



**PRAKTIJKONDERZOEK  
PLANT & OMGEVING**

# Ontsmetting van teeltsystemen bij potplanten

Informatiebrochure

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.  
Sector Glastuinbouw  
maart 2003

PPO 571

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 571; € 20,00

Eerste druk maart 2003

Met medewerking van

Jos Wubben  
Jeroen van der Hulst  
Peter Korsten  
Filip van Noort  
René van Paassen  
Peter van Weel

PPO Glastuinbouw

Ario Pijnenburg

DLV Bouw, Milieu en Techniek BV

Teake Dijkstra  
Irma Lukassen  
Helma Verberkt  
Chris Vermeulen

DLV Plant BV



Dit project is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2a  
: 1431 JV, Aalsmeer  
Tel. : 0297 - 35 25 25  
Fax : 0297 - 35 22 70  
E-mail : [infoglastuinbouw@ppo.dlo.nl](mailto:infoglastuinbouw@ppo.dlo.nl)  
Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	7
2 HET GEWAS ALS UITGANGSPUNT .....	9
2.1 Potplanten met daarin voorkomende ziekten .....	9
2.2 Relevante ziekten bij potplanten .....	10
2.2.1 Schimmels .....	10
2.2.2 Bacteriën .....	13
2.2.3 Virussen.....	14
2.2.4 Aaltjes .....	14
3 RECIRCULERENDE TEELTSYSTEMEN BIJ POTPLANTEN .....	15
3.1 Watergeefsystemen .....	15
3.1.1 Onderbevloeiing middels eb en vloed teeltsysteem .....	15
3.1.2 Onderbevloeiing middels bevoeiingsmatten. ....	16
3.1.3 Op de pot middels druppelaars .....	16
3.1.4 Bovendoor middels sproeien.....	16
3.2 Ondergrond.....	17
3.2.1 Materiaalkeuze en vorm .....	17
3.2.2 Vast systeem of containerteelt.....	17
3.3 Andere teeltsystemen / centrale verwerking .....	18
3.4 Leidingnet en opslagtanks .....	18
4 ONTSMETTING VAN WATER .....	19
4.1 Apparatuur .....	19
4.1.1 Verhittingsapparatuur .....	19
4.1.2 UV-ontsmetting .....	20
4.1.3 Langzame zandfiltratie .....	22
4.1.4 Overige methoden .....	22
4.2 Bedrijfseconomische aspecten .....	24
4.2.1 UV-ontsmetting .....	24
4.2.2 Verhitting .....	25
4.3 Conclusies ontsmettingsapparatuur.....	25
5 ONTSMETTING VAN TEELTSYSTEMEN .....	27
5.1 Effectiviteit ontsmettingsmiddelen in onderzoek .....	28
5.2 Effectiviteit ontsmettingsmiddelen in de praktijk .....	29
5.3 De praktijk van reiniging en ontsmetting .....	30
5.3.1 Glasopstanden.....	30
5.3.2 Tafels, Vloeren .....	31
5.3.3 Watergeefstelsysteem.....	32
5.3.4 Accessoires .....	34
6 MET KLEINE AANPASSINGEN EEN OPTIMAAL SYSTEEM BOUWEN.....	35
6.1 Mobiel systeem .....	35
6.2 Betonvloer .....	35
7 ALGEMENE CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN.....	37
CHECKLIST AANPAK ZIEKTEPROBLEEM .....	39

GERAADPLEEGDE LITERATUUR..... 43

# Samenvatting

Verschillende ziekten en plagen kunnen aantasting en schade veroorzaken bij de teelt van potplanten in gesloten teeltsystemen. Met name de schimmels *Fusarium* en *Cylindrocladium* vormen een groot probleem. Afhankelijk van het teeltsysteem wat gebruikt wordt kan aantasting eenvoudig verspreid worden en bestrijding van aantasting is nauwelijks mogelijk. Andere schimmelziekten die in meer of mindere mate over het teeltsysteem kunnen worden verspreid zijn *Pythium* en *Phytophthora* soorten. Ook bacteriën, virussen en aaltjes kunnen met water verspreid worden, of bij teeltwisselingen als besmettingsbron in het teeltsysteem achterblijven. De vatbaarheid van de plant voor een ziekte bepaalt voor een belangrijk deel het risico om schade op te lopen. Behalve het gewas dat geteeld wordt, speelt ook het teeltsysteem een belangrijke rol ten aanzien van de risico's voor verspreiding van aantasting of achterblijven van besmettingsbronnen in het systeem. Eb en vloed systemen worden veelal gekenmerkt door grote hoeveelheden voedingswater welke per rondgang langs meer partijen planten gaan alvorens ontsmetting plaats vindt. Een aantasting kan op deze manier over grote delen van het bedrijf verspreid worden. Bij onderbevloeiing met matten wordt minder water in het systeem rondgebracht maar hier kunnen de bevoeiingsmatten als belangrijke besmettingsbron fungeren. Er is meer risico op plaatselijke verspreiding van aantasting.

Zowel ontsmetting van het recirculatiewater als reiniging en ontsmetting van het gehele teeltsysteem zijn belangrijke maatregelen die genomen kunnen worden om risico en schade door ziekten aanvaardbaar te maken. De eisen die aan de ontsmetting gesteld worden zijn afhankelijk van de ziekten en plagen die in het geteelde gewas optreden. Voor de ontsmetting van recirculatiewater zijn verhitting en UV-ontsmetting goede beproefde methoden. Voor ontsmetting van het teeltsysteem zijn twee stappen noodzakelijk. Allereerst moet het systeem goed gereinigd worden. Dit betekent dat al het organische materiaal verwijderd moet worden. In dit organische materiaal kunnen ziekteverwekkers makkelijk overblijven. Ontsmetting werkt in de meeste gevallen door oxidatie en hoe meer organisch materiaal aanwezig is des te meer ontsmettingsmiddel nodig is voor volledige ontsmetting.

Ontsmetting van het teeltsysteem moet grondig aangepakt worden. Het heeft geen zin om tafels volledig te ontsmetten en vervolgens de voedingsunits en het leidingennet ongemoeid te laten. Het is belangrijk om voor het complete teeltsysteem te bepalen waar de risico's liggen om vervolgens een integrale strategie te bepalen die al deze risico's tot een aanvaardbaar niveau terug brengen. Het is mogelijk om bij de aanleg van een teeltsysteem al rekening te houden met eisen die gesteld kunnen worden om een goede ontsmetting mogelijk te maken. Zorg dat de leidingen toegankelijk zijn voor ontsmetting. Ontwerp teelttafels die bijvoorbeeld door verhitting volledig en automatisch ontsmet kunnen worden. Het is belangrijk om regelmatig bij te houden in hoeverre problemen toe- of afnemen en vast te stellen wat daarvan de mogelijke oorzaken zijn. Hiervoor kan een checklist gebruikt worden welke in deze brochure opgenomen is.



# 1 Inleiding

Teelt van potplanten in Nederland vindt plaats in recirculerende teeltsystemen. Vanaf begin jaren tachtig zijn verschillende systemen ontwikkeld waarbij watergift plaatsvindt door eb en vloed, bevoeiingsmatten, druppelaars of met een regenleiding. Direct na de introductie van recirculerende teeltsystemen werd rekening gehouden met mogelijke verspreiding van ziekteverwekkers. In eerste instantie leken problemen mee te vallen maar met het verloop van de tijd kwamen toch specifieke problemen aan het licht. Aantasting van een enkele plant kan door middel van retourwater overgaan op omringende planten op dezelfde teelttafel of naar planten elders op het bedrijf. Op veel bedrijven wordt jaarrond hetzelfde product geteeld. Teeltwisselingen volgen elkaar snel op en mogelijkheden voor een volledige ontsmetting van het hele teeltsysteem zijn beperkt. Ziekten en plagen die aan het einde van de voorgaande teelt aanwezig waren, kunnen eenvoudig in het nieuwe gewas de kop opsteken. Beheersing van de problemen vraagt veel extra aandacht.

Het is ten eerste heel belangrijk om te voorkomen dat ziekte en plagen op het bedrijf terechtkomen. Ziektevrij plantmateriaal is een vereiste. Daarnaast bestaat ook de mogelijkheid dat een aantasting via bijvoorbeeld bezoekers of materialen zoals veilingkarren, fust enzovoort op het bedrijf terechtkomen. Neem maatregelen om dit te voorkomen. In deze brochure komt dit onderdeel slechts in beperkte mate aan de orde maar het is wel een heel belangrijk onderdeel. In de brochure wordt met name bekeken welke maatregelen u tijdens de teelt en bij teeltwisselingen moet nemen om verspreiding van aantasting te voorkomen.

Risico's voor verspreiding van ziekten in recirculerende systemen verschillen per potplant teeltsysteem maar ook per ziekteverwekker. In een eb en vloed teeltsysteem worden grote hoeveelheden voedingsoplossing door het systeem gepompt en wordt een hoog percentage retourwater gehanteerd. Sporen van de ziekteverwekker die in de potkluit van aangetaste planten gevormd worden, kunnen makkelijk uitspoelen en na verspreiding, aantasting van andere planten veroorzaken. Bij de teelt op bevoeiingsmatten met onderbevoeiing wordt een veel lager percentage retourwater gehanteerd en is het risico voor uitspoelen van de sporen lager. Echter bevoeiingsmatten worden vaak meerdere opeenvolgende teelten gebruikt en indien aantasting in de mat overblijft, kan aantasting van teelt op teelt overgaan. Bij watergift door middel van druppelaars zal eveneens een laag percentage retourwater aangehouden worden. Watergift door middel van druppelaars biedt mogelijkheden om directe verspreiding naar naburige planten te vermijden bijvoorbeeld wanneer in potten geteeld wordt waarbij geen drainwatercontact tussen omringende planten plaatsvindt. Het belangrijkste gevaar voor besmetting ligt bij hergebruik van besmet retourwater.

Eigenschappen van de ziekteverwekker spelen een belangrijke rol als het gaat om risico voor verspreiding. Belangrijk is of op aangetaste planten, schimmelsporen, bacteriën of virusdeeltjes gevormd worden en of deze met het voedingswater kunnen uitspoelen. Bij agressieve ziekteverwekkers kunnen kleine hoeveelheden sporen in de voedingsoplossing al voor aanzienlijke schade zorgen. Voorbeelden van ziekteverwekkers in potplanten welke in recirculerende systemen middels het drainwater verspreid kunnen worden zijn *Cylindrocladium spathiphylli* in Spathiphyllum, *Fusarium oxysporum f.sp. cyclaminis* in Cyclamen en meer recent ook *Fusarium foetens* in Begonia. Ook voet- en wortelrot veroorzaakt door *Pythium* of *Phytophthora* in diverse gewassen kunnen middels retourwater verspreid worden.

Verspreiding binnen een teelttafel kan men voorkomen door intensief ziek zoeken en verdachte planten te verwijderen voordat nieuwe sporen gevormd worden. Verspreiding over het hele teeltsysteem kan voorkomen worden door recirculatiewater te ontsmetten. Voor niet alle ziekteverwekkers is het risico voor verspreiding door middel van het retourwater even belangrijk, maar ontsmetting van het water in combinatie met een goede ontsmetting van het teeltsysteem zal een groot deel van de problemen doen oplossen.

De samenstelling van deze brochure is in gang gezet vanuit verschillende LTO potplanten gewascommissies. Er is de laatste decennia door verschillende onderzoeksinstanties en bedrijven veel

onderzoek gedaan aan de ontsmetting van water en effectieve reiniging en ontsmetting van teeltsystemen. Voor een aantal van de knelpunten die er lagen zijn zeer goede oplossingen ontwikkeld. Denk hierbij met name aan de ontsmetting van retourwater met bijvoorbeeld verhitters of UV-ontsmetters. Reiniging en volledige ontsmetting van het teeltsysteem geven vaak meer problemen. Er zijn effectieve middelen voorhanden maar de situatie ter plaatse laat niet altijd een optimale toepassing van het product toe. Daarnaast is de bereikbaarheid van sommige onderdelen van het teeltsysteem een knelpunt waardoor reiniging en ontsmetting problemen kunnen geven.

In deze brochure willen we uitgaande van het gewas dat op een bedrijf geteeld wordt en het teeltsysteem dat hiervoor gehanteerd wordt, bepalen wat de risico's zijn voor aantasting en verspreiding van ziekten en plagen die in dit gewas op kunnen treden. Vervolgens worden mogelijkheden voor ontsmetting van retourwater beschreven en wordt aangegeven hoe u het teeltsysteem optimaal kunt reinigen en ontsmetten. Hiervoor worden zowel resultaten uit onderzoek als praktijkervaringen als informatiebron gebruikt. Afsluitend worden een aantal eigenschappen genoemd waar een "ideaal" teeltsysteem aan zou kunnen voldoen om een optimale ontsmetting mogelijk te maken. Daarnaast wordt een beknopte checklist beschreven die u regelmatig na zou kunnen lopen om problematiek van ziekten en plagen in kaart te brengen. Deze checklist moet u bewust maken van de ziekten plagen die op het bedrijf voor kunnen komen, het zou informatie moeten opleveren omtrent het risico voor verspreiding van aantasting en het geeft maatregelen en tips om schade te voorkomen.

Het is de bedoeling dat u aan de hand van de informatie die in deze brochure beschreven wordt, eventueel samen met uw bedrijfsadviseur, voor uw eigen situatie kunt bepalen waar de knelpunten liggen en welke maatregelen hiervoor genomen moeten worden om deze beheersbaar te maken. Het is heel belangrijk om hierbij het gehele teeltsysteem te aanschouwen en voor de knelpunten een integraal pakket aan maatregelen op te stellen. Alleen op deze manier verwachten we een effectieve aanpak van de complexe problematiek van ontsmetting van teeltsystemen.



## 2 Het gewas als uitgangspunt

### 2.1 Potplanten met daarin voorkomende ziekten

Het risico voor verspreiding van ziekten in een recirculerend teeltsysteem hangt voor een belangrijk deel af van het gewas dat u teelt en de ziekten die in dit gewas voorkomen. Een aantal schimmels, virussen, aaltjes en bacteriën kunnen zich eenvoudig verspreiden middels recirculatiewater. Vooral de vorm waarin een ziekteverwekker zich van naturen kan verspreiden is hierbij zeer belangrijk. Wanneer bijvoorbeeld een schimmel veel sporen produceert welke eenvoudig door water verspreid kunnen worden, dan bestaat er een groter risico voor verspreiding van aantasting wanneer deze sporen via het recirculatiewater in contact komen met gezonde planten die vatbaar zijn. De ervaring van de laatste jaren laat zien dat bij schimmelziekten vooral problemen met *Fusarium* schimmels, *Phytophthora*, *Pythium* en *Cylindrocladium* optreden in recirculerende teeltsystemen. Virusaantasting kan eveneens met recirculatiewater verspreid worden waarbij een vector een belangrijke rol kan spelen. Voor bacteriën geldt hetzelfde maar in veel gevallen is hier ook sprake van bovengrondse verspreiding van aantasting door middel van spatwater of teelthandelingen. Zowel wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes en wortelnecroseaaltjes leveren problemen op in verschillende recirculerende teelten. In de onderstaande tabellen wordt per gewas een aantal ziekteverwekkers genoemd die met name in de teelt van potplanten problemen kunnen veroorzaken in recirculerende systemen.

Tabel 1. De belangrijkste bloeiende potplanten en de daarin voorkomende ziekten

Gewas	Schimmel						Bacterie		Virus	Aaltjes
	<i>Phytophthora</i>	<i>Pythium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cylindrocladium</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Chalara</i>	<i>Erwinia</i>	<i>Xanthomonas</i>		
Phalaenopsis		+					+		+	+
Kalanchoë	+	+					+			+
Potchrysan	+	+			+		+			+
Potanthurium	+	+						+		+
Spathiphyllum	+	+		+						+
Hydrangea		+								+
Potroos		+		+						+
Begonia	+	+	+					+		+
Saintpaulia	+	+				+	+			+
Poinsettia	+	+				+				+
Azalea	+	+								+
Cyclamen	+	+	+			+	+			+
Bromelia	+		+				+			+
Primula	+	+				+				+
Pelargonium		+						+	+	+

Tabel 2. De belangrijkste groene en bonte potplanten inclusief palmen met de daarin voorkomende ziekten.

Gewas	Schimmel					Bacterie		Aaltje
	<i>Phytophthora</i>	<i>Pythium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cylindrocladium</i>	<i>Chalara</i>	<i>Erwinia</i>	<i>Xanthomonas</i>	
Ficus	+	+						+
Dracaena	+	+						+
Calathea	+	+	+					+
Yucca	+		+			+		+
Schefflera		+			+			+
Beaucarnia		+						+
Nephrolepis								+
Dieffenbachia	+	+	+		+	+		+
Zamioculcas		+						+
Hedera	+	+					+	+
Palmen		+	+	+				+

Per ziekteverwekker worden hieronder specifieke eigenschappen genoemd welke van belang zijn voor verspreiding in recirculerende systemen. Aan de hand van het gewas wat u teelt en de informatie over de ziekteverwekkers welke in deze gewassen voorkomen, kunt u bepalen welke risico's met betrekking tot verspreiding van ziekten en plagen in de teelt en de maatregelen welke verspreiding moeten voorkomen.

## 2.2 Relevante ziekten bij potplanten

### 2.2.1 Schimmels

#### 2.2.1.1 *Phytophthora*

*Phytophthora*-soorten produceren zwersporen (zoösporen) welke met behulp van een zwemstaart in waterig milieu kunnen bewegen. De sporen worden aangetrokken door plantenwortels en kunnen over een kleine afstand actief naar de wortels toe bewegen. In retourwater afkomstig van zieke planten kunnen grote hoeveelheden zoösporen gevonden worden (Thinggaard & Middelboe, 1989). Het is dus zaak om te voorkomen dat water vanuit de ene pot naar de andere kan stromen voordat het ontsmet kan worden. Daarnaast kunnen zoösporen ook in besmette grond voorkomen. Zoösporen zijn gedurende een korte periode actief (4-48 u). Na deze periode verliezen de zoösporen de zwemstaart en vormen ze een dikkere celwand. Deze zogenaamde cysten zijn nog wel infectieus (= in staat om planten te infecteren).

*Phytophthora* soorten zijn agressief. Een kleine hoeveelheid sporen kan al voor aantasting zorgen. In grond kan de schimmel langere tijd overleven doordat er rustsporen gevormd worden in de vorm van oösporen. Deze kunnen ook in bevloeiingsmatten overleven zodat aantasting bij opeenvolgende teelten steeds op dezelfde plaats gevonden wordt. In de teelt van potplanten zijn met name de gewassen *Spathiphyllum*, *Saintpaulia*, *Cyclamen* en *Sinningia* gevoelig, maar de schimmel beperkt zich niet tot deze gewassen. Voorkomen van aantasting kan bereikt worden door niet te nat te telen. Wanneer de grond te lang nat blijft kunnen problemen met *Phytophthora* sneller optreden (oa Wilcox & Mircetich, 1985). Gebruik schone potgrond en ga uit van gezond plantmateriaal. De voedingsoplossing moet ontsmet worden door bijvoorbeeld verhitting of UV-ontsmetting. Het drainwater kan ook door langzame zandfiltratie ontsmet worden, maar deze methode is voor een de meeste andere schimmels minder effectief. Ontsmetting van het teeltsysteem bij teeltwisselingen kan noodzakelijk zijn.



Fig. 1. *Phytophthora* aantasting van Kalanchoë

### 2.2.1.2 *Pythium*

*Pythium*-soorten zijn algemeen voorkomend en ze hebben een brede waardplantenreeks. Ze staan bekend als zwakteparasiet en geven vooral problemen in jong plantmateriaal. Ongunstige teeltomstandigheden zoals wateroverlast of zuurstofgebrek in de potkluit kunnen ertoe leiden dat *Pythium* toeslaat. Voor sommige *Pythium*-soorten spelen de bodemtemperatuur en pH een belangrijke rol (Bolton, 1980). Een bodemtemperatuur boven 25°C en een lage pH spelen *Pythium* in de kaart. *Pythium* tast in eerste instantie de wortels aan en kenmerkend voor deze aantasting is dat de buitenste laag van de bruin verkleurde wortel makkelijk af te stropen is. Net als *Phytophthora* produceren *Pythium* schimmels zwermsporen welke actief bewegen. Verspreiding in waterig milieu is mogelijk (Hoitink ea, 1992) daarom moet de voedingsoplossing ontsmet worden door bijvoorbeeld verhitting of UV-ontsmetting. Het drainwater kan ook door langzame zandfiltratie ontsmet worden maar deze methode is voor een de meeste andere schimmels minder effectief. Ontsmetting van het teeltsysteem bij teeltwisselingen kan noodzakelijk zijn.

### 2.2.1.3 *Fusarium*

*Fusarium* is een hardnekkige vaatschimmel die grote schade kan veroorzaken. Dit was in het verleden vooral bij Cyclamen (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cyclaminis*) het geval en meer recentelijk zijn er grote problemen in de teelt van Begonia (*Fusarium foetens*). De schimmel is soortspecifiek en kan verschillende stadia van de plant aantasten. *Fusarium*-schimmels produceren verschillende sporentypen, micro- en macrosporen en chlamydosporen. Met name de chlamydosporen kunnen in grond en water gedurende vele jaren overleven. Het is dan ook zeer lastig om een teeltsysteem goed te ontsmetten nadat een *Fusarium*-aantasting heeft plaatsgevonden. Bij Cyclamen is slechts een gering aantal sporen nodig om aantasting te geven (Voss & Meier 1990; Rattink, 1990). Schimmelsporen die met het drainwater uit de potkluit spoelen kunnen met het recirculatiewater bij een volgende gietbeurt andere planten besmetten. Ontsmetting van retourwater is belangrijk waarbij UV-ontsmetting en verhitting effectief zijn. Omdat *Fusarium* een

hardnekkige schimmel is, zijn er nauwelijks effectieve middelen beschikbaar voor volledige ontsmetting van het teeltsysteem. Een enkel middel heeft een redelijk werking mits er gedurende een lange tijd ontsmet wordt (Hoofdstuk 5). Een andere mogelijkheid is het teeltsysteem door verhitting (stomen) te ontsmetten.



Fig. 2. Ziektebeeld van *Fusarium foetens* in Begonia

#### **2.2.1.4      *Cylindrocladium***

Voor *Cylindrocladium* geldt in belangrijke mate hetzelfde als voor *Fusarium* ware het niet dat deze schimmel minder hardnekkig lijkt. *Cylindrocladium* is echter geen vaatschimmel. *Cylindrocladium* vormt met name een groot probleem in de teelt van *Spathiphyllum* op bedrijven met eb en vloed teeltsystemen. Schimmelsporen worden op de plantvoet en de wortels van aangetaste planten gevormd en deze kunnen na de watergift uit de pot spoelen. Bovengrondse symptomen zijn bij onderdoor watergeven pas zeer laat zichtbaar waardoor al veel sporen in het systeem terecht kunnen komen. Wanneer het besmette retourwater in aanraking komt met andere planten kunnen deze aangetast worden. Er zijn geen goede bestrijdingsmiddelen voorhanden tegen deze schimmel. Aantasting moet voorkomen worden door reiniging van teelttafels voorafgaande aan de teelt en door ontsmetting van drainwater. Hiervoor is verhitting en UV-ontsmetting geschikt. Ga uit van ziektevrij uitgangsmateriaal en verwijder aangetaste planten om te voorkomen dat sporen het systeem besmetten. Ontsmetting van het teeltsysteem bij teeltwisselingen kan noodzakelijk zijn. Zie hiervoor hoofdstuk 5.

#### **2.2.1.5      *Verticillium***

*Verticillium dahliae* en *Verticillium albo-atrum* zijn beide vaatschimmels met een brede waardplantenreeks. In recirculerende teeltsystemen treden problemen vooral op bij teelt op kunstmatig substraat zoals bijvoorbeeld bij tomaat en gerbera. Er zijn geen directe aanwijzingen voor verspreiding van aantasting via het watergeefstelsel. Problemen in de potplantenteelt veroorzaakt door deze schimmels zijn nauwelijks bekend. Indien problemen toch optreden dan is ontsmetting van het teeltsysteem een van de belangrijkste maatregelen die genomen moet worden. Besmette stekers wordt bij tomaat als de belangrijkste besmettingsbron gezien. Het is dan ook noodzakelijk om deze bij teeltwisselingen te vervangen of te ontsmetten. Naast problemen in recirculerende teeltsystemen komt *Verticillium* met name voor in een aantal grondgebonden teelten zoals Chrysant en sering. Hierbij wordt vooral besmette grond als belangrijkste besmettingsbron gezien.

#### **2.2.1.6      *Chalara***

*Chalara elegans*, beter bekend als *Thielaviopsis basicola*, is een schimmel die over de hele wereld voorkomt. Meer dan 120 plantensoorten van verschillende families kunnen worden aangetast. In de

potplantenteelt zijn Saintpaulia, Cyclamen en Poinsettia gevoelige gewassen. Verder vormt *Chalara* een groot probleem in de opkweek van Petunia en Violen. Aantasting beperkt zich tot de wortels. Wortels worden plaatselijk bruin tot zwart van kleur door afsterving van wortelweefsel. Op deze afstervende wortels worden schimmelsporen gevormd. Deze kunnen door middel van besmette grond, machines en gereedschap of schoenen verspreid worden. In dit geval is vooral de ontsmetting van het teeltsysteem een noodzakelijke maatregel om verspreiding van aantasting bij teeltwisselingen te voorkomen. Omdat deze schimmel zeer veel waardplanten heeft moet u er rekening mee houden dat bij wisseling van teelt de problemen niet direct verdwenen zijn.

## 2.2.2 Bacteriën

### 2.2.2.1 *Erwinia*

*Erwinia* geeft problemen in Cyclamen en Kalanchoë. Verschillende *Erwinia* soorten kunnen in potplanten voorkomen waarbij *E. chrysanthemi* en *E. carotovora* genoemd worden. Bacteriën kunnen via natuurlijke openingen, zoals huidmondjes, en verse wondjes de plant binnendringen. Bacterieaantasting verloopt sneller bij temperaturen boven 25°C en onder vochtige omstandigheden. Bij zware aantasting is verspreiding door middel van recirculatiewater mogelijk, maar dan moeten er wel grote hoeveelheden bacteriën in het recirculatiewater aanwezig zijn. De belangrijkste oorzaak van verspreiding van aantasting is direct contact als gevolg van teelthandelingen en door spatwater bijvoorbeeld wanneer bovendoor water gegeven wordt. Verspreiding van aantasting wordt vooral voorkomen door aangetaste planten direct te verwijderen, door bovendoor water geven te beperken en luchtvochtigheid laag te houden. Ontsmetting van recirculatiewater is mogelijk door verhitting of UV-ontsmetting. Bij teeltwisselingen zijn verschillende ontsmettingsmiddelen geschikt om het systeem te ontsmetten.

### 2.2.2.2 *Xanthomonas*

Wat voor *Erwinia* geldt, gaat voor een belangrijk deel ook op voor *Xanthomonas*. De bacterie dringt de plant binnen via natuurlijke openingen in de bladrand. Verspreiding van aantasting verloopt eenvoudig via waterdruppeltjes en door teelthandelingen. In recirculatiewater van een teelt van Begonia op eb en vloed zijn lage aantallen van *Xanthomonas campestris* aangetoond (Atmatjidou ea, 1991). Bij besmetting van planten met recirculatiewater trad slechts een geringe aantasting op. Verspreiding van aantasting wordt vooral voorkomen door aangetaste planten direct te verwijderen, door bovendoor water geven te beperken en luchtvochtigheid laag te houden. Ontsmetting van recirculatiewater is mogelijk door verhitting of UV-ontsmetting. *Xanthomonas* in anthurium is zeer besmettelijk en in deze teelt worden zeer veel maatregelen genomen om aantasting tot een minimum te beperken.



Fig. 3. Bacterie aantasting in Pelargonium.

### 2.2.3 Virussen

Er zijn een aantal virussen in bloemisterijgewassen die al dan niet met behulp van een vector door middel van recirculatiewater verspreid kunnen worden. Van *Pelargonium* is bekend dat dit gewas gevoelig is voor *Pelargonium*-Geelplekvirus (PLPV) en het *Pelargonium*-bloemkleurbrekingvirus (PFBV). *Phalaenopsis* is gevoelig voor *Cymbidium*-Mozaïekvirus (CyMV) en *Odontoglossum*-kringvlekkenvirus. Deze virussen kunnen mogelijk zonder vector middels recirculatiewater verspreid worden. Als vector van virussen in recirculatiewater kunnen aaltjes of schimmels fungeren. Voor virusontsmetting van recirculatie water is met name UV-ontsmetting en verhitting effectief waarbij wel een hogere dosis straling en verhitting nodig is om voldoende effectief te zijn, wanneer we dit bijvoorbeeld vergelijken met de ontsmetting van schimmels. Wanneer een gewas gevoelig is voor virussen die via water worden verspreid dan moeten hoge eisen aan de drainwaterontsmetting worden gesteld. Zie hiervoor hoofdstuk 4.

### 2.2.4 Aaltjes

Verschillende typen aaltjes worden in bloemisterijgewassen aangetroffen. Het gaat met name om bladaaltjes, wortelnecroseaaltjes, wortellesieaaltjes en wortelknobbelaaltjes. Met name de laatste twee typen kunnen zeer veel verschillende planten aantasten. Algemeen valt de schade in de teelt van potplanten mee. Mogelijk dat de teeltperiode te kort is om bij een laag niveau van besmetting tot schade te komen. Dat er wel sprake kan zijn van groeiremming wordt zichtbaar in Figuur 4 waarbij *Cyclamen* kunstmatig besmet zijn met wortelknobbelaaltjes. Aaltjes kunnen algemeen goed verspreid worden door middel van het recirculatiewater, met besmette gronddeeltjes, door middel van besmette handen en opspattend water. Met name bij meerjarige gewassen kunnen problemen aanzienlijk zijn. Voorkomen van het probleem moet vooral gericht zijn op een start met schoon uitgangsmateriaal en een schoon teeltsysteem. Er is in het verleden onderzoek verricht naar de effectiviteit van de ontsmetting van drainwater met behulp van verhitting, UV-straling, ozon, waterstofperoxide en langzame zandfiltratie. Met name verhitting en UV straling waren effectief. Daarnaast is ook de effectiviteit van een aantal ontsmettingsmiddelen getoetst. Een deel van deze resultaten vindt u in hoofdstuk 5 terug.



Fig. 4. Effect van een wortelknobbelaaltje aantasting in *Cyclamen* na kunstmatige besmetting met een grote hoeveelheid aaltjes.

## 3 Recirculerende teeltsystemen bij potplanten

In de teelt van potplanten wordt gebruik gemaakt van verschillende recirculerende teeltsystemen. Watergift kan op verschillende manieren plaatsvinden en de planten kunnen op verschillende ondergrond geteeld worden.

Meest gangbare watergeefsystemen zijn de volgende:

- onderbevloeiing middels eb en vloed
- onderbevloeiing middels bevoeiingsmat
- op de pot middels druppelaars
- bovendoor middels sproeien (regenleiding en broes)

Algemeen worden planten in plastic potten geteeld welke gevuld zijn met een potgrondmengsel. Een klein percentage wordt in stenen potten geteeld. De potten staan op een ondergrond welke voor de verschillende teeltsystemen nog kan verschillen, zoals:

- teelttafels of roltafels met harde ondergrond (kunststof of metaal, o.a. aluminium)
- teelttafels of roltafels met zachte ondergrond (polystyreenschuim)
- teelttafels of roltafels met open ondergrond (traliebodem)
- betonvloer
- goten
- bevoeiingsmat
- anti-worteldoek

Zowel met betrekking tot het watergeefstelsel als voor de ondergrond kunnen eigenschappen genoemd worden die van invloed zijn op mogelijkheden van verspreiding van ziekten en plagen en de mogelijkheden van reiniging en ontsmetting van het teeltsysteem. Zelfs wanneer we uitgaan van een volledige ontsmetting van het recirculatiewater blijft risico voor verspreiding van ziekten en plagen aanwezig. Dit risico verschilt sterk per teeltsysteem dat gehanteerd wordt. Hieronder wordt voor de verschillende watergeefsystemen beschreven wat van belang is.

### 3.1 Watergeefsystemen

#### 3.1.1 Onderbevloeiing middels eb en vloed teeltsysteem

Belangrijkste eigenschap van een eb en vloed teeltsysteem ten aanzien van risico voor verspreiding van ziekten is het relatief grote aandeel retourwater waarmee geteeld wordt. Potten staan gedurende een bepaalde periode in een laag voedingsoplossing en door de capillaire werking van de potgrond wordt de gehele of gedeeltelijke pot nat. Na de vloedbeurt stroomt een deel water vanuit de pot terug op de tafel. Indien het hier om een aangetaste plant gaat dan is de kans groot dat besmettelijke schimmelsporen met het drainwater uit de plant in het systeem stromen. Dit geeft een risico voor verspreiding van aantasting. Door de duur van de vloedbeurt te beperken kan ook de uitspoeling van drainwater uit de pot beïnvloed worden. Bij een kortere vloedbeurt is er nog een opwaartse stroom in de pot zodat het risico voor uitspoelen van water laag is. Hiermee is ook het risico voor uitspoelen van ziekteverwekkende schimmels en bacteriën laag. Behalve het hoge aandeel retourwater wat gehanteerd wordt, moet voor de watergift aanzienlijk meer water gebruikt worden dan de plant opneemt omdat ruimte rond de potten ook onder water komt te staan. Dit betekent dat er veel meer water bij de watergift gebruikt wordt dan er daadwerkelijk door de potgrond opgenomen wordt. Retourwater percentages tussen 50 en 90% komen voor. Indien deze partij water na iedere rondgang op het bedrijf volledig ontsmet zou moeten worden is er een hoge capaciteit van ontsmetting nodig. Daarbij speelt mee dat het water vaak langs meerdere afdelingen gaat alvorens het weer terugkomt in de verzamelbak en ontsmet kan worden. Ter verkleining van het risico kan het bedrijf beter in onafhankelijke kleinere watergeefsecties worden ingedeeld waarbij voorkomen moet worden dat het retourwater van de ene sectie in de andere sectie terecht komt. Meer zekerheid wordt verkregen wanneer



de inhoud van de individuele secties zo nu en dan gereinigd en ontsmet kunnen worden om daarmee de kans op overschrijden van te hoge concentraties bacteriën of schimmelsporen te verkleinen. De opvang van retourwater moet apart plaatsvinden en na ontsmetting kan dit water voor de aanmaak van een nieuwe voedingsoplossing gebruikt worden. Omdat grote hoeveelheden retourwater ontsmet moeten worden is dit een kostbare maatregel. Overwogen moet worden of volstaan kan worden met deelontsmetting waarbij voorkomen wordt dat schadelijke sporenconcentraties overschreden worden. Afhankelijk van teeltsysteem en ziekteverwekker moet de hoogte van de schadedrempel bepaald worden. Er moet dan wel een betrouwbare methode ontwikkeld worden om het niveau van de ziekteverwekker in het retourwater te bepalen.

### 3.1.2 Onderbevloeiing middels bevoeiingsmatten.

Net als bij een eb en vloed systeem krijgt de plant bij teelt op bevoeiingsmatten water vanonder. Door de capillaire werking van de potgrond wordt de potgrond geheel of gedeeltelijk nat. Op bevoeiingsmatten wordt er geen of nauwelijks retourwater opgevangen en stroomt er bij voldoende lage bevoeiingssnelheid geen water vanuit de potgrond terug het opvangsysteem in. Om te zorgen dat de gehele mat nat wordt, wordt veelal iets meer water gegeven. Het overtollige water wordt opgevangen en hergebruikt. Percentage lekwater uit de pot zal tussen 0 en 30% liggen. Omdat de hoeveelheden recirculatiewater klein zijn is capaciteit van ontsmetting van het drainwater geen probleem. Meer risico ligt er bij een lokale verspreiding van aantasting. Indien een aantasting gevonden wordt moeten aangetaste planten verwijderd worden en moeten bevoeiingsmatten ontsmet of vervangen worden. Effectieve ontsmetting van bevoeiingsmatten is lastig. De werking van chemische ontsmettingsmiddelen berust voor een belangrijk deel op oxidatie. Oxidatie werkt het beste wanneer er weinig organische bestanddelen aanwezig zijn. Dit is vooral bij oudere matten absoluut niet het geval. Fysische ontsmetting, bijvoorbeeld door stomen kan een beter resultaat opleveren. Het materiaal van de mat moet door de stoombehandeling geen structuurverlies ondergaan omdat de waterverdeling dan verslechtert. Stomen biedt geen oplossing voor lokale besmettingshaarden die tijdens de teelt optreden. Bij zware besmetting van de matten heeft het de voorkeur om de matten weg te gooien en te vervangen.

### 3.1.3 Op de pot middels druppelaars

Met druppelaars krijgt de plant water op de pot. De hoeveelheid drainagewater per plant zal in het algemeen laag zijn en de hoeveelheden retourwater die dit oplevert zijn goed te ontsmetten door middel van verhitting of UV behandeling als er een opvangsysteem is. Afhankelijk van het type ondergrond waar de planten op staan kan retourwatercontact tussen planten onderling vermeden worden. Bij een vlakke ondergrond is dit lastiger maar indien de planten op een rooster staan is er weinig kans voor lokale verspreiding van aantasting middels drainwater. Indien de planten op bevoeiingsmatten staan dan geldt t.a.v. de lokale verspreiding van aantasting hetzelfde als hierboven. Drainwater ontsmetting is een belangrijke maatregel die genomen moet worden om verspreiding van ziekten gedurende de teelt te verhinderen. Indien op een rooster geteeld wordt kan ontsmetting van het tafeloppervlak problemen geven omdat voor ontsmetting een middel bij voorkeur enkele uren moet inwerken. Teelttafels kunnen in dat geval onder gezet worden maar voor roosters moeten oplossingen bedacht worden om voldoende contact met het ontsmettingsmiddel te krijgen. Daarbij kan reiniging van het rooster lastig zijn. Het is bij teeltwisselingen van belang dat stekers en leidingen ontsmet worden. Voor *Verticillium* in tomaat is aangetoond dat dit een van de belangrijkste besmettingsbronnen bij teeltwisselingen is.

### 3.1.4 Bovendoor middels sproeien

Bij sproeien bovendoor kan een grote hoeveelheid spatwater ontstaan. Het gewas wordt nat en hiermee vatbaar voor verschillende vochtminnende schimmels zoals bijvoorbeeld *Botrytis*. Spatwater kan ook een belangrijke oorzaak voor lokale verspreiding van aantasting zijn. Dit geldt voor verschillende schimmels maar ook voor bacterieziekten zoals *Erwinia* en *Xanthomonas*. Bovendoor sproeien wordt algemeen vaker gebruikt in de opweek omdat de plant dan nog relatief klein is waardoor de grond makkelijk vochtig



gemaakt kan worden. Bij een grotere plant is dit vaak geen optie omdat door het grote bladvolume het grootste deel van de voedingsoplossing naast de pot belandt en niet door de plant opgenomen kan worden, tenzij er een bevoeiingsmat wordt gebruikt. In dat geval gelden extra de specifieke problemen van de bevoeiingsmat. In verband met wortelziekten wordt in de Spathiphyllum- en Anthuriumteelt meestal bovendoor gespreid, ook de grotere planten. De capaciteit van de ontsmetter van recirculatiewater hoeft hierbij geen problemen op te leveren wanneer het percentage retourwater laag gehouden kan worden door met een goed sproeisysteem en een bevoeiingsmat te werken.

## 3.2 Ondergrond

Behalve de manier waarop er gedurende de teelt voeding aan de planten toegediend wordt, speelt ook de ondergrond een belangrijke rol bij de vraag of er een groot risico voor verspreiding van ziekten en plagen mogelijk is. Is er direct drainwater contact tussen de planten op onderlinge afstand mogelijk en is de ondergrond eenvoudig te ontsmetten bij teeltwisselingen. Een vlakke ondergrond is eenvoudiger te reinigen dan een ondergrond met reliëf. Daarentegen kan er bij een vlakke ondergrond eerder drainwatercontact tussen nabijgelegen planten ontstaan waarbij eenvoudig lokale verspreiding van aantasting mogelijk is. Ook de materiaalkeuze is van belang. Is het materiaal eenvoudig schoon te maken, is het bestand tegen oxiderende middelen die voor de ontsmetting gebruikt worden, kan het materiaal tegen hoge temperatuur om ontsmetting door verhitting mogelijk te maken. Poreuze materialen kunnen problemen opleveren bij desinfectie, evenals hoeken en kieren in teelttafels. Deze verschillende zaken worden hieronder kort besproken.

### 3.2.1 Materiaalkeuze en vorm

Meest gebruikte vaste ondergrond voor potplantenteeltsystemen zijn, kunststof, metaal (aluminium, ijzer) en beton. Daarnaast wordt bij verschillende teelten op deze ondergrond nog bevoeiingsmatten gebruikt of antiworteldoek. De ontsmetting van de ondergrond bestaat voor een deel uit reinigen en voor een deel uit ontsmetten. Hoe gladder de ondergrond, des te eenvoudiger is deze te reinigen. Kunststof is eenvoudig te reinigen evenals een metalen ondergrond. Beton heeft vaak een ruwer oppervlak en er ontstaan snel scheuren. Dit maakt beton een lastige ondergrond om goed te reinigen. Een vlakke ondergrond is eenvoudiger te reinigen dan een ondergrond met veel oneffenheden zoals bijvoorbeeld een teelttafel met een profiel bodem. Afgeronde hoeken zijn eenvoudiger te reinigen dan rechte hoeken. Reinigen kan uitgevoerd worden met borstel en / of hoge druk. De effectiviteit van veel ontsmettingsmiddelen is onvoldoende wanneer het systeem niet schoongemaakt wordt voor ontsmetting. De werking van ontsmettingsmiddelen is veelal gebaseerd op zuren en sterke oxidatie. Dit kan verbindingen van leidingen en teelttafels aantasten. Behalve chemische ontsmetting is ontsmetting door middel van verhitting zeer effectief. De meeste schimmels en bacteriën kunnen slecht tegen temperaturen van 65 °C of hoger. Vooral wanneer met rolcontainers gewerkt wordt en een speciale installatie om door verhitting de tafel te ontsmetten, zal dit goede resultaten geven. Het materiaal waarvan de rolcontainer gemaakt is moet dan hittebestendig zijn.

Aparte aandacht verdienen bevoeiingsmatten en antiworteldoek. Met name de eerste zijn nauwelijks chemisch te ontsmetten omdat er met het ouder worden veel organische stof in zal zitten welke een negatieve werking heeft op ontsmettingsmiddelen welke op basis van oxidatie werken. Ontsmetting door verhitting, bijvoorbeeld stomen, zal effectief zijn maar dit moet wel praktisch uitvoerbaar zijn en de matten moeten hiertegen bestand zijn. Mogelijk dat gammasterilisatie van matten perspectief heeft.

### 3.2.2 Vast systeem of containerteelt

De keuze voor een vast systeem zoals bijvoorbeeld een betonvloer met eb/vloed of een mobiel systeem zoals bijvoorbeeld rolcontainers heeft ook gevolgen voor mogelijkheden van ontsmetting. Met name bij gebruik van rolcontainers kan automatisering van reiniging en ontsmetting een belangrijk voordeel zijn. Er kan gedacht worden aan een installatie die de container na afloop van iedere teelt reinigt en ontsmet, bijvoorbeeld met behulp van een stoomcleaner. Bij gebruik van een vast teeltsysteem zijn de mogelijkheden

meer beperkt. Reinigen en chemisch ontsmetten is een optie. Er zijn echter wel beperkingen bij gebruik van chemische ontsmettingsmiddelen indien in dezelfde ruimte nog een gewas aanwezig is. Afhankelijk van het gebruikte ontsmettingsmiddel kan er een risico zijn voor schade aan het gewas door dampwerking.

### 3.3 Andere teeltsystemen / centrale verwerking

Ontwikkelingen ten aanzien van automatisering in de teelt, met name op het gebied van intern transport, hebben ook zijn effect op de risico's voor optreden van ziekte en plagen en verspreiding hiervan. De planten worden met regelmaat automatisch gesorteerd in een centrale ruimte en vervolgens teruggeplaatst in de kas. Hiermee kan besmetting binnen de kasruimte verplaatst worden maar ook via de centrale sorteer- of verwerkingsruimte. Wees hier alert op en neem maatregelen om apparatuur regelmatig te ontsmetten.

### 3.4 Leidingnet en opslagtanks

Een belangrijke knelpunt bij de ontsmetting van teeltsystemen zijn het leidingnet en het opslagsysteem. Besmettingsbronnen in aan- en afvoerleidingen zijn moeilijk traceerbaar en even zo moeilijk te ontsmetten. Het is in eerste instantie belangrijk dat gescheiden aan en afvoer gehanteerd wordt. Met name voor eb en vloed teeltsystemen kunnen hier knelpunten ontstaan. Daarnaast kan het effectief reinigen en ontsmetten van de leidingen problemen geven. Organische vervuiling kan niet simpel met een borstel verwijderd worden. Leidingen en met name koppelingen zijn niet altijd bestand tegen de agressieve chemische middelen die nodig zijn voor een effectieve ontsmetting. Het zou goed zijn wanneer het leidingstelsel met stoom ontsmet zou kunnen worden. PVC is dan geen geschikt leidingmateriaal, omdat dit de hoge temperatuur niet kan doorstaan. Volproppen leidingmateriaal is dan een goed alternatief. Ook voor opvangtanks en voorraadtanks geldt een zelfde eis. Gebleken is dat schimmelsporen hierin kunnen bezinken en dankzij organisch vuil kunnen overleven of zelfs verder ontwikkelen. Het zou goed zijn om deze zeer regelmatig te ontdoen van alle neerslag en bezinking. Een zelflozend filter op de uitlaat van de retourleiding is een middel om dit te automatiseren.

## 4 Ontsmetting van water

Door de jaren zijn verschillende methoden ontwikkeld voor de ontsmetting van drainwater in een recirculerend teeltsysteem. Voorbeelden hiervan zijn membraanfiltratie, langzame zandfiltratie, ozonisatie, UV-ontsmetting, verhitters, iodinaties en de toepassing van waterstofperoxide. Op basis van deze en andere ontsmettingsmethoden zijn verschillende apparaten ontwikkeld welke in de praktijk gebruikt worden voor ontsmetting van recirculatiewater. Argumenten voor de keuze van een bepaald type ontsmetter zullen van bedrijf tot bedrijf verschillend zijn. Hierbij wegen mee, doel van de ontsmetting, bewezen of gevoelsmatige effectiviteit, capaciteit, aanschafkosten, gebruikerskosten, en inpassing in het teeltsysteem. In dit hoofdstuk zullen een aantal verschillende ontsmettingsprincipes de revue passeren met de specifieke eigenschappen op een rijtje gezet.

In potplanten kunnen verschillende ziekteverwekkende schimmels, bacteriën en aaltjes in het drainwater zitten. Een lijst met relevante ziekteverwekkers die voorkomen in potplanten is in hoofdstuk 2 beschreven. Hierbij is ook voor de verschillende ziekteverwekkers aangegeven in hoeverre zij problemen veroorzaken in de teelt bij recirculatie van het voedingswater. Aan de hand van die gegevens kunt u bepalen in hoeverre ontsmetting van het recirculatiewater voor uw situatie noodzakelijk is.

### 4.1 Apparatuur

Meest bewezen effectieve ontsmettingssystemen zijn verhittingsapparatuur en UV-ontsmetting. Een goedkope veelgebruikte methode is langzame zandfiltratie maar deze methode is niet voldoende effectief voor volledige ontsmetting. Naast bovengenoemde drie zijn nog een aantal andere ontsmetters op de markt. Hiervan is de effectiviteit en praktische inzetbaarheid in de praktijk niet altijd even duidelijk naar voren gekomen vandaar dat deze methoden hier in een apart paragraaf genoemd worden. Van de beschreven methoden wordt momenteel met name UV-ontsmetting en verhitting geïnstalleerd.

#### 4.1.1 Verhittingsapparatuur

##### **Principe**

Bij ontsmetting door verhitting wordt het water middels een warmtewisselaar verhit tot de gewenste temperatuur en deze temperatuur wordt vervolgens gedurende een bepaalde tijd aangehouden alvorens het water weer af te koelen. De meeste schimmels en bacteriën en aaltjes zijn niet bestand tegen hoge temperaturen. De eiwitten in de ziekteverwekker gaan kapot bij verhitting en zo ook de ziekteverwekker. De warmte die bij het terugkoelen vrijkomt, wordt weer gebruikt om onbehandeld water te verhitten. Onvoldoende behandeld water mag nooit de terugkoeler bereiken in verband met ziektelek. Dit betekent dat aan het einde van de verblijfbuis een dubbele temperatuurmeting aanwezig moet zijn met een maximum afwijking van 1°C. Het gevolg van gebruik van een warmtewisselaar kan zijn dat de watertemperatuur een aantal graden stijgt hetgeen niet altijd wenselijk is voor het gewas. De stijging van de watertemperatuur is afhankelijk van de hoeveelheid retourwater van het teeltsysteem. Bij een grote hoeveelheid retourwater is de temperatuurstijging hoger. Voor ontsmetting moet het water worden aangezuurd of de installatie moet regelmatig worden gespoeld met zuuroplossing om anorganische aanslag in de installatie te voorkomen. Tegen organische vervuiling moet de installatie regelmatig worden gespoeld met een loog oplossing.

##### **Effectiviteit**

Verhitting is een effectieve manier om ziekteverwekkers in recirculatiewater te doden. Tot eind jaren negentig werd naar aanleiding van onderzoek op het toenmalige PBG geadviseerd om een behandeling van 95°C gedurende 30 seconden uit te voeren of een behandeling van 85°C gedurende 3 minuten. Beide adviezen zijn erop gericht om het recirculatiewater volledig te ontsmetten tegen aaltjes, bacteriën, schimmels en virussen. Hoog energiegebruik van ontsmetting door verhitting bepaalt voor een belangrijk deel de kosten van ontsmetting. Recenter onderzoek is op het PPO uitgevoerd om te komen tot een

advisering op maat met een zo laag mogelijk energiegebruik voor alle glastuinbouwgewassen. Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat het ontsmetten van recirculatiewater tegen schimmels, bacteriën en aaltjes bij lagere temperaturen kan worden uitgevoerd dan tot nu toe zijn geadviseerd. Voor verschillende ziekteverwekkers staat de effectiviteit van ontsmetting weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3. Effectiviteit verhitting voor ontsmetting recirculatiewater tegen verschillende schimmels, een aaltje en een bacterie.

Ziekteverwekker	Soort	Volledige doding
Schimmel	<i>Fusarium oxysporum</i>	50°C gedurende 75 seconden
	f.sp. <i>lycopersici</i>	
	<i>Phytophthora cryptogea</i>	40°C gedurende 75 seconden
	<i>Pythium aphanidermatum</i>	48°C gedurende 45 seconden
Aaltje	<i>Radopholus similis</i>	49°C gedurende 75 seconden
Bacterie	<i>Erwinia chrysanthemi</i>	54°C gedurende 75 seconden geeft reductie met 97%
Virussen		95°C gedurende 30 seconden
		90°C gedurende 2 minuten
		85°C gedurende 3 minuten

(Runia en Amsing, 2000)

### Praktijkadvies

Het advies voor de ontsmetting van recirculatiewater tegen ziekteverwekkende schimmels, bacteriën en aaltjes is 2 minuten 60°C. Dit geeft een energie behoefte van 0.6 m<sup>3</sup> gas per m<sup>3</sup> water. Het advies voor de volledig ontsmetting tegen alle mogelijk ziekteverwekkers inclusief virussen blijft 30 seconden 95°C, 2 minuten 90°C of 3 minuten 85°C (Runia en Amsing, 2000).

De energiebehoefte bij 85°C ligt 20% lager ten opzichte van een behandeling van 30 seconden bij 95°C. De besparing aan energie bij een behandeling van 60°C gedurende 2 minuten is 42%. Een bijkomend voordeel is dat voor deze lage temperaturen de eigen ketel gebruikt kan worden in plaats van een aparte ketel voor de verhitte.

## 4.1.2 UV-ontsmetting

### Principe

Waterontsmetting door middel van UV-stralen is al minstens 20 jaar een beproefde methode om ziekteverwekker onschadelijk te maken. Ultra-violet (UV) licht heeft een golflengte van 100 tot 400 nm. Binnen dit gebied hebben UV-stralen van 200 tot 280 nm een kiemdodende werking met een optimum bij 254 nm (Gelzhäuser et al., 1985). Deze zogenaamde UV-C stralen, beschadigen het celmateriaal door middel van een fotochemische reactie zodanig dat de ziektekiemen niet meer kunnen functioneren. De stralingsdosis die nodig is om het te behandelen water voldoende te ontsmetten is het product van de stralingsintensiteit van de lampen en de contacttijd met de ziektekiemen. Deze stralingsintensiteit moet worden gemeten op het verste punt vanaf de lamp met behulp van een UV-C sensor. De dosis wordt uitgedrukt in mJ per cm<sup>2</sup>. De stralingsintensiteit moet een minimale waarde hebben van 5mW per cm<sup>2</sup> op het verste punt van de lamp. Er zijn twee typen lampen in gebruik die UV licht voor de ontsmetting van ziekteverwekkers produceren. Hoge druk en lage druk kwik lampen. Hoge druk kwiklampen produceren UV-C straling met een golflengte tussen 200 en 280 nm. Lage druk lampen produceren voornamelijk UV-C licht met een golflengte van 253.7 nm. Van hogedruk lampen wordt gemiddeld 10% van de energie omgezet in UV-C straling terwijl lage druk lampen veel efficiënter zijn met 40% energie omzet in straling. In verband met het lagere wattage van de lage druk lamp zijn hiervoor wel meer lampen nodig. Op installaties moet een alarmering aangebracht zijn die de werking van de lampen controleert en een die de doorstroming van het water controleert.

### Effectiviteit

De afgelopen jaren is door verschillend onderzoek bepaald welke dosis UV-licht noodzakelijk is voor afdoende doding van ziekteverwekkers in recirculatiewater. De effectiviteit wordt behalve door de dosis

voor een belangrijk deel ook bepaald door de lichtdoorlatendheid van het water welke weergegeven wordt in de vorm van een transmissiewaarde. De transmissiewaarde wordt uitgedrukt in procenten ten opzichte van gedemineraliseerd water. Hoe vuiler het water, des te lager de transmissiewaarde en des te hogere UV dosis die nodig is om de beoogde effectiviteit te halen. Dit betekent dat meer lampen nodig zijn of dat een dunnere waterlaag om de lampen aanwezig moet zijn. De transmissiewaarde van recirculatiewater wordt voornamelijk beïnvloed door het organische stofgehalte en de hoeveelheid ijzerchelaat en bestrijdingsmiddelen in het water. De transmissiewaarde van bassinwater is 94%. Drainwater van tomaten kan een transmissiewaarde hebben van 7-20%. De transmissiewaarde wordt beïnvloed door de methode van drainwateropvang en afvoer. Door middel van voorfiltratie kan de transmissiewaarde van drainwater in beperkte mate omhoog gebracht worden. Een voorfiltratie van 50 micron is verplicht voor UV-ontsmetters. Dit is ook een noodzakelijke stap voor een effectieve drainwater ontsmetting met behulp van een UV-ontsmetter. De transmissiewaarde van het drainwater moet worden gemeten en op basis van deze waarden moet de installatie worden gedimensioneerd (wat betreft aantal lampen en laagdikte etc.). In Tabel 4 staat weergegeven welke UV-dosis nodig zijn om verschillende ziekteverwekkers onschadelijk te maken.

Tabel 4. Noodzakelijk UV dosis voor ontsmetting retourwater in recirculerend teeltsysteem.

Ziekteverwekker	Soort	90% doding	99.9% doding	Anders	referentie
Wortelnecroseaaltje	<i>Radopholus similis</i>			10 mJ/cm <sup>2</sup> is weliswaar niet dodelijk maar het aaltje wordt steriel waardoor vermeerdering uitblijft	(Amsing en Runia, 1995; 2000a; b; c)
Schimmel	<i>Fusarium oxysporum fsp lycopersici</i>	Hoge druk lampen na een dosis van 28 mJ/cm <sup>2</sup>	Hoge druk lampen na een dosis van 84 mJ/cm <sup>2</sup> . Lage-druk lampen geven bij 70 mJ voldoende doding		(Runia 1995, Runia 1992)
Virus	Pepinomozaïekvirus			Een dosis van 150 mJ/cm <sup>2</sup> is voldoende om virus in tomaat onschadelijk te maken	(Runia, 2000)
	tomaatmozaïekvirus	Hoge druk lampen na een dosis van 100 mJ/cm <sup>2</sup> Lage druk lampen na een dosis van 100 mJ/cm <sup>2</sup>	Hoge druk lampen na een dosis van 277 mJ/cm <sup>2</sup> Lage druk lampen na een dosis van 150 mJ/cm <sup>2</sup>		(Runia 1995, Runia 1992)

### Praktijkadvies

Voor een algehele ontsmetting van voedingsoplossing tegen schimmels bacteriën en virussen is een UV-dosis van 250 mJ/cm<sup>2</sup> nodig. Voor een selectieve ontsmetting tegen schimmels en bacteriën wordt een dosis van 100 mJ/cm<sup>2</sup> geadviseerd. Voor aaltjes kan een dosis van 10 mJ/cm<sup>2</sup> aangehouden worden. Bij deze dosis worden aaltjes weliswaar niet gedood, maar wel steriel gemaakt waardoor vermeerdering wordt voorkomen.

### 4.1.3 Langzame zandfiltratie

#### **Principe**

Langzame zandfiltratie is een zuiveringsmethodiek die in gesloten teeltsystemen in kassen wordt gebruikt om ziekteverwekkers uit het recirculatiewater te verwijderen. Het is een goedkope methodiek maar onderzoek heeft uitgewezen dat langzame zandfiltratie effectief is tegen *Phytophthora* en *Pythium*, terwijl aaltjes en bijvoorbeeld persistente schimmels zoals *Fusarium* onvoldoende verwijderd worden.

#### **Effectiviteit**

Langzame zandfiltratie voorkomt verspreiding van de schimmelziekten *Pythium* en *Phytophthora* (Van Os et al, 1997a en b). Langzame zandfiltratie met een zandfractie van 0,15 tot 0,8 mm en een doorstroomsnelheid van 100 liter drainwater/m<sup>2</sup> zandoppervlak per uur laat het wortelnecroseaaltje *Radopholus similis* door en komt niet als ontsmettingsmethodiek in aanmerking (Amsing & Runia, 2000a). De effectiviteit tegen *Fusarium* schimmels is eveneens onvoldoende. Met name microconidia worden niet tegen gehouden. In een ontsmettingsexperiment kon in vier van de zes monsters na ontsmetting nog *Fusarium* aangetoond worden (Runia, 1993). Voor virussen is eveneens onvoldoende zuivering gevonden. Bij een getoetste opstelling en tomaatmozaïekvirus als test werd gevonden dat na een doorgang nog 17% van het virus aanwezig was en bij twee doorgangen nog steeds 10%. Langzame zandfiltratie is niet geschikt om virussen tegen te houden.

#### **Praktijkadvies**

Langzame zandfiltratie is alleen voldoende effectief tegen *Pythium* en *Phytophthora*. Indien andere ziekteverwekkers een rol spelen wordt geadviseerd om een ander type ontsmettingsinstallatie te plaatsen (UV of verhitting).

### 4.1.4 Overige methoden

#### **4.1.4.1 Ozonisatie**

##### **Principe**

Waterontsmetting door ozon is een erkende toepassing in zwembaden en in de waterzuiveringsindustrie. Vanaf 1989 wordt deze methodiek in beperkte mate ook toegepast in de glastuinbouw om schimmels, bacteriën en virussen onschadelijk te maken. Op dit moment wordt dit systeem in de glastuinbouw in Nederland niet meer verkocht. Ozon is een zeer krachtig oxidatie middel en ontstaat door droge lucht of zuivere zuurstof bloot te stellen aan een hoogfrequent spanningsveld dat wordt geleverd door een generator (Runia, 1988). Ook kan ozon worden geproduceerd door zuurstof langs een UV –lamp te leiden. In het ontsmettingsproces wordt ozon in een gesloten systeem in het te behandelen water geblazen. Het instabiele ozon splitst zich in een zuurstof molecuul (O<sub>2</sub>) en een zuurstof atoom (O). Dit vrije zuurstof atoom reageert met allerlei oxideerbare stoffen waaronder pathogenen. Door oxidatie worden de pathogenen kapot gemaakt. Tegelijkertijd wordt ozon gereduceerd tot zuurstof. Hoe minder oxideerbare stoffen het water bevat, hoe lager de dosis kan zijn. De hoeveelheid oxideerbare stoffen in water wordt weergegeven door middel van een CZV-waarde (Chemisch Zuurstof Verbruik). Deze waarde geeft aan hoeveel zuurstof per liter water nodig is om alle oxideerbare bestanddelen te oxideren.

##### **Effectiviteit**

Tegen schimmels, bacteriën en virussen wordt een dosis geadviseerd van 10 g ozon per m<sup>3</sup> drainwater per uur. Op dat moment is het aantal levende deeltjes van deze organismen in het drainwater met 99.9 procent teruggebracht en dit wordt als voldoende efficiënt beschouwd. In dit onderzoek is niet het effect van verschillende CZV-waarden meegenomen. Mogelijk dat hierdoor de effectiviteit in praktijksituatie bij gegeven dosis, onvoldoende is. Het wortelaaltje *Radopholus similis* in de voedingsoplossing laat zich niet gemakkelijk door ozon uitschakelen. Hiervoor is tenminste 20 g ozon/m<sup>3</sup> per uur nodig. Naarmate de CZV waarde van het te behandelen water hoger was, werden aaltjes minder snel onschadelijk gemaakt. Bij CZV waarden van > 34 mg O<sub>2</sub>/l was daarvoor meer dan 20 g ozon/m<sup>3</sup> per uur nodig. Afhankelijk van de samenstelling van het drainwater kan de ontsmettingstijd bij gelijke CZV waarden variëren (Amsing & Runia, 2000).

### **Praktijkadvies**

Ozon wordt niet geadviseerd tegen aaltjes. De effectiviteit van Ozon is sterk afhankelijk van de hoeveelheid oxideerbare stoffen in het water en deze varieert met de tijd. Hierdoor kan niet met zekerheid worden aangegeven hoe lang ontsmet moet worden om 100% effectief te zijn tegen aaltjes (Amsing en Runia, 2000a). Bij meer dan 20 g ozon/m<sup>3</sup> per uur werd nog geen volledige doding van aaltje gevonden. Tegen schimmels is het advies 10 g ozon/m<sup>3</sup> per uur. Deze hoeveelheid is voldoende effectief mits het water voldoende schoon is. Aangezien dit niet continue te meten is, kan niet vastgesteld worden welke dosis voor ontsmetting gebruikt moet worden.

#### **4.1.4.2 Waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

##### **Principe**

Waterstofperoxide is een oxiderend reagens zoals ozon. Het oxiderend vermogen van ozon is echter veel sterker dan van waterstofperoxide. De effectiviteit van waterstofperoxide kan verbeterd worden wanneer activators toegevoegd worden. Ontsmetting door waterstofperoxide wordt algemeen voorafgegaan door filtratie met een zandfilter of een 50 micron filter om wortelresten te verwijderen. De effectiviteit van waterstofperoxide wordt sterk beïnvloed door het organische stofgehalte van het ontsmettingswater.

##### **Effectiviteit**

Sporen van *Fusarium oxysporum* fsp *lycopersici* worden volledig gedood bij 100 dpm (delen per miljoen) gedurende 5 minuten. Een dosis van 10 dpm geeft slechts een 8% vermindering in aantasting. Een concentratie van 50 dpm waterstofperoxide met activators gedurende 5 minuten is effectief voor de doding van alle *Pythium*-soorten in drainagewater. Voor de bestrijding van schimmels in het algemeen kan het beste een concentratie van 100 dpm worden aangehouden. *Radopholus similis* laat zich niet gemakkelijk door waterstofperoxide uitschakelen. Voor een bestrijdingseffect van 100% was een behandeltijd van 24 uur en een concentratie van 400 dpm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nodig. Tomaatmozaïekvirus wordt voor 99,9 geïnactiveerd bij 400 dpm geactiveerde waterstofperoxide. Algemeen wordt voor virussen bij een waarde van 400 dpm of hoger een 100% dodend effect aangenomen. Veiligheidshalve is een concentratie van 500 dpm gewenst. De pH moet worden bijgestuurd net als bij verhitting en ozonisatie. Het oxidatiemiddel heeft nauwelijks invloed op de voedingselementen.

##### **Praktijkadvies**

De hoge concentraties nodig voor het ontsmetten tegen virussen en aaltjes zijn niet direct praktisch inzetbaar, omdat het middel geneutraliseerd moet worden vanwege de kans op fytotoxiciteit. In combinatie met de sterke afhankelijkheid van het organische stof gehalte van het recirculatiewater wordt waterstofperoxide niet geadviseerd voor volledige ontsmetting van voedingswater. Let op dat waterstofperoxide verkrijgbaar is in verschillende formuleringen en concentraties.

#### **4.1.4.3 Filtratietechnieken.**

De laatste decennia zijn diverse ontsmettingsystemen ontwikkeld op basis van microfiltratie. Filters met een kleine poriegrootte laten geen bacteriën, schimmels en aaltjes door. Met name membraanfilters kunnen wel snel verstopt raken waardoor deze techniek in het verleden voor de praktijk minder geschikt was. Verder konden scheuren in het membraan optreden die ontsmettingsproces verstoren. Recentelijk zijn nieuwe filtratiesystemen ontwikkeld waarbij dit probleem opgelost is. Gegevens over de effectiviteit van drainwater ontsmetting van deze systemen ontbreken vooralsnog.

#### **4.1.4.4 Combinaties van ontsmetting.**

In de praktijk wordt vaak een combinatie van verschillende ontsmettingsmethoden toegepast. In eerste instantie zijn veel zandfilters geplaatst voor ontsmetting. Nadat uit onderzoek gebleken was dat deze ontsmetters niet volledig effectief waren tegen verschillende schimmels, virussen en aaltjes, werd vaak een UV-ontsmetter of een verhitte achter het zandfilter geplaatst. De functie van het zandfilter is dan met name om organisch materiaal en ander vuil uit het retourwater te filteren om de effectiviteit van de andere

ontsmetter te verbeteren. Ook andere combinatie zijn mogelijk zoals bijvoorbeeld een UV-ontsmetter in combinatie met waterstofperoxide.

## 4.2 Bedrijfseconomische aspecten

In dit hoofdstuk worden de kosten van ontsmetting met UV en met verhitting beschreven. Voor deze berekeningen is uitgegaan van een potplantenbedrijf van 1 hectare. Zowel de UV-installatie als de verhittingsinstallatie worden afgeschreven in 7 jaar, met een rentepercentage van 3,5% en een onderhoudspercentage van 3%. Er is verder vanuit gegaan dat het gewas circa 1000 liter/m<sup>2</sup>/jaar verdampt.

### 4.2.1 UV-ontsmetting

Er is uitgegaan van een selectieve ontsmetting met een hogedruk UV met een stralingsdoses van 80 mJ/cm<sup>2</sup>. Bij deze doses worden schimmels, (o.a. Fusarium), bacteriën en aaltjes bestreden. Virussen worden met deze intensiteit niet bestreden. In de praktijk ligt de transmissie van het water bij potplanten tussen circa 50% en 75%. In de berekeningen is uitgegaan van een transmissie van 65%.

De berekeningen zijn gebaseerd op 20 bedrijfsuren per dag, waardoor voldoende tijd overblijft voor zandfilterspoeling en eventueel andere stilstandverliezen.

In de installatiekosten zijn de kosten van zandfilter en de rest van de installatie meegenomen (zoals elektrische- en wateraansluitingen, inclusief niveau schakelaars in de silo's). De silo's en de drainopvang zelf zijn niet meegerekend. Als spoelpomp wordt meestal de bestaande gietpomp gebruikt. Deze pomp is ook niet berekend in de installatiekosten.

In *Tabel 5* staan voor verschillende scenario's de ontsmettingskosten per m<sup>3</sup> weergegeven.

Tabel 5. Kosten ontsmetting per m<sup>3</sup> met UV bij verschillende scenario's (€)

	Bevloeingsmat, 10% drain	Bevloeingsmat, 30% drain	Eb/vloed, 90% drain, 10% ontsmetting	Eb/vloed, 90% drain, 100% ontsmetting
<b>Algemeen</b>				
Hoeveelheid te ontsmetten water (m <sup>3</sup> /ha/jaar)	11.110	14.286	11.000	110.000
Drain per etmaal (m <sup>3</sup> /ha)	30	39	39	300
Capaciteit (m <sup>3</sup> /uur)	4,9	4,9	4,9	29
Nominaal vermogen (kW)	2,5	2,5	2,5	7
Investering (incl. installatiekosten)	22.000	22.000	22.000	32.000
<b>Vaste kosten</b>				
Afschrijving	3143	3143	3143	4571
Rente	770	770	770	1120
Onderhoud	660	660	660	960
<b>Variabele kosten</b>				
Elektra	249	320	246	1760
Pompenenergie	178	229	176	1760
Veroudering lamp	177	228	175	391
Jaarkosten (€)	5177	5350	5170	10562
<b>Kosten per m<sup>3</sup> (€)</b>	<b>0,47</b>	<b>0,37</b>	<b>0,47</b>	<b>0,10</b>

Bron: Priva



## 4.2.2 Verhitting

Bij de berekeningen met een verhittingsinstallatie is uitgegaan van een indirect gestookte verhitter. Hierbij is de ontsmetter aangesloten op een bestaande verhittingsbron van het bedrijf (ketel, buffertank, WKK). Doordat deze ontsmettingsunit geen eigen gasgestookte ketel gebruikt, is het energieverbruik lager dan wanneer er wel een aparte ketel zou worden gebruikt. In sommige situaties zal een ontsmetter met een eigen ketel de voorkeur hebben, bijvoorbeeld wanneer er in de zomer weinig zal worden gestookt. De investering en de energiekosten zullen dan iets hoger liggen dan in dit voorbeeld.

Er is in de voorbeeldberekeningen uitgegaan van selectieve ontsmetting (geen ontsmetting van virussen) met een ontsmettingstemperatuur van 65 °C.

In Tabel 6 staan voor verschillende scenario's de ontsmettingskosten per m<sup>3</sup> weergegeven.

Tabel 6: Kosten ontsmetting per m<sup>3</sup> met verhitting bij verschillende scenario's (€)

	Bevloeingsmat, met opslag	Bevloeingsmat, met opslag	Bevloeingsmat, zonder opslag	Eb/vloed
<b>Algemeen</b>				
Hoeveelheid te ontsmetten water (m <sup>3</sup> /ha/jaar)	10.950	14.600	10.950	109.500
Maximaal ontsmetten (m <sup>3</sup> /ha/dag)	30	40	30	300
Benodigde cap. (m <sup>3</sup> /uur)	1,9	2,5	1,3	18,8
Investering (incl. installatiekosten)	20.963	21.212	18.017	56.157
<b>Vaste kosten</b>				
Afschrijving	2995	3030	2574	8022
Rente	734	742	631	1965
Onderhoud	554	561	466	1565
<b>Variabele kosten</b>				
Elektra	749	999	1248	2746
Gas	1516	2022	1668	10613
Jaarkosten (€)	6547	7355	6586	24912
<b>Kosten per m<sup>3</sup> (€)</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,23</b>

Bron: Van Dijk Heating

## 4.3 Conclusies ontsmettingsapparatuur

In een gesloten teeltsysteem kan water volledig ontsmet worden door UV straling en hittebehandeling. Voor beide methoden geldt dat de installaties voldoen aan de kwaliteitsrichtlijnen voor water- en mestinstallaties opgesteld door DLV Adviesgroep en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving in opdracht van LTO-Nederland, Productschap Tuinbouw, Aegon, AgriVer, Delta Lloyd en Hagelunie (te bestellen bij DLV Bouw, Milieu en Techniek BV, Zuidweg 38, 2671MN Naaldwijk, Tel: 0174 - 282828). Andere ontsmettingsmethoden zijn voor de glastuinbouw minder praktisch in gebruik of onvoldoende effectief indien volledige ontsmetting gewenst is. Een aantal van deze methoden biedt wel goede perspectieven indien geen volledige ontsmetting nagestreefd wordt. Dit is mede afhankelijk van de doelorganismen, virussen, schimmels, bacteriën of aaltjes welke problemen in de betreffende teelten geven.



## 5 Ontsmetting van teeltsystemen

Volledige ontsmetting is mogelijk door te steriliseren. Steriliteit is een absoluut begrip en geeft aan dat levende micro-organismen niet kunnen worden aangetoond. Bij desinfecteren vindt er een dusdanige ontsmetting plaats dat het aantal micro-organismen wordt teruggedrongen tot acceptabele waarden. Een definitie van ontsmetting luidt: Het toepassen van een desinfectiemiddel dat door zijn chemische structuur in staat is micro-organismen op of in materiaal te doden. Reinigen daarentegen kan zonder desinfectiemiddel en bestaat in de praktijk in de meeste gevallen uit vegen en/of spoelen.

De ontsmetting van teeltsystemen lijkt in de praktijk pas te gaan leven als een primaire ziekte zoals *Fusarium sp.* bijvoorbeeld zich in het verleden op het bedrijf heeft gevestigd. Telers die nog niet eerder met een primaire ziekteaantasting te maken hebben gehad vinden bedrijfshygiëne en ontsmetting vaak van minder belang. Waarom zouden zij gaan ontsmetten? Het invoeren van ontsmettingswerkzaamheden en bedrijfshygiëne kost tijd en dus geld. Dit is een moeilijk punt dat maar al te vaak een sluitpost is. De kas moet schoon maar er is weinig tijd dus de gemakkelijkste methode wordt gebruikt. Vaak loopt het dan uit op een teleurstellend resultaat. Telers die ooit met een aantasting te maken hebben gehad denken wel anders. Zij weten dat er door een aantasting zoveel uitval plaats kan vinden dat de continuïteit van het bedrijf op het spel kan staan.

Ontsmetting kan niet los worden gezien van de bedrijfshygiëne. Er kunnen vele zaken op het bedrijf ontsmet worden, maar als de bedrijfshygiëne niet wordt nageleefd dan kunnen acties ondernomen op ontsmettingsgebied voor niets zijn geweest. Daarom is het belangrijk om altijd van schoon ('ontsmet') naar vuil te werken. Om een voorbeeld te geven, het is niet verstandig om met vuile schoenen over een net ontsmette teeltvloer te lopen. Sporen of andere overlevingsvormen van een ziekteverwekker kunnen onder de schoenen blijven hangen en op die manier op een schone vloer terechtkomen. De ontsmetting is dan voor niets geweest.

Datgene wat ontsmetting lastig maakt is dat er in de potplantenteelt altijd gewas in de kas aanwezig is. Hiermee zijn niet alleen de middelen beperkter die gebruikt kunnen worden, het is voor de ondernemer ook lastig omdat de noodzakelijke handelingen moeten worden ingepast in de bedrijfsvoering. In een lege kas zijn ontsmettingshandelingen immers gemakkelijker in te passen. Praktisch is het onuitvoerbaar om hele systeem in één keer te ontsmetten. Het systeem zal procesmatig in gedeelten aangepakt moeten worden. Beginnend bij de bron van de besmetting. Gaat het bijvoorbeeld om een watergeefstelsel, dan kan er gedurende de werkzaamheden geen water worden gegeven. Veel telers beschikken over één systeem voor de watergift. De enige mogelijkheid in de praktijk om het watergeefstelsel schoon te krijgen is in gedeeltes te werken. Start bij de basis. Ontsmet het water wat naar de planten gaat. Indien het systeem na de waterontsmetter besmet is zal vanaf dit punt systematisch de daarop volgende onderdelen gereinigd en ontsmet moeten worden.

Bij het ontwerpen van bedrijven wordt tot op heden nog geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat teeltsystemen misschien wel een keer ontsmet moeten worden. Problemen zijn niet te verwachten bij onderdelen die gemakkelijk schoon te maken zijn en waar men makkelijk bij kan komen. In hoofdstuk 6 worden hiervoor een aantal suggesties gedaan.

De grootste problemen geven die plekken die niet goed schoon te maken zijn en moeilijk bereikbare plaatsen zoals bijv. het watergeefstelsel bij eb vloed. Knelpunten hierbij zijn de voorraadbassins en de aan-, en afvoerleidingen. Onduidelijk is of alle onderdelen in het systeem bestand zijn tegen corrosie. Hierbij gaat het voornamelijk om afdichtingen en metalen onderdelen. Ook installateurs hebben op dit moment te weinig ervaring en inzicht om hierop een antwoord te kunnen geven.

Arbeid is een van de grootste kostenposten in een onderneming. Ontsmetten kost vaak tijd, arbeid en dus geld. Ook zijn ontsmettingsmiddelen duur. Er is nogal wat water nodig en dus ook ontsmettingsmiddel om

bijvoorbeeld een dek af te spuiten. De kosten van de ontsmetting zijn om bovengenoemde redenen vaak erg hoog. Dit kan in een aantal gevallen problemen voor de ondernemers opleveren. De praktijk vindt ontsmetting geen investering omdat deze in hun ogen niet wordt terug verdiend.

Ontsmetting is niet alleen een zaak voor de ondernemer om op te pakken. Hierbij moet het personeel betrokken worden. Personeelsleden moeten met de neuzen dezelfde kant op staan als de ondernemer. Het belang moet duidelijk worden gecommuniceerd.

## 5.1 Effectiviteit ontsmettingsmiddelen in onderzoek

In 1999 en 2000 is op PPO-Glastuinbouw onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van ontsmetting door een aantal ontsmetting- en reinigingsmiddelen. Hiervoor is gekozen voor ontsmetting van een eb en vloed teeltsysteem met Cyclamen waarbij het teeltsysteem besmet was met *Fusarium oxysporum* f.sp. *cyclaminis*. Op het moment van aanvang van het onderzoek is een lijst van 16 producten samengesteld welke voor ontsmetting van teeltsystemen in aanmerking zouden komen. In dit onderzoek zijn zowel toegelaten als niet toegelaten middelen getoetst. De resultaten van niet toegelaten middelen worden in dit hoofdstuk niet genoemd. Mogelijk dat deze middelen in de nabije toekomst een toelating voor deze toepassing krijgen. Deze informatie kan dan alsnog beschikbaar komen.

De effectiviteit van de getoetste middelen zoals gevonden in labproeven is weergegeven in onderstaande tabel. De effectiviteit is bepaald door ontsmetting van cyclamen wortels welke besmet waren met *Fusarium*. De effectiviteit van ontsmetting is weergegeven als de gemiddelde kans op aantasting na ontsmetting. Deze waarde is berekend uit de verschillende behandelingen waarbij concentratie en inwerktijd van de middelen gevarieerd zijn. Hoe lager de kans op aantasting des te beter de ontsmetting.

Tabel 7. Gemiddelde kans op overleving van *Fusarium* na ontsmetting ziekte Cyclamen wortels met de verschillende middelen voor alle combinaties van concentratie en behandelingsduur (%).

Naam Middel	Gemiddelde kans op overleving van <i>Fusarium</i>
Formaldehyde	0,3
Jet 5	2,9
Natrium hypochloriet	15,4
Menno ter Forte	23,9
Dimanin Algendoder	43,8

Het voorbehoud dat bij deze resultaten gegeven moet worden is dat de effectiviteit getoetst is tegen *Fusarium* in Cyclamen. Een aantal van de onderzochte middelen worden niet voor deze toepassing op de markt gebracht en de werking van deze middelen is dan ook gering. Dit doet echter niets af aan de effectiviteit van deze middelen voor de toepassing waarvoor ze ontwikkeld zijn. De effectiviteit van ontsmetting van gehele eb en vloed teeltsystemen is in twee teeltproeven bepaald. Hierbij werd bij Cyclamen besmet door *Fusarium oxysporum* f.sp. *cyclaminis*, onderzocht in hoeverre deze middelen effectief waren in de ontsmetting van het teeltsysteem (voedingsunit, leidingen en teelttafel). Resultaten van deze proeven staan in Tabel 8 weergegeven.

Tabel 8. Effectiviteit van de ontsmettingsmiddelen in de eerste kasproef voor ontsmetting van eb en vloed teeltsystemen na een teelt van Cyclamen aangetast door *F. oxysporum*. De aantasting is bepaald aan de hand van het percentage zieke planten aan het einde van de teelt.

Middel	Gemiddelde aantasting na ontsmetting met 1% middel gedurende 5 uur.	Gemiddelde aantasting na ontsmetting met 2% middel gedurende 18 uur.
controle	97	70
Jet 5	76	12
Na-Hypochloriet	68	
Formaldehyde	38	2

Geen van de getoetste middelen in de eerste proef gaf een volledig ontsmetting van het teeltsysteem. Hiervoor zou een hogere concentratie van het middel en / of een langere behandelingsduur noodzakelijk zijn. In de tweede kasproef werd om die reden een dubbele concentratie van het ontsmettingsmiddel gebruikt en een behandelingsduur van 18 uur aangehouden.

De effectiviteit van een aantal middelen is ook getest tegen het wortelnecrose-aaltje *Radopholus similis*. Geteste middelen zijn formaline, chloorbleekloog, Jet 5 en Menno-ter-Forte. Het onderzoek is uitgevoerd in het laboratorium door de aaltjes toe te voegen aan de oplossingen met ontsmettingsmiddelen. Diverse concentraties C (%) en behandelingsduur T (uren) zijn gebruikt. Voor elk middel leverde dit een minimaal CxT-product op dat nodig is om de aaltjes uit te schakelen. Voor het meest effectieve middel, Menno-ter-Forte, voldeed een CxT-product van 0,5. Chloorbleekloog en formaline waren effectief bij een CxT-product van 1,5 en voor Jet 5 was een CxT-product van 2 tot 3 noodzakelijk. Het onderzoek in het laboratorium toonde aan dat de ontsmetting door formaline en Jet 5 onvoldoende was omdat de aaltjes zich weer konden herstellen.

Niet alle producten kunnen ongestraft in een systeem gebruikt worden. Het zijn veelal reactief chemische stoffen en de gebruiker moet goede maatregelen nemen om blootstelling aan het product te voorkomen. Dit geldt tevens voor het teeltsysteem en het gewas. Leidingen, verbindingen en tafels kunnen door het middel aangetast worden. Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met dampwerking waardoor een naburig gewas schade kan oplopen. Hierover zijn weinig onderzoeksgegevens bekend en dit berust voor een belangrijk deel op ervaringen uit de praktijk. De damp van formaldehyde is schadelijk en planten in dezelfde afdeling ondervinden ernstige schade. Bij overvloedig gebruik van formaldehyde kunnen zelfs planten in naburige afdelingen schade oplopen.

Algemeen geldt dat ontsmetting van een teeltsysteem met chemische middelen mogelijk is maar dat een volledige ontsmetting lastig blijft. Er zal veel aandacht geschonken moeten worden aan preventie om in ieder geval te zorgen dat de infectiedruk gedurende de teelt laag blijft. De meeste ontsmettingsmiddelen die hier getoetst zijn werken op basis van oxidatie waardoor de ziekteverwekker gedood wordt. De effectiviteit van deze producten hangt echter nauw samen met de hoeveelheid organische stof die in het systeem achterblijft voor de ontsmettingsbehandeling. Het is dus zaak om voor de ontsmetting het systeem eerst goed te reinigen zodat het meeste van het organische materiaal verdwenen is. Het gaat hierbij om grond, plantenresten en bijvoorbeeld algen. Daarnaast moet rekening gehouden worden met voldoende lange inwerkingsduur om volledige ontsmetting te krijgen. De werking van een middel zal door de aanwezigheid van organische stof wel afnemen zodat er geen lineair verband verwacht hoeft te worden tussen werkingsduur en effectiviteit. Op een bepaald moment is het middel uitgewerkt en heeft het geen zin om nog langer te ontsmetten. Dit geldt met name voor oxiderende middelen.

## 5.2 Effectiviteit ontsmettingsmiddelen in de praktijk

Er is weinig tot niets bekend over de effectiviteit van ontsmettingsmiddelen en of reinigingsmiddelen. Ondernemers zien een collega-teler een middel gebruiken, de collega-teler heeft volgens zeggen goede ervaringen, dus het is een goed middel. Gevolg van deze manier van conclusies trekken is dat collega-telers

ook datzelfde middel gaan toepassen, want de eerste gebruiker heeft geen problemen op zijn bedrijf. Op deze manier worden er vele reinigings-, en ontsmettingsmiddelen in de praktijk toegepast. Daarnaast zal een ondernemer altijd kiezen voor bedrijfszekerheid. Ook al kan hij het middel niet controleren op effectiviteit, dan kan hij zichzelf achteraf nooit verwijten; 'had ik het maar gedaan'. Met andere woorden: 'baat het niet dan schaadt het niet'.

Theoretisch kunnen we wel een aantal zaken benaderen. De effectiviteit van ontsmettingsmiddelen in de praktijk hangt erg af van het feit of de eerder genoemde procedures netjes worden nageleefd. Alle reinigings-, en ontsmettingsmiddelen zijn zogenoemde zwakke oxidanten. Dit houdt in dat de middelen snel zullen reageren met organisch materiaal. Het is dus belangrijk om ervoor te zorgen dat al het organisch materiaal verwijderd is voordat het ontsmettingsmiddel wordt aangebracht. Indien dit niet gebeurt dan gaat het middel reageren met het organisch materiaal en verliest direct zijn werking. Ondanks dat het ontsmettingsmiddel is aangebracht zal het effect nihil zijn. De ziekteverwekker blijft achter en kan in een vervolgteelt gewoon weer toeslaan met alle nadelige gevolgen van dien.

Van een aantal ontsmettings- en reinigingsmiddelen is bekend dat de inwerktijd, de tijd dat het middel nat moet blijven, erg lang is. Deze inwerktijd is van belang voor een effectieve aanpak. Voor verschillende ziekten kan de inwerktijd variëren. Dit geldt overigens ook voor de concentratie van het toegepaste middel. De hiergenoemde kennis is in de praktijk niet aanwezig. Men gaat uit van een standaarddosering.

Tot slot de beleving van de ondernemer. Waarmee is hij tevreden. Als een tafel is geveegd en hiermee ontdaan van organisch afval zal de ene ondernemer dat een schone tafel vinden en de andere ziet nog wel het fijne organische materiaal liggen. Schoon is een relatief begrip. Hoe communiceer je wat schoon is en wat niet. Hierbij wordt pas stilgestaan, wederom een herhaling van zeggen, als er zich op het bedrijf problemen hebben voorgedaan in het verleden.

## 5.3 De praktijk van reiniging en ontsmetting

De ontsmetting van glasopstanden, tafels/vloeren, watergeefstelsel en de gebruikte accessoires (met accessoires worden zaken als kisten, trays, transportkarren, transportbanden e.d. bedoeld) vereist bij elk genoemd onderdeel zijn eigen aanpak. Daarom zijn de gehanteerde procedures per onderdeel omschreven.

Het is belangrijk te realiseren dat het ontsmetten pas zin heeft indien het gehele systeem wordt ontsmet. Bijvoorbeeld het ontsmetten van vloeren heeft weinig zin indien ook het watergeefstelsel vervuild is. Immers bij elke watergift kan de herinfectie vanuit dit watergeefstelsel plaats vinden in de nieuwe teelt. De ontsmetting van de teeltvloer alleen is dus onvoldoende. Realiseer dit voor elk onderdeel wat eventueel ontsmet gaat worden op het bedrijf.

Voordat er in de praktijk ontsmet kan worden moet in de meeste gevallen eerst gereinigd worden. Reinigen in de praktijk bestaat uit vegen, of bijvoorbeeld spoelen met water en is dus iets anders dan ontsmetten. Door te ontsmetten worden overlevingsvormen van ziektekiemen onschadelijk gemaakt.

### 5.3.1 Glasopstanden

Het glas van een kas vervuilt in de loop van de tijd, waardoor ongemerkt soms aanzienlijk minder licht bij de planten komt. Dit betekent een groeireductie en dat kost uiteraard productie. Naast vuil bestaat er ook de mogelijkheid dat ziekteverwekkers de glasopstanden vervuilen en hierbij tijdens teeltwisselingen in de kas overblijven. In tegenstelling tot de ziekten die tot nu toe in deze brochure beschreven staan gaat het hierbij voornamelijk om ziekteverwekker die zich door de lucht verspreiden en die vervolgens ook gedurende langere tijd op het kasdek kunnen overleven. Hier zijn weinig concrete gegevens over bekend. In de groenteteelt is het de gewoonte om eens per jaar, tijdens de teeltwisseling, de binnenkant van het kasdek en de gevels te reinigen. In de potplantenteelt wordt nog te vaak pas gereinigd als de vervuiling zichtbaar te

erg wordt. Dit hoeft echter geen indicatie te zijn voor besmetting van de kasopstanden met ziekteverwekkers.

Voor de ontsmetting van glasopstanden is het belangrijk dat het te ontsmetten glas eerst zorgvuldig wordt schoongemaakt met water. Gebruik hiervoor de hogedrukspuit of de stoomcleaner. Pas als de vervuiling is verwijderd, is het zinvol de ontsmettingsmiddelen toe te passen. Wordt een andere volgorde dan bovenstaand aangehouden, dan gaat een ontsmettingsmiddel met de organische vervuiling reageren, en eventuele aanwezige ziekteverwekkers worden niet onschadelijk gemaakt. Hiervoor dient u het glas na te behandelen met een ontsmettingsmiddel

Om schade aan of vervuiling van het gewas te voorkomen de werkzaamheden altijd uitvoeren in een lege kas of kas.

Voor ontsmetting dient u het glas na reiniging te behandelen met een van de volgende middelen:

- Jet 5 doodt schimmels en bacteriën maar geen virus. Gebruik bij toepassing beschermende kleding, handschoenen en een beschermingsmiddel voor het gelaat. Bij onvoldoende ventilatie een geschikte ademhalingsbescherming dragen.
- Quaternaire-ammoniumverbindingen (onder andere Dimanin, Menno-ter Forte). Deze middelen doden de algen langzaam, maar werken nog lang na. Ze hebben geen dampwerking. Ook deze verbindingen zijn niet effectief tegen virussen. Het is niet bekend in hoeverre deze middelen effectief zijn tegen schimmels.

Omdat een kas of afdeling op een potplanten bedrijf zelden of nooit helemaal leeg is, is het gebruik van handelsformaline niet aan te raden. Door de dampwerking kan ernstige schade ontstaan aan de gewassen in de betreffende afdeling of in de aangrenzende afdeling. Let wel handelsformaline is geen reinigingsmiddel.

- Handelsformaline 40%: 5 l. per 100 l. water.

Handelsformaline heeft een contactwerking en een snel dodende werking. Formaline werkt niet tegen virussen. Twee à drie uur na toepassing kunt u het middel van het glas afsputten. Vanwege corrosie is het verstandig de kas uiterlijk binnen twee dagen af te spuiten. De wachttijd is afhankelijk van de temperatuur en de windsnelheid (luchtverversing in de kas). Draag bij toepassing van formaline altijd een volgelaatsmasker, voorzien van het grijze B-filter.

### 5.3.2 Tafels, Vloeren

Teeltoppervlakken als tafels en vloeren worden in de praktijk gemiddeld eens per jaar ontsmet. Per teeltondergrond is de gewenste procedure omschreven.

#### 5.3.2.1 Betonnen teeltondergrond

Van alle teeltsystemen zijn betonvloeren relatief gezien het eenvoudigst te reinigen. Afhankelijk van de vervuiling kan eerst de vloer handmatig of machinaal worden geveegd. Vervolgens kan de vloer afgespoten worden met water. Doe dit bij voorkeur met behulp van een hoge druk reiniger. Hierdoor wordt ook het vuil wat in de kiertjes en gaten in de vloer verwijderd. Als er geen ziekteprobleem in de voorgaande teelt is geweest, is het afsputten van de ondergrond voldoende om te starten met een nieuwe teelt. Vooral de afvoergoot in de vloer verdient extra aandacht omdat daar organisch materiaal in een vochtige omgeving achterblijft. Hebben zich wel problemen voorgedaan dan zal de vloer ontsmet moeten worden. Gebruik hiervoor Menno ter forte of Jet 5.

#### 5.3.2.2 Tafels

De soort ondergrond is bepalend voor de effectiviteit van de ontsmetting (zie ook Hoofdstuk 3). Heeft het materiaal waarvan de tafelbodem is gemaakt een open structuur, bijv. styropor of betonplaten (poreuze bodems) of een bodem met een gesloten structuur als aluminium of hard kunststof (harde bodems). Een mooi glad oppervlak is nu eenmaal eenvoudiger te reinigen en te ontsmetten. Lastiger wordt het indien de harde bodems geprofileerd zijn. Profileren bemoeilijkt het vegen.

Op harde bodems kan door vegen het grove vuil verwijderd worden. Vervolgens kan de rest van de

vervuiling verwijderd worden door middel van een hoge druk reiniger of met behulp van een wasinstallatie. Als laatste kan indien noodzakelijk de tafels ontsmet worden door deze te bespuiten met Menno ter forte of Jet 5.

Bij poreuze bodem zal meer aandacht besteed moeten worden aan het vegen. Hoge drukreinigers kunnen de bodems namelijk beschadigen. Naspoelen met water verwijdert wel wat vuil maar onvoldoende om een goede ontsmetting mogelijk te maken. Er blijft vaak te veel organische vervuiling achter wat een deel, zoniet een groot deel, van de werking van de ontsmettingmiddelen tenietdoet.

Indien zich ziekteproblemen voordoen kan dit worden opgelost door de bodem te isoleren. Door de bodem af te dekken met een plastic folie wordt besmetting vanuit de ondergrond voorkomen.

Bedenk dat het watergeefstelsel besmet is en het hier om een schijnveiligheid gaat. Vanuit het watergeefstelsel kan weer een besmetting optreden

### **5.3.2.3 Bevloeiingsmat**

De gemiddelde 'bevloeiingsmat-teler' vervangt zijn doek eens per jaar. Dit gebeurt meestal in de winterperiode want bij vervanging in de zomer krimpt het doek door de instraling te snel. Ook passen dergelijke werkzaamheden qua tijdsplanning beter in de winter dan in de drukke zomermaanden. Het vervangen van het doek gebeurt als volgt. Het oude versleten doek wordt verwijderd. Teeltondergrond wordt meestal geveegd, soms gespoeld van organische resten en het nieuwe doek wordt op de tafel/teeltondergrond neergelegd. In het hierbij omschreven voorbeeld is de teeltondergrond gereinigd maar zeker niet ontsmet. Indien er organische resten achter blijven, vaak slecht zichtbaar, kunnen ook overlevingsvormen van ziekteverwekkers achterblijven. Al met al betreft het hier dus niet een ontsmettingsactie.

Een ander voorbeeld is dat een teler eens per jaar een algicide (bijvoorbeeld Jet 5 of Menno Ter Forte) toepast op zijn gronddoek. Zichtbaar resultaat is dat er de volgende teelt weinig of geen algengroei te zien is. Conclusie in de praktijk is dan vaak dat het (de zgn. ontsmettingsactie) geholpen heeft. Echter eventuele ziekteverwekkers zijn nog steeds aanwezig op de ondergrond. Agressieve ziekteverwekkers verdwijnen niet door alleen vegen of spoelen van de ondergrond. Voor het gebruik van elk desinfectiemiddel of algicide behoort er geen organisch materiaal meer aanwezig te zijn. Dat zal niet meevallen in een bevloeiingsmat die al één of meerdere malen gebruikt is. Met andere woorden, het zichtbare resultaat op algengroei zal wederom bevredigend zijn voor de ondernemer, echter het niet resultaat qua ontsmetting. In de meeste gevallen heeft een ondernemer hier geen notie van. Er zullen pas problemen op gaan treden indien er primaire ziekteverwekkers op het bedrijf aanwezig zijn.

Door een bevloeiingsmat af te dekken met geperforeerd folie kan de vervuiling van de mat sterk beperkt worden echter niet voorkomen. De werking van desinfectiemiddelen in deze situatie zal beter zijn. Maar het resultaat zal nog steeds geen 100% werking sorteren. Daarvoor moet het doek verwijderd en de ondergrond ontsmet worden.

### **5.3.3 Watergeefstelsel**

Op een potplantenbedrijf kan het watergeefstelsel nooit volledig worden ontsmet. Er staat altijd wel gewas in de kas dat een volledige ontsmetting onmogelijk maakt. Op zijn hoogst kunnen alleen stukken in het systeem bijv. een kraanvak of een afdeling die leeg komt, worden ontsmet. Omdat de rest van het systeem niet schoon is kan het ontsmette deel weer besmet raken. Daarnaast ontbreekt de kennis omtrent een totale ontsmetting. Middelen met een goede ontsmettende werking worden niet ingezet omdat er geen ervaring mee is. Immers het gehele watergeefstelsel bestaat niet uit dezelfde materialen. Zo kunnen in pompen of schakelaars plastic of rubberen ringen aanwezig zijn die niet tegen de agressieve ontsmettingsmiddelen bestand zijn. Ook kan er een coating aan de binnenzijde van silo's of voorwaterbakken zitten die mogelijk kwetsbaar is.

#### **5.3.3.1 Silo, bassin**

De silo of het bassin met name het vuilwaterbassin (of silo) wordt eens per één tot vijf jaar ontdaan van slib wat zich ophoopt op de bodem. In dit slib kunnen zich de ziekte kiemen bevinden. Bekend is dat bijv. sporen



van *Fusarium sp.* en aaltjes in stilstaand water naar de bodem zinken. Door er voor te zorgen dat de onttrekking van water vanuit het bassin of silo zo hoog mogelijk plaats vindt, wordt de kans verkleint dat ziektekiemen met het water mee gezogen worden.

Reinigen en ontsmetten betekent dat de silo leeg moet zijn. Al het slib moet verwijderd worden en de wanden schoongespoten. Praktijkervaring leert dat de kunststof zak bij gebruik van een hoge druk reiniger kapot gespoten kan worden. Schoonspuiten met een lage druk om dit probleem te voorkomen laat mogelijk teveel vervuiling achter. Wat het effect van een hoge concentratie ontsmettingsmiddel op zowel de werking als op het kunststof is niet bekend. De praktijkervaringen zijn te beperkt om met een advies te komen. Omdat nooit zekerheid zal kunnen bestaan over het al of niet besmet zijn van het bassinwater is een algemene ontsmetting met verhitting of UV daarvan ten sterkste aan te bevelen.

### **5.3.3.2 Aanvoer-, en retourleidingen**

De werkwijze om aanvoer en retourleidingen te reinigen en/of te ontsmetten is gelijk aan zoals deze beschreven wordt in de paragraaf druppelslangen. Of deze mogelijkheid bestaat hangt van een aantal zaken. De materialen waarvan de leidingen, kleppen etc gemaakt zijn, moeten bestand zijn tegen de middelen die worden gebruikt. Verder moet het mogelijk zijn de leidingen gedurende 24 uur vol te laten staan en de gebruikte oplossingen te kunnen spuien. De middelen die in de volgende paragraaf besproken worden zijn agressieve middelen, niet alleen voor het materiaal maar ook voor mens, dier en plant. Neem daarom de nodige voorzorgmaatregelen in acht.

De ervaringen met in de substraatteelten gebruikte middelen waar met druppelsystemen wordt gewerkt zijn goed. Ervaringen met het reinigen en / of ontsmetten van andere watergeefsystemen zoals bij gebruik van regenleidingen en eb en vloed systemen zijn er niet. Ook niet als het gaat om minder agressieve middelen.

### **5.3.3.3 Druppelslangen**

Het reinigen en of ontsmetten van druppelslangen wordt in de praktijk om een tweetal redenen toegepast. Enerzijds om verstopping te voorkomen. Door het gebruik hoopt organisch en anorganisch materiaal in de slangen op en kunnen de slangen verstopt komen te zitten. Anderzijds om de druppelslangen te ontsmetten. Voor organische vervuiling (algen en verslijmingen) wordt als reinigingsmiddel chloorbleekloog (1,5 liter chloor (15%) per 100 liter water) gebruikt. Voor anorganische vervuilingen (neerslagen van kunstmestzouten) is salpeterzuur (3 liter Salpeterzuur (37%) in 100 liter water) nodig. Er moet goed op gelet worden dat beide middelen niet met elkaar in aanraking komen. Dit kan namelijk leiden tot explosies. Tussentijds alles goed doorspoelen is daarom nodig om dit te voorkomen. Allereerst is het belangrijk te voorkomen dat de druppelleidingen indrogen. Dit verslechtert het uiteindelijke resultaat. Voor een goed reinigingsresultaat is het van belang dat reinigingsmiddelen (zuur of loog) gedurende 24 uur in het druppelsysteem aanwezig zijn. Bij gebruik van beide, zuur en loog geldt een inwerktijd van 24 uur voor allebei de middelen. Pas eerst het zuur toe en daarna het loog.

Na het reinigen en wederom afspuien is het belangrijk om geruime tijd na te druppelen met schoon water. Wees er zeker van dat de reinigingsmiddelen uit het systeem verdwenen zijn.

### **5.3.3.4 Druppelaars**

Om druppelaars goed te kunnen ontsmetten moeten ze verwijderd worden van de druppelslangen. Alleen het doorspoelen zoals hierboven omschreven is, is voor de druppelaars niet afdoende. Ontsmetting van de druppelaars moet niet alleen van binnenuit plaats vinden, juist aan de buitenkant is de druppelaar mogelijk in aanraking geweest met bijvoorbeeld zieke worteldelen. De kans dat er aan de buitenzijde grond/wortelresten met overlevingsvormen van een ziekteverwekker achterblijven is dan ook groot. Ontsmet de druppelaars door ze 24 uur onder te dompelen in water met pH 1,0. Vraag bij de leverancier na of de druppelaars geschikt zijn voor een dergelijke behandeling. Sommige druppelaars zijn niet bestand tegen zo'n lange blootstelling aan zuur. In dat geval is het verstandiger om nieuwe druppelaars aan te schaffen.

Met name in de substraatteelten wordt gebruik gemaakt van middelen op basis van waterstofperoxide plus een toevoeging van een organisch zuur om met name druppelleidingen en druppelaars schoon te houden.

Het gaat hierbij om lage doseringen die o.a. de vorming van bacterieslijm tegen gaan maar laag genoeg zijn om geen schade aan het gewas te veroorzaken. Naar verwachting zijn de hierbij gebruikte concentraties onvoldoende om van een effectieve ontsmetting te spreken. Wel kan worden aangenomen dat indien leidingen inwendig schoon zijn ziektekiemen minder makkelijk in de leidingen achterblijven.

#### 5.3.4 Accessoires

Verschillende accessoires die tijdens de teelt gebruikt worden kunnen ook verspreiding van ziekten veroorzaken. Mesjes die worden gebruikt kunnen bij de vermeerdering een gevaar vormen. Een veel gebruikte methode is het dopen van de mesjes in alcohol (spiritus). Voor een goede ontsmetting is dit echter onvoldoende. Ook het dopen in trinatriumfosfaat is onvoldoende. Een voldoende ontsmetting wordt pas bereikt indien de mesjes gedurende 24 uur in de oplossing staan.

Hergebruik van potten is uit den boze als zich problemen hebben voorgedaan. Ga in zo'n situatie altijd uit van nieuwe potten. Worden de potten toch hergebruikt, dan moeten deze eerst volledig schoongemaakt worden. Pas dan kunnen ze ondergedompeld worden in een oplossing met Jet 5 of Menno ter forte. Deze methode geldt voor kunststof potten. Poreuze potten, denk aan aardewerken potten, zijn zeer moeilijk goed schoon te maken en daardoor ook veel moeilijker te ontsmetten.

Handelsformaline werd in het verleden ook gebruikt voor het ontsmetten van potten. Bij deze toepassing is het niet nodig al de vervuiling zeer goed te verwijderen. De toepassing van deze methode moet buiten de kas plaats vinden. En de potten moeten op een dusdanige manier gestapeld worden dat deze allemaal goed kunnen uitdampen. Dit kost tijd om zeker te zijn dat het goed uitgedampt is. Wilt u echter werken met handelsformaline dan moet u een volgelaatsmasker dragen, voorzien van een grijze B-filter.

Bij trays en kisten is ook het materiaal waarvan de kist of de tray gemaakt is bepalend of het accessoire goed gereinigd en ontsmet kan worden. Gladde harde oppervlaktes zijn goed te reinigen. Bij poreuze oppervlaktes is het moeilijk al de vervuiling van de oppervlakte te verwijderen. De vorm van trays, denk aan alle cellen die bijvoorbeeld in een zaaitray aanwezig zijn, kan een knelpunt zijn bij de reiniging maar ook bij de ontsmetting. Bij het achterblijven van organisch materiaal is de ontsmetting onvolledig. In gewassen met veel ziekte problemen is het verstandig om trays toe te passen van een hard materiaal. Belangrijk is dat alle onderdelen na reiniging goed geraakt worden door het ontsmettingsmiddel.

Hoe groot het gevaar is dat een besmetting optreedt bij gebruik van transportbanden, rollerbanen en vervoer met heftruck (denk aan de banden) is niet aan te geven. Besmette plantenresten en besmette grond deeltjes kunnen verspreid worden bij het gebruik van deze systemen. Droog verwijderen van plantenresten en gronddeeltjes is iets wat altijd dient te gebeuren na gebruik. Met ontsmetten is geen ervaring.

## 6 Met kleine aanpassingen een optimaal systeem bouwen.

Voorgaande hoofdstukken laten zien dat ontsmetting van een teeltsysteem niet altijd eenvoudig uitvoerbaar is. Bij de inrichting van een systeem kunt u rekening houden met een aantal zaken die de ontsmetting van het systeem zullen vereenvoudigen. Hieronder worden voor een mobiel systeem en een inrichting met een betonvloer een aantal suggesties gegeven.

### 6.1 Mobiel systeem

Bij aanleg van mobiele systemen zorgen dat:

- Containers uit één stuk bestaan (bijvoorbeeld uit metaalplaat) die op een centrale plek omgedraaid kunnen worden, gereinigd met hogedrukspuit en borstel, en daarna met stoom ontsmet kunnen worden.
- Alle leidingen, appendages, tanks en bassins van het watergeefstelsel gemaakt zijn van polyetheen of andere materialen die gedurende 10 minuten een temperatuur van 120 °C kunnen doorstaan.
- Afvoergoten en leidingen zodanig op afschot liggen dat met een dermate grote watersnelheid het organisch materiaal goed wordt afgevoerd.
- Organisch materiaal wordt uitgefilterd voor het retourbassin en zo snel mogelijk wordt afgevoerd.
- Leidingen door middel van einddoppen zodanig toegankelijk zijn dat er een rage met spuitkop doorheen gehaald kan worden om aanslag op de buiswand te verwijderen.
- Watergeefvakken een maximum grootte hebben van 2000 m<sup>2</sup> en volledig gescheiden zijn.
- Retourwater in het vak blijft en dat water voor hergebruik ontsmet is.
- In de centrale werkruimte een videocamera, zieke of aangetaste planten selecteert, en deze uit de groep verwijdert. De rest van de groep wordt overgezet in een schone container, terwijl de besmette container wordt gereinigd en ontsmet. De verwijderde planten worden behandeld in een speciale behandelruimte en gaan daarna naar een quarantaineruimte of worden afgevoerd.
- Machineonderdelen die in aanraking komen met planten zoals een overzetvork frequent gereinigd en ontsmet worden.

### 6.2 Betonvloer

Voor een betonvloer gelden in principe dezelfde maatregelen en materiaaleisen als hierboven. Bij aanleg van een betonvloer kunt u verder rekening houden met de volgende zaken:

- De vloer aanleggen volgens de specificaties van de "Betonwijzer voor kasvloeren". De eisen die daarin vermeld staan garanderen een waterdichte, stroeve, makkelijk te reinigen vloer zonder scheuren (Betonwijzer voor Kasvloeren).
- Een open goot in de vloer heeft de voorkeur omdat deze makkelijk te reinigen en te inspecteren valt.
- Er geen dode hoeken of putjes in de leidingen zitten waar organisch vuil kan verzamelen. Een grote inspectiedop aan het einde van een rechte leiding vereenvoudigt de inspectie en het afvoeren van vuil.
- Vul de potten niet te hoog, zodat er tijdens de verplaatsingen zo min mogelijk potgrond op de vloer komt.
- Banden van heftrucks en andere transportmiddelen die over de vloeren rijden hebben een glad profiel en rijden frequent door een reinigings- en ontsmettingsbad.
- Na gebruik kan de vloer met een veegmachine gereinigd worden en bij voorkeur met een stoombehandeling ontsmet.
- Bij gebruik van opraap en neerzetrobots kan ook weer centraal worden gescreend op zieke en aangetaste planten.



## 7 Algemene conclusie en aanbevelingen

Problematiek omtrent de ontsmetting van potplanten teeltsystemen is complex en vraagt om een integrale aanpak waarbij alle facetten meegenomen worden. Voor een aantal knelpunten zijn goede oplossingen ontwikkeld. Dit geldt met name op het gebied van drainwaterontsmetting. Ook voor reiniging en ontsmetting van bijvoorbeeld teelttafels zijn effectieve methoden en middelen ontwikkeld of in ontwikkeling. Toch geeft de praktische uitvoering van ontsmetting nog veel problemen. Het teeltsysteem is niet altijd volledig toegankelijk voor een goede reiniging en ontsmetting. Het is belangrijk om een voldoende hoge concentratie van het ontsmettingsmiddel te gebruiken en een voldoende lange behandelingstijd aan te houden. Hoe houdt u tijdens ontsmetting schone en vuile afdelingen gescheiden? Oplossingen van de knelpunten moeten gezocht worden in verbeterde toegankelijkheid van het systeem en/of in verbeterde ontsmettingsmethoden.

Algemeen adviseren wij om bij ontsmetting het gehele systeem goed onder de loep te nemen en maatregelen te bepalen om knelpunten aan te pakken. Er zijn verschillende adviesorganisaties die u kunnen helpen bij dit proces.

- Bepaal waar risico's en knelpunten liggen
- Bepaal welke maatregelen het beste in die situatie genomen kunnen worden om de problemen de baas te zijn
- Voer deze maatregelen uit
- Blijf volgen of de maatregelen het verwachte resultaat hebben

Deze volgorde van handelen zou u continue moeten blijven herhalen. U blijft scherp en kan op tijd bijsturen als blijkt dat de effectiviteit van een maatregel vermindert. U bent mogelijk ook op tijd bewust van nieuwe problemen die de kop opsteken zodat ook daar snel op gereageerd kan worden.

Een systematisch aanpak is in deze gewenst omdat alleen op die manier het volledige systeem te ontsmetten is. Hiervoor kunt u op het bedrijf verschillende onderdelen onderscheiden:

- Het watergeefstelsel. Bassin, voedingsunits, aanvoerleidingen, retourleidingen etc. Houdt een absolute scheiding aan tussen schoon water en besmet water.
- De teeltruimte. De plaats waar de planten geteeld worden en alle ruimtes waar ze tijdens de teelt passeren (verwerkingsruimte, transportbanden, karren etc)
- Het plantmateriaal. Komt het schoon op het bedrijf, kunt u partijen gescheiden houden om besmetting te voorkomen. Etc.
- Personeel, bezoekers en teelthandelingen. Welke teelthandelingen worden uitgevoerd die risico voor verspreiding van aantasting tot gevolg kunnen hebben. Wat is de werkvolgorde, werk van schoon naar vuil. Laat geen bezoekers op het bedrijf zonder maatregelen te nemen om besmetting te voorkomen.

Nadruk komt meer en meer te liggen op voorkomen van aantasting. Bovengenoemde procedure moet hier een belangrijke bijdrage aan kunnen leveren.



# Checklist aanpak ziekteprobleem

## Het doel van deze checklist is:

- Bewustwording van ziekten en plagen die op het bedrijf voorkomen
- Bewustwording van verspreiding van die ziekten en plagen
- Maatregelen en tips om te proberen ziekten, plagen en hun verspreiding te voorkomen

Met deze checklist kunt u voor nu en de toekomst informatie verzamelen over uw bedrijf met betrekking tot ziekten en plagen. Bij een aantal onderwerpen staat in welk hoofdstuk van de brochure extra informatie over dit onderwerp te vinden is.

## Ziekteprobleem

- Geef een beschrijving van de aantasting
- Wanneer is aantasting ontstaan? (invullen tabel)
- Hoe is de aantasting ontstaan?
- Vindt de aantasting m.n. plaats vanuit een bepaalde partij (herkomst, ras)
- Hoe wordt de aantasting over het bedrijf verspreid?
- Hoeveel schade? (Invullen tabel)
- Zijn de planten onderzocht?
- Door wie zijn de planten onderzocht?
- Wat zijn de bevindingen?
- Is de ziekte bestreden?
- Waarmee? (invullen tabel)
- Met welk resultaat? (invullen tabel)
- Is de uitval seizoensgebonden? Zo ja in welke periode? (invullen tabel)
- Hebben onlangs grote klimaatveranderingen plaatsgevonden, zoals een temperatuursverhoging of extreem lage RV?

## Informatie

Hoofdstuk 2

Hoofdstuk 2

## Teelt

- Welk(e) teeltsyste(e)m(en) gebruikt u? (Invullen tabel)
- Hoe en hoe vaak wordt het teeltoppervlak schoongemaakt en/of ontsmet? (Invullen tabel)
- Wordt het teeltmateriaal hergebruikt?
- Wordt dit materiaal ontsmet bij teeltwisseling?

Hoofdstuk 5

Hoofdstuk 5

## Watergeefstelsysteem

- Welk soort(en) water gebruikt u?
- Wordt dit water ontsmet?
- Zo ja, op welke manier? (invullen tabel)
- Wordt het water regelmatig op ziektekiemen geanalyseerd en Wat is hiervan het resultaat?
- Welke manier van watergeven wordt gebruikt? (invullen tabel)
- Is er drainwater contact tussen en binnen partijen mogelijk?
- Wordt er gerecirculeerd? (Invullen tabel)
- Wordt het recirculatiewater ontsmet?
- Volgens welke methode (invullen tabel)
- Wordt er volledige ontsmetting gebruikt?
- Is dit effectief genoeg voor het probleem?

Hoofdstuk 3

Hoofdstuk 4

Hoofdstuk 4

Hoofdstuk 4

## **Uitgangs- en plantmateriaal**

- Welke bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt op uw uitgangsmateriaal?
- Is het plantmateriaal ziektevrij?
- Is het plantmateriaal gekeurd?
- Zijn de plantenstromen (aan- en afvoer) gescheiden? Hoofdstuk 3

## **Personeel/gasten**

- Is er een vaste werkvolgorde
- Wordt er regelmatig gecontroleerd op zieke planten tijdens de teelt?  
Zo ja, hoe vaak?
- Wordt deze controle steeds door dezelfde persoon uitgevoerd?
- Hoe voert u de verdachte/zieke planten af?
- Is ontsmetting van het gereedschap goed geregeld Hoofdstuk 5
- Zin er gastenjassen/handschoenen en ontsmettingsbak aanwezig?

## **Overig**

- Bedenk of uw systeem helemaal ziektevrij te maken is, wanneer u onverhoopt problemen zou krijgen met een wortelziekte Hoofdstuk 3
- Bent u bekend met andere waardplanten?
- Heeft u (mogelijke) waardplanten in uw kas?
- Is al het onkruid verwijderd?
- Is het onderhoud aan ontsmettingsapparatuur voldoende (normen)?
- Wordt het transportsysteem en het fust regelmatig schoongemaakt/  
ontsmet? Zo ja, op welke wijze? Hoofdstuk 5

## **Tips**

- Controleer minimaal éénmaal per week op ziekten!
- Zorg ervoor dat bij afvoer van verdachte planten geen herbesmetting kan plaatsvinden!
- Na controle op ziekten, wisselen van kleding en handen reinigen!
- Leg infectiehaarden vast middels een plattegrond!
- Zorg dat de ontsmettingbak functioneel is en blijft! (regelmatig aanvullen en/of verversen)
- Gebruik voor uitspuiten geen bassin- of oppervlaktewater, hierin kunnen ziektekiemen aanwezig zijn!
- Probeer bedrijfsvreemd materiaal te voorkomen, moet dat wel, werk dan volgens scherpe quarantainemaatregelen!
- Weer 'huisdieren' uit de kas!
- Instrueer gasten en vertel hen dat ze op het pad moeten blijven en de planten en het groeimedium niet mogen aanraken!



<b>Ziekte</b>	<b>Tijdstip/ seizoen</b>	<b>Uitval- percentage (laatste 4 jaar)</b>	<b>Bestrijdingsmiddel</b>	<b>Concentratie</b>	<b>Frequentie</b>	<b>Resultaat</b>
<b>Soort teeltsysteem</b>	<b>Manier en tijdstip ontsmetten</b>	<b>Teeltperiode</b>	<b>Manier van water geven</b>	<b>Recirculatie</b>	<b>Manier en tijdstip ontsmetten watergeef systeem</b>	



## Geraadpleegde literatuur.

- Amsing, J.J., Runia, W.Th. (1995) Disinfection of nematode-infected recirculation water by ultra-violet radiation. Med Fac. Landbouww. niv. Gent 60/3b, 1087-1092
- Amsing, J. & Runia, W.Th. (2000a) Waterontsmettingsmethodieken tegen wortelaaltjes. Rapport 228. PBG Aalsmeer
- Amsing, J., Runia W. (2000b) Werverhitting en UV-straling effectief tegen aaltjes. Groente en Fruit. 11 feb: 8-10.
- Amsing, J.J. en Runia W.Th. (2000c). Verhitting en UV-straling fnuikend voor aaltjes. Vakblad voor de bloemisterij. 2000 no 3: 46-47
- Atmatjidou, V.P. Fynn, R.P. and Hoitink, H.A.J. (1991). Dissemination and transmission of *Xanthomonas campestris* pv *begoniae* in an Ebb and Flow Irrigation System. Plant Disease 75:1261-1265.
- Betonwijzer voor kasvloeren - 2e herziene uitgave. - 's-Hertogenbosch : ENCI, maart; (2002), 28 p. Publicatienummer: 2002-BC-P056/4
- Bolton, A.T. (1980) Effects of temperature and pH hydrogen-ion concentration of soil media on root rot of poinsettia caused by *Pythium aphanidermatum*. Canadian Phytopathological Society. 2:83-85
- Gelzhäuser, P. et al. (1985). Erzeugung und Wirkung von UV-Strahlen. In: Desinfektion von Trinkwasser durch UV-bestrahlung, 28-29
- Hoitink, H.A.J., Fynn, R.P., McMahon, R.W. and Atmatjidou, V. (1992) Transmission of Plant Pathogens in an Ebb and Flood System. Folage Digest Vol XV No 4 April 1992.
- 'Kwaliteitsrichtlijnen voor water- en mestinstallaties' opgesteld door DLVAdviesgroep en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving in opdracht van LTO-Nederland, Productschap Tuinbouw, Aegon, AgriVer, Delta Lloyd en Hagelunie.
- Os, E. van, Amsing, J., Runia, W., Kuik, F. van. (1997a) Zandfilters zijn hulp bij het verwijderen van schimmelsporen uit gietwater. De Boomkwekerij 724-725.
- Os, E. van, Amsing, J., Runia, W., (1997b). Aaltjes ontsnappen aan langzaam zandfilter: zandfilter werkt anders dan gedacht. Vakblad voor de Bloemisterij. no 27: 34-35.
- Projectgroep waterontsmetters (1993). Brochure Kwaliteitsrichtlijnen waterontsmetters. Opgesteld in opdracht van Hagelunie Agrarische verzekeringen.
- Rattink, H. (1990). Epidemiology of *Fusarium* wilt in cyclamen in an ebb and flow system. Neth J. Pl. Path. 96:171-177.
- Runia, W. (1988) Elimination of plant pathogens in drainwater from soilless cultures. ISOSC Proceedings 7 th Int Congress. Flevohof.
- Runia, W. (1992a) Drainwaterontsmetting met UV licht geeft goed resultaat. Vakblad voor de bloemisterij Vol 47 no 10: 44-47
- Runia, W. Th. (1992b) Ontsmetting met lagedruk – UV is effectief. Vakblad voor de bloemisterij Vol 47 no 35: 50-51

- Runia, W. (1993a) Ontsmetting recirculatiewater met zandfilter. Vakblad voor de bloemisterij 1993 no 1: 53
- Runia, W. (1995). A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless cultures. Acta Horticultura. Feb 382: 221-229
- Runia, W. (2000) UV-ontsmetter doodt pepinomozaïekvirus bij lagere dosis. Groente en Fruit 28 april: 19
- Runia, W.T. Amsing, J.J. (2000) Selectieve verhitting recirculatiewater bespaart energie. Vakblad voor de bloemisterij. no 27: 34-35
- Thinggaard K., & Middelboe, L. (1989). *Phytophthora* and *Pythium* in pot plant cultures grown on ebb and flow bench with recirculating nutrient solution. Journal of Phytopathology 125: 343-353
- Voss, J von, Meier, U. (1990) Untersuchungen zur epidemiologie des welkeerregers *Fusarium oxysporum* f.sp. *cyclaminis* Schlecht. an *Cyclamen persicum* Mill. auf Stellflächen und mögliche Bekämpfungsstrategien. Nachrichtenbl Deut. Pflanzenschutzd., 44 (7): 162-166.
- Wilcox, W.F., & Mircetich, S.M. (1985). Effects of Flooding duration on the development of *Phytophthora* root and crown rots of cherry. Phytopathology 75: 1451-1455.