percentage wegval van planten door natuurlijke infectie van *Rhizoctonia* in de verschillende gronden zonder toevoeging en met 0,3% chitine of 0,3% verenmeel (totaal aantal planten = 88) (september 2011).

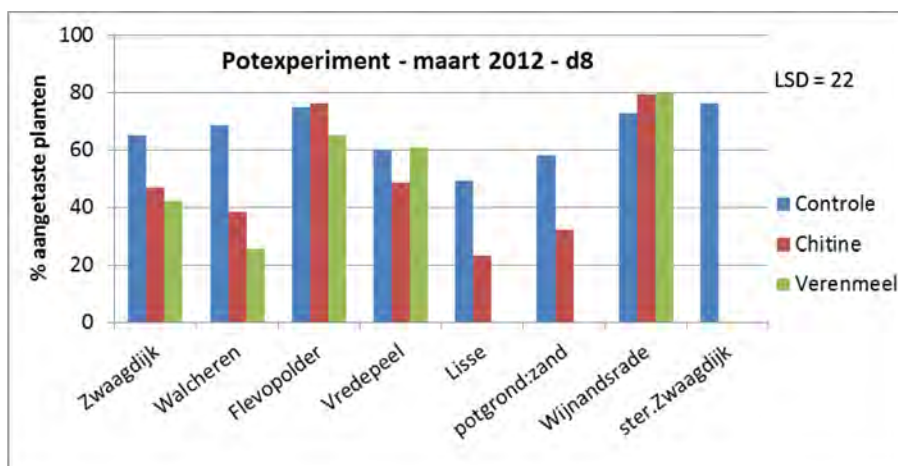
	Controle	Chitine	Verenmeel
Zwaagdijk	0	0	0
Walcheren	0	0	0
Simpelveld	0	0	1
Halsteren	1	13	32
Wouwse Plantage	0	0	1



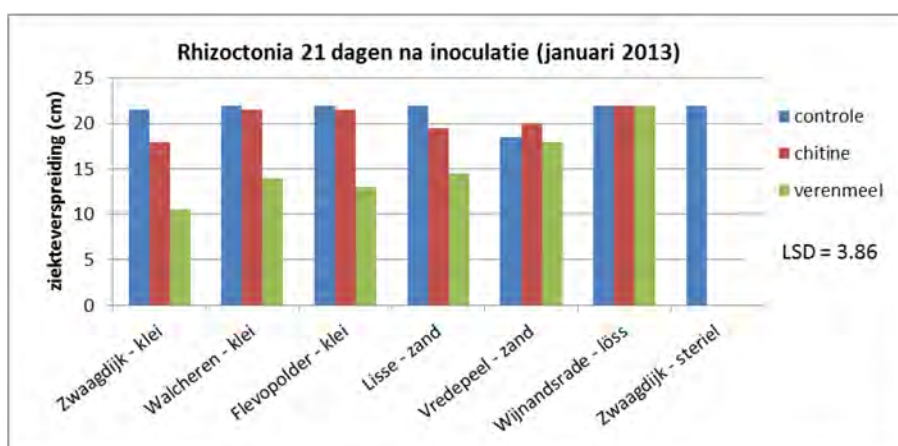
Figuur 7. Ziekteverspreiding in suikerbiet in verschillende gronden zonder toevoeging (controle) en met toevoeging van 0.3% chitine of 0.3% verenmeel 1 week voor zaai; 24 dagen na inoculatie met *Rhizoctonia* (september 2011).



Figuur 8. Ziekteverspreiding in suikerbiet in containers met verschillende gronden zonder toevoeging (controle) en met toevoeging van 0.3% chitine of 0.3% verenmeel 1 week voor zaai; 14 dagen na inoculatie met *Rhizoctonia* (maart 2012).



Figuur 9. Percentage aangetaste suikerbietenplanten in potten met verschillende gronden zonder toevoeging (controle) en met toevoeging van 0.3% chitine of 0.3% verenmeel 1 week voor zaai; 8 dagen na inoculatie met *Rhizoctonia* (maart 2012).

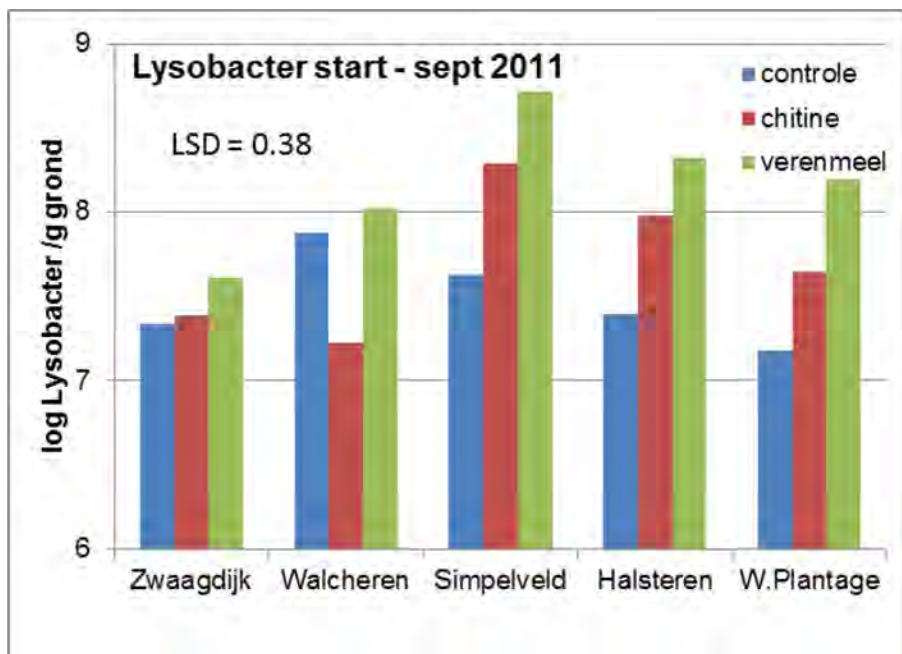


Figuur 10. Ziekteverspreiding in suikerbiet in containers met verschillende gronden zonder toevoeging (controle) en met toevoeging van 0.3% chitine of 0.3% verenmeel 1 week voor zaai; 21 dagen na inoculatie met *Rhizoctonia* (januari 2013).

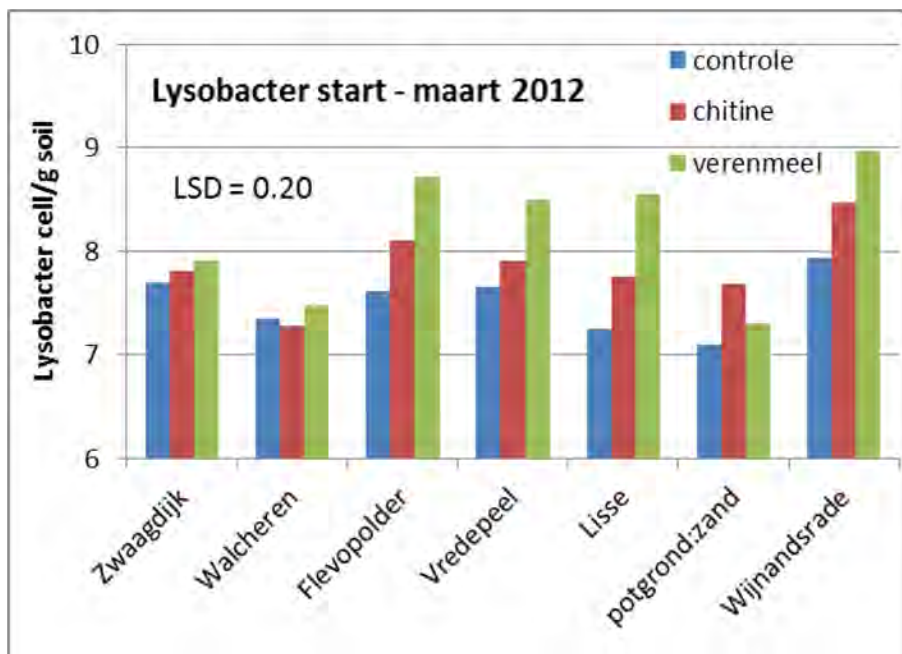
4.2 *Lysobacter*-populaties in de grond

In eerder onderzoek was een correlatie aangetoond tussen ziektevermindering van *R. solani* en de aanwezigheid van antagonistische *Lysobacter*-soorten (Postma *et al.* 2008). Om te onderzoeken in welke mate de *Lysobacter*-populatie voorspellend is voor de ziektevermindering, zijn in alle gronden *Lysobacter*-populaties bepaald met behulp van een moleculaire detectietechniek zoals beschreven in Postma *et al.*, 2011.

In 2011 zijn de *Lysobacter*-populaties verhoogd door toevoeging van chitine en verenmeel in de gronden Simpelveld, Halsteren en Wouwe Plantage (Figuur 11). De populaties zijn echter niet toegenomen in Zwaagdijk en Walcheren, terwijl in die twee gronden de ziektevermindering juist wel was toegenomen. Ook in 2012 zijn de populaties niet toegenomen in Zwaagdijk en Walcheren (Figuur 12), terwijl dit de enige twee gronden waren waar de ziektevermindering in de potproef was toegenomen.



Figuur 11. *Lysobacter* populaties bij aanvang van de bodemweerbaarheidtoets (september 2011).



Figuur 12. *Lysobacter* populaties bij aanvang van de bodemweerbaarheidtoets (maart 2012).

4.3 Conclusies

Stimulering van ziektevering door chitine en verenmeel trad op in verschillende typen gronden. In het experiment van 2011 verhoogde verenmeel de ziektevering in verschillende zand- en kleigronden, terwijl chitine alleen effectief was in kleigrond. In lössgrond werd ziektevering niet gestimuleerd. In 2013 verhoogde verenmeel de ziektevering in één zand- en drie kleigronden, terwijl chitine bij geen van de gronden duidelijk effect had. Bovendien was er naast de lössgrond ook een zandgrond waar de ziektevering niet werd gestimuleerd.

In 2012 werd de ziektevering in geen van de gronden duidelijk verhoogd. De meest voor de hand liggende verklaring hiervoor is dat de proef werd uitgevoerd met grond die bemonsterd was vlak na een periode van zeer strenge vorst. Het negatieve effect van vorst op het vermogen van een grond om ziektevering te worden, kon ook nagebootst worden door grond bij $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ te bewaren. Mogelijk wordt het bodemleven dat betrokken is bij ziektevering door de lage temperaturen (gedeeltelijk) gedood.

Bij een zware natuurlijke *Rhizoctonia*-infectie in het veld kan wegval van planten optreden vlak na zaai, hoewel er uiteindelijk wel een goede ziektevering tegen *Rhizoctonia* ontstaat.

Bepalingen van de *Lysobacter*-populaties met de moleculaire detectietechniek laat zien dat de toename van de aantallen *Lysobacter* niet altijd overeenkomt met de verhoging van de bodemweerbaarheid. Dit kan diverse oorzaken hebben: (1) niet alle *Lysobacter*-soorten zijn effectieve antagonisten, of (2) ook andere organismen spelen een rol bij de ziektevering.

5. Veldexperimenten met suikerbiet

5.1 Veldproeflocaties

Een proefveld om verhoging van ziektevermindering te toetsen moet aan diverse criteria voldoen: (1) geplande teelt van suikerbiet in 2012, (2) medewerking van de teler, (3) *R. solani* aanwezig, (4) andere ziektes zoals bietencysteaaltje afwezig, (5) verwachting dat ziektevermindering gestimuleerd kan worden. IRS heeft grondmonsters genomen van verschillende velden met gewenste grondsoorten ter voorbereiding van de veldproef in 2012.

PRI heeft in 2010 een eerste snelle toets gedaan om na te gaan of *Lysobacter* in de verschillende velden aanwezig was. Hiervoor is een specifieke moleculaire detectiemethode gebruikt (Postma *et al.*, 2011). Omdat een dergelijke methode geen onderscheid maakt tussen levende cellen en DNA uit dode of inactieve cellen, is een procedure ontwikkeld waarbij toename van *Lysobacter* in de grond bepaald werd na toevoeging van 0,3% gedroogde gist. Na incubatie bij kamertemperatuur gedurende 2 weken werd de *Lysobacter*-populatie bepaald en vergeleken met de uitgangssituatie. In alle geanalyseerde gronden nam de *Lysobacter*-populatie na toevoeging van gist significant toe.

Tabel 4. Voorkomen van *Lysobacter* in verschillende gronden.

Grond	Grondtype	Analyse	Controle ¹⁾	Met 0,3% gist ¹⁾	Toename ²⁾
Simpelveld	Löss	nov-2010	7.56	8.62	11.5 *
Wouwse Plantage	Zand	nov-2010	7.60	8.42	6.6 *
Halsteren	Zand	nov-2011	7.68	8.33	4.5 *
Gerwen (rechts)	Zand	nov-2011	7.89	8.33	2.8 *
Walcheren (Wisse A)	Klei	jan-2012	7.28	8.35	11.8 *
Walcheren (Wisse B)	Klei	jan-2012	7.06	8.20	13.8 *
Walcheren (Goedbloed A)	Klei	jan-2012	7.47	8.16	4.9 *
Walcheren (Goedbloed B)	Klei	jan-2012	7.36	8.46	12.7 *
Walcheren (Wisse/Remijns)	Klei	jan-2012	7.27	8.20	8.4 *

¹⁾ *Lysobacter*-populatie in log cellen/g grond.

²⁾ significante toename ($P=0,05$) is aangegeven met *.

Op basis van de verschillende criteria zijn de volgende drie proefveldlocaties geselecteerd: Wouwse Plantage, Halsteren en een perceel te Walcheren. De resultaten van Paragraaf 4.1 (Figuur 7) toonden aan dat in deze gronden de ziektevermindering onder gecontroleerde proefomstandigheden verhoogd kon worden door toevoeging van chitine en/of verenmeel.

Proeflocaties te Halsteren (zand), Wouwse Plantage (zand) en Meliskerke te Walcheren (klei) zijn in maart en april door IRS voorbereid en ingezaaid. Proefveldjes hadden een afmeting van 3 x 12 of 3 x 14,5 meter en alle behandelingen werden in zes herhalingen uitgevoerd. Er werden twee cultivars van suikerbiet ingezaaid: Fernanda KWS en Isabella KWS, respectievelijk niet en gedeeltelijk resistent tegen *Rhizoctonia*-rot van de biet. Beide cultivars zijn wel vatbaar voor *Rhizoctonia* kiemplantenziekte. De behandelingen waren: onbehandeld, chitine (Sol-Actif; France-Chitine), verenmeel en hoefmeel (Bertels BV). De dosis was ca. 65 kg/ha en werd toegediend in de zaaivoor tijdens het zaaien. Hiervoor is een door IRS aangepaste poederstrooier gebruikt, gemonteerd aan de zaaimachine. Op de locatie Halsteren is het toegestaan om de ziekteverwekker *Rhizoctonia* toe te voegen waardoor de ziektedruk verhoogd kan worden.

Uitgevoerde metingen zijn:

- Planttellingen 2 weken na opkomst, 6 weken na opkomst en voor het sluiten van het gewas.
- Grondmonsters zijn in de rij tussen de planten 5 weken na zaaien (4 weken na opkomst) gestoken met een grondboor. Hierin is de *Lysobacter*-populatie bepaald m.b.v. een moleculaire detectietechniek.
- Aanwezigheid *Rhizoctonia*-symptomen in het gewas.
- Oogstbepaling: gewicht, suikergehalte, financiële opbrengst.

5.2 Resultaten

Het proefveld te Halsteren is in juni en in juli door zeer zware regenbuien geheel blank komen te staan en moest worden opgegeven.

Meliskerke en Wouwse Plantage zijn beiden bemonsterd om te bepalen of de *Lysobacter*-populaties door de verschillende toevoegingen gestimuleerd werden. Chitine en hoefmeel gaven in beide gronden een vergelijkbare verhoging van de *Lysobacter*-populatie (Figuur 13). Bij toevoeging van verenmeel was geen significante verhoging te zien.

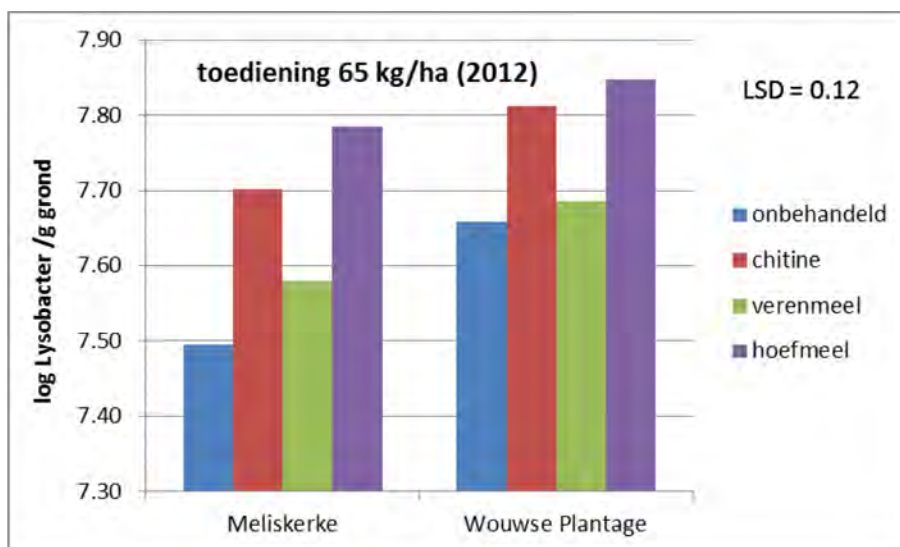
In beide velden was de opkomst van de planten gelijk in alle behandelingen. De *Rhizoctonia*-aantasting was zodanig laag dat er geen aantastingspercentages per veldje bepaald konden worden.

Wouwse Plantage is in november machinaal geoogst. Er bleken significante verschillen in opbrengst tussen de behandelingen. In Figuur 14 zijn de berekende financiële opbrengsten weergegeven. De financiële opbrengst is de uitbetalingsprijs per hectare, waarbij de wortelopbrengst werd verrekend met suikergehalte en kwaliteit. De opbrengsten waren over het algemeen iets hoger bij de vatbare cultivar Fernanda dan bij de resistente cultivar Isabella. Het is bekend dat de vatbare cultivar over het algemeen hogere opbrengsten heeft dan een resistente cultivar. Normaal gesproken wordt er van uitgegaan dat dit verschil onder niet besmette omstandigheden ongeveer 5% bedraagt.

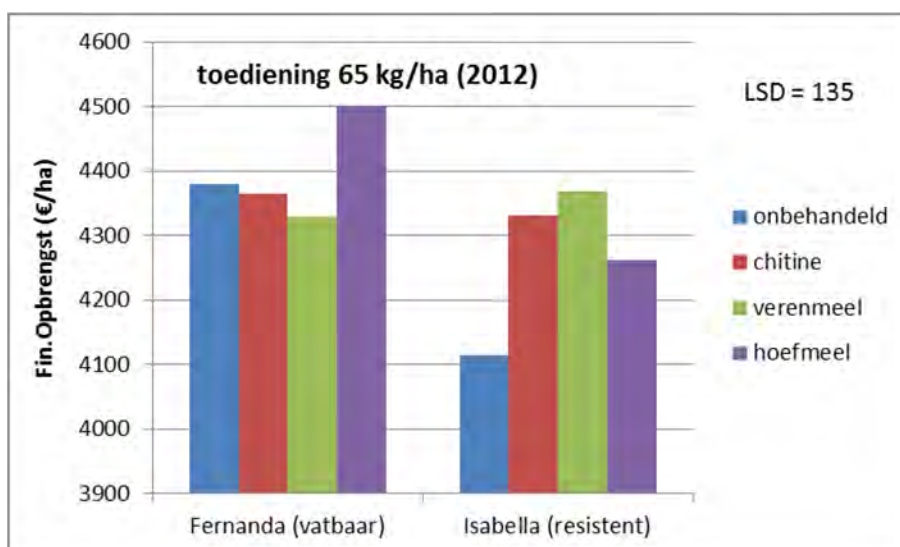
Bij Fernanda gaf hoefmeel een niet-significant hogere opbrengst (verhoging van 120 €/ha). Bij Isabella gaven chitine, verenmeel en hoefmeel een significante verhoging in opbrengst van 150 à 250 €/ha. Deze toename in opbrengst door chitine, verenmeel en hoefmeel kan niet verklaard worden door de stikstof (N) in deze producten (resp. 7, 13, 14% N). Dit is namelijk bij de gebruikte dosis (65 kg/ha) slechts 4,5 à 9 kg N/ha. De proefveldlocaties werden door de telers met normale hoeveelheden stikstof bemest, egaal over het perceel.

Bij de oogst in Wouwse Plantage zijn de bieten bekeken op ziektesymptomen. Er was wel *Rhizoctonia* in het veld, maar in zo geringe mate dat slechts weinig bieten symptomen hadden (minder dan 1% rotte bieten) en het geen zin had om ziektepercentages per veldje te bepalen. Het is daarom niet te zeggen of de hogere opbrengsten door de verschillende toevoegingen inderdaad aan ziektevermindering toe te schrijven zijn.

De suikerbieten op het proefveld te Meliskerke (Walcheren) bleken tijdens de oogst besmet te zijn met stengel-aaltjes. Hierdoor was een groot deel van de bieten rot en kon het effect van weerbaarheid op *Rhizoctonia* niet gemeten worden, omdat het verschil in rot veroorzaakt door stengelaaltjes en *Rhizoctonia* niet gemaakt kon worden.



Figuur 13. *Lysobacter* populaties (10 log cellen/g grond) op twee praktijklocaties in onbehandelde grond en na toevoeging van chitine, verenmeel en hoefmeel in de zaaivoor, 5 weken na zaai.



Figuur 14. Financiële opbrengst van de suikerbieten te Wouwse Plantage op veldjes met twee cultivars op onbehandelde grond en na toevoeging van chitine, verenmeel en hoefmeel in de zaaivoor.



Figuur 15. Jonge suikerbietenplanten in het veld.

5.3 Conclusies

In de veldproeven Meliskerke en Wouwse plantage werden de *Lysobacter*-populaties duidelijk gestimuleerd door chitine en hoefmeel, maar niet door verenmeel. Het kan zijn dat chitine, hoefmeel en verenmeel een verschillend effect in de tijd hebben, maar hier is geen onderzoek naar gedaan. Opmerkelijk was dat beide proefvelden een identieke trend lieten zien.

De suikerbietenopbrengst op de locatie Wouwse Plantage was 150 à 250 €/ha hoger door toevoeging van chitine, verenmeel en hoefmeel bij de resistente cultivar en 120 €/ha hoger door toevoeging van hoefmeel bij de *Rhizoctonia*-gevoelige cultivar. *Rhizoctonia* was aanwezig, maar de aantasting was te laag om ziektepercentages per behandeling te bepalen. Er kan daarom nog geen direct verband gelegd worden tussen verhoogde opbrengst en ziektevermindering.

De andere twee proefvelden zijn helaas verloren gegaan door zware regen in het voorjaar (Halsteren) en aanwezigheid van stengelaaltjes (Meliskerke).

6. Toepassingen in andere teelten

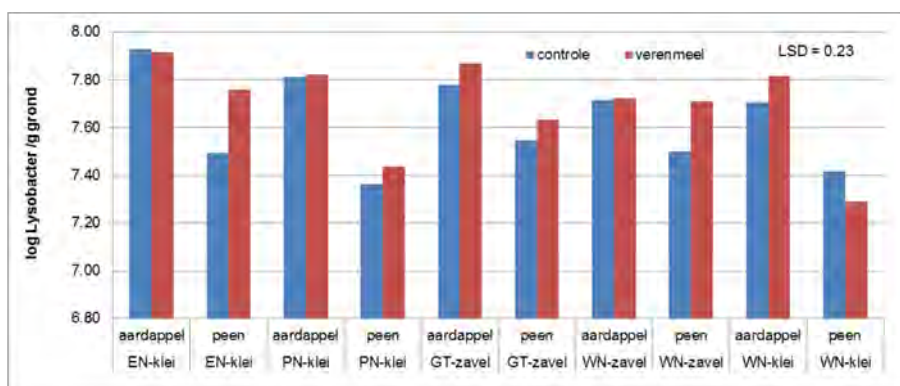
6.1 Veldexperimenten met aardappel en peen

Agrifirm heeft verenmeel toegepast in peen- en aardappelpercelen bij vijf biologische telers. Alle percelen lagen in de Noord-Oost-Polder (NOP) en hadden een zavelgrond variërend van 15-25% afslibbaar. De dosis verenmeel was 100 g per meter in de rug. Dit komt neer op 130 kg/ha (1300 m rug/ha). Als meststof wordt normaliter veel meer, nl. 400-500 kg, verenmeel toegepast. Voor de proef waren vier blokken van elk 1 meter behandeld met verenmeel en vier blokken van 1 meter bleven onbehandeld. Vier weken na toediening van verenmeel zijn grondmonsters gestoken om de ziektevering en de populaties *Lysobacter* in de bodem in te bepalen.

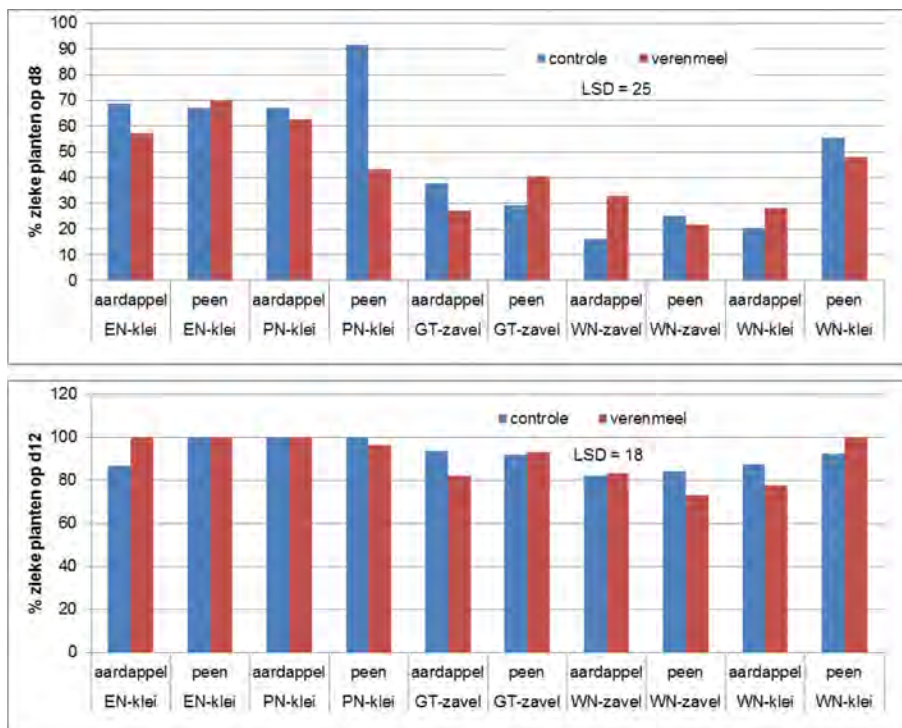
In het veld zijn visueel geen verschillen in het gewas waargenomen tussen de behandelde en onbehandelde blokken. Er was sprake van een lichte ziektedruk door *Rhizoctonia*, maar die heeft niet tot uitval of oogst- en sorteerverliezen geleid.

De aantallen *Lysobacter* in de bodem verschilden per gewas en per perceel. *Lysobacter*-aantallen waren slechts in enkele gevallen hoger door toevoeging van verenmeel (Figuur 16). Bodemweerbaarheid van de gronden t.a.v. *Rhizoctonia* is bepaald in een biotoets met suikerbiet (zie Figuur 17). Acht dagen na inoculatie met *Rhizoctonia* was slechts in 1 van de 10 percelen een verhoogde ziektevering te zien in de grond waaraan verenmeel was toegediend (Figuur 17-boven). Na 12 dagen waren in alle gronden 80 tot 100% van de plantjes aangetast (Figuur 17-onder). Met andere woorden, geen van de gronden was duidelijk ziektevering en verenmeel had de ziektevering niet verhoogd.

De redenen van de geringe effecten kunnen zijn: (1) te sterke verdunning van de verenmeel in de rug en (2) snelle afbraak van verenmeel. Ook in de praktijk-experimenten in suikerbiet gaf verenmeel geen verhoging van *Lysobacter*-aantallen in het veld (Figuur 13). Het is interessant om in vervolgetperimenten het effect van hoefmeel te testen, omdat dit een langzamere werking heeft dan verenmeel en positieve effecten bij suikerbiet liet zien.



Figuur 16. *Lysobacter* populaties ($^{10}\log$ cellen/g grond) op vijf praktijklocaties in aardappel of peen in onbehandelde grond en na toevoeging van verenmeel in de rug.



Figuur 17. Aantasting van jonge suikerbietenplantjes na inoculatie met *Rhizoctonia*, in potten met grond van vijf praktijklocaties met aardappel en peen in onbehandelde grond en na toevoeging van verenmeel, 8 en 12 dagen na toevoegen van *Rhizoctonia*.

6.2 Kruidenteelt

Kruidenteler Hendrickx gebruikte chitine op de percelen waar hij problemen met *Rhizoctonia* verwachtte. Hij mengde 1 of ½ kg chitine met 1 kg zaad. Hij was zeer tevreden over de resultaten; hij had een betere opkomst en een regelmatigere stand van het gewas (Figuur 18).

Het is PRI echter niet gelukt om *Rhizoctonia* te isoleren uit de grond of uit zieke planten (Figuur 19). Ook zijn geen metingen aan ziektevering onder gecontroleerde omstandigheden uitgevoerd. De mechanismen die een rol spelen bij de positieve effecten van chitine zijn daarom niet aangetoond. Desalniettemin is chitine voor Hendrickx een belangrijke maatregel om zijn bodem en gewas gezond te houden.



Figuur 18. Dille zonder (links) en met (rechts) chitine (foto's Hendrickx).



Figuur 19. Korianderzaailingen met wortelaantasting.

6.3 Groententeelt

Tijdens het verloop van het project heeft een ecologische groenteteler op basis van de beschreven resultaten met verenmeel en hoefmeel zijn grond behandeld met hoefmeel om zijn bodemweerbaarheid te verhogen. De toegevoegde dosis hoefmeel was 550 kg/ha voor de teelt van raapsteel. Hij gaf aan hierdoor minder uitval van planten te hebben door bodemziektes en een betere kwaliteit van zijn product.

6.4 Conclusies

Toediening van verenmeel in de rug bij peen en aardappel gaf geen duidelijke verhoging van bodemweerbaarheid en er waren geen zichtbare verschillen in het gewas. Hierbij dient aangemerkt te worden dat er slechts een geringe ziektedruk aanwezig was in de percelen.

De kruidenteler is erg tevreden over het gebruik van chitine gemengd met het zaad. Hierdoor is de opkomst beter en de stand van het gewas regelmatig. Deze resultaten zijn onder praktijkomstandigheden getoetst, waarbij ook enkele rijen ter controle onbehandeld bleven.

In de groenteteelt is hoefmeel voorafgaand aan raapsteel door de bodem gemengd. Hierdoor was er minder uitval van planten door bodemziektes en was de kwaliteit van het product toegenomen.

7. Mogelijke knelpunten bij toepassing van verenmeel en hoefmeel in de praktijk

7.1 Regelgeving

Regelgeving rond toepassing van diermeelproducten is complex en is de afgelopen jaren regelmatig aangepast en aangescherpt. Men is voorzichtig met deze producten om besmetting met dierziektes te vermijden. Vooral na het optreden van BSE is gebruik van dierlijke producten sterk aan banden gelegd. De producten worden echter voldoende verhit om vrij te zijn van ziektekiemen, en er worden geen risicovolle restproducten van runderen gebruikt. Hoefmeel is afkomstig van varkens en verenmeel komt van pluimvee. Verenmeel en hoefmeel zijn beiden toegelaten meststoffen.

Verenmeel en hoefmeel ressorteren in de huidige nationale Meststoffenwet onder het begrip 'overige organische meststoffen'. Er is geen wettelijk kader voor organische meststoffen op EU-niveau, zodat hiervoor de nationale Meststoffenwet van kracht is. Tot 2012 werd verenmeel expliciet genoemd, maar door vereenvoudiging van de tabellen behorende bij de Meststoffenwet is verenmeel nu uit beeld geraakt (mededeling Phillip Ehler, Alterra). Er is bij overheveling van bepalingen van verhandeling van meststoffen in het kader van de nu vervallen Meststoffenwet 1947 naar de huidige Meststoffenwet sprake geweest van een herbeoordeling van dierlijke bijproducten waaronder verenmeel en hoefmeel. Beleidsafweging heeft geleid tot de beslissing dat deze producten geen afval- of reststof meer zijn, maar een overige organische meststof. In artikel 12 van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet staan de landbouwkundige eisen weergegeven waaraan de overige organische meststoffen moeten voldoen met betrekking tot gehalten aan N, P of K. Meer informatie kan ook gevonden worden in het Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet (van Dijk *et al.*, 2008 en 2009).

Op het gebruik van deze overige organische meststoffen zijn stikstofgebruiksnormen van kracht, ongeacht of aan de producten een ander gebruiksdoel (zoals ziektevermindering) wordt gegeven. De werkingscoëfficiënt voor N van deze producten is gesteld op 50%. Indien mengsels van organische meststoffen gemaakt worden, dan is de werkingscoëfficiënt gelijk aan die van het samenstellende bestanddeel met de hoogste werkingscoëfficiënt. (Zie Tabel 3 <http://www.drloket.nl/xmlpages/page/Invloket/actueel/document/fileitem/2200211>).

Voor specifieke teelten of ketens kan het gebruik van dierlijke bijproducten door middel van certificering aan banden gelegd zijn. Zo is bijvoorbeeld voor het verkrijgen van een voedselveiligheidscertificaat bij levering van suikerbieten aan de Suiker Unie gebruik van meststoffen bestaande uit (restanten van) diermeel, bloedmeel, slachtafval of vergelijkbare producten niet toegestaan.

Ook in de biologische landbouw worden strikte regels ten aanzien van bemesting gehanteerd. Uitgangspunt van de regelgeving is dat de gebruikte mest in de biologische landbouw 100% biologisch is. Aangezien in Nederland de dierlijke reststromen uit biologische en gangbare landbouw niet gescheiden worden verwerkt, vallen diermeelproducten zoals verenmeel en hoefmeel niet onder de biologische meststoffen. Skal, de toezichthouder van biologische productie in Nederland, geeft aan dat in 2013 minimaal 60% een A-meststof moet zijn, en maximaal 40% van de meststoffen een B-meststof van niet biologische herkomst mag zijn (www.skal.nl). Verenmeel en hoefmeel, maar ook andere dierlijke bijproducten, worden bij deze B-meststoffen genoemd. Ontheffingen op deze regel is mogelijk voor bepaalde situaties.

7.2 Meststof met ziektevermindering als bijwerking

Voor meststoffen met een dubbelfunctie geldt dat aan de wetgeving behorende bij beide functies voldaan moet worden. Als een meststof plantenziekten bestrijdt, dient het daarom ook als gewasbeschermingsmiddel geregistreerd te worden. Een voorbeeld hiervan is zwavel, dat als meststof en als schimmelbestrijdingsmiddel kan

worden ingezet. Het is daarom de vraag in hoeverre verenmeel, hoefmeel en chitine als gewasbeschermingsmiddel kunnen worden aangemerkt.

De stimulering van ziekteverwerping in de bodem tegen *Rhizoctonia* berust niet op een directe bestrijding van het pathogeen. Verenmeel, hoefmeel en chitine zijn geen van allen toxisch voor *Rhizoctonia*. De ziekteverwerping is het gevolg van stimulering van het bodemleven dat er voor kan zorgen dat *Rhizoctonia* de plant minder aantast. Er is geen rechtstreeks effect van deze stoffen op de aantasting van het gewas door *Rhizoctonia*. Toevoeging van deze stoffen aan gesteriliseerde grond en aan verschillende natuurlijke gronden gaf geen verhoging van de ziekteverwerping tegen *Rhizoctonia*. Het is het bodemleven dat reeds aanwezig is in de bodem dat voor de ziekteverwerping zorgt.

De toegevoegde producten bevatten complexe koolstofbronnen die door het bodemleven worden afgebroken. Hierbij komt een deel van de stikstof vrij als voor de plant opneembare stikstof. Niet alle bodembacteriën en schimmels kunnen verenmeel, hoefmeel en chitine afbreken, zodat toevoeging van deze stoffen een verschuiving van de microflora veroorzaakt. In sommige gronden kan dit resulteren in verhoogde ziekteverwerping. De beschreven organische meststoffen dienen dus als 'voeding voor bodemleven dat er in bepaalde situaties voor zorgt dat ziekteverwekkers geen kans krijgen om te overheersen'.

Hoewel de producten de ontwikkeling van aantasting door *Rhizoctonia* beperken, kan je daarom niet spreken van een gewasbeschermingsmiddel. Producten hebben geen directe werkzaamheid tegen de ziekteverwekker en de werking is afhankelijk van de microflora die in de bodem aanwezig is.

7.3 Veiligheid en risico's

Bij de productie worden verenmeel en hoefmeel volgens EU-normen verhit om vrij te zijn van ziektekiemen.

De producten dienen tevens aan kwaliteitscriteria ten aanzien van maximale waarden van zware metalen en organische microverontreinigingen te voldoen (zie Uitvoeringsbesluit

Meststoffenwet; http://wetten.overheid.nl/BWBR0019031/geldigheidsdatum_05-09-2013#)

Er is een sterke maatschappelijke bezorgdheid ten aanzien van antibiotica in mest en in andere dierlijke producten (Geofex-Lexmond, 2008). Een analyse laat zien dat verenmeel geen meetbare waarden van antibiotica heeft te bevatten (Tabel 5).

Tabel 5. Analyse van antibiotica in verenmeel (gegevens geleverd door Agrifirm).

PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS			Legislación:		
Parameter	Result	L.D.T.	Parameter	Result	L.D.T.
Procedure: PE-632	Sin Técnica	Untiles: µg/kg			
Abamectin	< L.D.T.	20	Enrofloxacin	< L.D.T.	20
Oxolinic Ac.	< L.D.T.	20	Erythromycin	< L.D.T.	30
Ciprofloxacin	< L.D.T.	20	Florfenicol	< L.D.T.	20
Cloranfenicol	< L.D.T.	50	Flumequine	< L.D.T.	20
Diflubenzuron	< L.D.T.	15	Ivermectina	< L.D.T.	50
Emamectin	< L.D.T.	20	Sarafloxacin	< L.D.T.	6

7.4 Beschikbare producten

Er zijn diverse producten van verenmeel op de markt. Wij hebben hier het product van Bertels BV gebruikt dat als poeder geleverd wordt. Het bevat 13-0-0 aan N-P-K. Agrifirm verhandelt verenmeelkorrels (leverancier MeMon BV) met de volgende samenstelling: 13-0-0 of 11-0,5-1 (N-P-K). Pelletgrootte is 4 à 5 mm diameter en is geschikt voor de kunstmeststrooier. Voordeel van korrels is dat ze minder stuiven dan poeder. Verenmeel wordt ook in diverse gemengde organische meststoffen toegevoegd, onder andere voor de champignonteelt en in duurdere tuinbouw- en consumentenproducten. Zo hebben DCM en ECOstyle diverse organische meststoffen waaraan verenmeel en/of hoefmeel zijn toegevoegd.

Hoefmeel wordt door Bertels BV geleverd en bevat 14-0-0 aan N-P-K. Ook hoefmeel is een toegelaten meststof maar het is minder gangbaar, mogelijk omdat het beschikbare volume veel geringer is.

Verenmeel en hoefmeel zijn toegelaten meststoffen. In akkerbouw is de meest gebruikte dosering voor verenmeel circa 300 kg/ha veelal als bijbemesting (ook wel hulpmeststof genoemd) gedurende het groeiseizoen waarmee 30 tot 40 kg N/ha wordt toegediend. Ook is er een advies voor toepassing als rijenbemesting, waarbij verenmeelpellets in een geul op 15 cm afstand van de wortels van de plant worden aangebracht (vergelijkbaar met kunstmestkorrels). Bij inwerken voor het zaaien wordt één week tussenruimte geadviseerd vanwege het risico op ammoniakschade. Gegevens over hulpmeststoffen en hun toepassing zijn o.a. beschreven door Zanen & Cuijpers (2008) en van den Burgt (2010). Verenmeel wordt in de biologische landbouw gebruikt, maar de populariteit daalt vanwege de herkomst uit de gangbare keten.

8. Discussie en conclusies

8.1 Belangrijkste conclusies

De uitgevoerde biotoetsen laten zien dat verschillende eiwitrijke dierlijke reststoffen ziektevering van *Rhizoctonia* in suikerbiet kunnen stimuleren. Verenmeel en hoefmeel zijn heel effectief en bovendien relatief goedkoop. Deze producten zijn als meststof toegelaten en bij verschillende leveranciers verkrijgbaar.

In een biotoets met suikerbiet bleek dat ziektevering tegen *Rhizoctonia* in diverse grondtypen verhoogd kon worden. Verhoging van ziektevering trad zowel op in zand- als in kleigrond, maar was vaker succesvol in de geteste kleigronden dan in de zandgronden. Geen van de geteste lössgronden vertoonde verhoogde ziektevering. De resultaten van grondmonsters na een zware vorstperiode doet vermoeden dat bevriezing een negatieve invloed heeft op de ziektevering van de bodem tegen *Rhizoctonia*.

De effectiviteit van chitine, verenmeel en hoefmeel zijn onder praktijkomstandigheden getest. Een veldproef met suikerbieten uitgevoerd door IRS bij telers gaf de eerste positieve resultaten met opbrengstverhogingen van 150 tot 250 €/ha bij een lage *Rhizoctonia* infectiedruk. Er is een lage dosis van de organische stoffen gebruikt (65 kg/ha) die tegelijk met zaaien werd ingebracht. De door IRS aangepaste granulaatstrooier bleek geschikt om de stoffen tijdens zaai toe te dienen. Kosten van de toegevoegde verenmeel en hoefmeel bedragen ca. 32 €/ha en zijn dus aanzienlijk geringer dan de 150 à 250 €/ha meeropbrengsten. De kosten van chitine zijn veel hoger (geschat 720 €/ha) en een praktijktoepassing hiervan in suikerbiet is dan ook niet reëel.

Een groenten- en kruidenteler hebben het ziekteonderdrukkend vermogen van respectievelijk hoefmeel en chitine onder praktijkomstandigheden getest. Het mengen van zaad met chitine (1:1) gaf een betere opkomst en regelmatigere stand van het gewas op percelen waar problemen met *Rhizoctonia* voorkwamen. In de groenteteelt is hoefmeel (550 kg/ha) voorafgaand aan raapsteel door de bodem gemengd met als resultaat minder uitval van planten door bodemziekten en een betere kwaliteit van zijn product. Toetsen in het veld met aardappel en peen bij biologische telers gaven vooralsnog geen positieve resultaten met verenmeel. Er was hier sprake van percelen met een lichte ziektedruk.

8.2 Nog onbeantwoorde vragen

Hoewel positieve resultaten onder praktijkomstandigheden verkregen zijn met chitine, verenmeel en hoefmeel, zijn er nog diverse onbeantwoorde vragen.

1. Meer veldexperimenten met suikerbiet moeten aantonen of de resultaten herhaalbaar zijn, welke variaties optreden bij verschillende omstandigheden (grondsoort, cultivar, voorvrucht, weersomstandigheden) en wat het effect is bij hogere ziektedruk.
2. Het is nog niet duidelijk of het hier getoetste mechanisme van ziektevering ook bij andere ziekteverwekkers en in andere gewassen kan worden gestimuleerd. Zo ja, zijn de omstandigheden en randvoorwaarden bij de verschillende gewassen vergelijkbaar?
3. Hoe lang blijft de verhoogde ziektevering in de bodem bestaan? Kan de ziektevering in de bodem ook voorafgaand aan het gewas verhoogd worden? Wat is de optimale toediening van de organische meststoffen binnen de rotatie? Wat is de invloed van vorst in de winter?
4. Verschillen hoefmeel en verenmeel in effectiviteit, of worden de gevonden verschillen verklaard door de dynamiek in de tijd?
5. Wat is het mechanisme van ziektevering; welke rol speelt *Lysobacter* hierbij en zijn er andere bodemorganismen van belang?
6. Kan de effectiviteit van de producten verder geoptimaliseerd worden voor een toepassing in de praktijk?

8.3 Perspectief

Verhoging van ziektevering van de bodem kan een belangrijke bijdrage leveren aan duurzame landbouw. Hierbij is hergebruik van reststromen een belangrijk pluspunt. Zo wordt een bijdrage geleverd aan het sluiten van de kringlopen.

Het huidige onderzoek heeft laten zien dat vooral hoefmeel een gunstig effect had op de opbrengst van suikerbiet, bij zowel de vatbare als de resistente cultivar. Of een toepassing in de praktijk geïmplementeerd zal worden, hangt af van resultaten van herhaalde proeven. Robuustheid van de toepassing moet worden aangetoond.

Hoefmeel heeft momenteel geen andere toepassingen, maar de beschikbaarheid is beperkt (800 ton/jaar). Met een areaal van 73.000 ha suikerbieten in Nederland kan dan slechts 17 % van het areaal met 65 kg hoefmeel /ha behandeld worden. Met de huidige prijs van 0,47 €/kg hoefmeel is de toepassing om ziektevering te stimuleren rendabel. De hoeveelheid beschikbare hoefmeel is echter limiterend bij opschaling van het gebruik in de landbouw.

De beschikbare volumina verenmeel in Nederland zijn veel hoger, namelijk 33.600 ton/jaar. Verenmeel wordt sinds kort echter ook in visvoer gebruikt, waardoor de prijs waarschijnlijk stijgt. Verwacht wordt dat de prijs van 0,45 zal stijgen tot 1 €/kg.

Positieve indrukken van verschillende telers en het feit dat verenmeel in verschillende organische meststoffen of bodemverbeteraars wordt meegemengd, doet vermoeden dat verenmeel en andere soorten diermeel over het algemeen een gunstige werking op bodemleven en gewasgroei hebben.

In de biologische landbouw wil men zoveel mogelijk meststoffen van biologische herkomst gebruiken. Een gescheiden verwerking van biologische dierlijke restproducten tot meststoffen zou hier aan bijdragen.

9. Referenties

- Bonanomi, G., V. Antignani, M. Capodilupo & F. Scala, 2010.
Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. *Soil Biology and Biochemistry* 42, 136-144.
- Bonilla, N., J. Gutiérrez-Barranquero, A. Vicente & F. Cazorla, 2012.
Enhancing Soil Quality and Plant Health Through Suppressive Organic Amendments. *Diversity* 4, 475-491.
- Burgt, G.-J. van der, 2010.
Bemestingsproef spinazie.
LBI, <http://www.louisbolck.org/uploads/pdfs/Bemestingsproef%20in%20voorjaarsspinazie.pdf>.
- Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehlert, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema, 2008.
Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet: versie 1.1. Wageningen : Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-werkdocument 85. <http://edepot.wur.nl/46054>
- Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehlert, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema, 2009.
Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet: versie 2.1. Wageningen : WOT Natuur & Milieu, WOT-werkdocument 167. <http://edepot.wur.nl/15311>
- Geofox-Lexmond, 2008.
Veterinaire antibiotica in de bodem en oppervlaktewater. SKB,
Rapport <http://www.soilpedia.nl/Bikiviki%20documenten/SKB%20Projecten/PP8348%20Antibiotica%20in%20de%20bodem/PP8348%20bijlage%20A%20Veterinaire%20antibiotica%20in%20de%20bodem%20en%20opper%20vlaktewater.pdf>
- KWS Benelux BV.
Rhizoctonia in suikerbieten. Technische informatie No. 3.
Website: http://www.kwsbenelux.com/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaeonn.
- Postma, J., M.T. Schilder, J. Bloem & W.K. van Leeuwen-Haagsma, 2008.
Soil suppressiveness and functional diversity of the soil microflora in organic farming systems. *Soil Biology & Biochemistry*, 40: 2394-2406.
- Postma, J., M. Schilder & E. Nijhuis, 2010a.
Biological control of *Rhizoctonia solani* by stimulation of naturally present antagonistic *Lysobacter* spp.
IOBC/WPRS Working Group– Biological control of fungal and bacterial plant pathogens, 10-6-2010, Graz, Austria. (<http://www.pri.wur.nl/NR/rdonlyres/F123A07E-4A05-4FC6-A38F-AE93527C8B2E/134324/BiologicalcontrolofRhizoctoniasolaniby.pdf>)
- Postma, J., R.W.A. Scheper & M.T. Schilder, 2010b.
Effect of successive cauliflower plantings and *Rhizoctonia solani* AG 2-1 inoculations on disease suppressiveness of a suppressive and a conducive soil. *Soil Biology and Biochemistry* 42: 804-812.
- Postma, J., M.T. Schilder & R.A. van Hoof, 2011.
Quantitative detection of three closely related *Lysobacter* spp. in soil using real-time PCR. *Microbial Ecology* 62(4):948-958.
- Termorshuizen, A.J., E. van Rijn, D.J. van der Gaag, C. Alabouvette, Y. Chen, J. Lagerlof, A.A. Malandrakis, E.J. Paplomatas, B. Ramert, J. Ryckeboer, C. Steinberg & S. Zmora-Nahum, 2006.
Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: Variability in pathogen response. *Soil Biology and Biochemistry* 38, 2461-2477.
- Zanen, M. & W. Cuijpers, 2008.
Hulp meststoffen: Inzet en werking in de open teelten. LBI, <http://www.louisbolck.org/downloads/2031.pdf>.

Bijlage I.

Kennisdoorstroom

In 2012 is bij verschillende nationale en internationale bijeenkomsten de mogelijkheid om ziektevering te stimuleren met organische reststoffen gepresenteerd door middel van een poster of lezing. Tijdens het 24e Nationaal Symposium Bodem Breed te Lunteren (27-28 nov 2012) zijn de resultaten gepresenteerd tijdens een goed bezochte sessie over duurzaam bodembeheer in de landbouw. Er was een divers publiek (onderzoek, beleid, agrarische ondernemers) dat actief en met duidelijke interesse deelnam aan de discussie.

Het onderwerp is zichtbaar op internet via samenvattingen en berichten over het project en het onderwerp. De informatie werd ook overgenomen door vakbladen en informatie-websites.

Bezichtiging van veldproeven heeft niet plaats gevonden, omdat er te weinig zichtbaar was tijdens de teelt. De verschillen in de veldexperimenten met suikerbiet werden gemeten in bodemonmonsters en bij de oogst, terwijl er geen verschillen waren in ziektesymptomen en gewasstand.

Wel is de praktijk voldoende op de hoogte. Agrifirm en Bertels BV, beiden leverancier van meststoffen, liften mee op het onderzoek. Bertels BV meldt dat hij orders krijgt op basis van dit onderzoek. Ook heeft Skal navraag gedaan over de mogelijkheid van ziektevering door hoefmeel n.a.v. een ontheffingsverzoek van een teler.

Lezingen, publicaties en berichten die tot stand zijn gekomen met medefinanciering door SKB

2011:

SKB, 2011.

Programma Dag van de Kennis, 28 juni 2011, Arnhem

Projectbijeenkomst 6-10-2011 te PRI, Wageningen. Inclusief bezichtiging experiment in klimaatcel

Hendrickx, W. Nieuwe ontwikkelingen 2011 mbt de kruiden teelt. Rhizoctonia bestrijding met Chitine in de kruiden teelt van Dille en Koriander. <http://www.versekruiden.eu/kruiden-nieuwe-ontwikkelingen-2011/nieuwe-ontwikkelingen-kruiden-2011-chitine.htm>

Venhuizen, A., 2011.

Biologische bestrijding Rhizoctonia. Schakel in Succes (06) November p. 19. http://issuu.com/agrifirm/docs/agrifirm_schakelinsucces06

Postma, J. & M.T. Schilder, 2011.

Bodemweerbaarheid verhogen door gebruik van organische restmaterialen. 23^e nationaal Symposium Bodem Breed, 29-11-2011, Lunteren (lezing; poster; abstract in Symposiumgids p. 68.) (Link naar poster: <http://edepot.wur.nl/189019>)

Postma, J., 2011.

Veren- en hoefmeel verbeteren ziektevering bodem. KOL 8-11-2011 –
nieuwsbericht. <http://www.kennisonline.wur.nl/news/newsitem-36866>
en <http://www.pri.wur.nl/NL/nieuwsagenda/nieuws/ziektevering08112011.htm>
Vermeld in: <http://www.agriholland.nl/nieuws>
Vermeld in: <http://www.plantresearch.nl/nl/nieuws/145-veren-en-hoefmeel-verbeteren-ziektevering-bodem>
Vermeld in: <http://www.agripress.be/start/artikel/459537/nl>
Vermeld in: <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2011/11/10/R249.htm>
Vermeld in <http://plattelandspost.nl/5650/veren-en-hoefmeel-verbeteren-ziektevering-bodem>

Overleg met Paul Belder (LBI), t.a.v. samenwerking & uitwisseling kennis tussen SKB project Aardbei op weerbare bodem en Stimulering van ziektevering in de bodem door toevoegen van reststromen.

Postma, J. & M.T. Schilder, 2012.

Enhancement of indigenous *Lysobacter* populations and soil suppressiveness against *Rhizoctonia solani* by organic amendments. Soil Biology & Biochemistry (submitted).

2012:

Postma, J. & M. Schilder, 2012.

Enhancement of biological control properties naturally present in soil. IOBC-WPRS Biocontrol of plant pathogens in sustainable agriculture. Reims, 24-27 june 2012 (abstract & poster).

Postma, J., 2012.

Veren- en hoefmeel verbeteren ziektevering bodem. Gewasbescherming 43 (1): 34.
(bericht) <http://www.knpv.org/db/upload/documents/Gewasbescherming/2012gb43nr1.pdf>

Postma, J., 2012.

Stimulering van ziektevering in de bodem door toevoeging van organische reststromen. SKB portfolio versie 2, p. 10. (samenvatting).

Postma, J., B. Hanse & M. Schilder, 2012.

Bodemweerbaarheid verhogen door hergebruik van organische restmaterialen. 24e Nationaal Symposium Bodem Breed. Lunteren, 27-28 nov 2012. Programmaboek p. 45 (samenvatting & lezing) <http://edepot.wur.nl/243085>

Postma, J., B. Hanse & M. Schilder, 2012.

Soil suppressiveness to control the soil-borne fungal pathogen *Rhizoctonia solani*. EFPP 10th Conference of the European Foundation for Plant Pathology IPM 2.0. Wageningen, 1-5 October 2012. (Abstract & lezing) http://www.efpp.net/IPM2/Program_and_abstract_book/Abstracts/4.%20Thursday/Session%207.%20IPM%20of%20Soilborne%20Pathogens/11%20Postma_Bram_Hanse_Mirjam_Schilder_Soil_suppressiveness_to_control_the_soil-borne_fungal_pathogen_Rhizocton.pdf

Postma, J., 2012.

Disease management and suppressive soils. College Conservation Agriculture FTE-50806, Wageningen, 14-6-2012.

Deelname aan: Presentatie en discussie over ziekteverendheid in de aardbeiteelt door P. Belder, L. Janmaat (LBI); voorbereiding Expertmeeting 7-2-2012, Den Bosch. (Samenwerking & uitwisseling kennis tussen SKB projecten Aardbei op weerbare bodem en Stimulering van ziektevering in de bodem door toevoegen van reststromen.

2013:

Postma, J., & M. Schilder, 2013.

Enhancement of biological control properties naturally present in soil. Biocontrol of plant pathogens in sustainable agriculture. IOBC-WPRS bulletin 86: 233-234.

Postma, J., 2013.

Dierlijke reststromen verbeteren bodemweerbaarheid. Nieuwsbericht, Wageningen-UR 23-1-2013
<http://www.wageningenur.nl/nl/show/Dierlijke-reststromen-verbeteren-bodemweerbaarheid.htm>

Voorde, M. ter, 2013.

De oogst redden met kippenveren. Kennislink 5 juni 2013. (website) <http://www.kennislink.nl/publicaties/de-oogst-redden-met-kippenveren>

Postma, J. & M. Schilder, 2013.

Verhoging bodemweerbaarheid door stimulering antagonisten. Discussiedag Bodemprogramma, Wageningen, 5-3-2013.

Postma, J., 2013.

Suppression of soil-borne plant pathogens in horticultural systems through microbial interactions. BNL-SHS symposium: Integrated Pest Management in horticulture: research for practice, Melle (Belgium), 7-3-2013. (Presentatie) – <http://edepot.wur.nl/256296>

Postma, J., M. Schilder & B. Hanse, 2013.

Soil suppressiveness to control the soil-borne fungal pathogen *Rhizoctonia solani*. KNPV-werkgroep Bodempathogenen en bodemmicrobiologie, Wageningen 21-3-2013.

Postma, J., 2013.

Weerbaarheid in grondgebonden teelten. KNPV-voorjaarsbijeenkomst, Wageningen, 23-5-2013.

Postma, J. & L. Janmaat, 2013.

Stand/presentatie weerbare bodem. Jaarcongres SKB, Den Haag, 30-5-2013.

Postma, J. 2013.

Disease management and suppressive soils. College Conservation Agriculture FTE-50806, Wageningen, 18-6-2013.

Filmpje over bodemweerbaarheid, stageopdracht door 4 studenten HAS Hogeschool Den Bosch, juni 2013.

Os, G. van & J. Postma, 2013.

KNPV-werkgroep Bodempathogenen en bodemmicrobiologie: De werkgroep kan het dak op...
 Gewasbescherming 44 (2): 47.

Postma, J., M. Schilder & B. Hanse, 2013.

Beheersing van *Rhizoctonia solani* door verhoogde bodemweerbaarheid. Gewasbescherming 44(3): 83-84.

Stelder, L. & F. Bastiaans, 2013.

Verslag KNPV-voorjaarsbijeenkomst: Weerbaarheid & Innovatie, 23 mei 2013 Gewasbescherming 44(3): 78-80. (bijdragen W. de Boer, D. de Vleesschauwer, A. van der Wurff, J. Postma).

Postma, J., M.T. Schilder & B. Hanse, 2013.

Enhancement of *Rhizoctonia*-disease suppressive soils. International Congress of Plant Pathology, Beijing, China, 26/30-8-2013 (Lezing & Abstract).

