

# Bestrijding van *Phytophthora cryptogea* en natrotbacteriën tijdens de trek van witlof op water

*Control of Phytophthora cryptogea and soft rot bacteria during hydroponic forcing of witloof chicory*

ing. A.C.M. Jansen, CBT en ir. G. van Kruistum, PAGV

## Inleiding en probleemstelling

De trek van witlof op water is vanaf eind jaren tachtig geconfronteerd met een sterk toegenomen ziekteproblematiek. Door extra gelden vanuit het CBT/Landbouwschap is in de periode 1989-1993 een aanvullend onderzoeksprogramma uitgevoerd. Het onderzoek richtte zich op de bestrijding van *Phytophthora cryptogea* en van de bacterie *Erwinia carotovora subsp. carotovora*. In dit artikel wordt puntsgewijs ingegaan op de belangrijkste resultaten.

## Onderzoek naar beheersing van *Phytophthora cryptogea*

### Infectiemechanisme en levenscyclus van *Phytophthora cryptogea*

*Phytophthora cryptogea* is een saprofytische bodemschimmel en kan in de bodem overwinteren via oösporen. De oösporen worden gevormd bij een generatieve voortplanting. Bij de generatieve voortplanting worden oögonia bevrucht door antheridia en worden vervolgens oösporen gevormd. De oöspore is een rustspore en kan onder gunstige omstandigheden zoösporen vormen. Bij de vegetatieve voortplanting worden zoösporen gevormd in zoösporangia (Van Bakel, 1983). Zoösporangia worden al snel gevormd in waterig milieu.

Een infectie van *Phytophthora* vindt plaats via zoösporen, die na kieming via dunne haarwortels in de penwortel groeien. In gerooide wortels is een aantasting door de schimmel niet waarneembaar. Tijdens de trek kunnen echter duidelijke symptomen optreden en vindt soms een massale aantasting plaats. Bij de trek in een recirculerende voedingsoplossing verloopt de verspreiding en infectie van de schimmel

snel middels zoösporen. De wortels verkleuren bruin, wat leidt tot een achterblijvende kropvorming. De opname van water en mineralen wordt belemmerd.

*Phytophthora cryptogea* is een heterothallische schimmel wat betekent dat voor de geslachtelijke voortplanting twee stammen nodig zijn. Uit de trekcel wordt echter steeds maar één stam geïsoleerd. In het onderzoek wordt voor verschillende experimenten, zoals het testen van de overleving van de schimmel in verschillende ontsmettingsmiddelen, gebruik gemaakt van zoösporangien. Voor het verkrijgen van de zoösporangia wordt hennepzaad, dat droog is gesteriliseerd, op agarmedium gelegd om te laten overgroeien door *Phytophthora cryptogea*. Na één week bij 20°C worden de hennepzaden met mycelium in water met grondextract gelegd, waarin na circa één week zoösporangia in overvloed aanwezig zijn.

De zoösporen kunnen gevangen worden door de plaat 20 minuten koud te zetten bij 8°C waarna veel sporangia openbreken en de sporen kunnen worden afgezogen.

### Gebruik van lokplanten

Zoösporen kunnen enkele uren tot enkele dagen actief blijven, afhankelijk van de vochttoestand van de grond en de aanwezigheid van waardplanten. Ze worden aangetrokken door afscheidingsprodukten van groeiende waardplantwortels, of door suikers en/of aminozuren die uit de penwortel naar buiten treden.

Van deze aantrekking door bepaalde planten kan gebruik worden gemaakt om de schimmel aan te tonen in de bodem. Percelen zouden dan beoordeeld kunnen worden op het risico van besmetting door *Phytophthora cryptogea* van witlofwortels. Blauwe lupine wordt als vangplant gebruikt voor het aantoon-

**Tabel 1.** Groeibepaling van *Phytophthora cryptogea* na behandeling bij verschillende temperaturen van met sporangiën overgroeide hennepzaden. + = geen afdoeding, - = wel afdoeding, ng = nog niet getoetst; PAGV-Lelystad, mei 1991.

temperatuur	behandelingsduur			
	1 minuut	15 minuten	30 minuten	60 minuten
30°C	ng	+	+	+
40°C	ng	+	+/-	+/-
50°C	-	-	-	-
60°C	-	ng	ng	ng

nen van *Phytophthora cinnanomi* in grond (Chee en Newhook, 1965). Deze toetsplant zou ook bruikbaar zijn voor andere *Phytophthora*-stammen. Naast lupine is ook witlof zelf onderzocht op aantrekking van *Phytophthora cryptogea*.

In experimenten is getracht zoösporen in water te lokken. Hiervoor werden de toetsplanten lupine en witlof gebruikt. Beide planten waren echter niet in staat de zoösporen van *Phytophthora cryptogea* in water te lokken.

### Ontsmetting van de trekinstallatie

Na een trek met *Phytophthora*-aantasting moet de trekinstallatie goed schoon worden gemaakt en ontsmet. Uit eerder onderzoek (Jansen et al, 1991) is gebleken dat een temperatuurbehandeling afdoende is om de trekinstallatie te ontsmetten. Ook salpeterzuur was bij 1% effectief na een behandelingsduur van 24 uur. De werking van chloor (hypochloriet) was niet afdoende.

In tabel 1 zijn de resultaten weergegeven van de temperatuurbehandeling. Een behandeling gedurende 1 minuut bij 50°C is reeds effectief om de schimmel te doden.

Bij de toepassing van chloor werd de pH van de oplossing niet gecorrigeerd. In de praktijk wordt geadviseerd om aan te zuren tot een pH van 5,5. Zonder aanzuring is het chloor sterk basisch. Ook de methode van testen bleek invloed te hebben op het testresultaat. De sporangiën werden met behulp van een drager (gesteriliseerd hennepzaad) in het te testen middel gebracht. Het hennepzaad bleek een bescherming te kunnen bieden aan de schimmel. In tabel 2 zijn de resultaten weergegeven van het vervolgonderzoek waarbij het effect van de pH op alleen mycelium en met mycelium overgroeid hennepzaad

is weergegeven.

Het verschil tussen wel en niet aanzuren op afdoeding is niet groot wanneer alleen sporangiën worden getoetst, het effect van hennepzaad is echter wel groot. Met hennepzaad vindt er pas afdoeding plaats bij 2 gram per liter actief chloor na 24 uur en zonder het hennepzaad reeds na één uur. Achterblijvend wortelmateriaal in de trekcelinstallatie kan wellicht eenzelfde effect veroorzaken op overleving van de schimmel.

### Het gebruik van bestrijdingsmiddelen

Onderzoek door het PAGV leidde in 1985 tot toelating van het middel met de actieve stof fosethyl-AI (Aliette). Dit middel kon tot voor kort een aantasting van *Phytophthora* voorkomen. Echter op het moment is de werking van fosethyl-AI minder effectief. Een reden om te zoeken naar een alternatief.

In de afgelopen jaren zijn op het PAGV andere middelen getest. In tabel 3 is het effect van het middel dimethomorph (Paraat) weergegeven, na toediening aan het proceswater bij de start van de trek. Ten opzichte van onbehandeld (100%) leidden de behandelingen met dimethomorph, ongeacht de toegepaste dosering, tot een lofproductie van 93 à 94%.

Behalve naar alternatieve bestrijdingsmiddelen is ook gezocht naar andere toepassingen van bestaande bestrijdingsmiddelen.

Fosethyl-AI doodt de schimmel niet, maar verhoogt de weerstand tegen infectie. Het middel wordt nu bij de start van de trek in het recirculerende water toegediend. Onderzocht is of het middel, als het eerder wordt toegediend, in effectiviteit wordt verhoogd.

In samenwerking met ROC Noord-Brabant en ROC

**Tabel 2.** Groeibepaling van *Phytophthora cryptogea* na behandeling met chloor (hypochloriet) van sporangiën, en met sporangiën overgroeid hennepzaad. + = geen afdoding, - = wel afdoding (in 4-voud weergegeven), ng = niet getoetst. PAGV-Lelystad, februari, 1992.

g/l actief	behandelingsduur (uur)				pH
	1	2	24		
0.1	+++	ng	ng		10.3
0.5	---	ng	ng		11.0
1.0	---	ng	ng		11.5
2.0	---	ng	ng		11.8
0.001	++++	++++	---		5.5
0.01	+++	+++	---		5.5
0.5	---	ng	ng		5.5
1.0	---	---	---		5.5
2.0	---	ng	ng		5.5
2.0*	++++	++++	---		5.5

\* Met mycelium overgroeid hennepzaad.

Zwaagdijk zijn in de seizoenen 1991/1992 en 1992/1993 experimenten uitgevoerd met voor opslag behandelde wortels. Naast fosethyl-Al is een aantal andere middelen getoetst.

De werking van fosethyl-Al wordt niet verbeterd door het middel reeds bij aanvang van de wortelbewaring toe te dienen. Het blijkt dat het middel toch via het water z'n werk doet. In Frankrijk zijn experimenten uitgevoerd met toepassing van fosethyl-Al in het veld. De resultaten waren wisselend en erg afhanke-

lijk van het groeiseizoen. Verder onderzoek in Nederland lijkt niet zinvol. Een dompelbehandeling zou nog een alternatief kunnen zijn. Het middel zou dan beter opgenomen kunnen worden dan bij de bespuiting het geval is.

### Toepassing van ontsmettingsmiddelen tijdens de trek

In de glastuinbouw is naast ontsmetting van water

**Tabel 3.** Resultaten van de werking van het middel dimethomorph op lofproductie (in kg/100 wortels) en de aantasting door *Phytophthora cryptogea* van witlofwortels tijdens de trek. PAGV-Lelystad 1991/1992.

behandelingen in proceswater	lofopbrengst		% klasse I	relatieve opbrengst (%)	% aantasting <i>Phytophthora</i>
	klasse I	totaal			
0,25 g/100l dimethomorph geïnfecteerd	11,3	14,6	77	93	1
0,50 g/100l dimethomorph geïnfecteerd	10,7	14,7	73	94	3
onbehandeld niet-geïnfecteerd	12,4	15,7	79	100	0
onbehandeld geïnfecteerd	5,4	8,4	64	54	100

met ozon, verhitting en UV-bestraling nu ook ontsmetting mogelijk met waterstofperoxyde plus activators (Runia en Paternotte, 1993). Onderzocht is of dit niet-toegelaten middel ook in de witloftek toegepast kan worden en in staat is de verspreiding van de schimmel *Phytophthora cryptogea* tegen te gaan.

Met behulp van elektrische puls-pompjes is tijdens de trek het geconcentreerde ontsmettingsmiddel aan het proceswater toegediend. Een tijdschakelaar zorgt ervoor dat de pompjes vier tot zes maal per dag circa 15 minuten aanstaan. Begonnen is met een dosering van 25 ppm; drie dagen na aanvang trek werd de dosering verhoogd tot 50 ppm. Enkele objecten zijn kunstmatig besmet met *Phytophthora cryptogea*.

Tijdens de trek bleek dat verhoging naar 50 ppm na drie dagen te snel was en er verbrandingsschade ontstond aan de nieuw gevormde zijworteltjes. Op dat moment is de dosering verlaagd, eerst tot 25 ppm en vervolgens naar 12,5 ppm. Door de schade ontstond er een groei-achterstand van het lof van de met het ontsmettingsmiddel behandelde objecten. In tabel 4 zijn de trekresultaten vermeld.

Het controle-object 01 waarbij geen besmetting en geen behandeling heeft plaatsgevonden geeft de hoogste lofopbrengst zowel in kwaliteit als in kwantiteit. Wel was er een natuurlijke besmetting aanwezig in de opgezette wortels. Het controle-object 02, waarbij een kunstmatige besmetting is uitgevoerd, gaf een relatieve lofopbrengst van 67% ten opzichte van 100% bij onbehandeld. Bij de met waterstofper-

oxyde plus een activator behandelde objecten was de relatieve opbrengst circa 80%. Dit was onafhankelijk van de mate van besmetting. Het percentage *Phytophthora cryptogea*-aantasting was bij behandeling met waterstofperoxyde plus activator respectievelijk 1 en 25% bij wel of geen kunstmatige besmetting, terwijl deze aantasting bij onbehandeld respectievelijk 38 en 85% was.

De pH van de behandelde objecten is tijdens de trek niet lager geweest dan gemiddeld 6, zodat correctie niet noodzakelijk was.

## Onderzoek naar beheersing van natrot

### Biologie en vermeerdering

Natrot vormt tijdens de trek van witlof en later in het handelskanaal een probleem. Het is één van de ernstigste kwaliteitsproblemen naast onder andere bruine pit, inwendig rood en bruinrand.

Natrot wordt veroorzaakt door pectine-splitsende bacteriën, de zogenaamde natrot-bacteriën. De bacteriën zijn in staat celwanden af te breken door de pectine in de celwand te splitsen in kleinere moleculen. Hierdoor kan in een paar dagen tijd een witlofkropje helemaal wegrotten.

De natrot-bacterie, meestal gaat het om *Erwinia carotovora subsp. carotovora*, heeft een opportunistisch karakter wat betekent dat aantasting door de bacteriën sterk afhankelijk is van de omstandigheden

**Tabel 4.** Opbrengst (in kg/100 wortels), % klasse I, % *Phytophthora* en % aantasting door *Phytophthora* per wortel met of zonder toevoeging van waterstofperoxyde met activator (WMA)\* gedurende de trek bij wel of geen kunstmatige besmetting. PAGV-Lelystad, juni 1993.

object	opbrengst		% Phyt. aant.	mate van Phyt.aant.%
	klasse I (%)	totaal (rel.)		
01 onbehandeld	18.7 (85)	22.1 (100)	38	8
02 onbehandeld, besmet	12.6 (85)	14.8 (67)	85	31
A WMA*	14.1 (79)	17.8 (81)	1	0
B WMA*, besmet	14.3 (78)	18.3 (83)	25	6
LSD (5%)	3.2	3.8	62	18

\* Het middel is niet toegelaten.

die er heersen zoals gevoeligheid van het wiltofras, temperatuur en luchtvochtigheid. Het tot uiting komen van een natrot-aantasting lijkt onvoorspelbaar. Dit illustreert het feit dat er nog weinig bekend is over het ziekteproces.

Om meer te weten te komen over het ziekteproces moet de bacterie in de verschillende stadia van de ziekte-ontwikkeling getraceerd kunnen worden. De *Erwinia carotovora subsp. carotovora*-groep is echter zeer heterogeen waardoor het niet mogelijk is een specifiek antiserum tegen de groep te maken. Serologische testen, zoals de immunofluorescentiekoloniëkleuring, waarmee een detectiegrens van 100 levende bacteriën per ml behaald kan worden (Van Vuurde en Roozen, 1990), kunnen daarom niet worden toegepast. Om de bacterie te kunnen aantonen moet isolatie van de bacterie plaatsvinden.

Isolatie vindt plaats door kleine stukjes materiaal op de overgang ziek/gezond, één uur in een bufferoplossing te leggen en daarna uit de oplossing enkele microliters op voedingsmedium te brengen. Om de pathogene bacteriën te herkennen tussen de vele saprofieten wordt een selectief medium gebruikt. Cristal Violet Pectate (CVP) is een medium waarin *Erwinia*-bacteriën putjes vormen, doordat deze de pectine in de bovenste laag enzymatisch afsplitsen. De uiteindelijke identificatie vindt op de Plantenziektkundige Dienst plaats in Wageningen met behulp van een vetzuuranalyse (Janse, 1991).

### Inoculatie-experimenten

Om meer inzicht te krijgen in het infectieproces zijn inoculatieproeven uitgevoerd. Kleine experimentele eenheden werden verkregen door wiltof te trekken in emmers met gaten in de onderzijde, geplaatst in een recirculerende voedingsoplossing.

Op verschillende tijden werden de kropjes geïnoculeerd met *Erwinia carotovora subsp. carotovora* (ECC) in de krop en in de kranstbladeren. Natrot trad veelvuldig op maar conclusies over de invloed van het tijdstip van inoculatie en de plaats van inoculatie konden hieruit nog niet getrokken worden.

### Teeltmaatregelen

Het is al langer bekend dat een ruime N-voorziening tijdens de wortelteelt het N-totaalgehalte in de droge stof van de wortel en daarmee de gevoeligheid voor het optreden van natrot tijdens de trek beïnvloedt (Bouvard, 1987; Cochet en Marle, 1984). In samenwerking met ROC De Waag en ROC Westmaas zijn de laatste jaren veld- en forceerexperimenten uitgevoerd (Van Kruijstum en Titulaer, 1991). De invloed van stikstof tijdens de wortelteelt op het optreden van natrot samen met het treffen van maatregelen tijdens de trek zijn in dit onderzoek als uitgangspunten genomen.

In seizoen 1991/1992 zijn de wortels op twee tijdstippen geforceerd waarbij verschillende factoren werden onderzocht met betrekking tot het optreden van natrot. De factoren waren:

- invloed van vocht tijdens bewaring,
  - invloed van vocht tijdens de trek (plastic afdekking),
  - invloed van het temperatuurregime tijdens de trek.
- In de trekcel waarbij de luchttemperatuur in de laatste week 5°C omlaag ging is minder natrot opgetreden. Bedekking met plastic folie verhoogde het aantal natrotkropjes.

In seizoen 1992/1993 zijn naast twee stikstofniveaus, een dopelbehandeling in calciumchloride en bevochtigen tijdens de bewaring onderzocht op beheersing van het natrotprobleem. In Frankrijk wordt een behandeling met CaCl<sub>2</sub> op ruime schaal toegepast teneinde het optreden van bruine pitten te verminderen. Als nevenvoordeel zou ook de natrotaantasting worden beperkt.

Calcium speelt een rol bij de opbouw van de celwand. Door calciumgebrek kunnen celwanden tek raken of zelfs uit elkaar vallen. Voor een stevige opbouw van de celwand is een hoge calciumconcentratie vereist. De bescherming tegen bijvoorbeeld de enzymen die natrotbacteriën vormen om de celwanden af te breken, wordt daardoor groter. Een betere calciumvoorziening van de celwanden heeft ook een gunstig effect op andere fysiologische problemen.

De wortels, geteeld bij twee N-niveaus zijn na het rooien behandeld met calciumchloride. In tabel 5 zijn de resultaten weergegeven van een tweede trek op

**Tabel 5.** Lofopbrengst (in kg/100 wortels), % klasse I, % door natrot aangetaste kroppen en een index voor bruine pit (van 0 tot 100) na behandeling van de penne met calciumchloride. ROC De Waag, start: 17-1-1993, oogst: 5-2-1993, ras: Bea, forceertemperatuur 19°C water, 15°C lucht.

behandeling	lofopbrengst		% klasse I	% natrot	index bruine pit
	klasse I	totaal			
pennenteelt zonder stikstofbemesting: % Nt = 0.8					
CALCIUM					
geen	14,8	18,5	80	1,6	46
dompelen voor opslag	18,0	20,3	89	0	11
dompelen voor trek	16,9	19,0	89	0	30
sputten over bak	16,1	18,8	86	0,1	23
pennenteelt met 170 kg stikstofbemesting: % Nt = 1.2					
CALCIUM					
geen	11,7	14,1	84	19,5	36
dompelen voor opslag	15,5	18,0	86	6,6	16
dompelen voor trek	14,9	16,9	89	11,8	25
sputten over bak	15,4	18,0	86	14,4	30
LSD (90%)	2,6	2,6	5	6,0	8

#### ROC De Waag.

De overmatige stikstofbemesting had een nadelig effect op de opbrengst en kwaliteit van het lof. Eén van de oorzaken is het hoge percentage natrot dat optreedt bij de wortels van het met stikstof bemeste perceel. Een dompelbehandeling in 2% calciumchloride van twee uur verlaagde het optreden van natrot. Het tijdstip van dompelen verschilt niet significant. Spuiten over de bak met 4% calciumchloride heeft geen significant ander effect op het optreden van natrot.

## Discussie en conclusies

### Beheersing van *Phytophthora cryptogea*

Na een trek met *Phytophthora*-aantasting kan de installatie het best worden ontsmet door verhitting tot 50°C. Een chloorbehandeling kan ook effectief zijn mits de installatie goed schoon is. Van belang is dat er geen wortelresten in de reservoirs en leidingen achterblijven voordat wordt ontsmet.

De werking van fosethyl-Al wordt niet verbeterd door dit middel reeds voor opslag van de wortels toe te dienen. In het onderzoek werd echter pas tijdens de trek een (kunstmatige) besmetting met *Phytophthora*

*cryptogea* aangebracht, terwijl het regel is dat de wortels in het veld een besmetting oplopen. Helaas is het nog niet mogelijk om voor proefdoeleinden betrouwbaar een besmetting in het veld uit te voeren.

De werking van het middel dimethomorph tegen *Phytophthora cryptogea* is onderzocht (tabel 3). Nu het gebruik van dit middel mogelijkheden biedt, zou het water na de trek vaker hergebruikt kunnen worden zonder dat ontsmetting door bijvoorbeeld ozonering noodzakelijk is. Het middel is echter niet effectief tegen *Pythium* spp. *Pythium* tast de nieuw gevormde wortels aan en kan ook een reductie in opbrengst en kwaliteit veroorzaken.

Dosering van waterstofperoxyde met activator (niet toegelaten) tijdens de trek heeft invloed op de verspreiding van *Phytophthora cryptogea* (tabel 4). De juiste concentraties en tijdstippen van dosering, waarbij wel de verspreiding van de schimmel wordt beperkt maar geen schade aan de wortels optreedt, moet nog nader worden vastgesteld. Mogelijk kunnen ook pathogenen als de schimmel *Pythium* spp. of de bacterie *Erwinia chrysanthemi*, met dit ontsmettingsmiddel worden bestreden. Indien zou blijken dat waterstofperoxyde plus activator (niet toege-

laten) effectief en veilig in de witloftrek kan worden toegepast, zou dit middel in belangrijke mate bij kunnen dragen tot het verder verminderen van schadelijke emissies naar het milieu.

## Beheersing van natrot

Er is nog weinig bekend over het hele ziekteproces van de natrot-aantasting. Om meer inzicht te verkrijgen in het infectieproces moeten meer inoculaties en isolaties van de bacterie worden uitgevoerd.

Vocht speelt zeer zeker een rol in het tot uiting komen van natrot.

Bij een temperatuurregime waarbij in de laatste week de luchttemperatuur 5°C verlaagd wordt, vindt een vermindering in het aantal kropjes met natrot plaats. Door tijdens de trek de wortels af te dekken met plastic folie wordt de luchtvochtigheid direct bij de krop verhoogd. Dit had een verhoogd aantal kropjes met natrot tot gevolg.

Door vocht tijdens de bewaring van de wortels en de trek zoveel mogelijk te beperken, wordt de kans op natrot tijdens de trek en bewaring van de geoogste kropjes verlaagd. Hierbij geldt dat tevens het N-totaal gehalte van de wortels beperkt moet zijn. Ook een dospelbehandeling met CaCl<sub>2</sub> voor opslag kan natrotaantasting sterk reduceren.

## Samenvatting

In de periode 1989-1993 is op het PAGV en enkele Regionale Onderzoek Centra (ROC's) op basis van externe financiering door CBT/Landbouwschap, onderzoek verricht naar de bestrijding van *Phytophthora cryptogea* en natrotbacteriën.

*Phytophthora cryptogea* tast vanuit de punten de penwortels aan waardoor deze bruin verkleuren en het transport van water en mineralen naar de groeiende krop wordt belemmerd. Onderzoek is verricht naar het verkrijgen van inzicht in het infectiegedrag van de schimmel en naar effectievere bestrijdingsmethoden. Een belangrijk mechanisme van bestrijding is het tegen gaan van de verspreiding van *Phytophthora*-sporen (zoösporen) in het proceswater

tijdens de trek.

Na een trek met problemen moet de trekinstallatie goed schoongemaakt worden en ontsmet door een temperatuurbehandeling van 50°C of met een 0.5 g/l actief chlooroplossing. Ook kan een 1% salpeterzuuroplossing effectief ontsmetten. Op ROC Noord-Brabant en ROC Zwaagdijk zijn experimenten uitgevoerd met het behandelen van de witlofpennen met verschillende middelen direct na het rooien. Dit gaf echter geen verbetering van de werking van de middelen.

Ook is er onderzoek gedaan naar ontsmetting tijdens de trek om verspreiding van *Phytophthora cryptogea* tegen te gaan. Met name is gekeken naar waterstofperoxyde plus een activator (niet toegelaten). De precieze methoden van dosering moeten nog verder worden vastgesteld.

*Erwinia carotovora subsp. carotovora* veroorzaakt vooral in de laatste week van de trek en tijdens de bewaring natrot in de kropjes. Vooral in het handelskanaal is de schade groot als gezonde kropjes binnen vijf dagen wegrotten. Onderzoek is verricht naar de epidemiologie van de natrotbacteriën en beheersing van het natrotprobleem door het treffen van teelttechnische maatregelen.

Naast *Erwinia carotovora subsp. carotovora* werd ook vaak *Pseudomonas* spp. geïsoleerd. Beide soorten kunnen bij inoculeren op een witlofblad natrot veroorzaken. Een kunstmatige besmetting uitvoeren door een bacteriesuspensie over de witlofkroppen te spuiten of door de bacteriesuspensie te injecteren in de witlofkrop had wisselende resultaten. Het ruimer opzetten van de witlofpennen, door bij de helft van de wortels de kop af te snijden, verlaagde het percentage natrot aanzienlijk.

Niet alleen een hoog stikstofgehalte van de wortel kan het percentage natrot verhogen maar ook een hoge N-voorraad in de bodem bij de oogst van de witlofpennen geeft meer kans op natrot. Het dompelen van de wortels in calciumchloride na het rooien of een dag voor het opzetten, vermindert het optreden van natrot.

## Literatuur

Bakel, J.M.M. *Phytophthora erythroseptica* aantasting in witlof. Intern verslag PAGV, 12 december Alkmaar (1983).

Bouvard, E. Implication d'*Erwinia* sp. dans une pourriture molle de *Chicorium intybus* L. an forçage. Paris-Sud, Centre d'Orsay (1987).

Chee, K.H. and F.J. Newhook. Blue lupin as a bait for isolating *Phytophthora* from soil. New Zealand Journal of Agricultural Research 8, p. 93-95 (1965).

Cochet, J.P. et M. Marle. Influence des facteurs agronomiques sur le comportement d'un hybride de chicorée witlof. Colloque Eucàrpie sur les légumes à feuilles. Versailles (France), p. 135-141 (1984).

Janse, J.D. Vetzuraanalyse, een nieuw systeem voor identificatie van plantepathogene bacteriën. Gewasbescherming 20, 5, p. 143-148 (1989).

Jansen, A. en G. van Kruistum. *Phytophthora* gebruikt vuil als schuilplaats. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten no. 45, p. 10-11 (1992).

Jansen, A. en G. van Kruistum. Bestrijding van *Phytophthora cryptogea* en natrotbacteriën bij de trek van witlof op water. PAGV-themaboekje nr. 13, p. 30-37 (1992).

Jansen, A. en G. van Kruistum. Calciumchloride wapent witlof tegen natrot. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten no. 17, p. 8-9 (1993).

Jansen, A., G. van Kruistum en J. Hartveld. *Phytophthora* blijkt gevoelig voor warmte. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten no. 45 (1991).

Kruistum, G. van en H.H.H. Titulaer. N-voorziening tijdens de wortelteelt in relatie tot natrot in witlof. Jaarboek 1991/1992, PAGV-publicatie nr. 58, p. 138-146 (1991).

Runia, W.Th. en S.J. Paternotte. Ontsmettingsmethode nummer vier meldt zich. Groenten en Fruit/Glasgroenten no. 2 (3), p. 48-49 (1993).

Vantomme, R., R. Sarrazyn, M. Goor, L. Verdonck, K. Kesters en J. De Ley. Bacterial rot of witloof chicory caused by strains of *erwinia* and *pseudomonas*: symptoms, isolation and characterisation. J. Phytopathology 124, p. 337-365 (1989).

Vuurde, J.W.L. van en N.J.M. Roozen. Comparison of immunofluorescence colony-staining in media, selective isolation on pectate medium, ELISA and immunofluorescence cell staining for detection of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and *Erwinia chrysanthemi* in cattle manure slurry. Neth. J. Pl. Path. 96, p. 75-89 (1990).

CBT/Landbouwschap, research was carried out to control *Phytophthora cryptogea* and soft rot bacteria during hydroponic forcing of witloof chicory.

During hydroponic forcing, *Phytophthora cryptogea* is easily spread by transport of zoospores through the recirculating water. Aim of the research was to get more knowledge about the infection process and more effective methods for controlling attack by *Phytophthora cryptogea*.

An important mechanism for controlling is to prevent the spreading of the zoospores in the process water during forcing.

After a forcing attacked by this disease, the forcing equipment must be cleaned up carefully and needed disinfection by a temperature treatment at 50°C or a chlorine solution (0.5 g/l a.i.). Also a 1% nitric acid solution can disinfect efficiently. A chemical way to control *Phytophthora cryptogea* is possibly with dimenthomorph (not autorised) instead of with Aliette. At the regional horticultural research centres Noord-Brabant and Zwaagdijk, some experiments are carried out by treating the roots with different crop protection chemicals directly after harvesting the roots. However improvement of effectiveness of the chemicals was not noticed.

Also research is carried out after disinfection during forcing to prevent spreading of *Phytophthora cryptogea*. Hydrogen peroxide plus activators (not autorised) is possibly an alternative for controlling this fungus. The exact methods of dosing this disinfectant must be determined further.

*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* causes soft rot in the witloof chicory heads, mainly during the last week of forcing or during shelf live. During marketing, damage can be significant when healthy chicory heads are rotten within 5 days. Measures taken in the different phases of the production of chicory heads can contribute to the control of the soft rot disease. Research is carried out to the epidemiology of the soft rot bacteria and control of infection by different measures taking during production.

Besides *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* also *Pseudomonas* spp. was isolated regularly. Both species can cause soft rot symptoms after inoculation on a chicon leave. Artificial infection by spraying a suspense of bacteria over the witloof chicory heads or by injection in the heads, had changing results. By

## Summary

From 1989 until 1993, based on external funding by



*giving the developing chicons more space by placing the taproots wider in the forcing containers, the percentage bacterial attack can be reduced considerably.*

*Not only a high nitrogen content of the root can in-*

*crease the percentage soft rot attack, but also a high nitrogen content of the soil at root harvesting. Soaking the roots in a solution of calcium chloride after root harvesting or one day before start of forcing, decreases the appearance of soft rot disease.*