



# Aanpak van zwarte vaten in radijs

Auteurs: Jan Janse, Daniël Ludeking, Roel Hamelink en Wim van Wensveen



### **Abstract NL**

Vanaf 2007 komt in de radijsteelt in Nederland een nieuwe ziekte voor die 'zwarte vaten' wordt genoemd. Radijsknollen vertonen hierbij bruinzwarte vaten en radijsplanten blijven achter in groei of gaan dood. Uit recent onderzoek door Wageningen UR Glastuinbouw bleek de bacterie *Stenotrophomonas rhizophila* de veroorzaker te zijn.

In vervolgprouwen is het effect van verschillende maatregelen op het optreden van het verschijnsel onderzocht. Van weinig naar zeer gevoelig was de rasvolgorde: Escala, Lennox, Janox, Rossella en Donar. De ziekteverwekkende bacteriën zijn in de praktijk tot op een diepte van 70 cm terug te vinden. Zeker met zeilenstomen worden in diepere grondlagen te lage temperaturen en daardoor onvoldoende doding van de ziekteverwekker bereikt.

Een hoge dosering verenmeel gaf een sterke reductie van de symptomen. Deze dosering is echter te hoog voor praktische toepassing. Een hoge dosering bij biologische grondontsmetting gaf minder symptomen van zwarte vaten en ook groeiremming. Bij teelt in de grond scoorde het bacteriemengsel Compete Plus het beste in het onderdrukken van de infectie.

### **Abstract UK**

In the the year 2007, Dutch radish growers found a new disease symptom in their crop that is called "black veins". The symptoms are typical dark brown or black veins in the white flesh of the tuber and are also found in leaf stems and roots. These radish plants have reduced growth or will die. Recently in research by Wageningen UR Greenhouse Horticulture, the pathogen appeared to be the bacteria *Stenotrophomonas rhizophila*.

In further experiments the effect of several treatments on the symptoms of black veins has been studied. The varieties Escala, Lennox, Janox, Rossella and Donar showed in this order an increasing susceptibility to the disease. The pathogenic bacteria were found in the soil upto a depth of 70 cm. Especially without steam extraction, steam sterilisation of the soil resulted in too low temperatures and subsequently in insufficient killing of the pathogen.

A high dose of feather meal reduced the symptoms very much. However, the dosing is too high for practical use. Soil sterilisation by a high amount of fermented organic material resulted in less symptoms of black veins. Adding Compete Plus to the soil, which mainly is a mixture of several bacteria, was the best in suppressing the infection of all non-chemical materials used in the experiment.

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

## **Wageningen UR Glastuinbouw**

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Tel. : 0317 - 48 55 35  
Fax : 010 - 522 51 93  
E-mail : jan.janse@wur.nl  
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

# Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Aanpak onderzoek	9
2.1	Temperatuurmonitoring bij stomen op praktijkbedrijven	9
2.1.1	Opzet experiment	9
2.1.2	Resultaten en discussie	9
2.1.3	Conclusies	11
2.2	Effect van rassen, ziektevering, stomen, biologische grondontsmetting en middelen op het optreden van zwarte vaten	11
2.2.1	Algemene opzet experimenten	11
2.2.2	Rassen	12
2.2.2.1	Proefopzet	12
2.2.2.2	Resultaten en discussie	13
2.2.2.3	Conclusies	16
2.2.3	Ziektevering door toevoeging van biologische middelen	16
2.2.3.1	Proefopzet	16
2.2.3.2	Resultaten en discussie	16
2.2.3.3	Conclusies	18
2.2.4	Stomen praktijk	18
2.2.4.1	Proefopzet	18
2.2.4.2	Resultaten en discussie	19
2.2.4.3	Conclusies	21
2.2.5	Stoomproef in laboratorium	21
2.2.5.1	Proefopzet	21
2.2.5.2	Resultaten en discussie	21
2.2.5.3	Conclusie	22
2.2.6	Biologische grondontsmetting (BGO)	22
2.2.6.1	Proefopzet	22
2.2.6.2	Resultaten en discussie	22
2.2.6.3	Conclusie	25
2.2.7	Curatieve werking van biologische middelen (labscreening)	25
2.2.7.1	Proefopzet	25
2.2.7.2	Resultaten en discussie	25
2.2.7.3	Conclusies	26
2.2.8	Curatieve werking van biologische middelen (kasproef)	26
2.2.8.1	Proefopzet	26
2.2.8.2	Resultaten en discussie	26
2.2.8.3	Conclusie	27
3	Conclusies	29
4	Literatuur	31
Bijlage I	Klimaatgegevens proefkas	33
Bijlage II	Resultaten voedingsanalyse bij toevoeging biologische middelen of toepassing BGO	35



# Samenvatting

Vanaf 2007 komt in de radijsteelt in Nederland een ziekte voor die 'zwarte vaten' wordt genoemd. De symptomen bestaan vooral uit het bruinzwart worden van enkele vaten in het knolletje en het blad. Radijsplanten groeien minder, bladeren vergelen of verwelken en planten gaan zelfs dood. Aangetaste knolletjes hebben vaak een grote wortelpruik. Uit recent onderzoek uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw bleek de bacterie *Stenotrophomonas rhizophila* de veroorzaker te zijn van dit verschijnsel. De symptomen zijn via de grond overdraagbaar en de bacterie kan meerdere jaren in de grond overleven.

In een uitgebreid onderzoek uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw is het effect van verschillende maatregelen op het optreden van het verschijnsel onderzocht, namelijk van rassen, biologische grondontsmetting, stomen, temperatuurbehandelingen, preventieve en curatieve bestrijding van de bacterie met biologische middelen.

De symptomen van zwarte vaten konden in het onderzoek zeer goed worden opgewekt. Radijs geteeld op steriel gemaakte grond was altijd vrij van zwarte vaten. De volgorde van de rassen in toenemende de gevoeligheid was: Escala, Lennox, Janox, Rossella en Donar.

De ziekteverwekkende bacteriën zaten in de hele teeltlaag en waren op een praktijkbedrijf tot op 60 à 70 cm diepte terug te vinden. Met behulp van stoomdrainage werden op 20 tot 70 cm diepte duidelijk hogere temperaturen gerealiseerd dan bij zeilenstomen. Zelfs bij stoomdrainage was het bij een hoge infectiedruk moeilijk om in de diepere grondlagen (dieper dan 50 cm) voldoende doding van de bacterie te verkrijgen.

Een hoge dosering verenmeel gaf een duidelijke reductie van de symptomen. De dosering was echter te hoog voor praktische toepassing. Als gevolg van een tragere kieming gaf een hoge dosering bij biologische grondontsmetting een groeiremming, maar minder symptomen van zwarte vaten. Onder labomstandigheden kwamen enkele biologische middelen positief naar voren, maar bij toepassing in de grond viel het effect van de middelen tegen. Het bacteriemengsel Compete Plus scoorde nog het beste in het onderdrukken van de infectie door de bacterie *Stenotrophomonas rhizophila*.





# 1 Inleiding

Bij de teelt van radijs komt een ziekte voor, die in de praktijk 'zwarte vaten' wordt genoemd. Dit fenomeen komt op steeds meer Nederlandse bedrijven voor, maar is al eerder in het buitenland gesignaleerd. De symptomen bestaan vooral uit het zwart worden van enkele vaten in het knolletje en het blad (zie Figuur 1.1. en 1.2). Afgezien van het cosmetische effect, kunnen planten wegvallen of groeit het gewas minder. Daarnaast is er ook een direct effect op de kwaliteit van het product. De vorm, stevigheid en houdbaarheid van de aangetaste knolletjes laat te wensen over. Bladeren verwelken en vergelen. Ook vormen de aangetaste knolletjes een grote wortelpruijk, wat ongewenst is (Janse, Paternotte en Voogt, 2009).

In een uitgebreid onderzoek uitgevoerd in 2010 en 2011 door Ludeking *et al.* (2013), kwam naar voren dat de symptomen worden veroorzaakt door een plantpathogeen. De symptomen zijn via de grond overdraagbaar. De uit het materiaal geïsoleerde bacterie is de bacterie *Stenotrophomonas rhizophila* (Wolf *et al.* 2002). Van deze bacterie is vastgesteld dat die de symptomen kan veroorzaken en dus plantpathogeen is. Ook is vastgesteld dat de bacterie zeer lang in de grond kan overleven (meerdere jaren) en zaailingen kan infecteren.

Een mogelijke aanpak van het probleem ligt in het ontsmetten van de grond. Aangezien het frequent stomen geen duurzame oplossing is en er daarnaast nog veel vragen zijn over het stomen is dit een onderwerp van onderzoek in relatie tot deze bacterie. Ook het toepassen van 'biologische grondontsmetting' ofwel BGO kan mogelijk een oplossing bieden en is een duurzamere oplossing dan stomen.

Daarnaast kan er gekeken worden naar bestrijding van de bacterie, zowel preventief als curatief en zowel biologisch als chemisch.

Als laatste zijn er rassen die gevoeliger zijn voor de symptomen dan andere. Op basis daarvan is er aanleiding om aan te nemen dat er sprake is van rasgevoeligheid voor de bacterie. Een juiste rassenkeuze passend bij de tijd van het jaar, kan mogelijk helpen bij het onderdrukken van de symptomen.

Bovengenoemde aspecten met betrekking tot de aanpak van zwarte vaten bij radijs zijn in een uitgebreid onderzoek bij Wageningen UR Glastuinbouw bestudeerd. In dit rapport wordt verslag gedaan van dit uitgevoerde onderzoek in 2012 en 2013.



Figuur 1: Groeistagnatie en vergeling van de radijsplantjes in de kas.

Figuur 2: Symptomen bij doorsnede in de knol. De zwarte vaten zijn zowel in de knol als de bladsteel duidelijk te zien.





## 2 Aanpak onderzoek

Het onderzoek bestond uit een groot aantal deelproeven. De opzet en resultaten van de experimenten worden per deelproef behandeld. Allereerst wordt ingegaan op de resultaten van de temperatuurmetingen bij het stomen op twee praktijkbedrijven. Daarna worden de proeven die bij Wageningen UR in Bleiswijk werden uitgevoerd, behandeld.

### 2.1 Temperatuurmonitoring bij stomen op praktijkbedrijven

In het najaar van 2012 is op twee praktijkbedrijven (Cornelissen Freshfood B.V. en Grootcholten Daily Fresh Radish) de temperatuur gemonitord om het effect van het stomen op de bodemtemperatuur na te gaan. Deze metingen moesten inzichtelijk maken wat het effect is van stomen. Daarbij kon dan later de relatie worden gelegd met de resultaten van kasproeven en zou kunnen worden vastgesteld tot welke diepte een effect tegen *Stenotrophomonas* met een stoombehandeling kon worden gerealiseerd.

#### 2.1.1 Opzet experiment

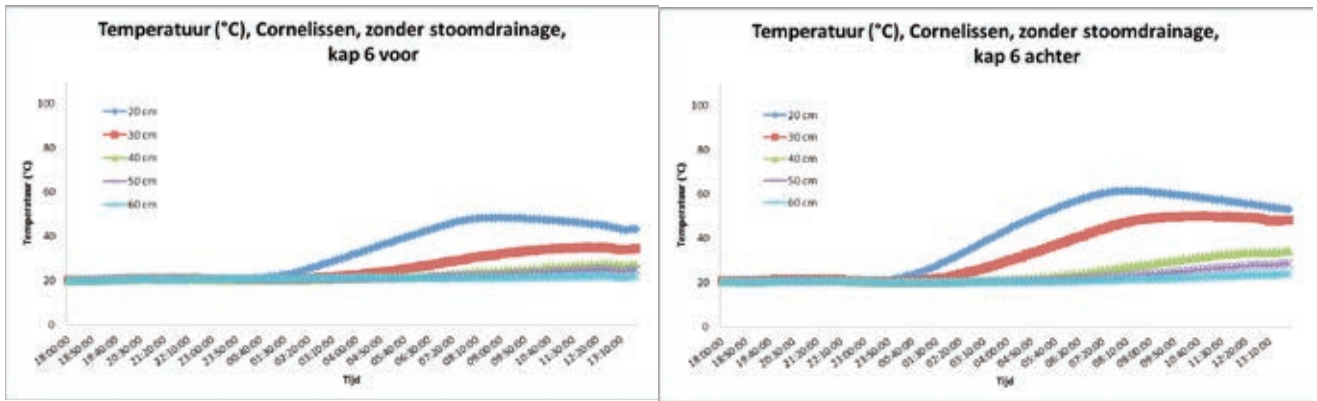
Met behulp van pt-100 temperatuurvoelers is op beide bedrijven tijdens het stomen de temperatuur van de bodem gemeten op een diepte van 20, 30, 40, 50 en 60 cm. De temperatuurwaarden werden gelogd en per 10 minuten opgeslagen in dataloggers. Op het bedrijf van Cornelissen is tevens zeilenstomen (stomen zonder onderdruk) vergeleken met stomen met onderdruk ofwel stoomdrainage. Bij Cornelissen zijn de bodemtemperaturen per stoombehandeling zowel voorin als achterin de kap gemeten. Bij Grootcholten werden de metingen bij het zeilenstomen in twee kappen uitgevoerd. De stoombehandelingen vonden bij Cornelissen en Grootcholten plaats op respectievelijk 13/14 en 27/28 september.



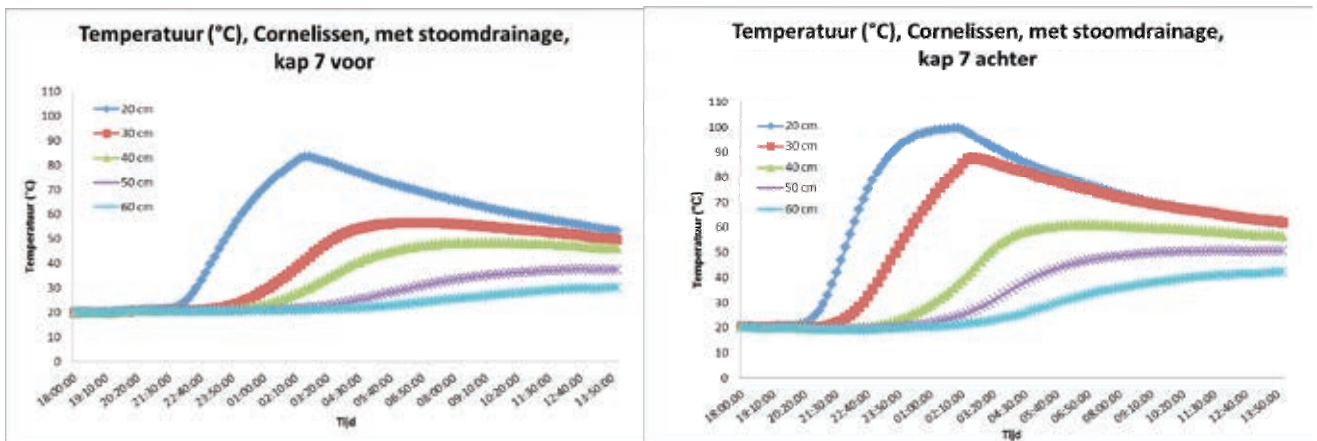
*Figuur 1-2: Bij Cornelissen zijn zowel bij het zeilenstomen als bij stomen met onderdruk c.q. stoomdrainage temperatuurmetingen verricht. De temperatuurvoelers waren per behandeling op 5 dieptes ingegraven.*

#### 2.1.2 Resultaten en discussie

De meetresultaten bij Cornelissen zonder en met stoomdrainage zijn weergegeven in de Figure 3 - 6.



Figuur 3-4: Resultaten temperatuurmetingen voor en achterin de kap bij het stomen **zonder** stoomdrainage bij Cornelissen.

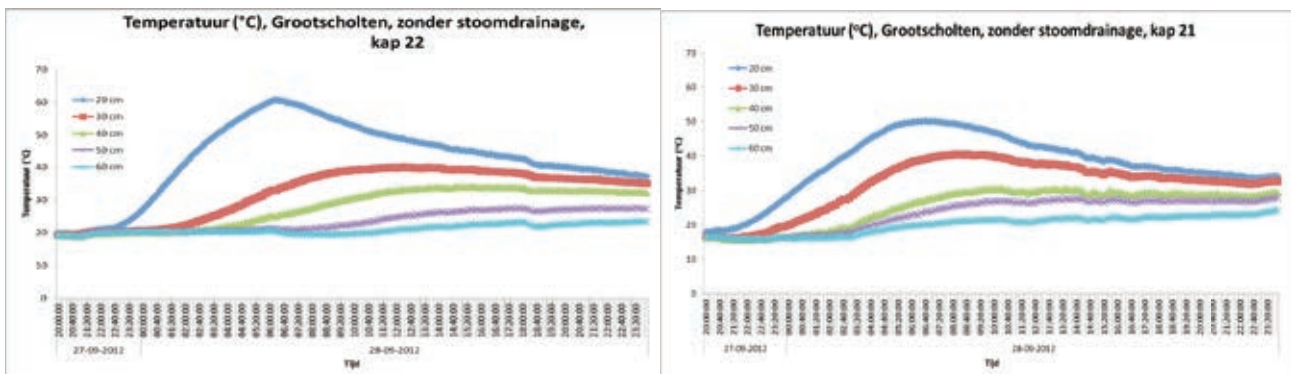


Figuur 5-6: Resultaten temperatuurmetingen voor en achterin de kap bij het stomen met stoomdrainage bij Cornelissen.

De gerealiseerde grondtemperaturen waren met stoomdrainage duidelijk hoger dan zonder stoomdrainage. Ook bij stoomdrainage werd achterin de kap een hogere maximumtemperatuur bereikt dan voorin de kap. De maximale temperatuur was bij stoomdrainage op 20 cm diepte voorin en achterin de kap respectievelijk 83 en 100 °C. Op 30 cm diepte was dit respectievelijk 57 en 88 °C, op 40 cm diepte respectievelijk 48 en 61 °C, op 50 cm 38 en 51 °C, en op 60 cm nog maar respectievelijk 30 en 42 °C.

De oorzaak van de verschillen in gerealiseerde temperaturen voor en achterin de kap zou te maken kunnen hebben verschil in afzuiging, maar mogelijk ook met de grondstructuur. Waarschijnlijk is de grond bij het pad meer verdicht dan achterin de kap. Zelfs met stoomdrainage lijkt de gerealiseerde temperatuur op 50 cm en dieper te gering om een effectieve doding van de eventueel aanwezige bacterie *Stenotrophomonas rhizophila* te verkrijgen.

In Figuur 7. en 8. zijn de resultaten van de temperatuurmetingen bij Grootcholten weergegeven.



Figuur 7-8: Resultaten temperatuurmetingen in 2 verschillende kappen bij het stomen zonder stoomdrainage bij Grootcholten.

In kap 21 was de temperatuur op 20 cm diepte net tot aan de 50 °C gekomen. In kap 22 was het iets beter, maar ook daar was slechts een korte periode van 60 °C gehaald. In de diepere grondlagen is te zien dat de maximale temperatuur in beide gevallen op 30 cm nog slechts ongeveer 40 °C was. Het effect van stomen liep dus snel terug.

### 2.1.3 Conclusies

- De bereikte temperaturen in de grond op verschillende dieptes kan per plaats in de kas sterk verschillen.
- Bij stoomdrainage werden op 20 tot 60 cm diepte duidelijk hogere temperaturen gerealiseerd dan bij zeilenstomen.

## 2.2 Effect van rassen, ziektevering, stomen, biologische grondontsmetting en middelen op het optreden van zwarte vaten

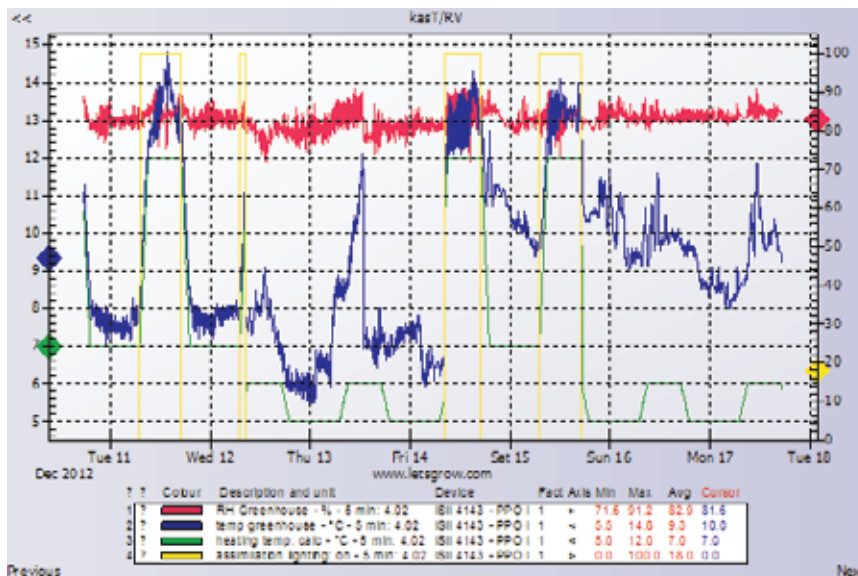
### 2.2.1 Algemene opzet experimenten

Alle proeven bij Wageningen UR Glastuinbouw zijn uitgevoerd met grond die natuurlijk was geïnfecteerd met *Stenotrophomonas rhizophila*. Deze grond was afkomstig van Cornelissen Freshfood B.V. in Horst. Van deze geïnfecteerde grond was voorafgaande aan de proef ca. 1 m<sup>3</sup> verzameld.

Om er vrijwel zeker van te zijn dat er infectie optrad, is er tevens een grote hoeveelheid bacteriën ( $1 \cdot 10^6$ /ml grond) uit de aangehouden cultures van Wageningen UR Glastuinbouw aan de grond toegevoegd. Daarnaast is als controle een gedeelte van de grond van Cornelissen Freshfood bestraald met Gamma-straling door Isotron Nederland B.V. te Ede met de hoogste dosering (25 KGray) om er zeker van te zijn dat de grond steriel was.

De proef werd uitgevoerd in een kasafdeling van 144 m<sup>2</sup> (afdeling 4.02) bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. De planten werden gedurende 10 uur (van 7.00 - 17.00 uur) belicht met 93 micromol/m<sup>2</sup>/s, dat is zo'n 7000 Lux. Omdat telers de indruk hadden dat de symptomen vooral naar voren kwamen tijdens weersomstandigheden met sterke kimaatsaovergangen of schokken in temperatuur zoals in de herfst of in het voorjaar optreden, is geprobeerd om een dergelijk klimaat te realiseren. Daarbij werd er gedurende twee dagen belicht en een stooktemperatuur N/D van 7/12 °C aangehouden. In de daarop volgende twee dagen werd er niet belicht en was de stooktemperatuur 5/6 °C. Op advies van de BCO zijn de setpoints vanaf 18 december 2012 gedurende de nacht op 4/5 °C gezet. De kaslucht werd via verneveling bevochtigd om het VD op 0.7/1.2 g/m<sup>3</sup> te houden. Vanaf 18 december werd dit 0.7/1.0 g/m<sup>3</sup>. Dit is gedaan omdat de radijs in emmers werd geteeld en de kas hiermee niet helemaal vol stond, waardoor er vaak een hoger vochtdeficiet werd gerealiseerd dan in de praktijk. Aan de andere kant mocht het gewas door de verneveling niet nat worden.

In Figuur 9. is een voorbeeld gegeven van de instellingen en het gerealiseerde klimaat gedurende een week in december 2012.



Figuur 9: Voorbeeld van instellingen en het gerealiseerde klimaat in de proef.gedurende een week in december

De proeven werden uitgevoerd in zwarte emmers van 12 liter die op gronddoek waren geplaatst. De onderste helft van de emmers werd gevuld met scherp zand vermengd met 20% kokos om de vochthoudendheid te verhogen. Vervolgens zijn de emmers afhankelijk van de behandeling gevuld met 6 liter gesteriliseerde of geïnfecteerde radijsgrond.

De zaaidichtheid was 250 zaden/m<sup>2</sup>. Later is de radijs uitgedund tot indien mogelijk 20 radijsplantjes per emmer.

De radijs is in elke teelt 2 maal behandeld met Previcur Energy. Omdat de grond in de emmers relatief snel uitdroogde, werd er vaker met een sproeikop water gegeven dan in de praktijk gebruikelijk is.

Bij de oogst werd per herhaling het gewicht van de knollen en blad bepaald. Per radijsje is beoordeeld op wel of geen geel blad en op het voorkomen van bruine of zwarte vaten volgens een schaal van 0 tot 4, waarbij:

- 0 = geen zwarte vaten
- 1 = lichte verbruining in knol of blad
- 2 = vaten in knol en blad zwart
- 3 = meerdere echt zwarte vaten in knol en blad
- 4 = knol zeer slecht, nauwelijks te beoordelen

## 2.2.2 Rassen

### 2.2.2.1 Proefopzet

Allereerst is onder de belangrijkste Nederlandse zaadbedrijven met radijs in hun pakket geïnventariseerd of men rassen wilde laten screenen op gevoeligheid voor zwarte vaten. Naast het standaardras Donar (Syngenta) werden nog vier andere rassen aangeboden voor het onderzoek, namelijk Lennox en Janox (Nunhems Seeds), Rossella (Nickerson Zwaan) en Escala (Enza).

De rassen zijn gezaaid op 2 November 2012 in 6 herhalingen per behandeling. De helft van de radijs werd gezaaid in emmers waarbij de grond natuurlijk was besmet en tevens extra werd besmet met *Stenotrophomonas rhizophila* bacteriën. De andere helft werd gezaaid in steriele grond (voor verdere details zie Par. 2.2). De oogst en beoordeling vond plaats op 21 januari 2013. Voor de rassen Lennox, Janox en Rossella was de betreffende zaaidatum eigenlijk te laat, maar dit is grotendeels gecompenseerd door te belichten.



### 2.2.2.2 Resultaten en discussie

In Bijlage I is een overzicht gegeven van het gerealiseerde klimaat per week gedurende het onderzoek. De gemiddelde dag-, nacht- en etmaaltemperatuur tijdens de rassenproef was resp. 11.4, 9.3 en 10.1 °C. Het vochtdeficiet was tijdens dezelfde dagperiodes gemiddeld resp. 1.9, 1.5 en 1.6 g/m<sup>3</sup>. Tijdens de teelt is er in totaal zo'n 350 uur belicht.

In Figuur 10. en 11. is een overzicht van de rassenproef weergegeven.

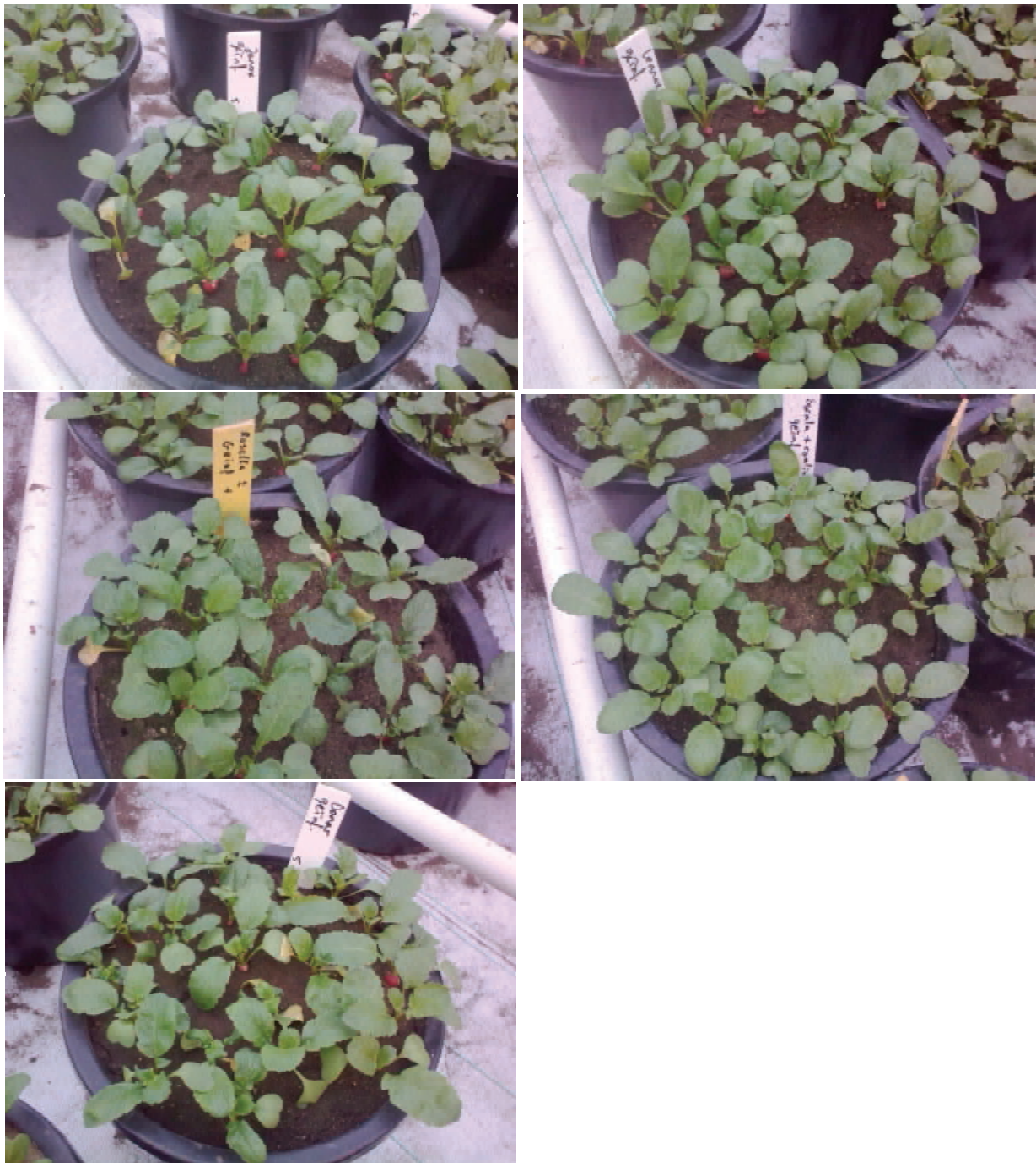


*Figuur 10-11: Overzicht van de rassenproef in de kas met teelt in emmers (foto's genomen op respectievelijk 21 november 2012 en 18 januari 2013).*

In de proef is het zeer goed gelukt om de symptomen van zwarte vaten op te wekken. De eerste uitval van radijs was duidelijk waarneembaar op 10 december 2012. Toen was te zien dat de (lob)blaadjes vergeelden.

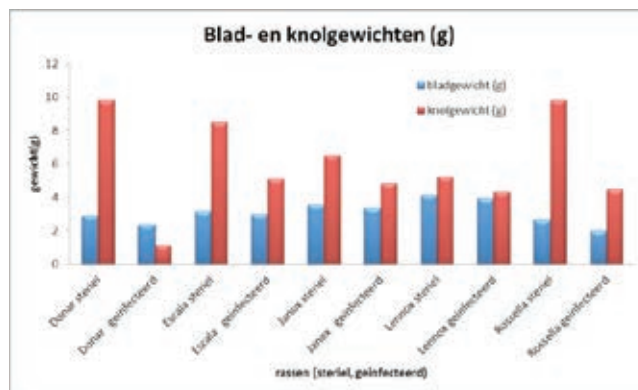
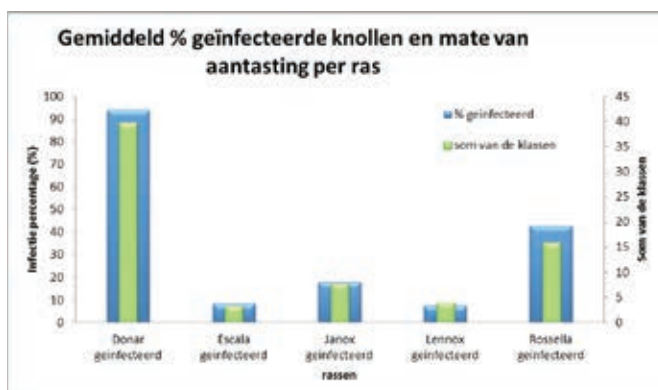
Bij een globale beoordeling van de rassen op 21 december 2012 bleken de rassen Escala en Lennox op de besmette emmers qua kleur van het blad nog in een goede conditie te zijn. De andere rassen Janox, Rossella en Donar vertoonden bovengrondse uitvalsverschijnselen, zoals vergeling en verwelking. Bij het dunnen van de radijs zijn ook enkele knolletjes doorgesneden en zijn er ook zwarte vaten waargenomen.

In Figuur 12-16 staan foto's afgebeeld van de rassen. De foto's zijn genomen op 21 december 2012.



*Figuur 12-16: Representatieve beelden van de stand van het gewas op 21 december 2012. Rassen respectievelijk Janox, Lennox, Rossella, Escala en Donar.*

Bij geen enkel radijsras vertoonden de knollen die gegroeid waren op steriele grond, verschijnselen van zwarte vaten. Daarentegen waren er bij de oogst grote rasverschillen van de radijs die op geïnfecteerde grond had gestaan. In Figuur 17. en 18. zijn de resultaten van de beoordelingen op respectievelijk zwarte vaten en de blad- en knolgewichten weergegeven.



Figuur 17: Percentage knollen met zwarte vaten en de mate van aantasting bij de 5 getoetste rassen (behandeling met geïnfecteerde grond).

Figuur 18: Gemiddelde blad- en knolgewichten van de rassen gegroeid in steriele en geïnfecteerde grond.

### Aantasting

Bij de radijs die gegroeid was in steriel gemaakte grond, konden er bij geen enkel ras knolletjes met zwarte vaten worden gevonden. Bij radijs in geïnfecteerde grond waren er duidelijke verschillen tussen de rassen. In Figuur 17. is te zien dat het niet veel uitmaakt of aantasting in percentage aangetaste knollen of mate van aantasting c.q. som van de klassen wordt uitgedrukt.

Donar was verreweg het ernstigst aangetast, gevolgd door Rossella. Escala en Lennox vertoonden weinig aantasting door zwarte vaten en bij Janox was dit iets meer. Het percentage aangetaste knollen was bij Donar, Rossella, Janox, Escala en Lennox respectievelijk 94, 43, 18, 8 en 8%.

### Knolgewicht

*Steriele grond:* Qua knolgewicht waren Donar en Rossella aan elkaar gelijk (9.8 g). Escala lag met 8.5 g/knol iets lager. Janox en Lennox hadden een gemiddeld knolgewicht van respectievelijk 6.5 en 5.3 g. Deze lagere knolgewichten hebben mogelijk mede te maken met de suboptimale teeltperiode van deze rassen.

*Geïnfecteerde grond:* Donar had met 1.1 g/knol duidelijk het laagste knolgewicht. Tussen de andere rassen waren de verschillen niet groot (4.3 tot 5.1 g/knol). Bij Donar en in mindere mate bij Rossella verlaagde een infectie van de grond met *Stenotrophomonas rhizophila* dus sterk het knolgewicht en daarmee de knolgrootte.

### Bladgewicht

Zowel bij de behandeling met steriele als geïnfecteerde grond lag de rangvolgorde in gemiddeld bladgewicht van de rassen gelijk, namelijk van hoog naar laag: Lennox, Janox, Escala, Donar en Rossella. Bij elk ras was het bladgewicht bij de geïnfecteerde grond in meer of minder mate lager dan in de steriele grond. Gemiddeld was dit ruim 10%. Het grootste verschil is te zien bij Rossella en Donar, namelijk resp. 25 en 18%. Dit heeft ongetwijfeld te maken met het feit dat deze rassen het gevoeligst waren voor het verschijnsel van zwarte vaten. Bij de andere rassen was het verschil ca. 5%.

Het was de bedoeling om de rassenproef begin oktober te starten. Door allerlei omstandigheden, o.a. omdat er bij Isotron Nederland B.V. niet eerder mogelijkheden waren om de grond via straling te steriliseren, kon pas begin november worden gezaaid. Dit was voor een aantal rassen (Lennox, Janox en Rossella) niet optimaal. Escala wordt normaal in de vollegrond gebruikt. Dit ras is getoetst omdat er aanwijzingen waren dat dit ras minder gevoelig zou zijn voor zwarte vaten. De zaaidatum van Donar viel wel in de geadviseerde periode. Om eerstgenoemde rassen nog tot hun recht te laten komen, is gebruik gemaakt van belichting. Zoals al eerder is vermeld, is belichting ook gebruikt om klimaatschokken te creëren.

Telers hebben de indruk dat Lennox wel gevoelig is voor zwarte vaten. Dit kon in deze proef niet worden aangetoond. Mogelijk dat de proefomstandigheden hierop van invloed zijn geweest. Het zou gewenst zijn om deze proef met dezelfde en andere rassen onder geconditioneerde omstandigheden in verschillende periodes te herhalen.



### 2.2.2.3 Conclusies

- Het is in het onderzoek zeer goed gelukt om de symptomen van zwarte vaten op te wekken.
- In steriel gemaakte grond toonde geen enkele radijs zwarte vaten.
- Het ras Donar was duidelijk het gevoeligst voor zwarte vaten, gevolgd door Rossella had ruim de helft minder aangetaste knollen dan Donar. Het minst gevoelig waren Escala en Lennox; Janox zat qua gevoeligheid daar iets boven.
- Aantasting van zwarte vaten reduceert sterk het knolgewicht. Bij het meest gevoelige ras Donar daalde dit zelfs met een factor 9.

## 2.2.3 Ziektewering door toevoeging van biologische middelen

### 2.2.3.1 Proefopzet

Allereerst is nagegaan welke biologische middelen een verhoogde bodemweerbaarheid zouden kunnen hebben. In Tabel 1. worden de biologische middelen die in de proef werden opgenomen en de gebruikte doseringen gegeven.

*Tabel 1: De biologische middelen en doseringen in de proef naar weerbaarheid tegen zwarte vaten in radijs.*

Biologisch middel	Dosering
Zonder middel (controle)	-
Bloedmeel	5 kg/are (0.05 kg/m <sup>2</sup> ) (16 gram op 18 L grond)
Verenmeel	0.3% (54 ml op 18L grond)
Orgaplus	54 ml op 18L grond
Kokos	laagje van 3 cm doorgemengd
Chitine	1L/ha (0.1 ml/m <sup>2</sup> ) (0.03 ml/18L grond)

Voor het zaaien (zaaidatum 2 november 2012, ras Donar) zijn de 5 middelen aan zowel steriele als geïnfecteerde grond toegevoegd en doorgemengd. De proeven zijn aangelegd in 3 herhalingen. Als controle was er bij zowel de steriele als geïnfecteerde grond ook een behandeling zonder toevoeging van een middel (controle). Voor verdere details zie Par. 2.2. De radijs is geoogst op 21 januari 2013. In de dagen erna is de radijs beoordeeld en het blad- en knolgewicht bij de verschillende behandelingen bepaald.

### 2.2.3.2 Resultaten en discussie

Evenals in de rassenproef waren de eerste symptomen van zwarte vaten zichtbaar op 10 december 2012. De indruk was toen dat de behandeling met verenmeel beter was dan de andere behandelingen. In Figuur 19. en 20. staan foto's genomen in de tweede helft van december.



Figuur 19. en 20: Radijs gegroeid in geïnfecteerde grond met toevoeging van bloedmeel (links op foto) en verenmeel (rechts). Foto's zijn genomen op 21 december 2012.

De radijsplantjes bij de behandeling met verenmeel waren groener, donkerder, oogden vitaler en vertoonden (nog) geen uitval (21 december 2012).

De resultaten van de waarnemingen na de oogst zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Het percentage aangetaste knollen met zwarte vaten en het knol- en bladgewicht bij toevoeging van 5 biologische middelen aan steriele en geïnfecteerde grond.

Behandeling	% aangetaste knollen		Knolgewicht (g)		Bladgewicht (g)	
	Steriel	Geïnfecteerd	Steriel	Geïnfecteerd	Steriel	Geïnfecteerd
Onbehandeld	0	90	10.4	1.2	2.9	1.9
Bloedmeel	0	93	10.8	2.2	3.6	2.4
Verenmeel	0	25	7.8	5.5	2.9	2.2
Orgaplus	0	84	8.1	2.9	2.8	3.3
Kokos	0	98	9.7	0.9	2.8	2.4
Chitine	0	97	9.7	1.1	2.9	2.3

### Aantasting

Op steriele grond was er bij geen enkele behandeling een aantasting. Op geïnfecteerde grond reduceerde alleen verenmeel het percentage geïnfecteerde radijsknollen. De andere behandelingen deden niets of leken zelfs de symptomen iets te verergeren (kokos en chitine).

### Knolgewicht

Op steriele grond was het knolgewicht bij onbehandeld en bloedmeel het hoogst, bij verenmeel en Orgaplus het laagst. Als gevolg van de lagere aantasting van zwarte vaten was het knolgewicht bij de geïnfecteerde grond met verenmeel het hoogst. Bij de andere behandelingen met biologische middelen en de controle werd het knolgewicht door het telen in geïnfecteerde grond zeer sterk verlaagd.

### Bladgewicht

Op steriele grond verhoogde alleen bloedmeel het bladgewicht. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het snel vrijkomen van stikstof uit het bloedmeel. Op de geïnfecteerde grond was het bladgewicht bij Orgaplus wat hoger.

## **% organische stof**

Het percentage organische stof bleek in steriele grond 50% hoger te zijn dan in geïnfecteerde grond (3.0 t.o.v. 2.0%). Steriele grond had ook een hoger poriëvolume en bevatte meer lucht.

## **Discussie**

Alleen verenmeel lijkt dus effect te hebben op het optreden van zwarte vaten in radijs. Het blad bij deze behandeling was ook donkerder groen en de planten oogden vitaler. Het is opvallend dat bij toevoeging op steriele grond het gewicht van de knollen ten opzichte van de controle met een kwart werd verlaagd. Zowel het donkerder blad als de reductie in knolgewicht (bij steriele grond) lijken erop te wijzen dat er sprake is van een groeiremmering als gevolg van een hogere EC.

Uit een bemestingsanalyse van de grond na uitvoering van de proef bleek de EC inderdaad wat hoger te zijn dan bij de controle en de overige toevoegingen, namelijk een EC van 2.0 t.o.v. 1.3-1.7 mS/cm in de andere behandelingen. Andere verschillen waren een hoger  $\text{NH}_4^+$ - en  $\text{NO}_3^-$ -gehalte én een hoger Mn-gehalte (zie Tabel 4 in Bijlage II). Van mangaan mag volgens deskundigen (Wim Voogt, pers. communicatie) weinig effect op de weerbaarheid van planten worden verwacht. Blijft over het hogere  $\text{NH}_4^+$ - en  $\text{NO}_3^-$ -gehalte. De toegepaste dosering van 0.3% komt overeen met 8000 kg verenmeel per ha. Deze dosering is gekozen op basis van onderzoek naar de bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia* door Postma en Schilder (2012), maar is ongeveer 6 maal zo hoog als geadviseerd op de site van Pure Sensational (1350 kg/ha).

Als de hoge dosering van 8000 kg/ha wordt toegepast, bestaat de kans op te hoge gehalten aan meststoffen. Bij een N-behoefte van radijs van 70 kg/ha, zou bij een N-percentages van 13% in verenmeel 540 kg/ha aan verenmeel toegediend moeten worden. Bij een gift van 1350 en 8000 kg wordt resp. 175 en ruim 1000 kg N per ha gegeven. Bij deze hoge gift zal stikstof, maar ook andere aanwezige voedingselementen in het verenmeel, zich na meerdere opeenvolgende teelten in de grond ophopen. Dit is ongewenst. Daarnaast zou in bepaalde periodes het loof bij hoge N-giften ook te lang kunnen worden. Daarom kunnen telers in eerste instantie beter proefsgewijs met lagere doseringen aan verenmeel starten. De vraag is wel of verenmeel dan nog voldoende effectief is in het tegengaan van de symptomen.

In vervolgonderzoek zou nagegaan moeten worden of via toediening van zuivere (N)-meststoffen eenzelfde effect op het optreden van zwarte vaten bereikt wordt als met verenmeel.

### **2.2.3.3 Conclusies**

Een hoge dosering van verenmeel gaf een duidelijke reductie van de symptomen van zwarte vaten in radijs. De gebruikte dosering lijkt echter te hoog voor praktische toepassing.

## **2.2.4 Stomen praktijk**

### **2.2.4.1 Proefopzet**

Voor en na de stoombehandeling bij Cornelissen Freshfood B.V. (zie Par. 2.1), is grond van verschillende dieptes verzameld en overgebracht in emmers om te onderzoeken tot hoe diep de grond nog infectieus is en dus radijs ziek kan maken.

De grond is genomen op dieptes van 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 en 60-70 cm, zowel voor als na het stomen. Het stomen op het praktijkbedrijf vond plaats zonder en met stoomdrainage. In totaal waren er dus  $7 \times 2 \times 2 = 28$  behandelingen in drievoud. De radijs (ras Donar) is gezaaid op 2 november 2012.

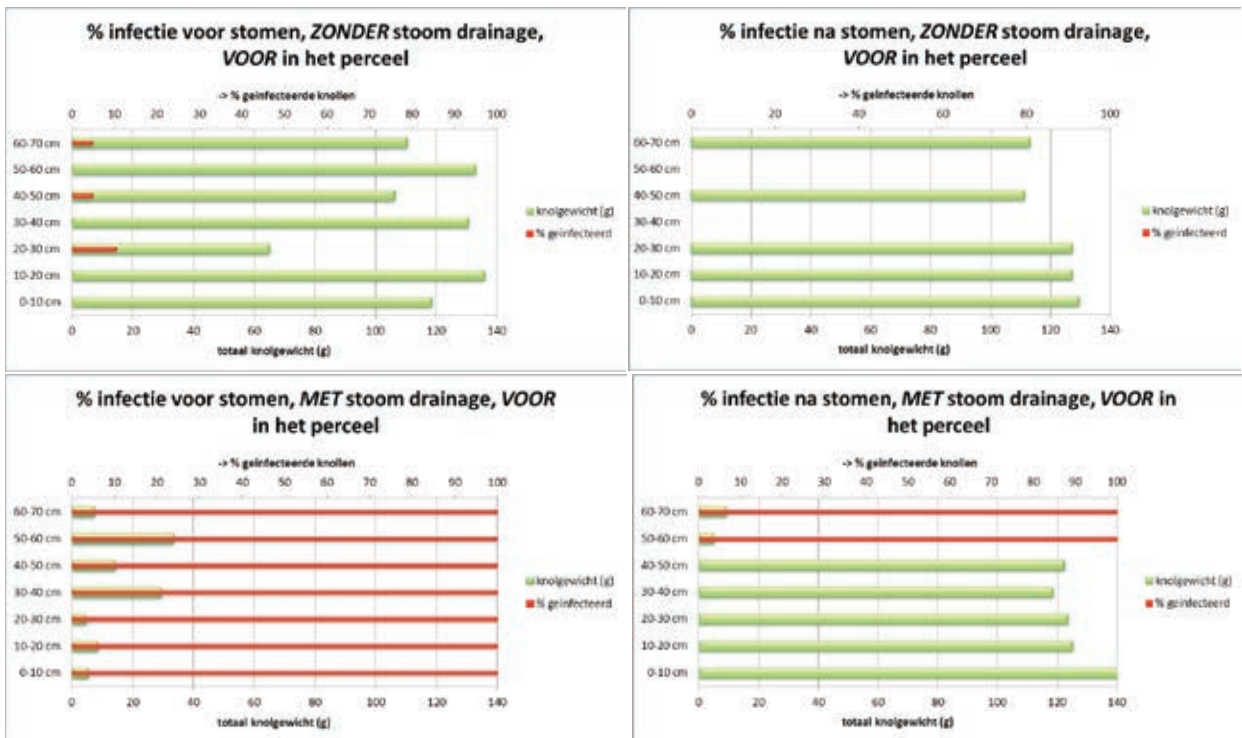
Omdat al gauw bleek dat de kieming op de emmers mede door een overdadige watergift erg ongelijk was (zie Figuur 21.), is besloten om de jonge plantjes te verwijderen en is hetzelfde ras op 29 november opnieuw gezaaid. De kieming verliep nu wel goed. De radijs werd later gedund tot 20 plantjes per emmer. De oogstdatum was 13 februari 2013.



Figuur 21: Ongelijke kieming en stoomschimmel bij het 1<sup>e</sup> zaaisel in het stoomexperiment.

### 2.2.4.2 Resultaten en discussie

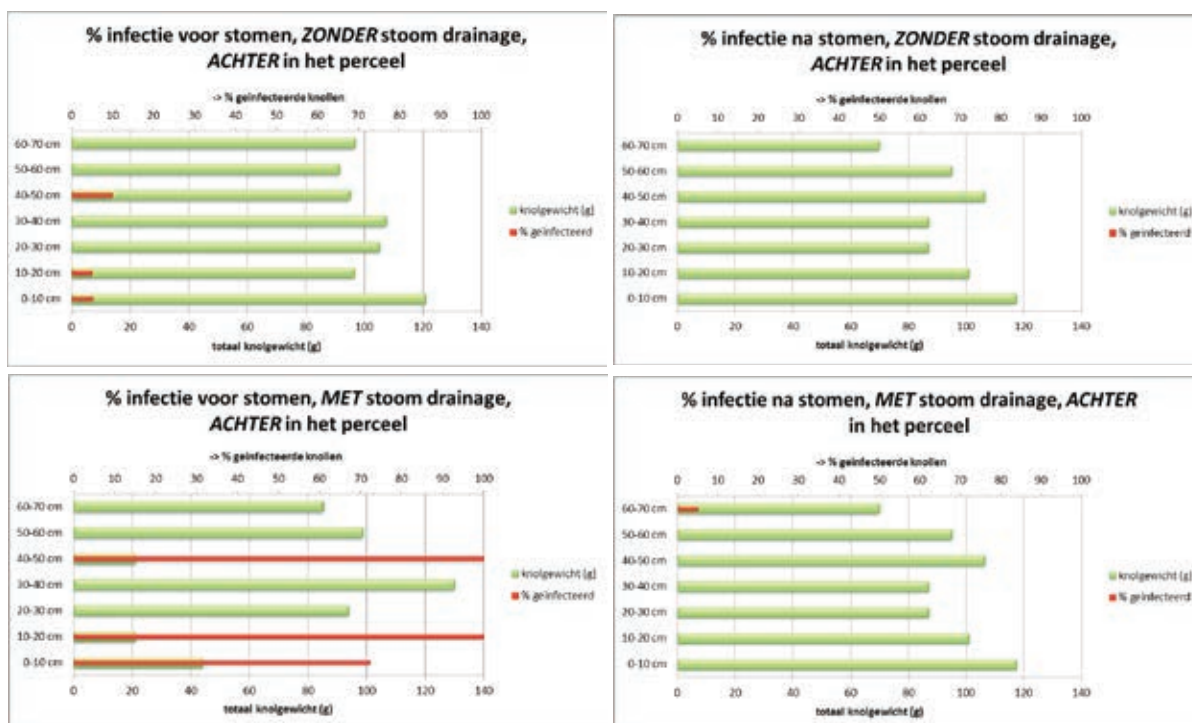
In Figuur 22- 29 is het percentage aangetaste knollen en het knolgewicht voor de verschillende behandelingen weergegeven.



Figuur 22-23: Het percentage geïnfecteerde knollen en het totaal knolgewicht, voorin het perceel, zonder stoomdrainage, voor (Figuur linksboven) en na het stomen (Figuur rechtsboven).

Figuur 24-25: Het percentage geïnfecteerde knollen en het totaal knolgewicht, voorin het perceel, met stoomdrainage, voor (Figuur linksonder) en na het stomen (Figuur rechtsonder).

- De beginsituatie voor wat betreft infectiedruk was duidelijk verschillend tussen de behandelingen stomen zonder stoomdrainage en en stomen met stoomdrainage. De infectiedruk bij stomen met stoomdrainage ofwel onderdruk was veel hoger dan bij stomen zonder onderdruk ofwel zeilenstomen. Omdat dit vooraf bij de teler al bekend was, had hij al ervoor gekozen om op deze plaats met onderdruk te stomen.
- De geringe (5-15%) infectie van de grond op 3 dieptes, was na het zeilenstomen geheel verdwenen, ondanks de lage gerealiseerde temperaturen bij het zeilenstomen (zie Par. 2.1.2).
- Op de plaats waar stoomdrainage zou worden toegepast, vertoonden alle radijzen die gestaan hadden op grond afkomstig van 7 verschillende dieptes (0-70 cm), symptomen van zwarte vaten. Dus een zeer zware besmetting.
- Na toepassing van stoomdrainage, was er alleen infectie in de behandelingen van de grond afkomstig van 50 - 70 cm. De temperatuur op deze diepte was bij het stomen met onderdruk ook onder de 40 °C gebleven (zie Par. 2.1.2).
- 100% aantasting leidde tot een zeer laag knolgewicht.



Figuur 26-27: Het percentage geïnfecteerde knollen en het totaal knolgewicht, achterin het perceel, zonder stoomdrainage, voor (Figuur linksboven) en na het stomen (Figuur rechtsboven).

Figuur 28-29: Het percentage geïnfecteerde knollen en het totaal knolgewicht, achterin het perceel, met stoomdrainage, voor (Figuur linksonder) en na het stomen (Figuur rechtsonder).

- Evenals voorin het perceel c.q. kap, was de infectiedruk achterin de kap vóór het stomen met stoomdrainage hoger dan bij het stomen zonder stoomdrainage (zeilenstomen).
- Vóór het stomen waren bij de grond genomen op een diepte van 0-10, 10 -20 en 40-50 cm bij het zeilenstomen 5-10% van de gegroeide radijsknollen aangetast en met stoomdrainage was dit op dezelfde dieptes 70 tot 100%. De andere dieptes gaven bij de teelt op emmers bij beide behandelingen geen geïnfecteerde knollen.
- Na het zeilenstomen zijn geen geïnfecteerde knollen meer gevonden. Bij stomen met onderdruk alleen op een diepte van 60-70 cm (5% geïnfecteerd). Op deze diepte was er vóór het stomen echter geen infectie in de radijs aangetroffen.



### 2.2.4.3 Conclusies

- De bacteriën die zwarte vaten veroorzaken, zitten in de hele teeltlaag en zijn tot op 60 à 70 cm diepte terug te vinden.
- Bij een hoge infectiedruk is het moeilijk om, zelfs bij stomen met onderdruk, voldoende doding van de bacterie in de diepere grondlagen te verkrijgen (dieper dan 50 cm).

## 2.2.5 Stoomproef in laboratorium

### 2.2.5.1 Proefopzet

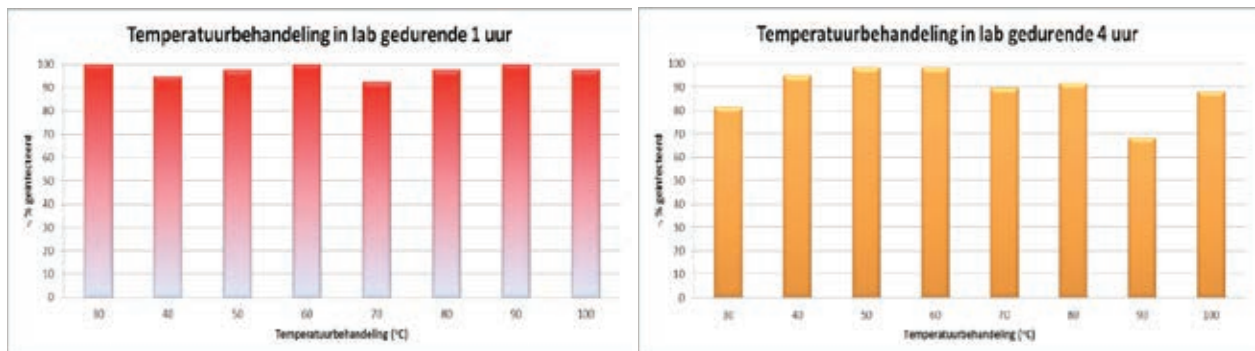
Bij dit labexperiment werd het stoomproces nagebootst onder geconditioneerde omstandigheden. Zowel met extra bacteriën geïnfecteerde grond als via straling steriel gemaakte grond werden blootgesteld aan een reeks warmtebehandelingen in een stoof waarbij de kerntemperatuur gedurende 1 of 4 uur werd aangehouden. Dit experiment moest inzicht geven in welke temperatuur benodigd is om de bacterie te doden.

Het op temperatuur brengen van de grond bleek zeer tijdrovend te zijn. De grond werd in een laag met een dikte van 4 à 5 cm in metalen bakjes uitgespreid en in de stoof gezet. De streeftemperaturen in de kern van de grondlaag, welke ook zijn gerealiseerd, waren respectievelijk 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 en 100 °C.

Per behandeling waren er 3 herhalingen. De proef is gezaaid (Donar) op 15 november 2012 en de oogst vond plaats op 28 januari 2013. De waarnemingen aan de radijs zijn in de daarop volgende dagen uitgevoerd.

### 2.2.5.2 Resultaten en discussie

De gevolgen van de temperatuurbehandeling op het percentage geïnfecteerde knollen is weergegeven in Figuur 30-31.



Figuur 30-31: Het effect van de temperatuurbehandeling van geïnfecteerde grond gedurende 1 en 4 uur in de stoof op het percentage geïnfecteerde radijsen.

- In radijs gegroeid op steriele grond kwam geen enkele radijs voor met symptomen van zwarte vaten.
- Bij de temperatuurbehandelingen van 1 uur van geïnfecteerde grond bedroeg de besmettingsgraad van de knollen bij alle temperatuurbehandelingen meer dan 90%.
- De temperatuurbehandelingen gedurende 4 uur gaven meer variatie in geïnfecteerde knollen, maar ook hierin was geen duidelijke lijn te ontdekken. Bij 90 °C was de minste aantasting, maar het is vreemd dat er bij 100 °C weer meer knollen met zwarte vaten werden gevonden. Het is zeer vreemd dat deze hoge temperaturen, zelfs gedurende 4 uur, onvoldoende zouden zijn om de *Stenotrophomonas*-bacterie te doden. Mogelijk heeft er ondanks zeer hygiënisch werken bij de uitvoering van de proef, toch herbemetting plaatsgevonden?

In de steriele grond zijn in geen enkele temperatuurbehandeling geïnfecteerde knollen gevonden. Het gemiddeld knolgewicht was meer dan 2 maal zo hoog van de radijs die op de steriele grond was geteeld.

### **2.2.5.3 Conclusie**

Een temperatuurbehandeling van 1 of 4 uur leek niet voldoende om totaal geen infectie van de radijs te krijgen.

## **2.2.6 Biologische grondontsmetting (BGO)**

Bij dit experiment was het de bedoeling om te onderzoeken of bodemresetten ofwel BGO enig effect heeft op de bacteriën in de grond en of er andere gevolgen kleven aan het toepassen van BGO in de radijsteelt.

Het idee achter deze methode is om anaerobe bacteriën (dat zijn bacteriën die zonder vrij zuurstof kunnen leven) gefermenteerd organisch materiaal om te laten zetten. In de proef was dat Herbie. De omzetting van de organische stof zorgt voor de vorming van allerlei omzettingsproducten zoals gassen en vetzuren. Deze omzettingsproducten kunnen een dodend effect hebben op bodemorganismen. Om deze bodembacteriën nog meer te stimuleren is een primer gemaakt om met de Herbie al een flinke hoeveelheid van de gewenste bodembacteriën mee te geven.

Met deze proef hoopten we iets te leren over het effect van de methode van BGO tegen *Stenotrophomonas*, over het effect van eventuele reststoffen in de grond na BGO op de teelt van radijs (fytotoxiciteit) en over de invloed op de groei van de mineralen die vrijkomen bij de omzetting van het Herbie-product.

### **2.2.6.1 Proefopzet**

Nieuwe witte verfemmers werden gevuld met grond afkomstig van Cornelissen Freshfood B.V. Aan de geïnfecteerde grond werden diverse behandelingen met Herbie toegevoegd, namelijk resp. geen (0RE), standaard (2RE) en hoge dosering (4RE) Herbie, met en zonder primer. 2RE en 4RE waren doseringen van respectievelijk van 2.43 en 4.38 kg/m<sup>2</sup>. Om het effect van alleen de primer in steriele grond te onderzoeken, is in steriele grond wel of geen primer toegevoegd.

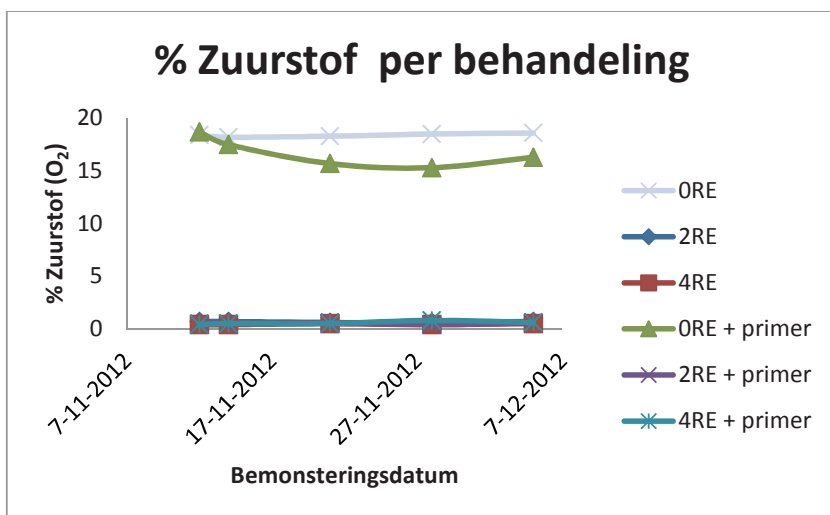
De primer is gemaakt op 23 oktober 2012. De emmers zijn op 5 november 2012 klaargemaakt. De gesloten emmers stonden de eerste 4 dagen bij een gemiddelde temperatuur van zo'n 12 °C. Daarna zijn de emmers warmer gezet, namelijk bij een gemiddelde temperatuur van ca. 24 °C. In de emmers waren 6 dataloggers ingegraven. Op 5 data is de luchtsamenstelling in de emmers geanalyseerd, met name de hoeveelheid aanwezige zuurstof en waterstofdioxide (H<sub>2</sub>S). Op 10 december 2012 werden de emmers weer geopend. Na behandeling met BGO heeft de grond eerst enkele dagen uitgespreid gelegen vanwege de grote hoeveelheid vocht in de grond en de sterke geur van de grond. Daarna is de grond overgebracht in de 12L containers. Het ras Donar is gezaaid op 14 december 2012 en de radijs is geoogst op 2 april 2013.

### **2.2.6.2 Resultaten en discussie**

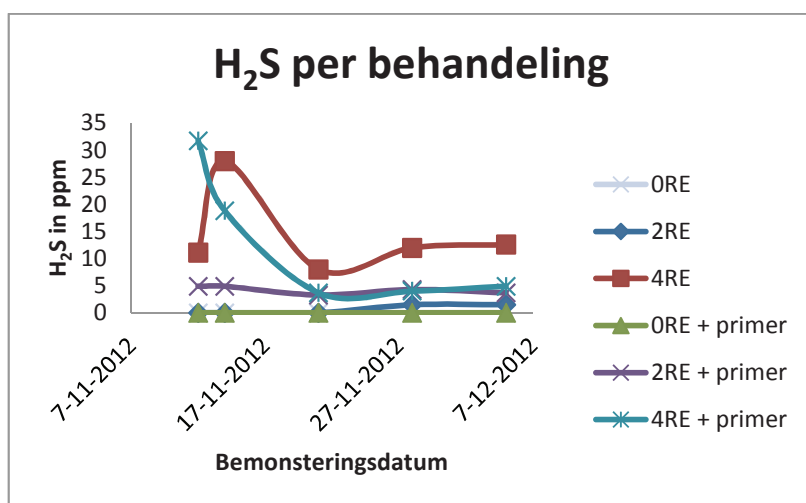
Over de hele periode lag de gemiddeld gerealiseerde temperatuur in de emmers bij alle 6 behandelingen rond de 22.5 °C (gemiddeld 22.2 - 22.8 °C).

In Figuur 31-32 is van 5 tijdstippen het percentage zuurstof en de hoeveelheid H<sub>2</sub>S in de emmers weergegeven.





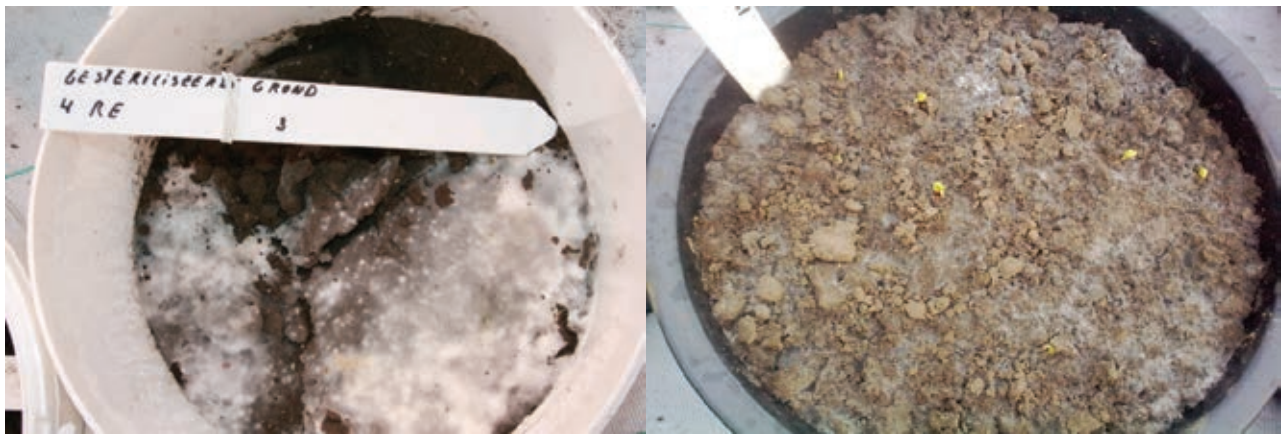
Figuur 31: Het verloop van het percentage zuurstof in de emmers bij de verschillende behandelingen.



Figuur 32: Het verloop van de hoeveelheid H<sub>2</sub>S in de emmers bij de verschillende behandelingen.

- Aan de hand van de metingen van gassen is te zien dat het proces in de emmers goed op gang kwam.
- Het toevoegen van Herbie stimuleerde de bodembiologie enorm en de emmers werden snel en blijvend zuurstofloos.
- Als er geen Herbie werd toegevoegd, was dit niet het geval en bleef het percentage zuurstof zo rond de 18% steken.
- Het toevoegen van alleen de primer deed het zuurstofpercentage wel iets zakken.
- Bij 4RE (al dan niet met primer) steeg het H<sub>2</sub>S-gehalte binnen een week tot hoge waarden.

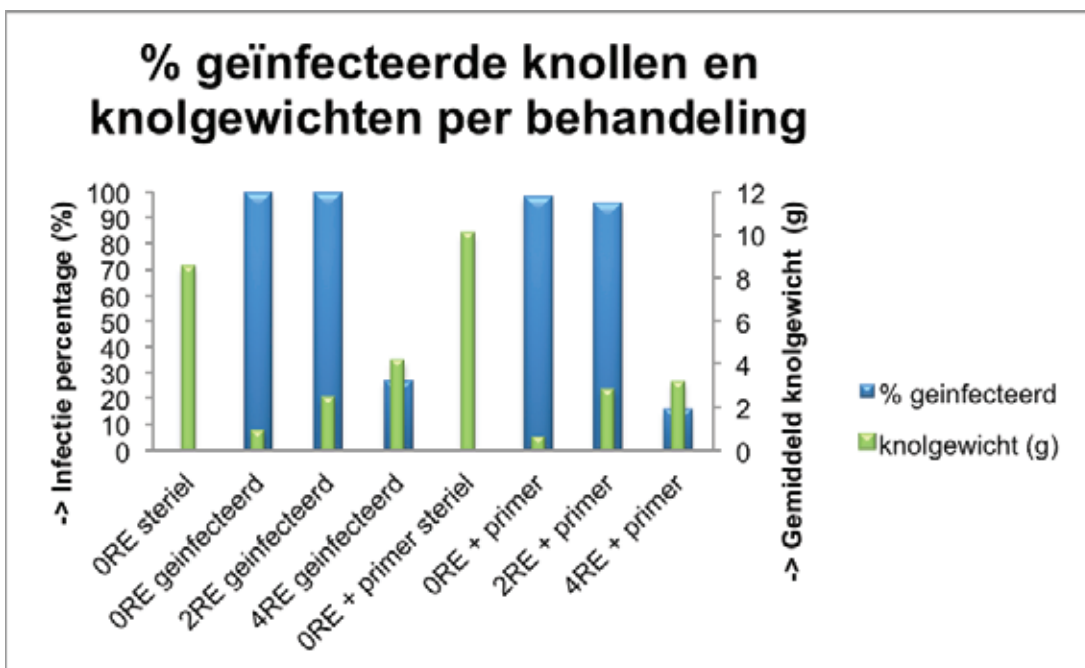
Opmerkelijk was de enorme groei van schimmels in enkele emmers. Bij het openen van de emmer toonden sommige behandelingen met Herbie een dikke laag schimmelpluis. De schimmelgroei trad ook weer op na het vullen van de emmers en het zaaien van de radijs en was zichtbaar als een wit dons laagje, dat na enige tijd weer verdween (zie Figuur 33. en 34.). De meeste schimmelgroei trad op bij 4RE.



Figuur 33. en 34: Schimmelgroei in de emmers met Herbie voor en na het zaaien.

De kieming in de verschillende behandelingen was niet gelijk. De emmers die waren behandeld met de hoge dosering Herbie (4RE) kiemden het traagst, terwijl de kieming van de lage dosering (2RE) achter liep op die in de onbehandelde emmers (ORE). Mogelijk dat een verschil in EC in de emmers een verklaring was voor dit fenomeen. Met Herbie worden ook veel mineralen meegegeven die door het proces beschikbaar komen.

In Figuur 35. zijn de belangrijkste resultaten weergegeven van de BGO-proef.



Figuur 34: Het percentage geïnfecteerde knollen en het knolgewicht bij de verschillende BGO-behandelingen.

- In steriele grond trad geen infectie op en was het knolgewicht duidelijk het hoogst.
- In geïnfecteerde grond gaf de standaarddosering met Herbie al dan niet met primer (2RE), geen reductie van de aantasting in vergelijking met onbehandeld. Bijna alle knollen waren geïnfecteerd. Wel was het knolgewicht bij 2RE duidelijk hoger dan bij ORE.
- In geïnfecteerde grond gaf de hoogste dosering de minste symptomen. Toevoeging van de primer deed het percentage aangetaste knollen met nog bijna 10% dalen.
- Ondanks de veel tragere kieming, was het knolgewicht bij de oogst bij de hoge Herbie-dosering hoger dan bij 2RE en ORE.

In Bijlage II Tabel 5 is te zien dat de EC door de BGO- duidelijk steeg. Bij 4RE was de EC 2 maal zo hoog dan bij de controle (1.7 tot 2.0 t.o.v. 0.9 mS/cm). Dit wordt veroorzaakt door hogere gehalten van verschillende voedingselementen, zoals NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Na, K en opvallend ook van Mn. Hoge gehalten van mangaan zijn ook gevonden bij de toepassing van verenmeel (zie Par. 2.2.3).

### 2.2.6.3 Conclusie

Door een tragere kieming geeft een hoge dosering bij biologische grondontsmetting groeiremming, maar minder symptomen van zwarte vaten.

## 2.2.7 Curatieve werking van biologische middelen (labscreening)

### 2.2.7.1 Proefopzet

Voordat een kasproef werd opgezet, is er in de tweede helft van januari 2013 eerst een labscreening op petrischaalniveau uitgevoerd om na te gaan welke stoffen of organismen een remmende werking hebben op de groei van de bacterie.

Naast onbehandeld zijn de volgende organismen en middelen getoetst:

Schimmels:

- o Trianum (*Trichoderma harzianum* T22 van Koppert)
- o Prestop (*Gliocladium catenulatum* (antagonistisch))

Bacteriën:

- o *Bacillus subtilis* (Bayer)
- o *Pseudomonas* spp.
- o Serenade (*Bacillus subtilis*)
- o Mycostop (*Streptomyces griseovirides*)

Extracten:

- o Natugro proparva (Koppert)
- o Gabriël (extract van pompoenschillen uit Italië)

Enzymen:

- o Enzicur (enzym met bactericide eigenschappen van Koppert)

Tijdens het gieten op de petrischalen zijn de enzymen en extracten door de agar gemengd, conform de dosering op de verpakking. Daarna is op de gehele voedingsbodem de suspensie met *Stenotrophomonas* bacteriën geënt.

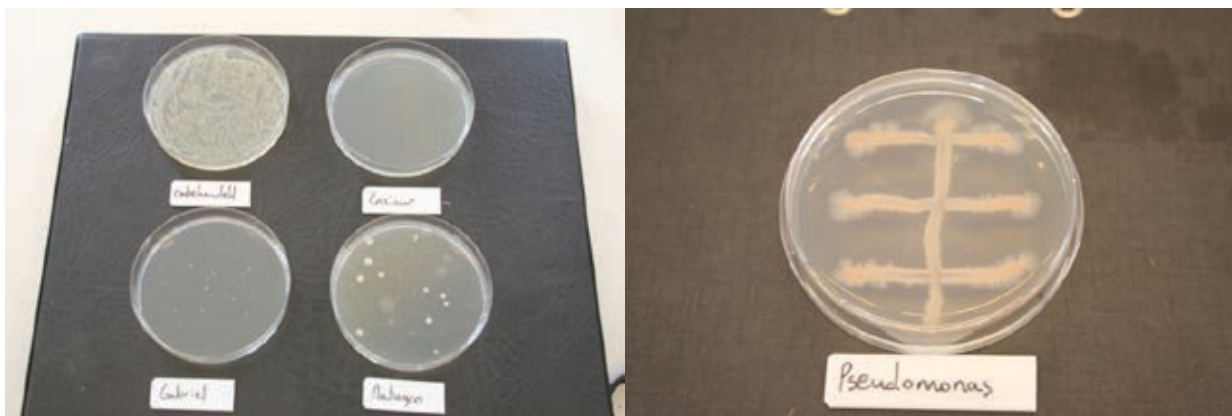
Trianum en Prestop werden aan één kant van de petrischaal met de voedingsbodem (PDA) geënt en aan de andere kant werd *Stenotrophomonas* geënt.

De bacteriemiddelen werden in parallelle strepen op de voedingsbodem (nutriënt agar) aangebracht, waarna kruiselings de *Stenotrophomonas* bacteriën als een streep door de andere bacteriën op de agar werden geënt.

De geënte petrischalen werden 4 dagen bij 25 °C gezet. Daarna werd op 3 plaatsen waar ze elkaar kruisten, de breedte van de *Stenotrophomonas* kolonie op de entplek gemeten.

### 2.2.7.2 Resultaten en discussie

De voedingsbodem met Enzicur was helemaal schoon. Bij Gabriël waren er maar enkele (onbekende) bacteriekolonies, bij Natugro waren er meer kolonies van verschillende bacteriën aanwezig (zie Figuur 35.).



Figuur 35: Vorming van bacteriekolonies bij onbehandeld en met toevoeging van Enzicur, Gabriël en Natugro proparva.  
Figuur 36: Beeld van bacterievorming bij de behandeling met *Pseudomonas*. De strepen overdwars zijn van *Pseudomonas*.

Van de bacteriën leek alleen *Pseudomonas* de groei van *Stenotrophomonas* kolonies iets te reduceren (zie Figuur 36.). De voedingsbodems met Trianum en Prestop waren grotendeels met schimmel overgroeid en daarom was het moeilijk om het effect op de schadelijke bacterie vast te stellen.

### 2.2.7.3 Conclusies

De middelen of organismen die onder lab-omstandigheden relatief goed werkten waren: Enzicur, Gabriël, Natugro (proparva) en *Pseudomonas* bacteriën.

## 2.2.8 Curatieve werking van biologische middelen (kasproef)

De beste preparaten uit de labscreening aangevuld met twee andere middelen zijn vervolgens in een kasproef getoetst. De keuze van de getoetste middelen was tevens gebaseerd op gemakkelijke toepasbaarheid en verkrijgbaarheid.

### 2.2.8.1 Proefopzet

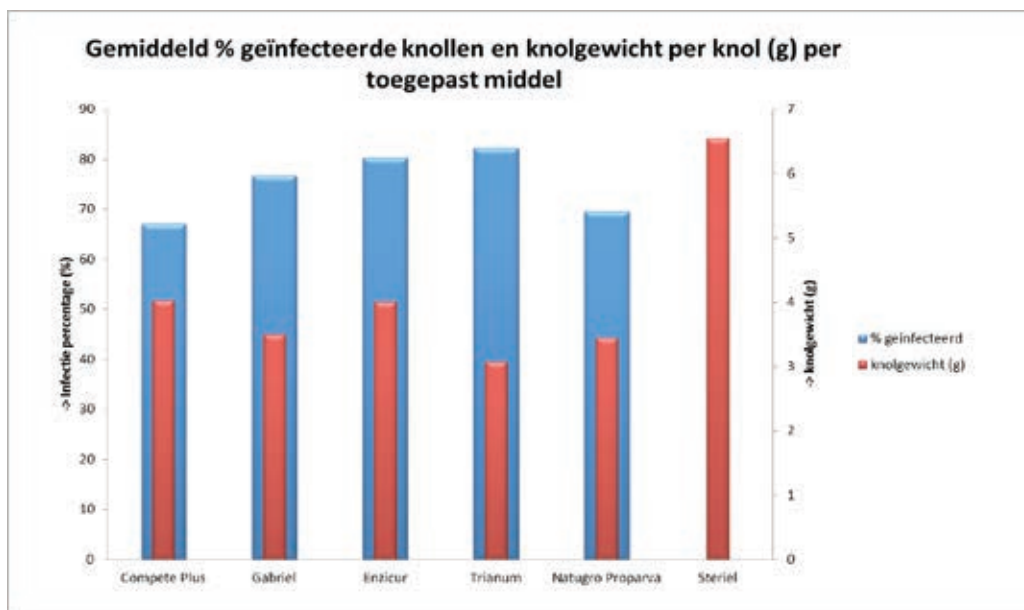
De getoetste middelen met daarachter de toegepaste dosering in de kasproef waren:

- o Compete Plus (bacteriemengsel van Plant Health Care; 2 kg/ha opgelost in 1000 l water)
- o Gabriël (extract van pompoenschillen uit Italië; volgens advies aangegoten na het knollen 150 ml/1000 m<sup>2</sup>)
- o Enzicur (enzym met bactericide eigenschappen van Koppert; 150 g/100 l water per 1000 m<sup>2</sup>)
- o Trianum (*Trichoderma harzianum* T22 van Koppert; direct na zaaien 1500 g/1000 m<sup>2</sup> suspenderen in 2500-5000 liter water)
- o Natugro Proparva (Koppert; 1% oplossing in jong plantstadium 2 x toedienen)

De middelen zijn zowel bij besmette als steriele grond toegediend. De zaai- en oogstdatum was respectievelijk 8 februari en 2 april 2013. Het gebruikte ras was Donar. De proef stond in drievoud met 20-23 plantjes per emmer.

### 2.2.8.2 Resultaten en discussie

In Figuur 37. zijn de resultaten weergegeven van de kasproef met de biologische middelen. Omdat er op steriele grond géén geïnfecteerde planten zijn geconstateerd en de knolgewichten vrijwel gelijk lagen, zijn deze bij de steriele grond over de vijf behandelingen gemiddeld.



Figuur 37: Het percentage geïnfecteerde knollen en het gemiddeld knolgewicht per toegepast middel op geïnfecteerde en steriele grond.

- Op steriele grond is er totaal geen aantasting en is het knolgewicht 1.5 à 2 keer zo hoog dan op de besmette grond.
- Tussen de behandelingen op geïnfecteerde grond zijn de verschillen in aangetaste radijzen niet zo groot. Compete plus en Natugro proparva lijken het met 67 en 70% geïnfecteerde knollen nog het beste te doen. Het gemiddeld knolgewicht is bij Compete Plus echter iets hoger dan bij Natugro proparva, namelijk 4.0 vs 3.5 g.
- Helaas ontbreekt in deze proef de controlebehandeling van onbehandeld, waardoor er geen uitspraak kan worden gedaan over de effectiviteit van deze middelen in vergelijking met onbehandeld.
- Ondanks dat de geteste middelen op petrischaal de bacterie vrijwel geheel konden onderdrukken (zie Par. 2.2.7), bleken ze in de grond niet zo direct te werken.

### 2.2.8.3 Conclusie

Het effect van de onderzochte biologische middelen viel in een kasproef tegen. Het bacteriemengsel Compete Plus bleek nog het beste te scoren in het onderdrukken van de infectie door de bacterie *Stenotrophomonas rhizophila*.



### 3 Conclusies

Op basis van de uitgevoerde onderzoeken kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Bij stoomdrainage werden op 20 tot 60 cm diepte duidelijk hogere temperaturen gerealiseerd dan bij zeilenstomen.
- Het is in kasproeven met teelt in emmers zeer goed gelukt om de symptomen van zwarte vaten op te wekken.
- In steriele grond had radijs nooit zwarte vaten.
- Van de onderzochte rassen was in geïnficeerde grond Donar het meest gevoelig voor zwarte vaten. Rossella had ruim de helft minder aangetaste knollen. Het minst gevoelig waren Escala en Lennox. Janox was iets gevoeliger.
- Aantasting van zwarte vaten reduceert sterk het knolgewicht. In de rassenproef was dit bij Donar zelfs met een factor 9.
- De bacteriën (*Stenotrophomonas rhizophila*) die zwarte vaten veroorzaken, zitten in de hele teeltlaag en zijn tot op 60 à 70 cm diepte terug te vinden.
- Zelfs bij stomen met onderdruk was het bij een hoge infectiedruk moeilijk om in de diepere grondlagen (dieper dan 50 cm) voldoende doding van de bacterie te verkrijgen.
- Een hoge dosering verenmeel gaf reductie van de symptomen, maar deze dosering is te hoog voor praktische toepassing.
- Door een tragere kieming gaf een hoge dosering bij biologische grondontsmetting groeiremming, maar minder symptomen van zwarte vaten.
- De middelen of organismen die onder lab-omstandigheden het beste werkten, waren Enzicur, Gabriël, Natugro (proparva) en *Pseudomonas* bacteriën.
- Bij toepassing in de grond viel het effect van de onderzochte biologische middelen tegen. Het bacteriemengsel Compete Plus scoorde nog het beste in het onderdrukken van de infectie door de bacterie *Stenotrophomonas rhizophila*.





## 4 Literatuur

Janse, J., Paternotte, S. J., & Voogt, W., 2009.

Zwarte vaatbundels in radijs: Een consultancy-onderzoek.

Postma, J. en M. Schilder, 2012.

Enhancement of biological control properties naturally present in soil. Poster Plant Research International, Wageningen UR, <http://edepot.wur.nl/245764>.

Pure Sensational Green,

[http://www.pure4green.com/nl/land\\_tuinbouw/31/producten/1/meststoffen\\_vast/19/verenmeel.aspx](http://www.pure4green.com/nl/land_tuinbouw/31/producten/1/meststoffen_vast/19/verenmeel.aspx)

Wolf, A., Fritze, A., Hagemann, M., & Berg, G. (2002).

*Stenotrophomonas rhizophila* sp. nov., a novel plant associated bacterium with antifungal properties. International journal of systematic and evolutionary microbiology, 52(6), 1937-1944.



## Bijlage I Klimaatgegevens proefkas

Tabel 3: Het gerealiseerde klimaat gedurende de kasproeven met radj's in 2012 - 2013.

Klimaat\ weeknr	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tdag	11.9	11.3	11.4	10.6	10.5	11.2	11.6	11.5	12	11.4	12.3	11.6	12	8.9	11	9.2	11.1
Tnacht (°C)	10.6	9.2	9.6	8.1	7.6	8.6	9.4	9.8	10	8.6	10.7	9.5	9.6	6.5	7.6	6.4	8.4
Tetmaal (°C)	11.1	10.1	10.1	9.0	8.6	9.4	10.0	10.9	10.7	9.6	11.1	10.4	10.4	7.5	8.8	7.7	9.3
RVdag (%)	75	69	83	83	84	83	85	84	84	83	85	85	85	78	83	80	78
RVnacht (%)	81	78	84	84	83	83	86	86	87	85	87	86	85	83	85	83	83
RVetmaal (%)	79	75	83	83	83	83	85	85	86	84	86	86	85	81	84	82	81
VDdag (g/m <sup>3</sup> )	2.7	3.2	1.7	1.7	1.5	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.9	1.7	1.8	2.2
VDnacht (g/m <sup>3</sup> )	1.8	2.0	1.4	1.4	1.4	1.5	1.3	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4
VDetmaal (g/m <sup>3</sup> )	2.2	2.4	1.6	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.5	1.7
CO <sub>2</sub> dag (ppm)	517	541	540	532	550	541	532	511	520	531	587	587	594	514	529	546	550
Belichting (u/wk)	0	19	39	29	41	38	39	30	31	41	39	40	22	0	0	0	0



## Bijlage II Resultaten voedingsanalyse bij toevoeging biologische middelen of toepassing BGO

Tabel 4: pH, EC (mS/cm), hoofdelementen (in mmol/l) en spoorelementen (in µmol/l) in de grond bij toevoeging van biologische middelen aan de grond. De analyse vond na de oogst plaats.

Klimaat\ weeknr	pH	EC	NH <sub>4</sub>	K	Na	Ca	Mg	Si	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	P	Fe	Mn	Zn	B	
Controle	6.7	1.7	< 0.1	5.6	0.3	2.5	2.5	< 0.1	5.8	0.2	4.0	0.2	<	0.05	3.6	< 0.1	0.7	6
Bloedmeel	6.6	1.4	0.2	5.2	0.4	1.9	1.9	< 0.1	5.4	0.2	2.8	0.2	<	0.05	3.6	0.1	0.6	5
Verenmeel	6.6	2	2.4	6.2	0.3	2.0	2.0	< 0.1	11.2	0.2	2.3	0.3	<	0.05	3.5	0.9	0.7	5
Orgaplus	7.0	1.7	0.3	7.3	0.5	2.1	2.1	< 0.1	6.7	0.4	3.2	0.5	<	0.05	6.1	0.1	0.8	6
Kokos	6.8	1.5	0.1	6.3	0.4	1.8	1.8	0.1	5.3	0.2	3.1	0.2	<	0.05	6.0	0.2	0.8	8
Chitine	6.9	1.3	0.1	5.3	0.3	1.3	1.2	0.1	4.8	0.2	2.5	0.2	<	0.05	7.8	0.2	0.8	7

Tabel 5: pH, EC (mS/cm), hoofdelementen (in mmol/l) en spoorelementen (in  $\mu\text{mol/l}$ ) in de grond bij verschillende BGO-behandelingen. Grondanalyse na de oogst.

Klimaat\ weeknr	pH	EC	NH <sub>4</sub>	K	Na	Ca	Mg	Si	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	P	Fe	Mn	Zn	B
ORE	7.0	0.9	< 0.1	4.1	0.3	0.9	0.9	0.1	2.8	0.2	1.9	0.3	<	10.3	0.6	0.6	7
2RE	7.0	1.2	1.3	5.2	0.6	0.9	0.9	0.1	5.1	0.3	1.8	0.5	<	12.3	4.9	0.7	7
4RE	6.5	2.0	1.8	6.4	1.2	2.1	2.1	0.1	10.7	0.5	2.4	0.4	<	4.1	24.9	0.6	8
ORE + Primer	7.1	0.9	< 0.1	4.3	0.3	0.8	0.8	0.2	2.3	0.2	1.9	0.4	<	18.7	1.4	0.7	5
2RE + Primer	6.9	1.4	1.1	5.3	0.8	1.2	1.3	0.1	5.5	0.3	2.3	0.5	<	9.7	5.3	0.6	6
4RE + Primer	6.9	1.7	2.8	6.4	1.1	1.1	1.2	0.1	8.1	0.5	2.1	0.8	<	14.7	12.4	0.9	7









