

Waterontsmettingsbehandelingen in de hydroteelt sla om *Phytophthora cryptogea* onder controle te houden

Waterbehandeling met Aguapure of koeling verbetert sla na infectie *Phytophthora*

1 INLEIDING

De laatste jaren kennen we vooral droge en warme zomers. Door de lage waterstand trekken hydrobedrijven vaker water onderaan de vijver en ondervinden problemen door snelle groei van pathogenen. Bij gebruik van warm irrigatiewater met een meer anaeroob milieu, gedijen organismen beter en neemt de biofilm in de leidingen toe. Onderzoek leert dat kennis van de ontwikkeling van de schimmel in het teeltsysteem de basis vormt om vervolgens succesvol naar oplossingen te zoeken. Zo blijkt een systeemontsmetting aangewezen wanneer de sporendruk van *P. cryptogea* hoog is.

In de zomer van 2022 zijn er op PSKW twee opeenvolgende proeven aangelegd waarbij vier verschillende waterbehandelingen zijn vergeleken met een onbehandelde toepassing. Dit in een serre met een mobielegotensysteem (MGS) bestaande uit drie afdelingen met hetzelfde klimaat en elk hun eigen watercircuit. In alle afdelingen gaat het drainwater eerst doorheen een snelle zandfilter en een actievekoolfilter, waarna dan het voedingswater nog eventueel een extra waterbehandeling kreeg.

In proef 1 vergelijken we gekoeld voedingswater van de kleine planten ($\pm 18^{\circ}\text{C}$) met het injecteren van chloorgas (via Aguapure) in het voedingswater en met een onbehandelde afdeling. Daaropvolgend startte proef 2 waarin het water afwisselend gekoeld werd tussen de kleine planten unit en de grote planten unit. In de andere afdeling werd Ocion PX 10 getest. Deze twee waterbehandelingen werden ook vergeleken met een onbehandelde afdeling.

2 PROEFOPZET

Inficeren van het systeem

Het inficeren van de drie afdelingen gebeurde kunstmatig met natuurlijk plantmateriaal. Planten, die na analyse bleken *P. cryptogea* te bevatten, werden aan de inlaat van de goot geplaatst om de verspreiding in de afdeling te stimuleren. Daarnaast creëren we in de serre stress om de groei van deze schimmel te bevorderen. Door het voedingswater te verwarmen tot 25°C , het schermdoek niet te gebruiken, de ramen aan de windzijde bleven dicht en aan de luwzijde meer te knippen. Kraanvak 2 werd twee keer droog gelegd, meer gietbeurten gedurende dag en nacht, de serre werd niet afgewit en de actieve koolfilter werd voor de start van de proeven niet gebruikt om de groei van *P. cryptogea* te promoten.

Geteste producten/ behandelingen

Testen van verschillende waterbehandelingen bij matige infectie van *P. cryptogea*:

- **Proef 1:**
 - 1) Gekoeld voedingswater van kleine planten
 - 2) Augapure
- **Proef 2:**
 - 3) Gekoeld voedingswater afwisselend kleine en grote planten
 - 4) Ocion PX10

Teeltverloop Proef 1

Proeflocatie	Proefstation voor de Groenteteelt Sint-Katelijne-Waver – Afdeling 28, 29 en 30 MGS teeltnr. 130, 131, 132 en 133
Proefplan	4 opeenvolgende zaaiingen
Variëteit	Fairly (Enza Zaden)
Zaaidatum	25 mei 2022 (nr. 130)
Datum op tray	02 juni 2022 (nr. 130)
Oogstdatum	27 juli 2022 (herhaling 1) 1 augustus 2022 (herhaling 2) 2 augustus 2022 (herhaling 3) 10 augustus 2022 (herhaling 4)

<u>Kropsla</u>	<u>Zaadhuis</u>	<u>Resistentie HR</u>
Fairly	Enza Zaden	Bl:29-34,36EU; Nr:0; TBSV

Uit de literatuur blijkt dat *P. cryptogea* optimaal groeit bij 25-26°C en bij deze temperatuur zeer veel zoösporen vrijstelt in het water. Daarom werd het koelen van het water op 18°C getest als een fysische, niet-chemische manier om *P. cryptogea* onder controle te houden. Door te telen op koeler water ondervinden de planten ook minder stress tijdens een hittegolf: de worteltemperatuur blijft lager. In de 'afdeling koeling (KP)' werd het voedingswater van de kleine planten zo goed als mogelijk constant gehouden op 18°C. Het water in de koelinstallatie zelf was begrensd op 15-17°C. Een constante flow van het voedingswater doorheen de koelinstallatie, zowel overdag als 's nachts, zorgde voor minimale temperatuurschommelingen.



Foto 1: Koelinstallatie

In de 'afdeling Agupure' zorgde het Agupure Industry toestel van het bedrijf Aguabel voor het ontsmetten van het voedingswater via de membraan-cel-elektrolyse-techniek. Tijdens het elektrolyseproces wordt een zuiver geraffineerd zout gebruikt waarbij een desinfecterend gas wordt geproduceerd aan de anode zijde van de cel. Dit gas wordt door onderdruk via een injector meegezogen en geïnjecteerd in het voedingswater. De gevormde radicalen zorgen voor afdoding van de schimmel en/of zoösporen. De concentratie toegevoegd desinfecterend gas werd begrensd op 0,1 ppm Cl₂. Uit voorgaande proeven weten we dat een te hoge concentratie van het chloorgas in het voedingswater fytotox veroorzaakt aan de wortels waardoor de wortels bruin verkleuren en de wortels niet meer groeien (zie foto 3).



Foto 2: Aguapurel opstelling



Foto 3: Toxisch effect van chloorgas op de wortels van de sla

Teeltverloop Proef 2

Proeflocatie	Proefstation voor de Groenteteelt Sint-Katelijne-Waver – Afdeling 28, 29 en 30 MGS teeltnr. 139, 140 en 141
Proefplan	3 opeenvolgende zaaingen
Variëteit	Fairly (Enza Zaden)
Zaaidatum	27 juli 2022 (nr.139)
Datum op tray	04 augustus 2022 (nr. 139)
Oogstdatum	12 september 2022 (herhaling 1) 26 september 2022 (herhaling 2) 28 september 2022 (Herhaling 3)

<u>Kropsla</u>	<u>Zaadhuis</u>	<u>Resistentie HR</u>
Fairly	Enza Zaden	Bl:29-34,36EU; Nr:0; TBSV

In de tweede proef testten we het koelen van het water op een andere manier uit. De koelinstallatie draaide afwisselend (tekens drie uur) op het voedingswatercircuit van de kleine en het circuit van de grote planten. In de afdeling 'Ocion' werd Ocion PX 10 getest. Ocion PX 10 is een biocide van productsoort 2, een kopersulfaat met algicidewerking. Wekelijks werd Ocion PX 10 in zowel de propere voorraadput als de drainputten van de kleine en de grote planten toegevoegd aan een concentratie van 1,5 ppm Cu. In de praktijk zou Ocion PX 10 idealiter aan het grote waterbassin moeten worden toegevoegd, zodat we met proper algenvrij water kunnen starten in de serre.

De beoordeling

De planten werden gescoord op rand, wortelgezondheid en wortelontwikkeling en daarnaast werd het kropgewicht mee genomen. Bij elke zaaiing werden telkens 16 planten op deze vier paramaters aan inlaat, midden en uitlaat beoordeeld, dit voor het ras Fairly (een gevoelig ras voor *P. cryptogea*). Voor rand werd een score gegeven op de hoeveelheid bruine puntjes aanwezig bovenaan de krop. Indien er geen rand aanwezig is krijgt dit score 9, indien de krop helemaal verwelkt en dus ook helemaal bruin zag kreeg dit score 1. Bij wortelgezondheid was: score 1 = volledig rotte wortels en 9 = spierwitte gezonde wortels. Bij wortelontwikkeling was: score 1 = amper of geen wortels en 9 = een grote hoeveelheid wortels aan de kluit. Het gewicht werd per krop apart gewogen. Het kropgewicht bleek de beste indicator te zijn voor de werking van de behandelingen.

3 RESULTATEN

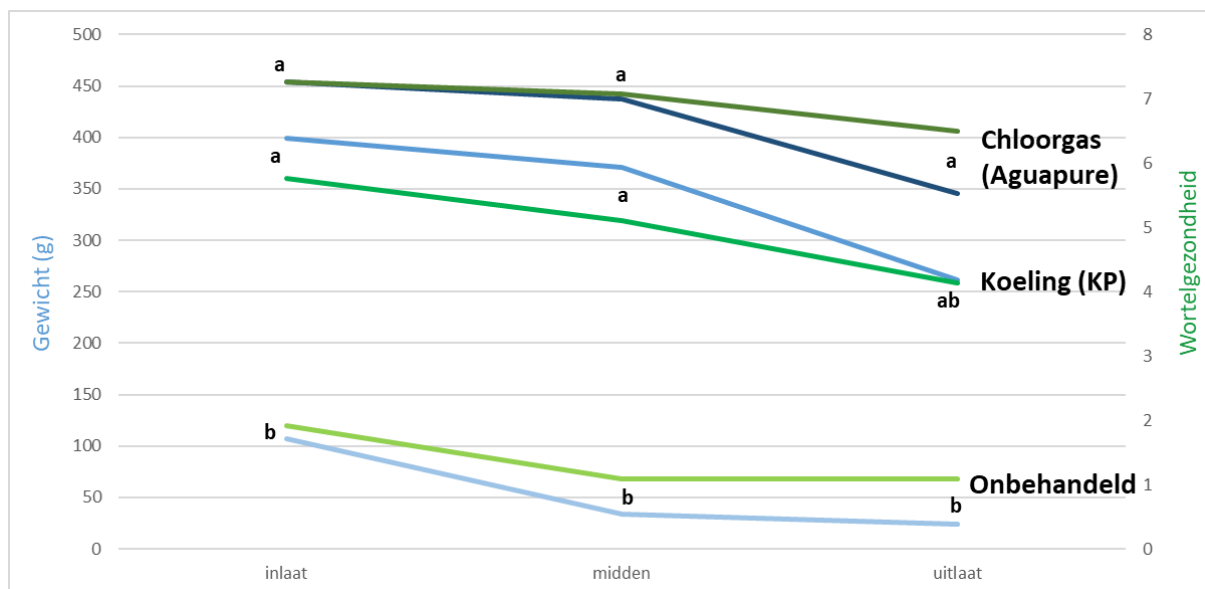
3.1 PROEF 1

Op het einde van de proef lagen de kropgewichten het hoogst in de 'afdeling Aguapure', gevolgd door de 'afdeling koeling (KP)'. In de onbehandelde afdeling waren de gewichten duidelijk lager. De kroppen scoorden er ook slechter op de parameters wortelgezondheid, wortelhoeveelheid en rand.

Daarnaast zien we dat voor de drie afdelingen de gewichten en de score op wortelgezondheid aan de inlaat van de goot hoger liggen dan aan de uitlaat van de goot. Dit zijn typische symptomen bij infectie van *P. cryptogea*. Bij koeling zijn de temperaturen van het voedingswater aan de inlaat van de goot ook lager dan aan de uitlaat. De temperatuur van het water stijgt doorheen de goot door hogere kasttemperatuur. Metingen toonden wel aan dat op het einde van de goot de temperatuur nog steeds lager was dan aan de uitlaat van de onbehandelde afdeling, maar niet zo uitgesproken als aan de inlaat van de goot.

Tabel 1: beoordelingsresultaten van Fairly (Enza Zaden) van de verschillende ontsmettingstechnieken

		Gewicht	Wortelgezondheid	Wortelhoeveelheid	Rand
Koeling (KP)	Inlaat	399,7 ab	5,76 ab	5,82 ab	8,06 a
	Midden	370,6 ab	5,1 ab	4,92 abc	7,43 a
	Uitlaat	261 b	4,13 bc	4,19 bcd	5,35 b
Onbehandeld	Inlaat	107,1 c	1,92 cd	3,09 cde	3,16 c
	Midden	34,1 c	1,08 d	1,84 de	1,39 cd
	Uitlaat	23,9 c	1,08 d	1,63 e	1,14 d
Chloorgas (Aguabel)	Inlaat	454 a	7,27 a	7,29 a	8,64 a
	Midden	437 a	7,07 a	7,06 a	8,23 a
	Uitlaat	345,6 ab	6,49 ab	6,5 ab	6,91 ab

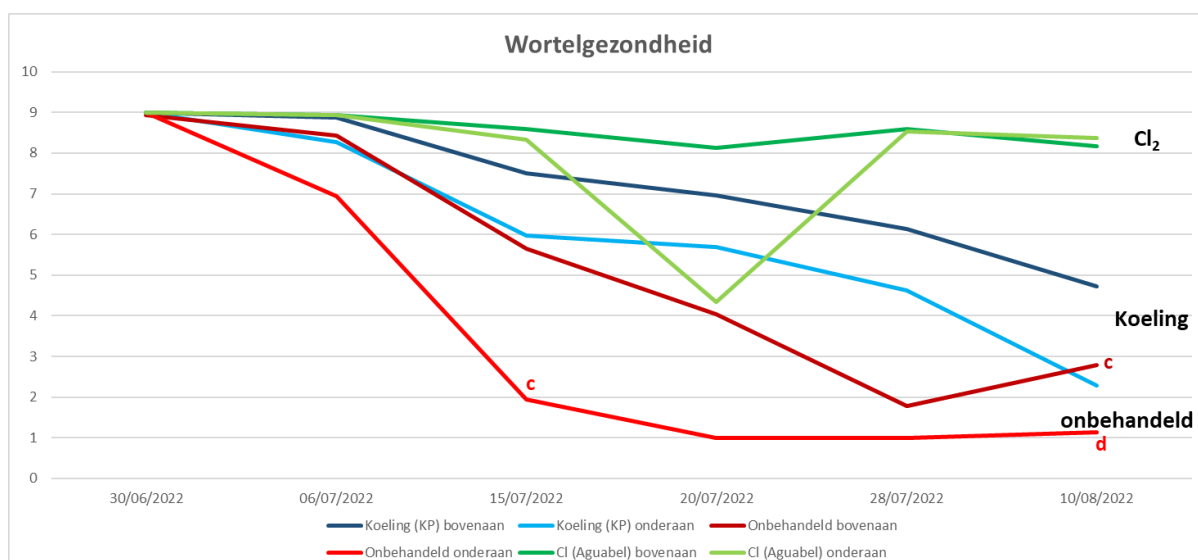


Figuur 1: Verschil in gewichten en wortelgezondheid tussen de verschillende waterbehandelingen voor inlaat, midden en uitlaat van de goot

Naast de beoordeling tijdens het oogsten is de wortelhoeveelheid en wortelgezondheid van acht planten wekelijks opgevolgd aan zowel inlaat en uitlaat goot gedurende de hele teelt van een zaaiing (figuur 2).

Na het planten in de goot starten we met een gelijke score voor de verschillende waterbehandelingen, eerder laag aangezien de kleine planten niet veel wortels hebben.

Na twee weken had de 'afdeling Aguapure' al significant gezondere wortels (Figuur 3). En deze trend trok zich door naar het einde van de teelt. Voor de 'afdeling koeling (KP)' hebben we voor wortelgezondheid op het einde van de teelt ook significant betere wortels vergeleken met de onbehandelde afdeling. In de 'afdeling koeling (KP)' liep de wortelgezondheid in de laatste week van de proef sterker terug. Door de hittegolf in die periode liep de temperatuur van het voedingswater sneller op. Daardoor werd de schimmelpopulatie minder gereduceerd en kende het gewas ook veel stress, met als gevolg meer aantasting. Bij de 'afdeling Aguapure' zagen we deze daling nauwelijks omdat de chloorgas de ziektedruk in het water verlaagt, onafhankelijk van de temperatuur.



Figuur 2: Evolutie van de wortelgezondheid gedurende de gehele teelt van een zaaiing

Stalen van het voedingswater gedurende de teelt gaven aan dat er zich chloorionen opstapelden in het voedingswater van de 'afdeling Aguapure'. Bij de start van de proef was er 0,7 mmol/l chloor (Cl⁻) in het voedingswater. Drie weken later was de hoeveelheid opgelopen tot 1,9 mmol/l. Op het einde van de proef (twee maanden na start) hadden we een concentratie van 2,6 mmol/l. Deze concentratie gaf geen fytoxische problemen, maar we stellen ons de vraag wat de waarde zou zijn na zes maanden gebruik en wat dan het effect is op de plant.

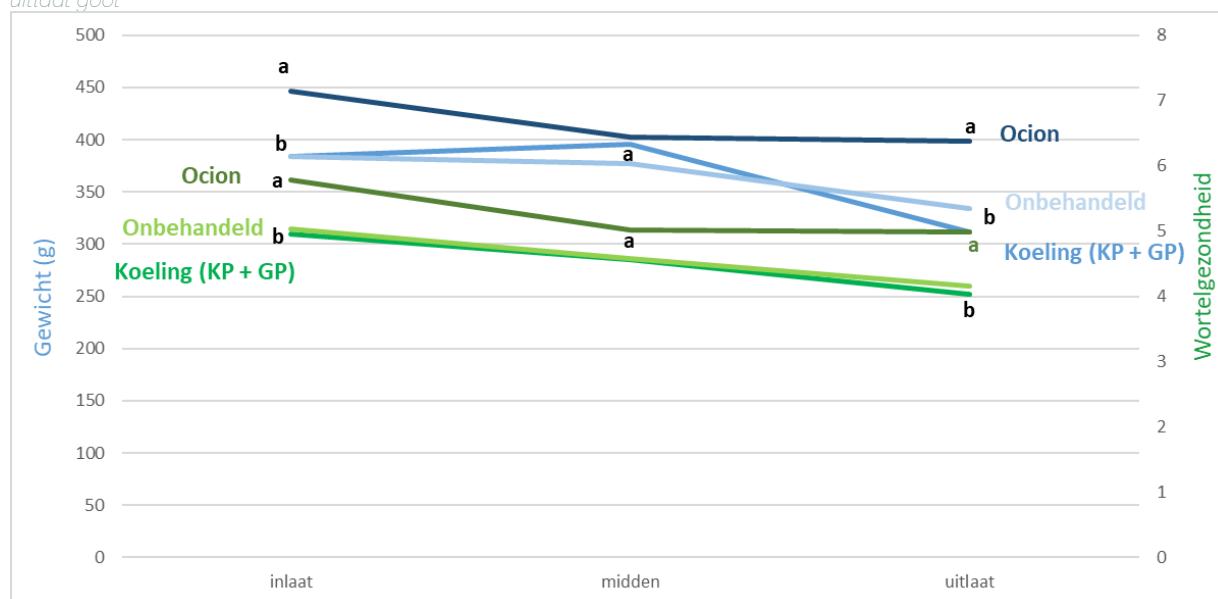
3.1 PROEF 2

Drie opeenvolgende zaaiingen van Fairly werden beoordeeld op wortelhoeveelheid en -gezondheid, rand en kropgewicht. In de 'afdeling Ocion PX 10' lagen de kropgewichten significant hoger dan in de onbehandelde afdeling. Tussen de 'afdeling koeling (KP + GP)' en de onbehandelde afdeling was er geen verschil. Deze trend zagen we ook voor de score op wortelgezondheid en -hoeveelheid. Voor rand hebben we geen verschillen waargenomen tussen de drie afdelingen. Bij de drie behandelingen nam het kropgewicht af naarmate we meer naar de uitlaat van de goot gingen. Hetzelfde zagen we voor de wortelgezondheid en wortelhoeveelheid.

Tabel 2: beoordelingsresultaten van Fairly (Enza) van de verschillende ontsmettingstechnieken

		Gewicht	Wortelgezondheid	Wortelhoeveelheid	Rand
Koeling (KP + GP)	Inlaat	384,1 b	4,95 b	4,81 bc	8,94 a
	Midden	396 b	4,56 bc	4,5 cd	8,94 a
	Uitlaat	311,9 c	4,03 d	3,97 e	8,48 c
Onbehandeld	Inlaat	384,3 b	5,04 b	5,12 b	8,89 ab
	Midden	376,8 b	4,58 bc	4,58 c	8,71 abc
	Uitlaat	334,3 c	4,16 cd	4,09 de	8,55 bc
Ocion	Inlaat	446,9 a	5,78 a	5,7 a	8,83 abc
	Midden	402,4 b	5,02 b	4,93 bc	8,69 abc
	Uitlaat	398,2 b	4,98 b	4,78 bc	8,51 c

Figuur 3: Verschil in gewichten en wortelgezondheid tussen de verschillende ontsmettingstechnieken aan inlaat, midden en uitlaat goot



In elke afdeling werd het voedingswater tweewekelijks geanalyseerd. In de 'afdeling Ocion PX 10' steeg de hoeveelheid koper in het water, van 2,5 $\mu\text{mol/l}$ bij de start van de proef naar 67,2 $\mu\text{mol/l}$ drie weken later. Op het einde van de proef (meer dan twee maanden na start) bereikten we een koperconcentratie van 78,6 $\mu\text{mol/l}$, wat een zeer hoge waarde is. Toch was er geen fytotox waar te nemen op de wortels in deze afdeling. En de kroppen bevatten geen hogere koperconcentratie, zo bleek uit een bladanalyse. De koperconcentratie in verse kroppen bedroeg 14,8 ppm, wat ver beneden de maximale toegelaten waarde van 100 ppm is.

4 BESLUIT

Aguapure zorgt voor een goede systeemontsmetting. De drie afdelingen kenden net voor de start van de proef een zeer zware aantasting met volledige wegval van de kroppen. Vanaf de eerste zaaiing aan de start van de proef hadden we in de 'afdeling Aguapure' opnieuw 100% oogstbare kroppen. Het Aguapure Industry toestel zorgt voor een systeemontsmetting met een snelle werking. We hebben bewust een lage gasconcentratie aangehouden om fytotox op de wortels te vermijden. In deze proef waren de wortels niet aangetast door *P. cryptogea*. We hadden mooie, lange, witte wortels. Wanneer Aguapure preventief wordt ingezet kan de concentratie mogelijks nog lager worden ingesteld. Het nadeel van deze ontsmetting blijft nog steeds de ophoping van chloorionen in het voedingswater. Na analyse bleek er wel geen chloraatvorming te zijn.

Het water proper en algenvrij houden met behulp van het biocode Ocion PX 10 kende een positieve werking ten opzicht van de controle. Maar bij het toepassen van dit product moet dan weer rekening worden gehouden met de ophoping van koperionen in het water.

Bij koeling stelt het probleem van opstapeling van ionen zich niet en de techniek heeft ook een positieve werking. Als er maar één koelinstallatie ter beschikking is, raden we aan om alleen het voedingswater van de kleine planten continu te koelen. Zo heeft het voedingswater een constante lagere temperatuur, wat de uitbreiding van de *Phytophthora*-populatie in het water verhindert. Wanneer afwisselend het voedingswater van kleine en grote planten wordt gekoeld, is het effect te klein. In deze proeven werd de koeling pas aangezet als de volledige serre zeer zwaar geïnfecteerd was in combinatie met een zeer gevoelig ras en klimaatomstandigheden om infectie te bevorderen. Dan volstond het niet. Als koeling preventief wordt gebruikt in combinatie met een tolerant ras, blijft de ziektedruk veel beter onder controle. Dit laatste werd reeds bewezen op een bedrijf die de techniek reeds implementeerde. Het verbruik van de koelinstallatie werd gedurende de twee proeven bijgehouden. Voor de periode van 18 juli tot 30 september 2022 verbruikte de koelinstallatie 1.270 kWh elektriciteit.

5 DANKWOORD

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het LA-traject 'HydroPhyt: Alternatieve beheersing van *P. cryptogea* in de hydrocultuur van sla en witloof', met steun van het Agentschap Innoveren & Ondernemen.

T. Dockx, K Michiels & E. Versteven
Proefstation voor de Groenteteelt, Sint-Katelijne-Waver