

# **Literatuurstudie bodemgebonden Phytophthora voor de vollegrondsgroenteteelt.**

Project: Ruimte voor Groenten 2003  
Financiering : Produktschap Tuinbouw

December 2003.

H. Biemans (DLV), J. Lamers (PPO) en J. de Lange (Proeftuin Zwaagdijk)

# Inhoudsopgave

1.	<b>Inleiding</b> .....	3
	1.1 Problematiek.....	4
	1.2 Doelstelling.....	4
2.	<b>2.1 Phytophthora algemeen</b> .....	5
	<b>2.2 Aardbei</b> .....	7
	2.2.1 Algemeen.....	7
	2.2.2 Symptomen.....	9
	2.2.3 Rassenkeuze.....	9
	2.2.4 Beheersing.....	10
	2.2.5 Geïntegreerde oplossingen.....	10
	<b>2.3 Prei</b> .....	11
	2.3.1 Algemeen.....	11
	2.3.2 Symptomen.....	11
	2.3.3 Rassenkeuze.....	11
	2.3.4 Beheersing.....	12
	2.3.5 Geïntegreerde oplossingen.....	13
	<b>2.4 Kool</b> .....	14
	2.4.1 Algemeen.....	14
	2.4.2 Symptomen.....	14
	2.4.3 Rassenkeuze.....	14
	2.4.4 Beheersing.....	15
	2.4.5 Geïntegreerde oplossingen.....	15
	<b>2.5 Witlof</b> .....	16
	2.5.1 Algemeen.....	16
	2.5.2 Symptomen.....	16
	2.5.3 Rassenkeuze.....	17
	2.5.4 Beheersing.....	17
	2.5.5 Geïntegreerde oplossingen.....	17
	<b>2.6 Milieubelastingspunten gewasbeschermingsmiddelen</b> .....	18
	<b>2.7 Knelpuntenanalyse</b> .....	18
	<b>2.8 Aanbevelingen tot verder onderzoek</b> .....	19
	Bijlage 1: Literatuurlijst.....	20

# 1 Inleiding

Ruimte voor Groenten is een project van LTO Nederland. Met dit project wil LTO bijdragen aan de productie van land-en tuinbouwproducten van onbesproken kwaliteit. Daartoe wordt ingezet op bedrijfscertificering, gekoppeld aan een maatschappelijk verantwoorde, geïntegreerde aanpak van de gewasbescherming.

Een (economisch) verantwoorde voortzetting van de diverse teelten als bedrijfsactiviteit is daarbij een belangrijke voorwaarde. Via een bedrijfsstrategie die in eerste instantie gericht is op toepassing van niet-chemische middelen, wordt getracht om te komen tot een zo optimaal mogelijke beheersing van ziekten, plagen en onkruiden. Daarbij wordt de inzet van chemische middelen tot een minimum beperkt. Het begrip bedrijfsstrategie dient daarbij ruimer geïnterpreteerd te worden dan alleen directe gewasbeschermingsmaatregelen. Ook instrumenten als vruchtwisseling, gebruik van groenbemesters, bemestingsmaatregelen, rassenkeuze etc. spelen een belangrijke rol.

Binnen Ruimte voor Groenten worden de activiteiten onderverdeeld in:

- Bedrijfsbrede certificering
- Gewasbeschermingsactiviteiten

Het onderdeel met gewasbeschermingsactiviteiten is onderverdeeld in zes werkerreinen, te weten:

- Geïntegreerde tripsbestrijding
- Geïntegreerde insectenbestrijding
- Geïntegreerde schimmelbestrijding
- Geïntegreerde aaltjesbestrijding
- Geïntegreerde onkruidbestrijding
- (behoud van) voldoende breed middelenpakket dat verantwoord is wat betreft het milieu.

Voor ziekten, plagen en onkruiden zijn werkgroepen gevormd die de problematiek per gewas verder hebben verkend en een actieplan hebben opgesteld. De werkgroep schimmels heeft in het voorjaar van 2003 het projectplan “Literatuurstudie bodemgebonden Pytophthora voor de vollegrondsgroenteteelt” opgesteld en aangeboden aan het Productschap voor Tuinbouw. Vanuit het PT is goedkeuring verkregen voor dit project.

Gedurende de studie is gebleken dat de studie meer het karakter heeft gekregen van een expertstudie. Dit vanwege het ontbreken van veel geschikte literatuur. Het is nog een tamelijk braakliggend onderzoeksterrein. De experts zijn er gezamenlijk in geslaagd een goed totaal overzicht te maken.

## **1.1 Problematiek**

Bodemgebonden Phytophthora vormt elk jaar een grotere bedreiging voor diverse vollegrondsgroenteteelten. In diverse vollegrondsgroente gewassen kan deze schimmel vanaf aanplant tot oogst zorgen voor kwaliteitsverlies tot en met volledige afsterving van het gehele gewas. Deze vorm van Phytophthora kan jarenlang in de grond achterblijven, met als gevolg dat bij opeenvolging van dezelfde teelt binnen enkele jaren de schimmel en de daarbij behorende schade eerder toe- dan afneemt. Wat betreft chemische bestrijding zijn er enkele middelen toegelaten maar deze zorgen vanwege de agressiviteit van de schimmel voor een hoge milieubelasting (Paraat in aardbei en witloftrek tot >10.000mbp., Eupareen + Previcur in prei tot >13.000mbp., sluitkool geen bestrijding mogelijk) . Over de beheersing van bodemgebonden Phytophthora is momenteel weinig bekend. Er is tot nu toe voornamelijk gebruik gemaakt van chemische oplossingen. Toch zijn er aanwijzingen dat een meer geïntegreerde en dus milieuvriendelijkere oplossing kansen biedt.

## **1.2 Doelstelling**

Het in kaart brengen door een korte overzichtsliteratuurstudie van de beschikbare literatuur en het verzamelen van praktijkervaringen. Hierdoor inzicht krijgen welke gegevens/mogelijkheden er zijn om bodemgebonden Phytophthora op een geïntegreerde wijze te beheersen.

## **2. Algemeen**

### **2.1 Phytophthora algemeen**

Phytophthora behoort net als Pythium tot de Oömyceten. Vroeger werden deze soorten nog tot het echte schimmelrijk gerekend, tegenwoordig worden ze bij andere groepen organismen ingedeeld zoals bij de algen (Alexopoulos et al., 1996).

Phytophthora soorten zijn geen echte bodemschimmels, maar veel meer gespecialiseerde plant pathogenen. Zij zijn gespecialiseerder dan Pythium of Rhizoctonia die een flink deel van hun levenswijze in de bodem doorbrengen. Phytophthora soorten groeien meestal minder snel dan Pythium soorten.

Phytophthora soorten tasten meer de bovengrondse plantendelen aan waar zij dan sporangia (verspreidingsstructuren) vormen die in de lucht of met de wind verspreid worden. Een klein deel van de Phytophthora soorten brengen een deel van hun levenswijze ondergronds door. In dit rapport worden alleen de bodemgebonden Phytophthora soorten besproken.

#### **Overlevingsstructuren**

De vorming van sporangia is meestal afhankelijk van water. Bij hoge temperatuur gaan de sporangia direct kiemen en mycelium vormen. Bij lage temperatuur gaan de sporangia eerst nog zwemsporen of zoösporen vormen. Deze zoösporen verplaatsen zich in water of gaan met het water mee en kunnen vervolgens plantenweefsel aantasten. Naast sporangia worden ook oösporen gevormd. Dit zijn overlevingsstructuren (rustsporen) met een dikke wand die slechte omstandigheden kunnen overleven. De oösporen kunnen weer gaan kiemen en een mycelium weefsel en/of een sporangium vormen. Daarnaast zijn er soorten die veel chlamydosporen vormen. Dit zijn verdikte myceliumcellen die bij wisselende temperaturen aangelegd worden.

#### **Beheersing**

Phytophthora soorten die de wortels aantasten, kunnen gecontroleerd worden door de vatbare gewassen in grond zonder inoculum van het pathogeen te poten of in grond waar het pathogeen weinig schade doet, zoals op goed gedraineerde lichte gronden. Het plant materiaal moet dan “schoon” zijn of resistent zijn tegen de ziekte.

Chemische bestrijding met systemische middelen is mogelijk maar deze middelen zijn beperkt toegelaten.

Er zijn ziekteonderdrukkende gronden gevonden voor Phytophthora wortelrot in houtige gewassen. Deze gronden bevatten van nature veel antagonisten of anorganische stoffen die toxisch zijn voor de schimmel.

Daarnaast zijn er veel voorbeelden van boomschors composten, die in veldexperimenten een betrouwbare verlaging hebben gegeven van plantinfecties door Phytophthora.

## **Detectie**

Een techniek waarmee heel specifiek de aanwezigheid van bepaald DNA van een ziekteverwekker kan worden aangetoond, heeft veel mogelijkheden. Deze techniek is gebaseerd op het vermeerderen van specifiek kleine stukjes DNA met die baseparen die karakteristiek zijn voor de ziekteverwekker. Tijdens de vermeerdering worden die kleine stukjes DNA zichtbaar. De methode is specifiek waardoor er weinig kans is op verwisseling met een andere schimmel. De methode is ook gevoelig waardoor kleine hoeveelheden al snel worden aangetoond. Aantonen van kleine hoeveelheden Phytophthora in het gewas is gevoeliger dan in grond, vanwege de remstoffen die in de grond aanwezig zijn. De meeste Phytophthora soorten kunnen met deze techniek worden opgespoord. Een aantal zijn gebruiksklaar, maar bijvoorbeeld de toets om *P. fragariae* in planten aan te tonen wordt niet gebruikt omdat die toets wellicht te gevoelig is.

## 2.2 Aardbei

### 2.2.1 Algemeen

Aardbei is een gewas, wat bijna altijd rondom het bedrijf geteeld wordt. Dit betekent dat er weinig tot geen vruchtwisseling plaatsvindt, uitgezonderd een eventuele teelt met Tagetes (afrikaantjes). Zelfs dan blijft het bijna jaar op jaar aardbei.

De gevoeligheid van de percelen is in hoge mate afhankelijk van de vochthoudendheid van de grond. De zwaardere zandgronden die veel vocht vasthouden, gronden die gemakkelijk dichtslempen en waar dus water gemakkelijk blijft staan laten grotere problemen zien. Zeer lichte gronden die snel het overtollige water afvoeren lijken minder schimmeligroei in de top laag te bevatten. Daarom is een goede doorlatendheid van de grond gewenst. Drainage kan bijdragen tot een drogere grond. Vooral *Phytophthora fragariae* (roodwortelrot) heeft baat bij drogere omstandigheden. *Phytophthora cactorum* kan voorkomen op de vruchten (lederrot) door opspatting, maar vooral het binnendringen via wonden onder de grond (stengelbasisrot) geeft de problemen, waarna deze schimmel de plant aantast.

#### *P. cactorum*

*P. cactorum* is een Phytophthora soort die genetisch erg variabel is, dat wil zeggen de genetische verschillen zijn groot met name in de vele Phytophthora isolaten die tot vruchtrot leiden. De Phytophthora isolaten die het rhizoom aantasten, zijn weinig genetisch variabel (Eikemo, 2002) en kunnen alle ook tot vruchtrot leiden. Er zijn duidelijke rasverschillen in vatbaarheid voor *P. cactorum*. Aardbeiplanten zijn vatbaarder in het voor- en najaar, dan in de zomer of in de winter (Eikemo, 2002)

*P. cactorum* komt over de hele wereld in de gematigde zone voor en kan wel 160 plantensoorten aantasten. Natte gronden bevorderen de infectie. De schimmel kan tot 25 cm diep aanwezig zijn en op dood organisch materiaal overleven. Sporangia en chlamydosporen zijn erg gevoelig voor slechte omstandigheden en verdwijnen nagenoeg in de eerste winter uit de grond. Oösporen worden alleen in plantenweefsel gevormd. Deze overleven langer (tot twee jaar) en hebben juist een vorstperiode (koude) nodig om te kunnen kiemen. Mycelium overleeft niet eens luchtdroge grond. In plantenresten kunnen alle overlevingsvormen van Phytophthora lang aanwezig blijven.

Zoösporen komen uit sporangia vrij bij wat lagere temperaturen vanaf 10 °C, die evenwel kunnen oplopen tot 30 °C. Zij blijven beweeglijk voor 15 minuten tot 3 uur en kunnen tot 32 dagen levensvatbaar blijven. Zij verspreiden zich slechts over zeer kleine afstanden in de bodem. Zoösporen zijn gevoelig voor ureum.

Bij 15 °C kiemen sporangia door het vormen van zoösporen, bij 25 °C door het vormen van kiemhyfen en soms door het vormen van een tweede sporangium. Voor het kiemen van oösporen is ook licht nodig. Kieming treedt daarom alleen aan de oppervlakte op.

Bij 26 °C groeit het mycelium optimaal. De optimale temperatuur voor het kiemen van oösporen ligt bij 18 °C. CaCl<sub>2</sub> versnelt de afrijping van oösporen, maar gaat even later de kieming tegen. Minimum temperatuur voor myceliumgroei is 2 °C en maximum 31 °C.

Sporangia worden in de bodem gevormd tussen 10 en 29 °C. Bij lagere O<sub>2</sub> spanningen in de grond worden geen sporangia gevormd.

Geïnfecteerde aardbeiplanten verspreiden de schimmel sneller op ontsmette grond dan op niet ontsmette grond.

Er wordt in de literatuur ook melding gemaakt van stoffen die de resistentie kunnen induceren. Zo zijn van Bion en chitosan beschermende effecten gevonden vergelijkbaar met Aliette.

Van Bion is veel bekend. Het kan in veel gewassen resistentie reacties oproepen tegen allerlei schimmels, bacteriën en virussen.

Bion is een middel dat de verdediging van de plant activeert tegen schimmels, bacteriën en virussen. Het verspreidt zich systemisch. Vooral in monocotylen zijn er successen mee geboekt tegen echte meeldauw. Chitosan is een gedeacetyleerd product van chitine. Hiermee is ook Botrytis en Rhizopus bestreden in aardbei. De systemische werking is vooral aanwezig en werkzaam in monocotylen. In een potproef bleek dat met Bion of Chitosan een bescherming tegen infectie met *P. cactorum* optreedt van 2 tot 20 dagen na spuiten, vergelijkbaar met Aliette (Eikemo, 2002). Tegen *P. fragariae* bleek alleen met Bion een vergelijkbaar effect op te treden.

### ***P. fragariae***

*P. fragariae* heeft alleen aardbei als waardplant. Er worden geen chlamyosporen gevormd. Minimum groeitemperatuur ligt bij 3 °C, optimum bij 20 °C en maximum bij 30 °C. *P. fragariae* groeit over het algemeen langzaam.

Oösporen blijven 3 jaar of langer in het veld over, zelfs wordt overleving na 15 jaar ook gemeld.

Vochtige grond is belangrijk voor infectie. Ook lagere temperaturen in winter, herfst en voorjaar bevorderen de verspreiding.

Beheersing via gezond plantmateriaal is een belangrijke beheersmaatregel. Metalaxyl ( tot enkele jaren terug toegelaten) bestreed ook *P. fragariae*, maar de schimmel is resistent geworden na herhaalde toepassing van metalaxyl. Beheersing is ook gevonden met de schors van de Douglas spar verrijkt met ammonia.

Het inkruisen van resistentie is een goede mogelijkheid, maar er zijn reeds meer dan 15 resistentiegenen doorbroken door *P. fragariae*-isolaten.



## 2.2.2 Symptomen

### *P. fragariae*

In periodes van sterke groei blijven zwaar aangetaste planten kort en gedrongen. De jongste bladeren worden blauwgroen en de oudste bladeren oranje-geel. Bij een minder zware aantasting is er alleen sprake van een verminderde groei en géén veranderde bladkleur. Het aantastingsbeeld verloopt meer pleksgewijs dan per rij. Aangetaste planten hebben minder uitlopers en in het jaar van productie kleinere vruchten. Bij een roodwortelrot-aantasting rotten jonge wortels het eerst aan de punt en bij het open snijden van de wortel is de centrale cilinder boven de punt rood verkleurd. Zet de aantasting door, dan worden de zijwortels vernietigd waardoor zogenaamde rattestaartjes ontstaan.

### *P. cactorum*

Een aangetast gewas staat er kort na het planten onregelmatig bij. De plantjes met stengelbasisrot hebben bovendien een donkergroene kleur. Pas bij het uit de grond halen van de plant is met zekerheid vast te stellen of het om stengelbasisrot gaat. Is de plant ernstig aangetast, dan breekt deze bij het oprooien vaak af op de scheiding tussen lucht en grond. De breukplek is bruinrood. Bij een minder ernstige aantasting is nauwelijks iets aan de plant te zien. Pas als de plant overlangs wordt doorgesneden, wordt een bruin-rode, peperkoekachtige verkleuring zichtbaar. Aan het wortelgestel mankeert helemaal niets.

## 2.2.3 Rassenkeuze

Er is een groot verschil tussen de rassen in gevoeligheid voor de Phytophthora-schimmels. Onderstaand een overzicht per gewas. Dit overzicht is ontleend aan de studie “Epidemiologie en beheersstrategieën schimmels in vollegrondsgroenten (Ruimte voor Groenten, 2002)

- Elsanta als standaard ras is zeer vatbaar voor *P. fragariae*, tamelijk vatbaar voor *P. cactorum*.
- Darselect: weinig bekend.
- Kimberly: weinig bekend.
- Korona: tamelijk vatbaar voor *P. fragariae*, weinig vatbaar voor *P. cactorum*.
- Lambada tamelijk vatbaar voor *P. fragariae*, weinig vatbaar voor *P. cactorum*.
- Pavana: weinig vatbaar voor *P. cactorum*, bevat 3 resistentiegenen voor *P. fragariae*, daardoor weinig kans op aantasting door deze schimmel.

Het hoofd ras Elsanta is tegelijk ook het meest vatbare ras. Het probleem bij de andere rassen is echter nog steeds dat hun productiewaarde lager is als die van Elsanta. Er zijn echter meer factoren die meewegen of een ras in de praktijk ingezet wordt.

Er is al jaren onderzoek naar nieuwe rassen met één of meerdere resistentie-genen tegen m.n. roodwortelrot. Aangezien er meerdere stammen bekend zijn van *P. fragariae* kan de resistentie doorbroken worden.

## 2.2.4 Beheersing

Stro/plastic: als grond besmet is maar de plant gezond, kan door opspatting alsnog besmetting van de vrucht plaatsvinden door *P. cactorum*. Door stro of plastic te gebruiken om de grond tussen de planten af te dekken wordt dit opspatten voorkomen.

Gezond plantmateriaal: de nadruk bij de bestrijding moet liggen op gezond plantmateriaal. Ondanks dat dit geen garantie voor succes is, is de kans op slagen van de teelt beduidend groter.

Chemisch: momenteel zijn in de aardbeiteelt twee middelen toegelaten die werkzaam zijn tegen beide soorten Phytophthora. Aliette is inmiddels een oud middel in de aardbeiteelt, maar heeft hier nog steeds zijn functie. Met Aliette is het echter wel belangrijk op schoon plantmateriaal te starten, aangezien dit middel alleen preventief werkt en niet curatief. Het middel Paraat is echter wel curatief, maar wordt standaard (net als Aliette) preventief ingezet. Eén behandeling bij de start van een gekoelde teelt is normaliter voldoende om deze teelt zonder schade te eindigen.

Wachtbedden: door geen overwinteringsteelt uit te voeren, wordt de kans op *P. fragariae* aanmerkelijk kleiner, aangezien roodwortelrot (*P. fragariae*) de plant onder droge omstandigheden vrijwel niet aantast. Door het telen van wachtbedden en deze te rooien in december worden de meest natte omstandigheden voorkomen.

Uit de grond telen: Het risico op een aantasting (mits gebruik is gemaakt van gezond plantmateriaal) wordt bijna helemaal uitgesloten als op veenbalen, emmers of bakken wordt geteeld. Deze moeten dan wel volledig vrij van de ondergrond liggen. Momenteel is het echter nog zo, dat het overgrote deel van de aardbeien in Nederland in de grond worden geteeld.

## 2.2.5 Geïntegreerde oplossingen

PCR-techniek: grondonderzoek naar schimmels in de bodem. Door deze methode is vast te stellen of schadelijke schimmels voor het gewas aanwezig zijn in de grond. Probleem hierbij is dat er veel monsters per hectare genomen zullen moeten worden om een betrouwbaar beeld te verkrijgen.

## **2.3 Prei**

### **2.3.1 Algemeen**

Voor prei geldt dat de meeste telers weinig teeltrotatie toepassen in dit gewas. Er wordt vaak met huispercelen gewerkt en door specialisatie zijn er vaak weinig of geen andere gewassen aanwezig op het bedrijf.

Wanneer er geoogst wordt vinden er geen grond bewerkingen plaats tot het moment waarop de gehele oogst heeft plaats gevonden. In een aantal gevallen duurt het dan nog een forse periode voordat de grondbewerking ( het onderwerken van het plantmateriaal) plaats vindt. Tevens wordt al jaren het preiafval teruggedreden naar het perceel waar de prei vandaan komt. Ook hiervoor geldt dat het afval relatief lang op het perceel achterblijft alvorens het wordt ondergewerkt.

Op afval kan de schimmel *Phytophthora Porri* ( papiervlekken) zich in stand houden of zelfs nog uitbreiden.

De gevoeligheid van de percelen is o.a. in hoge mate afhankelijk van de vochthoudendheid van de grond. De zwaardere zandgronden die veel vocht vasthouden, gronden die gemakkelijk dichtslempen en waar dus water gemakkelijk blijft staan, laten grotere problemen zien.

Vooraf het najaar is de moeilijkste periode om papiervlekkenziekte te beperken. In deze tijd droogt het gewas slecht op en is er veel regenval waardoor er veel opspatting van gronddeeltjes en dus sporen is.

### **2.3.2 Symptomen**

Aanvankelijk onregelmatige waterige grijsachtige vlekken die vervolgens kunnen opdrogen tot witte vlekken die papierachtig aanvoelen. Bij ernstige aantasting kunnen de vlekken groot zijn en zowel op het loshangende blad als op de schacht voorkomen. Vooral bij vochtig weer laat de schimmel door een donkergroene waterige rand rondom de opgedroogde vlek zien, dat ze nog levenskrachtig is.

### **2.3.3 Rassenkeuze**

Tussen de rassen zijn duidelijke verschillen aan te geven betreffende tolerantie van papiervlekken. Dit kan echter niet vertaald worden in resistentie.

Voor elk segment in de jaarronde teelt van prei, zijn er rassen te vinden die een bepaalde weerstand hebben tegen papiervlekken. Dit wil echter nog niet altijd zeggen, dat deze rassen ook voldoen aan de rendementseis van de teler. Voorlopig zullen er ook nog geen *Phytophthora* resistente rassen commercieel gemaakt kunnen worden, wat de noodzaak tot verdere maatregelen verplicht.

### 2.3.4 Beheersing

Stro: Een aantal bedrijven past al jaren stro toe, om het opspatten van sporen te voorkomen. Deze toepassing geeft een redelijk goed resultaat maar vereist wel extra investering en geeft risico op invriezen van de plant zelf. Door deze toepassing worden wel enkele bespuitingen voorkomen.

Waarschuwingssysteem: het bedrijf Dacom heeft al een aantal jaren geleden een waarschuwingssysteem ontwikkeld, voor papiervlekken in prei. Het systeem benadert de ontwikkeling en verspreiding van deze schimmel goed, maar hierin zit veel werk voor de teler om dit alles bij te houden. Dit is werk, waar de meeste telers niet op zitten te wachten.

Chemisch: momenteel zijn er diverse middelen die enigerlei werking hebben tegen papiervlekken. De belangrijkste hierbij zijn de preventieve middelen. Eupareen, captan en Kenbyo hebben enkel preventieve werking, maar zijn tegelijkertijd zeer milieubelastend. Het enige curatieve middel wat momenteel toegelaten is, is Previcur N, maar dit heeft geen sterke werking tegen *Phytophthora*. Er komt een nieuw middel op de markt met een sterkere werking tegen *P. porri*. Dit middel is echter wel zeer gevoelig voor resistentie, waardoor waakzaamheid is geboden om gedurende langere tijd van dit middel gebruik te kunnen blijven maken.

#### Pogingen tot beheersing:

Teeltmaatregelen zijn wisselend in effectiviteit. De teelt op ruggen die op natte en zwaardere gronden wel eens wordt toegepast geeft nauwelijks een kleinere kans op aantasting. De afstand van de grond tussen de ruggen is groter tot aan de prei.

Gronden die regelmatig via schoffelen en aanaarden opgehouden worden hebben een beperkt kleinere kans op aantasting. Groei in het gewas houden, maar niet overmatig stikstof bemesten geeft een kleinere kans op een forse aantasting, maar de verschillen zijn gering.

Water geven heeft op de schimmel nauwelijks invloed. Dit wordt vooral gedaan in droge tijden en dan krijgt de schimmel geen kans om zich te vermeerderen of te ontwikkelen.

Overdadig water geven in combinatie met ruim bemesten verhoogt de gevoeligheid.

Plantafstand heeft beperkt invloed. Een ruimere plantafstand kan sneller opdrogen van de prei geven. Het effect hiervan is beperkt, doordat de kans op spatten vanaf de grond groot blijft of groter wordt. De aantastingskansen zijn groot in een natte periode als de prei nauwelijks opdroogt.

Het afdekken van de grond, naast stro, is enige jaren geleden reeds uitgetest. Diverse methoden zijn hiervoor toegepast om het opspatten van sporen tegen te gaan. Hiervoor zijn o.a. toegepast papier, gras en klaver. Deze toepassingen zijn echter als bodembedekker ongeschikt. Gras en klaver leveren problemen op bij de chemische bestrijding van onkruid in prei. Bij een bestrijding verdwijnt namelijk niet alleen het onkruid, maar vaak ook de bodembedekker. De grond afdekken met papier levert praktische problemen op. In dit materiaal kunnen moeilijker plantgaten worden geponst en planten gaat een stuk moeizamer. Bovendien verteert het aan de randen, waardoor het op kan waaien. Na het aanbrengen van papier kan er grond opkomen, waardoor alsnog een infectie van papiervlekkenziekte kan optreden.

### 2.3.5 Geïntegreerde oplossingen

Een belangrijke oorzaak is te vinden in het feit, dat er te lang resten achterblijven op het veld, waardoor de infectiekansen toenemen en voor de daarop volgende jaren een verhoogde kans op aantasting aanwezig is.

Bij het rooien zelf blijft het afval beperkt tot wat blad- en wortelresten. Bij het afval wat teruggebracht wordt op het land gaat het echter om grotere delen en hoeveelheden tot hele planten die achterblijven op het veld.

Rooiafval: zo gauw als mogelijk, moeten de resten die achterblijven op het land ondergewerkt worden. Hierdoor wordt de besmettingskans teruggedrongen en de vermeerdering van de schimmel stopgezet, behalve dan voor de reeds aanwezige oösporen.

Schoningsafval: het probleem hierbij is de grotere delen van planten tot hele planten aan toe. Door het afval te hakselen en zo dun mogelijk te verspreiden over het land, wordt de vertering van de gewasresten versneld en de verspreiding van de sporen sterk beperkt. De stap om snel onder te werken wordt hierdoor ook gestimuleerd. Door te hakselen wordt het schoningsafval niet in hopen verspreid over het perceel, maar gelijkmatig verdeeld tot een hoogte van maximaal 1 cm.

Composter: composteren kan een optie zijn om sporen af te doden en vervolgens alsnog de resten uit te rijden, zonder gevaar voor besmetting.

## 2.4 Kool

### 2.4.1 Algemeen

Vooraf wanneer bij regenachtig weer wordt geoogst kan *Phytophthora porri* in de bewaring uitval veroorzaken. In de jaren zeventig en tachtig toen sluitkool eerst op een zwad op het veld werd gelegd, was dit een groot probleem. Uitval tijdens de bewaring kon oplopen tot 10 – 15%. *Phytophthora* kan namelijk via opspattend water (met gronddeeltjes) het snijvlak van de kool infecteren wanneer deze niet is opgedroogd. Naast de infectie via het snijvlak via messen of opspattend water is een andere mogelijkheid dat de schimmel de plant binnenkomt via beschadigingen in het gewas, bijvoorbeeld bij bladbreuk. Ook het bijsnijden van de kool gedurende de bewaring kan tot verspreiding van de ziekte leiden.

De optimale groeitemperatuur van *P. porri* is 25°C bij kweek op voedingsbodems. In de praktijk vindt tussen de 15 en 20°C snelle groei plaats, maar groei kan tevens plaatsvinden tijdens de bewaring bij 0°C.

Door de opkomst van de oogstbanden in de jaren negentig is het probleem minder ernstig geworden. Wanneer de kool bij een onvoldoende lage temperatuur wordt bewaard of te langzaam wordt teruggekoeld kan de schimmel sneller toeslaan.

*P. porri* blijft in de grond over met sporangia, oösporen en chlamydosporen. Hierdoor biedt gewasrotatie weinig soelaas.

*P. porri* tast o.a. prei, ui en kool aan. Uit onderzoek van Cock et al. (1992) bleek dat de isolaten van *P. porri* die kool aantasten een andere genetische achtergrond hebben dan van die van ui of prei. De schimmel blijft in de grond over met sporangia, oösporen en chlamydosporen. Infectie treedt op door zoösporen die via opspattende regendruppels het gewas infecteren. Daarnaast kunnen ook sporangia door de wind verspreid worden.

De kool wordt vooral aangetast bij de oogst. Na een natte oogst kan de ziekte verhevigd in de bewaring optreden. Ook het bijsnijden van de kool tijdens de bewaring kan tot verspreiding van de ziekte leiden. Verwijderen van gewasresten is zeer belangrijk.

### 2.4.2 Symptomen

Tijdens de bewaring wordt de stronk bruin en zacht rot. De pit kan er als het ware uitvallen, terwijl er een netwerk van weefsel overblijft dat op grote cellen lijkt. Ook hoofdnerf van bladeren worden aangetast, maar het bladweefsel wordt niet zacht. Het rotten veroorzaakt de typische geur van rottende kool, maar stinkt niet zoals boterrot veroorzaakt door de bacterie *Erwinia carotovora*. Deze bacterie veroorzaakt een ondiepe geelachtig rot aan het snijvlak.

### 2.4.3 Rassenkeuze

In de literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden dat er verschil is in meer of mindere mate van resistentie of tolerantie tussen de rassen betreffende *P. porri*. Toch is uit de praktijk duidelijk, dat er verschil is tussen koolsoorten en rassen. Zo is rode kool minder gevoelig dan

witte kool. Binnen de witte kool rassen zou onder andere het ras Bartolo relatief sterk tegen *P. porri* zijn. Uitval door *P. porri* kan per ras flink verschillen bij verschillende herkomsten (grondsoort) en weersomstandigheden tijdens de oogst.

#### **2.4.4 Beheersing**

Er is geen middel toegelaten ter bestrijding van rotstruiken. Onderzoek eind jaren tachtig toonde aan dat een gewasbehandelingen in oktober met metalaxyl (5 kg/ha) een goede effectiviteit tegen rotstruiken had. Halverwege de jaren negentig werd door het wegvallen van de toelating van metalaxyl opnieuw onderzoek naar de bestrijding van *P. porri* uitgevoerd. De kolen werden na de oogst geïnfecteerd. Na een bewaring van een aantal maanden bij 2 – 5°C werden de kolen beoordeeld. Er waren goede resultaten bij bepaalde gewasbehandelingen of deppen van de snijvlakken met een spons met middel binnen acht uur na de oogst. Toch leidde dit niet tot een toelating. Het verhitten (schroeien) van het snijvlak leidde in de proeven niet tot vermindering van uitval door *P. porri*.

Het regelmatig ontsmetten van de messen tijdens de oogst kan verspreiding tegengaan / voorkomen. Hiertoe dient een praktische oplossing worden bedacht. Op risicovolle percelen is dit zeker het overwegen waard.

#### **2.4.5 Geïntegreerde oplossingen**

- Oogsten met behulp van een oogstband onder droge omstandigheden voorkomt grotendeels besmetting op het veld.
- Regelmatig messen ontsmetten tijdens de oogst bij handmatig en met name mechanisch oogsten. Naar bruikbare middelen en methoden dient nader gezocht te worden.
- Kool in bewaring vlot koelen naar bewaartemperatuur.
- Alleen kool van percelen met goede structuur en ontwatering gebruiken voor bewaring.
- Onder ongunstige omstandigheden eerst de rode kool oogsten indien dit mogelijk is. Onderzoek zal uitwijzen of er verschillen in tolerantie tegen *P. porri* tussen de verschillende rassen zijn. Hier kan bij het bepalen van de oogstvolgorde rekening mee worden gehouden.

## 2.5 Witlof

### 2.5.1 Algemeen

Een aantasting door *Phytophthora cryptogea* kenmerkt zich in witlof door bruinverkleuring van de wortel. De zwakte parasiet dringt de wortel binnen via wonden. Tijdens de trek van witlof begint een Phytophthora aantasting daarom meestal bij het snijvlak onder aan de witlofpen. Via rustsporen (oösporen) kan de schimmel vier tot zes jaar in de grond overblijven. Even als bij kool komt de schimmel vooral voor op natte plekken met een slechte structuur. De schimmel is temperatuurminnend. Op het veld overleeft Phytophthora temperaturen onder de  $-5^{\circ}\text{C}$  niet. Omdat de temperatuur tijdens de bewaring van witlofpennen lager dan  $6^{\circ}\text{C}$  is, kan de schimmel zich daar niet verspreiden door vorming van sporen. De optimale temperatuur voor de schimmel ligt tussen de  $22$  en  $25^{\circ}\text{C}$ . Boven de  $33^{\circ}\text{C}$  is de schimmel niet meer actief. Bij ontsmetting van de trekinstallatie bleek een warm water behandeling van  $50^{\circ}\text{C}$  gedurende één minuut effectief.

*P. cryptogea* heeft een brede reeks waardplanten waaronder aardappel, ui, boon en luzerne. De schimmel is ook ziekteverwekker bij tomaat, tulp en zonnebloem.

Phytophthora kan leiden tot grote productie verliezen in de trek. Een hoog voedingsniveau in het circulatie water of hoog N-niveau in de witlofpen verhoogt de kans op infectie door Phytophthora.

### 2.5.2 Symptomen

De besmette witlofpennen vormen in de trek binnen twee dagen zoösporen. Deze sporen verspreiden zich naar andere witlofpennen. De aantasting is zichtbaar in bruinverkleuring van het weefsel. De aangetaste kern is vaak wat grijs van kleur. De schimmel kan de hele wortel doorgroeien. Met name bij de hogere forceertemperaturen (watertemperatuur tot  $20^{\circ}\text{C}$ ) die in het begin van het seizoen (november – december) worden aangehouden kunnen alle wortels worden aangetast.

Door een infectie met Phytophthora komen uit de wortels onder andere suikers en aminozuren vrij. Op deze voedingsstoffen kunnen schimmels en bacteriën explosief groeien. Dit veroorzaakt verslijming van de wortels. Doordat zuurstof bacteriën water uit het zuurstof gebruiken ontstaat er anaërobe vertering. Hierdoor vergaan de wortels tot een blauwzwarte stinkende massa.

### 2.5.3 Rassenkeuze



Tussen de diverse rassen lijkt een verschil in tolerantie of resistentie tegen *P. cryptogea* aanwezig. Verder onderzoek zou uit moeten wijzen in welke mate dit verschil aanwezig is en of dit bruikbaar is.

#### **2.5.4 Beheersing**

In de trek van witlof zijn Aliette (fosethyl-Al) en Paraat (dimethomorph) toegelaten ter bestrijding van Pytophthora. Paraat doodt de zoösporen en Aliette stimuleert de weerstand van de witlofwortel. Meestal wordt één van deze middelen toegediend aan het proceswater bij aanvang van de trek.

Voor de biologische teelt worden door PPO-AGV en Proeftuin Zwaagdijk een aantal perspectiefvolle GNO's (Gewasbeschermingsmiddelen van Natuurlijke Oorsprong) onderzocht.

#### **2.5.5 Geïntegreerde oplossingen**

- Alleen witlof van percelen met goede structuur en ontwatering gebruiken voor bewaring.
- De witlofpennen reinigen van teveel aanklevende grond.
- Kopakkers inzaaien met graan of witlofpennen van kopakkers apart opzetten.
- Zorgdragen van een goede doorstromingsnelheid van het circulatie water in verband met het zuurstofgehalte.
- Trekinstallatie ontsmetten met heet water.
- Toedienen niet-chemische middelen welke momenteel in onderzoek zijn.
- Via een proeftrek of detectiemethode bepalen of bestrijding bij een bepaalde partij pennen nodig is. Bij een detectiemethode dient tevens een bestrijdingsdrempel worden vastgesteld.
- Kennis van de gevoeligheid van verschillende rassen voor *P. cryptogea* kan leiden tot het bewust achterwege laten van het toedienen van middelen bij aanvang van de trek.

## 2.6 Milieubelastingspunten gewasbeschermingsmiddelen

middel	gewas	dosering /ha/trek	milieubelastingspunten bij toepassing tot 1 september			milieubelastingspunten bij toepassing vanaf 1 september		
			grond	water	bodem	grond	water	bodem
Paraat	aardbei	3,00	225	0	48	600	0	48
Paraat	witlof	0,05	4	0	1	10	0	1
Aliette	aardbei	7,50	0	0	0	0	0	0
Aliette	witlof	6	0	0	0	0	0	0
Eupareen spk	prei	2,50	375	100	3	3250	100	3
Kenbyo	prei	0,75	75	5	1	7500	5	1
Captan 83%	prei	3,00	81	15	30	81	15	30
Previcur N	prei	1,50	0	0	3	2	0	3

Vooraf de middelen Paraat (aardbeien), Eupareen spk en Kenbyo komen duidelijk naar voren wat betreft belasting van het grondwater. Hierin wordt nog een onderscheid gemaakt tussen toepassing vóór 1 september en toepassing na 1 september. Na 1 september is de kans op uitspoelen naar het grondwater veel groter dan in de periode daarvoor.

## 2.7 Knelpuntenanalyse

Doordat voor praktisch elk phytophthoraprobleem middelen voorradig zijn, of toegelaten gaan worden, zijn de knelpunten wat deze schimmels betreft vrij klein. Zolang de praktijk voldoende middelen tot zijn beschikking heeft, zal eerder naar chemisch gegrepen worden als naar alternatieve oplossingen. Neemt niet weg, dat onderzoek naar andere oplossingen van belang is om ook in de toekomst bij eventuele beperking van middelen toch goede gewassen en een gezond eindproduct te kunnen telen.

## 2.8 Aanbevelingen tot verder onderzoek

- Mengen van ziektewerende compost met potgrond: in aardbei-trayplanten zou het mogelijk moeten zijn om zo het aantal bestrijdingen terug te dringen doordat de plant in een gezonde omgeving opgroeit.
- Compost in prei: in de preiteelt wordt vooral voor winterprei een bodembedekking met stro toegepast om het opspatten van sporen van *Phytophthora porri* te voorkomen. Door compost gelijkmatig over de grond te verdelen en de ondergrond kunstmatig af te sluiten voor opspatting moet hierdoor een gelijk effect te bereiken zijn. Naast het tegengaan van opspatting bestrijdt de compost ook de vorming van zoösporen, waardoor een dubbel effect bereikt zou kunnen worden.
- In literatuur wordt gesproken over middelen als Bion en chytosan met werking tegen *P. cactorum*. Mogelijkerwijs kunnen deze middelen ook toegepast worden tegen andere *Phytophthora* soorten.
- Ook voor GNO's geldt dat er mogelijkheden kunnen zijn, om de snijvlakken van kool te behandelen en zodoende *Phytophthora* inval te voorkomen.
- Kalkstikstof heeft diverse bestrijdende eigenschappen. Mogelijkerwijs heeft kalkstikstof ook een bepaalde mate van werking tegen de bodemgebonden *phytophthora*'s in kool, aardbei en prei. Door kalkstikstof te mengen door de grond of bovenover te strooien wordt wellicht *Phytophthora* bestreden.
- Een aantal *Phytophthora* soorten worden in bepaalde mate bestreden door een rustperiode van 1 à 2 jaar in te lassen.
- Rasverschillen in prei, kool en witlof beter in kaart brengen en communiceren.
- Bij de planning van oogsten rekening houden met gevoelige of rassen of percelen en deze bij drogere omstandigheden proberen te oogsten.
- Bij het oogsten van kool onder natte omstandigheden de messen regelmatig ontsmetten om zo besmetting tegen te gaan. Enig onderzoek is inmiddels verricht door Herman de Putter. Dit dient nog verder in kaart te worden gebracht.
- In de witloftrek representatieve monsters opzetten in een proeftrek om te zien of *Phytophthora* aanwezig is en hierop vervolgens de gewasbescherming afstemmen.
- Detectietechniek ontwikkelen om in witlof en aardbeiplanten besmetting te kunnen aantreffen en hierop de gewasbescherming afstemmen.
- Koel forceren van witlof is geen oplossing.
- Rooi en schoningsafval in prei: welke mate van verspreiding en instandhouding van *phytophthora* geven de resten van een preiteelt.
- Composteren preiafval: welke mogelijkheden zijn hiervoor beschikbaar, en wat zijn hiervan de resultaten wat betreft *Phytophthora*.
- Waarschuwingssystemen zoals dat van Dacom t.b.v. *P. porri* in prei vereenvoudigen tot een werkzaam programma voor veel telers tegelijk met weinig handelingen extra voor de teler.
- Wat is het effect van het hakselen van preiafval alvorens het uitgereden wordt.

## Bijlage 1

## Literatuurlijst

- Agrios, G.N. 1997. Plant Pathology. Phytophthora diseases. Academic press, San Diego. 270-278.
- Alexopoulos C.J., C.W.Mims en M. Blackwell, 1996. Introductory Mycology. John Wiley & Sons, New York, p 683-723.
- Alofs, W, 1992. Stengelbasisrot is geen zoutshade. Groenten en Fruit Vollegrondsgroenten, no. 29.
- Alofs, W, 1992. Roodwortelrot blijft altijd een bedreiging. Groenten en Fruit Vollegrondsgroenten, no. 31, p. 16.
- Bonants, P. M. van Gent-Pelzer, 1998, Schimmels in water opsporen, Groenten en Fruit Vollegrondsgroenten, 27 november, p. 18.
- Broek R. van de, I.C.M. Commandeur, 1988, 1989, 1994, 1995, 1996, vertrouwelijke rapporten bestrijding rotstruiken in witte kool.
- CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 592.
- CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 595.
- Cock, A.W.A.M. de, A. Neuvel, G. Bahnweg, J.C.J.M. de Cock en H.H. Prell, 1992. A comparison of morphology, pathogenicity and restriction fragment patterns of mitochondrial DNA among isolates of *Phytophthora porri* Foister. Neth. J. Pl. Path. 98, 277-289,
- Domsch, K.H., W. Gams en T.H. Anderson, , 1993. Compendium of soil fungi, vol I, IHW-Verlag Eching DL.
- Eikemo, H., 2002. Resistance to crown rot (*Phytophthora cactorum*) in strawberry. Proefschrift Agr. Univ. Of Norway.
- Epidemiologie en beheersstrategieën schimmels in vollegrondsgroenten, Ruimte voor Groenten, 2002.
- Geus Th. de, 2001, De teelt van koolgewassen, Ontwikkelcentrum Ede, p 55.
- Heimann, M.F. 1994, First Report of Phytophthora Rot of Cabbage caused by *Phytophthora porri* Foister in Wisconsin., Department of Plant Pathology, University of Wisconsin, Plant Dis. 78:1123.
- Hoek, H. van, 1992. Stro beste beschermer tegen papiervlekken. Groenten en Fruit vollegrondsgroenten, no. 31, p. 15.
- Jansen A., G. van Kruistum, 1992, Phytophthora gebruikt vuil als schuilplaats, Groenten + Fruit no. 45, p10.
- Jansen A. G. van Kruistum, J. Hartveld, 1991, Phytophthora blijkt gevoelig voor warmte, Groenten + Fruit no 45, p 12.
- Kraker, Joh., 1993. Teelt van prei. Teelthandleiding nr. 56.
- Kruistum G. van, 1997, productie van witlof en roodlof, teelthandleiding nr. 97, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond te Lelystad, p 67-68.
- Kruistum G. van, J.M.M. van Bakel, 1982, Nota betreffende verslijming bij de trek van witlof op water, Almaar, p. 1-3.
- Moel C.P. de, 1996, Teelt van sluitkool, teelthandleiding nr. 73, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond te Lelystad, p 117.
- Plagen en Ziekten in brassica, S&G Seeds, Enkhuizen, paragraaf 2,6.
- Snowdon, A.L., 1991. A colour atlas of postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol 2: vegetables p 155.

- Timmermans, S, 1995. Roodwortelrot geen ver van m'n bed show. Groenten en Fruit Vollegrondsgroenten, no. 46, p. 8.
- Wilde, W.D., 1996. Phytophthora porri in leek: Epidemiology and resistance.