

# De effectiviteit van middelen tegen *Phytophthora capsici* in paprika

Adriaan Vermunt, Mohamed Chettou, Liesbeth Nijs

1 december 2015

# De effectiviteit van middelen tegen *Phytophthora capsici* in paprika

Aanvrager:



Financier:



Looptijd project: maart 2013 – augustus 2014

COLOFON:

Auteurs: Adriaan Vermunt, Mohamed Chettou, Liesbeth Nijs

Adres: Groen Agro Control  
Distributieweg 1  
2645 EG Delfgauw  
Tel: 015 2572511  
Fax: 015 2572522

Datum: 1 december 2015  
Titel Rapport: De effectiviteit van middelen tegen *Phytophthora capsici* in  
paprika  
Opdrachtgever: Productschap Tuinbouw  
PT projectnummer: 15145  
Kernwoorden: Phytophthora capsici, paprika, middelen.

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgevers.

# INHOUDSOPGAVE

	pagina
<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>3</b>
<b>SAMENVATTING</b>	<b>4</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>5</b>
<b>2. MATERIAAL EN METHODEN</b>	<b>6</b>
2.1 Ziek maken van paprikaplanten	6
2.2 Effectiviteit van middelen in kasproef	7
<b>3. RESULTATEN</b>	<b>10</b>
3.1 Ziek maken van paprikaplanten	10
3.2 Effectiviteit van middelen in kasproef	12
<b>4. DISCUSSIE</b>	<b>21</b>
<b>5. CONCLUSIES</b>	<b>21</b>
<b>BIJLAGE 1. Beoordeling symptomen verwelking paprikaplanten</b>	<b>22</b>

## SAMENVATTING

*Phytophthora capsici* kan in een paprikateelt verantwoordelijk zijn voor een serieuze uitval van planten. Verspreiding vindt plaats via wortels en water. Wanneer aangetaste planten in een kas staan, waar het voedingswater wel gerecirculeerd maar niet ontsmet wordt, kan binnen een korte tijd een groot deel van de planten aangetast raken. In de praktijk worden aangetaste planten hygiënisch verwijderd. Paprikatelers willen direct na de eerste verwelking, een middel toepassen, die verspreiding van de aantasting een halt toeroept.

In een kasproef is de effectiviteit van verschillende middelen tegen *Phytophthora capsici* in paprika onderzocht. Hiertoe zijn planten kunstmatig besmet met een praktijkisolaat, dat in een eerdere proef reproduceerbaar paprikaplanten ziek kon maken. Vier groene en vier chemische middelen zijn getest. De middelen zijn toegepast middels een aangietbehandeling op de steenwolblokken. Deze wijze van toedienen is vergelijkbaar met de toepassing in de praktijk, waarbij de middelen vaak worden meegedruppeld met het voedingswater. De behandelingen met de middelen zijn vergeleken met de behandeling, waar wel *Phytophthora* is toegediend, maar geen middel. Twee chemische middelen lieten een duidelijke remming van de verspreiding zien. Zowel de verwelking van de plant als de aantasting van de wortels waren bijna volledig geremd in de planten, die naast de kunstmatig besmette planten stonden in de steenwolmatten. Er is één groen middel dat de aantasting van de wortels licht onderdrukte. Alle middelen lieten met de geadviseerde dosering in de planten, die nog niet aangetast waren door *Phytophthora*, geen groeivertraging zien door het middel zelf.

Dit onderzoek is aangevraagd en begeleid door LTO Glaskracht Nederland en gefinancierd door Productschap Tuinbouw.

## 1 INLEIDING

Er zijn de laatste jaren bij diverse paprikabedrijven problemen geweest met het wegvallen van planten door *Phytophthora capsici*. In sommige gevallen moest zelfs vroegtijdig het hele gewas geruimd worden. Deze waterschimmel (oomyceet) komt in de Nederlandse glastuinbouw alleen in paprika en peper voor. *Phytophthora capsici* infecteert de planten voornamelijk via de wortels. Als deze schimmel gaat groeien in de wortels, kan ook de basis en de stengel van de plant geïnfecteerd raken.

Aantastingen uit zich in eerste instantie in een bruinverkleuring van de wortels en bruinverkleuring van het merg in de stengel. De planten kunnen vervolgens plotseling slap gaan. Uiteindelijk gaan alle aangetaste planten dood. Heel jonge planten gaan binnen een week na infectie slap, bij oudere planten kan het zes tot acht weken duren voordat ze verwelken.

Geïnfecteerde wortels kunnen schimmelsporen loslaten. Met name de zoösporen kunnen zich razendsnel verspreiden in water, omdat ze kunnen zwemmen. Verspreiding van de ziekte in een kas gebeurt dan ook via het watergeefstelsel en niet via de lucht of gewashandelingen. Dat is ook de reden dat bij een gebrekkige ontsmetting van het recirculatiewater de ziekte snel kan toeslaan.

Als planten éénmaal aangetast zijn door *Phytophthora capsici*, kunnen ze niet meer herstellen door het toedienen van de bekende fungiciden. Wel kunnen omliggende planten behandeld worden, zodat voorkomen wordt dat deze aangetast raken. Tevens kan door het meedruppelen van bepaalde fungiciden de verspreiding en het optreden van aantastingen onderdrukt worden. Verspreiding van de sporen door het recirculatiesysteem kan ook onderdrukt worden door een goede ontsmetting van het retourwater middels een efficiënte UV- of hitte-ontsmetter, aangevuld met de toediening van een reinigingsmiddel aan het voedingswater.

In dit verslag wordt de effectiviteit gerapporteerd van acht middelen tegen de infectie van paprikaplanten door *Phytophthora capsici*. Het onderzoek is aangevraagd en begeleid door LTO Glaskracht Nederland. Productschap Tuinbouw financierde het onderzoeksproject.

## 2 MATERIAAL EN METHODEN

### 2.1 Ziek maken van paprikaplanten

Om verschillende middelen te testen tegen *Phytophthora capsici*, is eerst uitgezocht hoe paprikaplanten reproduceerbaar ziek gemaakt kunnen worden bij een gematigde infectiedruk. Dit is belangrijk om de effectiviteit van middelen goed te kunnen beoordelen. In een verkennende proef zijn de optimale condities bepaald om een aantasting van *Phytophthora capsici* op te roepen. Hiertoe zijn sporensuspensies van de schimmel aan de wortels toegevoegd. Na het aanbrengen van de schimmelsporen is gecontroleerd of de infectie aansloeg en wanneer de symptomen optraden.

Vijf isolaten zijn getest om jonge paprikaplanten ziek te maken.

- CBS 128.33
- CBS 111332
- MUCL 43490
- MUCL 52541
- praktijkisolaat GAC (MDI150203356)

## 2.2 Effectiviteit van middelen in kasproef

In overleg met LTO Glaskracht Nederland, de begeleidingscommissie en toelatingshouders van middelen is een selectie gemaakt van acht middelen die in een plantproef getest zijn. Er zijn alleen middelen getest die toegelaten zijn of op korte termijn een redelijke kans hebben op toelating of vrijstelling. Er zijn vier groene middelen en vier chemische middelen uitgekozen.

In een kas van 100 m<sup>2</sup> zijn op goten paprikaplanten (Stayer RZ, geel paprikaras) in steenwol geteeld, zonder recirculatie van het voedingswater (Fig. 1). Per goot is één middel getest. De vier groene middelen zijn preventief toegepast voordat de planten geïnfecteerd werden met *Phytophthora capsici*. De chemische middelen zijn toegepast vanaf het moment dat de eerste symptomen zichtbaar waren. Typische symptomen zijn lesies bij de stengelvoet, aangetaste wortels en verwelking. Op één goot zijn drie herhalingen van 12 planten aangelegd (vier planten per steenwolmat, drie steenwolmatten per herhaling zijn tegen elkaar aangeschoven, plastic is bij contact tussen matten verwijderd, zodat de matten zelf contact maken). Alleen de eerste plant van elke herhaling is kunstmatig besmet door sporen van *Phytophthora capsici* bij de voet van de plant aan te brengen. Eén van de 12 planten is dus kunstmatig besmet, de andere 11 konden besmet raken door verspreiding van *Phytophthora*-sporen via het water in de steenwolmatten. Alle middelen zijn middels een aangietbehandeling toegepast volgens het etiket of op advies van de leveranciers. Deze wijze van toedienen is vergelijkbaar met de toepassing in de praktijk, waarbij de middelen vaak worden meegedruppeld met het voedingswater.

Op één goot is geen *Phytophthora* en geen middel toegepast worden. Dit is de blanco, of negatieve controle. Op een andere goot is alleen *Phytophthora* toegediend en geen middel. Dit is de referentiebehandeling, de positieve controle voor het optreden van symptomen, waarmee de behandelingen met de middelen vergeleken worden. Tevens zijn er randgoten met paprikaplanten meegenomen om randeffecten van de behandelingen zoveel mogelijk uit te sluiten.

Of wortels geïnfecteerd waren, is visueel gecontroleerd en bevestigd met een PCR-assay voor *Phytophthora capsici*. Deze assay had Groen Agro Control een paar jaar geleden ontwikkeld. Symptomen aan de buitenkant van de stengel en het slap gaan van de planten zijn gedurende de proef wekelijks visueel beoordeeld en kwantitatief vastgelegd (bijlage 1; beoordeling symptomen verwelking paprikaplanten). Na afloop van de proef is op het fytopathologisch laboratorium ook de mate van aantasting van de wortels beoordeeld. Tevens is de groei van de planten vastgelegd.

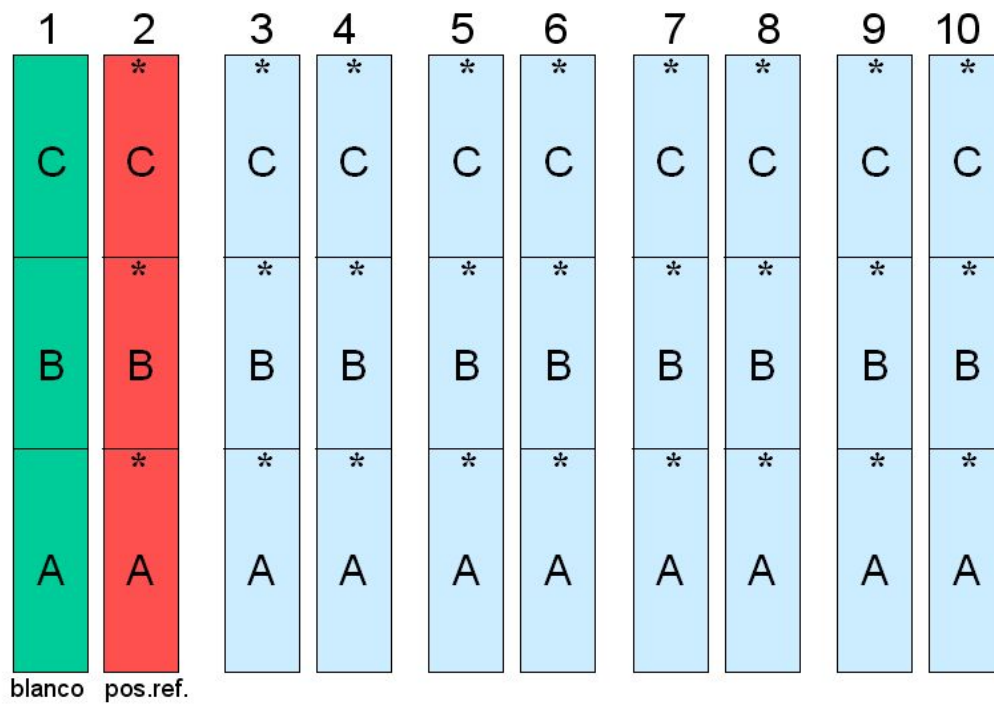
## Tijdspad:

- 28 maart: zaaien
- 22 april: steenwolblokken op steenwolmatten zetten
- 19 mei: inoculatie *Phytophthora capsici*:
- 23 april t/m 1 juni: niet-chemische (groene) middelen toedienen
- 8 juni: alle geïnoculeerde planten slap, op 4 na
- 8 juni: start toediening chemische middelen wekelijks
- 14 augustus: einde proef

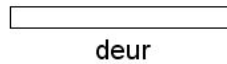


**Figuur 1.** Inrichting kas met teeltgoten, druppelaars en net gepote paprikaplanten. Na de kunstmatige besmetting met *Phytophthora capsici*, zijn de steenwolmatten opgesneden en per herhaling van drie matten tegen elkaar geschoven, zodat *Phytophthora* zich van de ene naar de andere mat kan verplaatsen binnen een herhaling.





\*: 1/12 planten Phy. cap.



**Figuur 2.** Plattegrond kas (100 m<sup>2</sup>) met teeltgoten, behandelingen (nr. 1 t/m 10) in drie herhalingen van 12 planten (A, B, C); \*, eerste van de 12 planten per herhaling die besmet is met *Phytophthora capsici*. Pos. ref.: positieve referentie.

Behandeling nr. 1: negatieve controle

Behandeling nr. 2: positieve referentie;

Behandeling nr. 3 t/m 6: chemische middelen

Behandeling nr. 7 t/m 10: groene middelen.

### 3 RESULTATEN

#### 3.1 Ziek maken van paprikaplanten

Vier isolaten van *Phytophthora capsici* zijn besteld bij collecties van een Nederlandse en een Belgische databank. Deze vier hebben de volgende isolaatnummers: CBS 128.33, CBS 111332, MUCL 43490 en MUCL 52541. Deze zijn opgekweekt op agarplaten. Vervolgens is hier een sporensuspensie van gemaakt en toegediend aan jonge paprikaplantjes op steenwol. Deze isolaten lieten geen verwelking van de planten zien (Fig. 3).



**Figuur 3.** Paprikaplanten die niet ziek zijn geworden na inoculatie met vier isolaten van *Phytophthora capsici* die afkomstig zijn uit de collecties van de databanken CBS (Nederland) en MUCL (België).

In februari 2015 heeft Groen Agro Control uit een praktijkmonster van een paprikateler *Phytophthora capsici* geïsoleerd (monsternr. MDI150203356). Na opkweek en besmetting van jonge paprikaplantjes liet dit isolaat wel symptomen zien. Binnen één week gingen de eerste bladeren verwelken. Een week later was de hele plant verwelkt. Tevens waren ook de wortels en stengel bruinverkleurd (Fig. 4). Met dit isolaat zijn de planten in de kasproef besmet.



**Figuur 4.** Paprikaplanten die ziek zijn geworden na inoculatie met het isolaat van *Phytophthora capsici* uit de praktijk. Dit isolaat is geïsoleerd door Groen Agro Control. De bovenste twee foto's laten plantjes zien die slap zijn gegaan. Na het doorsnijden van de voet van de plant is een duidelijke bruinverkleuring van de stengelbasis en wortels te zien, hetgeen een typische aantasting is die veroorzaakt is door *Phytophthora capsici*.

### 3.2 Effectiviteit van middelen in kasproef

Op 22 april zijn jonge paprikaplantjes geplant, vier weken na zaaien. Van 23 april tot en met 1 juni zijn de vier groene middelen wekelijks preventief toegediend. Op 19 mei is de eerste plant van elke herhaling van 12 planten (3 maal per behandeling) geïnoculeerd met een sporensuspensie van *Phytophthora capsici*. Op 26 mei, één week na inoculatie, gingen de eerste geïnoculeerde planten al slap. Op 8 juni waren alle geïnoculeerde planten verwelkt op vier na. Op deze dag is gestart met de toediening van de chemische middelen. Deze toediening is wekelijks herhaald tot het einde van de kasproef. Op 15 juni, vier weken na de inoculatie met *Phytophthora*, was goed te zien dat de eerste plant van elk blok van 12 planten slap is gegaan (Fig. 5). Op 7 augustus, 11 weken na inoculatie, is in een aantal behandelingen meer dan de helft van de planten volledig verwelkt (Fig. 6), terwijl in andere behandelingen maar één of twee planten verwelkt zijn (Fig. 7).

De blanco behandeling, waarin geen *Phytophthora* en geen middel is toegediend, is tot het eind van de proef (14 augustus) vrij gebleven van aantasting. De typische symptomen van *Phytophthora capsici*, zoals verwelking, bruinverkleuring van wortels en stengel, zijn gedurende de gehele proef niet waargenomen in de blanco behandeling (Fig 8, nr. 1). Dit is een bevestiging dat *Phytophthora capsici* alleen via het water verspreid wordt. Anders had je via de lucht ook besmetting in de blanco behandeling verwacht.

Van de positieve referentie, wel *Phytophthora* en geen middel, was bij twee herhalingen de geïnoculeerde plant na vier weken volledig verwelkt, terwijl bij één herhaling de geïnoculeerde plant nog niet verwelkt was. Deze begon pas een week later te verwelken (Fig 8, nr. 2) .

De behandelingen met de groene middelen (behandeling nr. 7 t/m 10) lieten geen remming zien van het optreden van verwelking en het bruin worden van de stengels, ten opzichte van de positieve referentie (Fig. 8, nr. 2, 7 t/m 10; Grafiek 1 en 2).

Van de chemische middelen, kwamen behandeling nr. 5 en 6 er het beste uit. Bij deze twee behandelingen was alleen de geïnoculeerde plant aangetast en in sommige gevallen ook de plant die daarnaast stond (Fig. 8, nr. 5 en 6; Grafiek 1). Deze behandelingen gaven een duidelijk remmend effect op de verspreiding van de symptomen van *Phytophthora capsici*. Behandeling nr. 3 en 4 gaven geen significant remmend effect (Fig. 8, nr. 3 en 4; Grafiek 1 en 2).

### Het verwelken van de eerste planten



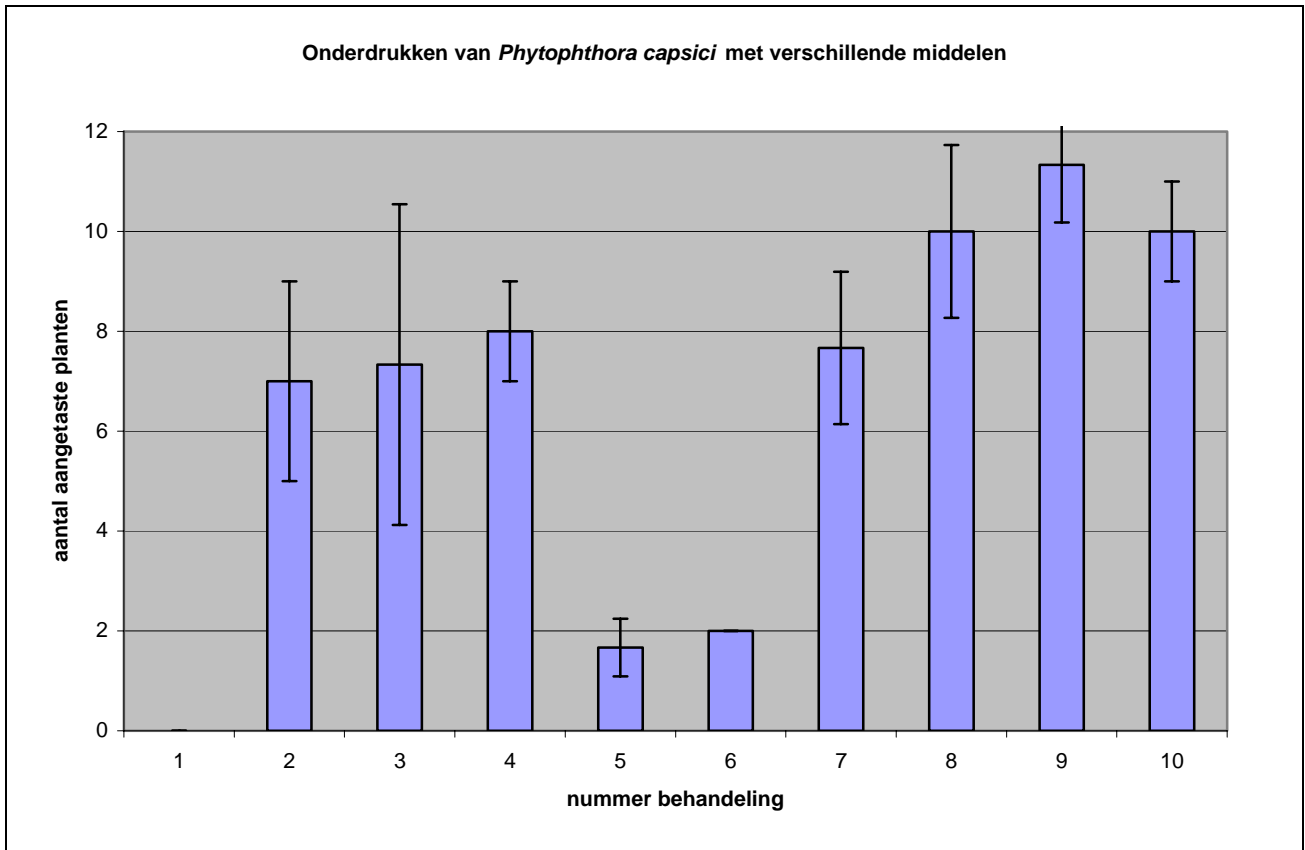
**Figuur 5.** Paprikaplanten die geïnoculeerd zijn met *Phytophthora capsici* en als eerste slap zijn gegaan in de herhalingen van 12 planten, 15 juni 2015.



**Figuur 6.** Een behandeling met een middel waarbij de meeste paprikaplanten verwelkt zijn op 7 augustus 2015, 11 weken na inoculatie van de wortels met *Phytophthora capsici*.



**Figuur 7.** Een behandeling met een middel waarbij slechts één plant van de twaalf paprikaplanten verwelkt is, de voorste, op 7 augustus 2015, 11 weken na inoculatie van de wortels met *Phytophthora capsici*.



**Grafiek 1.** Het onderdrukken van het optreden van aangetaste planten door verschillende middelen. Het gemiddelde van het aantal bovengronds aangetaste planten, op het eind van de proef over drie herhalingen van 12 planten, is uitgezet tegen de 10 behandelingen:

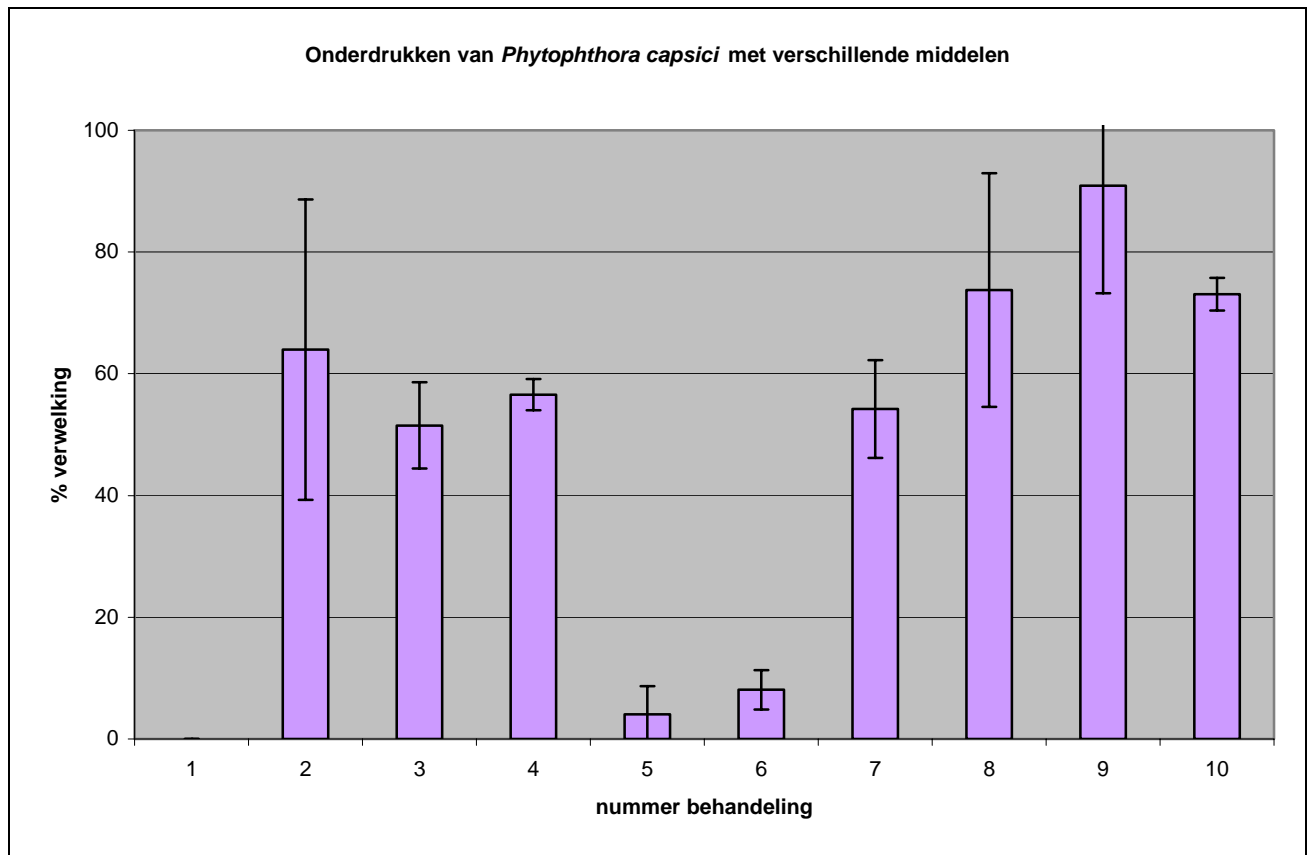
Behandeling nr. 1: blanco (geen *Phytophthora*, geen middel)

Behandeling nr. 2: positieve referentie (wel *Phytophthora*, geen middel)

Behandeling nr. 3 t/m 6: chemische middelen

Behandeling nr. 7 t/m 10: groene middelen

Kolommen: gemiddelde aantal aangetaste planten van drie herhalingen (zowel licht als sterk verwelkte planten). Foutbalk: +/- standaarddeviatie van het gemiddelde van drie herhalingen.



**Grafiek 2.** Het onderdrukken van verwelking door verschillende middelen. Het gemiddelde van het percentage verwelking, op het eind van de proef over de 11 planten naast de geïnoculeerde plant, is uitgezet tegen de 10 behandelingen:

Behandeling nr. 1: blanco (geen *Phytophthora*, geen middel)

Behandeling nr. 2: positieve referentie (wel *Phytophthora*, geen middel)

Behandeling nr. 3 t/m 6: chemische middelen

Behandeling nr. 7 t/m 10: groene middelen

Kolommen: gemiddelde percentage verwelking van drie herhalingen (100% is volledig verwelkt).

Verwelking betreft de gehele plant.

Foutbalk: +/- standaarddeviatie van het gemiddelde van drie herhalingen.



Nr. 1



Nr. 2



Nr. 3



Nr. 4



Nr. 5



Nr. 6



Nr. 7



Nr. 8



Nr. 9



Nr. 10



**Figuur 8.** Behandeling nr. 1 t/m 10 op het eind van de proef (14 augustus).

Behandeling nr. 1: blanco (geen *Phytophthora*, geen middel)

Behandeling nr. 2: positieve referentie (wel *Phytophthora*, geen middel)

Behandeling nr. 3 t/m 6: chemische middelen

Behandeling nr. 7 t/m 10: groene middelen

Op het einde van de proef zijn tevens de wortels beoordeeld. De resultaten hiervan staan weergegeven in Tabel 1. Alle planten van de blanco herhalingen lieten gezonde wortels zien, waarin helemaal geen aantasting te bekennen was. In de positieve referentie lieten de meeste planten zeer slechte wortels zien. Het merendeel van de planten was ook gestorven. Bij drie van de vier groene middelen lieten evenveel of zelfs meer planten slechte wortels zien of waren de planten dood. Van behandeling nr. 7, ook een groen middel, waren er een paar planten bij die goede wortels of middelmatige wortels lieten zien. Deze behandeling heeft een licht remmend effect op de aantasting van de wortels. Van de chemische middelen geven behandeling nr. 5 en 6 de beste remming van de aantasting. De meeste planten laten hier goede of middelmatige wortels zien. Behandeling nr. 3 en 4 resulteerden in een lichte verbetering van de wortels ten opzichte van de positieve referentie (Tabel 1).

Gedurende de gehele proef lieten de planten, die niet verwelkt waren, geen groeivertraging zien. Dit was het geval bij alle behandelingen. Tevens waren er geen andere fytotoxische effecten aangetoond. Alle toegepaste middelen, gedoseerd volgens het advies van de toelatingshouders, veroorzaakten zelf dus geen negatieve effecten op de paprikaplanten.

**Tabel 1.** Visuele beoordeling van de wortels op het eind van de proef (14 augustus, 12 weken na de inoculatie met *Phytophthora capsici*). Elke herhaling van een behandeling bestaat uit 12 planten. blanco, geen *Phytophthora* en geen middel; pos. ref., wel *Phytophthora* en geen middel; pl, planten.

Behandeling Nr.	Herhaling	# pl. met goede wortels	# pl. met middelmatige wortels	# pl. met slechte wortels	# pl. met zeer slechte wortels	# dode planten
1, blanco	A	12				
	B	12				
	C	12				
2, pos. ref.	A			4	4	4
	B				3	9
	C				3	9
3, chemisch	A			2	2	8
	B		3	3	1	5
	C		2	3	1	6
4, chemisch	A			2	2	8
	B		3		1	8
	C			4		8
5, chemisch	A	9	1			1
	B	7	1	2	1	1
	C	7	3			2
6, chemisch	A	9	1			2
	B	7	3			2
	C	7	3			2
7, groen	A	2	1		1	8
	B	2	1	2	2	5
	C			3	1	8
8, groen	A			3	1	8
	B					12
	C			1	2	9
9, groen	A				2	10
	B					12
	C					12
10, groen	A			1	2	9
	B				3	9
	C			1		11

## 4 DISCUSSIE

In dit onderzoek is het gelukt om paprikaplanten reproduceerbaar ziek te maken door ze kunstmatig te besmetten met een isolaat van *Phytophthora capsici* uit de praktijk. De isolaten uit de collecties van twee databanken lieten echter geen aantasting zien. Mogelijk is de virulentie (eigenschap om planten ziek te maken) van deze isolaten verloren gegaan tijdens het doorkweken en/of opslag bij de databanken.

Met het praktijkisolaat zijn van elke herhaling in de verschillende behandelingen één van de twaalf planten per herhaling kunstmatig besmet, op de negatieve controle na. Het optreden van verwelking gebeurde niet overal op hetzelfde tijdstip. Dit is ook de reden dat er in de positieve referentie de standaarddeviatie redelijk groot is. Na het verwelken van de eerste plant gingen de planten die ernaast stonden, één voor één slap. Hierdoor was een duidelijke gradiënt van verwelking te zien in alle behandelingen waarin kunstmatig besmet was met *Phytophthora*. Door de gradiënten te vergelijken was het duidelijk dat er twee middelen een goede remming lieten zien van de verspreiding van *Phytophthora* door de steenwolmatten. Dit zijn de chemische middelen die toegepast zijn in behandeling nr.5 en 6.

In de kasproef is gestart met de toepassing van chemisch middelen, nadat de meeste kunstmatig besmette planten duidelijk aangetast waren. Tevens zijn de aangetaste planten in de proef blijven staan. In de praktijk zou je meer effect van de bestrijding verwachten, omdat dan gelijk bij het optreden van de eerste aantasting, de aangetaste planten direct verwijderd worden. In deze proef is niet gerecirculeerd. Er is dus alleen naar de verspreiding van aangetaste plant naar niet aangetaste plant gekeken en derhalve niet naar verspreiding via recirculatie. Dit veroorzaakt een geleidelijke verspreiding van de aantasting op de goot, hetgeen ook duidelijk in de proef zichtbaar was. Bij verspreiding via retourwater zou je verwachten dat de aantasting over meerdere planten gelijk optreedt, hetgeen vaak in de praktijk het geval is als het retourwater niet ontsmet wordt.

## 5 CONCLUSIES

- o Met een praktijkisolaat van *Phytophthora capsici* konden paprikaplanten reproduceerbaar ziek gemaakt worden.
- o Twee chemische middelen laten een duidelijke remming zien van de verspreiding van *Phytophthora capsici* in steenwolmatten.

## BIJLAGE 1. Beoordeling symptomen verwelking paprikaplanten.

Stadia 1-10 voor verwelking:

- Stadium 1: niet verwelkt.
- Stadium 5: half verwelkt.
- Stadium 10: helemaal verwelkt.

Stadium 1. Plant niet slap.



Stadium 2. In kop, eerste blaadjes slap.



Stadium 3/4. Bovenste deel van plant slap.



Stadium 5. Hele plant slap.



Stadium 6/7. Plant helemaal slap.



Stadium 8. Hele plant slap en droogt uit.



Stadium 9. Plant slap en groot deel uitgedroogd.



Stadium 10. Plant volledig verdroogd.

