

Vruchtrotbeheersing in appel en peer

Onderzoeksresultaten 2012-2013

Marcel Wenneker, Ron Anbergen, Paul van Leeuwen en Khanh Pham

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen,
Boomkwekerij & Fruit
December 2014

Rapportnr.
2014-17

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapportnummer 2014-17; € 15,- -

Projectnummer: 32 350147 00
PT-nummer: 14827



**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit**

Adres : Lingewal 1, 6668 LA Randwijk
Postbus 200, 6670 AE Zetten
Tel. : +31 (0)488 473702
Fax : +31 (0)488 473717
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 VRUCHTROTVEROORZAKERS BIJ APPEL EN PEER	9
2.1 Diagnostiek 2012 – 2013	9
2.2 Vruchtrotmonsters	10
3 BELANGRIJKE VRUCHTROTVEROORZAKERS UIT HET ONDERZOEK	13
3.1 <i>Cadophora</i> (visogen) bij peren.....	13
3.2 <i>Neofabraea</i> (lenticelrot) bij appel en peer.....	14
3.3 <i>Phytophthora</i> -vruchtrot bij peer	15
3.4 <i>Neonectria</i> (steel- en neusrot) bij appel	17
4 BRONNEN VAN INFECTIE	19
5 BEWAARPROEF 2012 – 2013.....	21
6 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	23
7 KENNISOVERDRACHT 2013	25
8 LITERATUUR.....	27
8.1 <i>Cadophora</i>	27
8.2 <i>Neofabraea</i>	27
8.3 <i>Neonectria</i>	28
8.4 <i>Phytophthora</i>	28

Samenvatting

In de lange bewaring van appels en peren wordt regelmatig zeer zware uitval door vruchtrot geconstateerd. Deze bewaarverliezen kosten de teler en bewaarders veel geld. Onbekend is waar deze rot door veroorzaakt wordt. Door PPO-BBF is een groot aantal appel- en perenmonsters onderzocht op de mogelijke veroorzakers. Uit het onderzoek blijkt dat twee schimmelsoorten als hoofdveroorzaker van vruchtrot bij appels en peren aangewezen kunnen worden. Dat is *Cadophora*, de veroorzaker van visogen bij peren. En *Neofabraea*, de veroorzaker van lenticelspot bij zowel appels als peren. Om welke soorten van deze schimmels het precies gaat moet verder onderzocht worden. *Cadophora* lijkt in perenpartijen meer uitval te geven dan *Neofabraea*. In een aantal gevallen werd meer dan 60% uitval vastgesteld. Ook werden in monsters soms beide schimmels aangetroffen. Goede bestrijdingsadviezen kunnen nog niet geven worden. Kennis over de levenswijze en infectiemomenten is daarvoor nog ontoereikend. Door samenwerking van voorlichting, onderzoek, bewaarspecialisten, afzet en telers kunnen strategieën ontwikkeld worden voor de beheersing van vruchtrot in de naoogst.

Uit het onderzoek naar de veroorzakers van vruchtrot in de lange bewaring kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Het aantal partijen met uitval neemt vanaf februari/maart snel toe.
- De voornaamste veroorzaker lijkt *Cadophora* sp. (visogen) bij peer.
- Ook *Neofabraea* sp. komt zeer regelmatig voor bij appel en peer.
- Een aantal partijen is door beide schimmelsoorten aangetast.
- Daarnaast zijn *Neonectria* (neus- en steelrot) bij appel, en *Phytophthora* bij peer belangrijke rotveroorzakers.
- Over de levenswijze en bestrijding van de meeste van deze schimmelsoorten is onvoldoende bekend.

Om tot goede bestrijdingstrategieën te komen moet men een aantal stappen doorlopen.

- Kennis van (opkomende) bewaarziekten in appel en peer.
- Zwaarte en soorten vruchtrotaantasting in de (lange) bewaring van appel en peer.
- Identificeren van probleempartijen en -percelen (en mogelijke relatie met teeltomstandigheden, spuitschema's en bewaarregimes).
- Meer inzicht in de levenswijze en infectiemomenten van de vruchtrotveroorzakers.
- Werken aan vroegtijdige voorspelbaarheid van bewaar risico's.
- Er moet een masterplan 'vruchtrot beheersing' worden opgesteld.

1 Inleiding

In de lange bewaring van appel en peer treffen bewaarders geregeld veel en soms extreem veel vruchtrot aan. Lenticelrot bij Elstar, vissenogen en sneeuwschimmel bij Conference, zijn beruchte voorbeelden. Er zijn meerdere oorzaken aanwijsbaar voor deze uitval. Dat kunnen fysiologische vruchtcondities zijn of vruchtkwaliteit bij de pluk, bewaarcondities en vruchtrot door schimmels. Aantasting door vruchtrot leidt jaarlijks tot veel uitval en kost dus veel geld. Ook is het mogelijk dat partijen met vruchtrotn Infecties, die bij de sortering nog visueel perfect zijn, in de supermarkt of bij de consument versneld afleven of rotten. Dat heeft soms als consequentie dat partijen retour komen van de supermarkt. Daarnaast neemt de vraag van supermarktketens en consumenten naar fruit met minder residu sterk toe. In de gangbare teelt bestrijden telers ziekteverwekkers zoals schurft, vruchtboomkanker, meeldauw en vruchtrot door bespuitingen met fungiciden. Deze fungiciden laten echter residuen achter op het fruit. De late bespuitingen gericht op vruchtrot veroorzaken de meeste residuen. In nieuwe teeltsystemen voor de productie van residuvrij fruit zijn deze late fungicidentoepassingen niet meer mogelijk. Dit leidt mogelijk tot meer vruchtrot.

Wanneer er veel vruchtrot optreedt in een partij zijn meestal één of twee schimmelsoorten de oorzaak. Slechts incidenteel onderzoekt men om welke schimmelsoorten het gaat. Bij sommige partijen is extreme vruchtrot, vaak *Botrytis*, te herleiden tot onzorgvuldig plukken, maar meestal is de reden minder duidelijk aan te geven. Een aantal schimmels zorgt al voor de infectie in de boomgaard zonder dat er symptomen ontstaan (latente infectie). Pas tijdens de bewaring ontwikkelen de infecties zich tot rot. Dat gaat doorgaans samen met afrijping en afnemende weerstand van de vruchten tegen de ontwikkelende schimmel. Lenticelrot (*Gloeosporium*, tegenwoordig *Neofabraea* genoemd) bij appel is een voorbeeld van de schimmels die in de boomgaard de vruchten infecteren. De besmetting vindt in de boom plaats door sporen die mogelijk afkomstig zijn uit kleine kankertjes en vruchtmummies. Het zichtbaar worden van rot gebeurt pas in de bewaring na een rustperiode (latente periode) die enkele maanden kan duren. Hetzelfde geldt waarschijnlijk voor *Cadophorarot* (visogen) bij peren. Deze uitval komt met name voor bij de lange bewaring van Conference. Daarnaast zijn er nieuwe(re) rotsoorten waarvan niet bekend is hoe de infectie precies verloopt, bijvoorbeeld kistenschimmel en visogen bij peren. Een aantal van deze schimmels veroorzaakt al in de boomgaard een infectie zonder dat er symptomen ontstaan. Pas tijdens de bewaring ontwikkelen de infecties zich tot rot. Dat gaat vaak samen met afrijping en afnemende weerstand van de vruchten tegen de ontwikkelende schimmel. Mogelijk kennen deze schimmel ook een bepaalde incubatietijd zoals we dit ook van bijvoorbeeld spatschurft kennen.

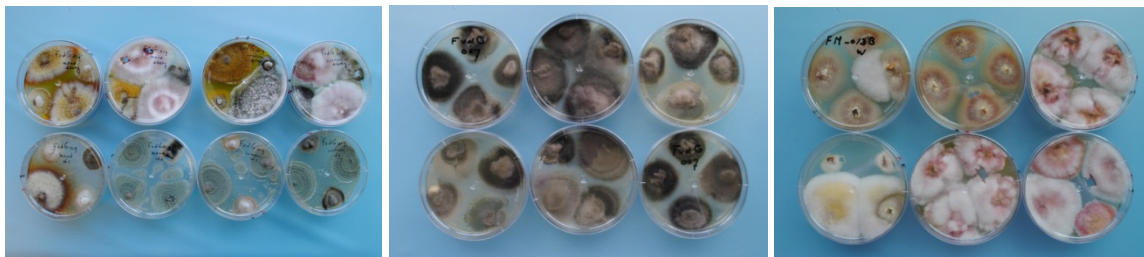
Wondjes die aangericht zijn door vogels, insecten, hagel, tijdens de pluk, transport of sortering, kunnen geïnfecteerd worden door *Botrytis*, *Monilia* en *Penicillium*. Deze wondschimmels woekeren snel voort bij contact tussen aangetaste en gezonde vruchten. Hierbij kan het zogenoemde nestrot ontstaan. Ook zijn er bodemschimmels die via opspattende bodemdeeltjes of vervuild fust de vruchten infecteren. Voorbeelden van deze schimmels zijn *Phytophthora*, *Mucor* en *Rhizopus*. Van veel schimmelsoorten is niet bekend hoe de infectie precies verloopt. Met van de schimmel(s) die vissenogen op peren geven, weten we niet of de infectie via gronddeeltjes, besmet fust of beide kan verlopen. Tot op heden is relatief weinig onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van de diverse veroorzakers van bewaarrot omdat de situatie beheersbaar leek, dankzij de late fungicidenbespuitingen.

Binnen PPS-plantgezondheid “Het Nieuwe doen in Plantgezondheid” (2012-2014) wordt het optreden van vruchtrotpathogenen geïnventariseerd en nieuwe pathogeen-specifieke, kwantitatieve detectietoetsen ontwikkeld. Daarnaast wordt de epidemiologie van de vruchtrot-pathogenen in kaart gebracht. Parallel hieraan moeten maatregelen ontwikkeld worden in de teelt en/of bewaring voor de beheersing van vruchtrot in de naoogstfase, zodat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kan worden verminderd en vruchtrot effectiever wordt bestreden. Het in dit rapport beschreven onderzoek maakt deel uit van de hierboven beschreven PPS, en heeft met name betrekking op het onderzoek in 2012-2013.

2 Vruchtrotveroorzakers bij appel en peer

2.1 Diagnostiek 2012 – 2013

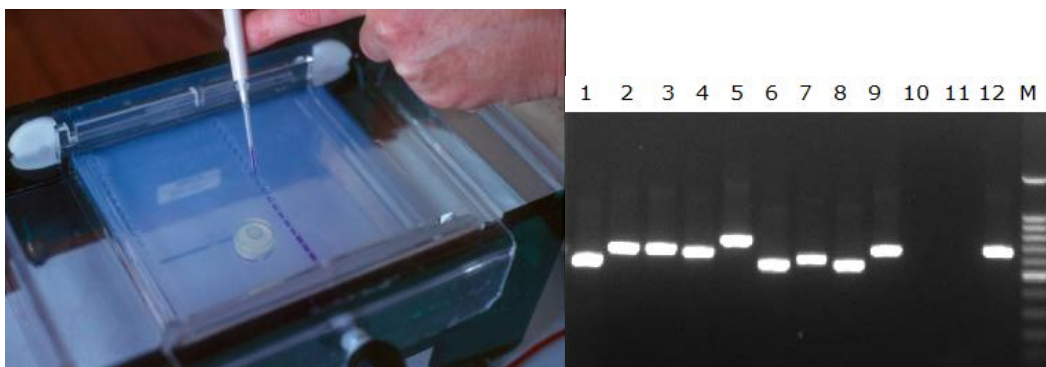
Veel verschillende schimmelsoorten kunnen vruchtrot veroorzaken. Vaak zijn *Penicillium* of *Botrytis* te vinden, maar deze schimmels hoeven niet de primaire veroorzakers van het rot te zijn. Een algemene analyse op ziekteverwekkers (door bijvoorbeeld een algehele moleculaire toetsing) door een niet-gespecialiseerd laboratorium is niet erg zinvol, omdat deze laboratoria doorgaans een lange lijst met schimmelnamen leveren. Het is zelfs de vraag of zij de primaire veroorzaker van het rot wel aantonen. Uitkweken van ziekteverwekkers op voedingsbodem vanuit het aangetaste vruchtweefsel is een betere methode. Bij uitgroei van een schimmel wordt de soort bepaald op groeivorm en sporenvormen (figuur 1a-c), een bevestiging wordt verkregen middels een moleculaire toets (figuren 2 a-d, 3 a,b). In dit project werd het diagnostiekonderzoek werd uitgevoerd door laboratorium van PPO Fruit (<http://www.ppo.wur.nl/NL/Producten/Diagnostiek/>).



Figuur 1a-c: kweek van schimmels uit aangetast vruchtweefsel.



Figuur 2a-d: gekweekte schimmels voor moleculaire toetsing.



Figuur 3a,b: moleculaire toetsing.

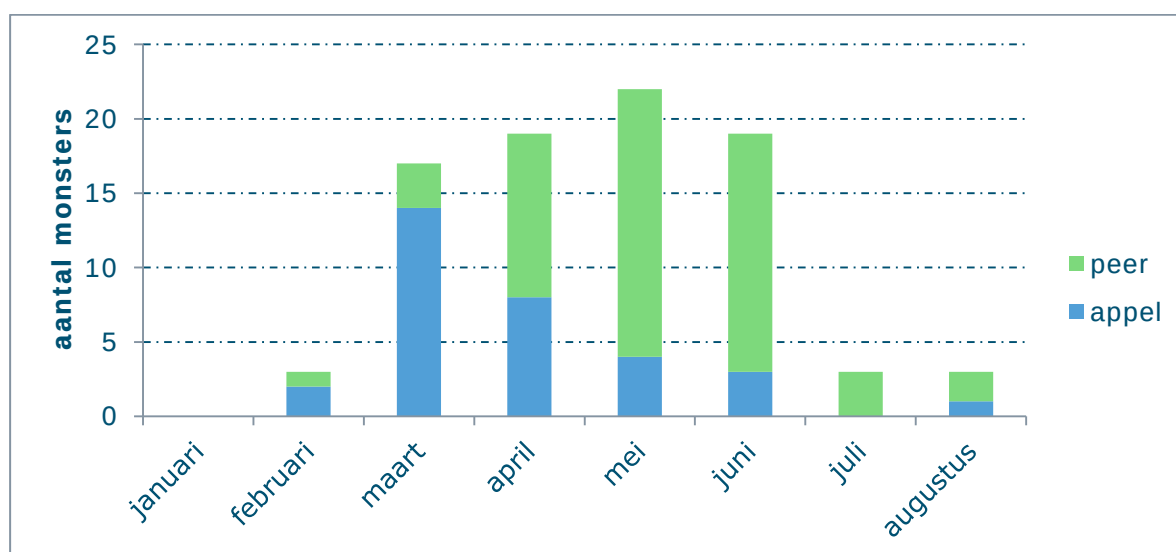
2.2 Vruchtrotmonsters

Door FBR, FruitConsult en een aantal sorteerders werden monsters verzameld van fruitpartijen waarbij meer dan gemiddeld vruchtrot in werd waargenomen. In een aantal gevallen ging het om zeer zware aantastingen (>50% uitval). Soms kwamen zwaar beschimmelde kisten uit de bewaring (figuur 4). Uit een partij werd een monster gezocht van 10-15 vruchten. Van dit monster werden 20-30 rotplekjes op een voedingsbodem uitgekweekt om zo tot een diagnose te komen.

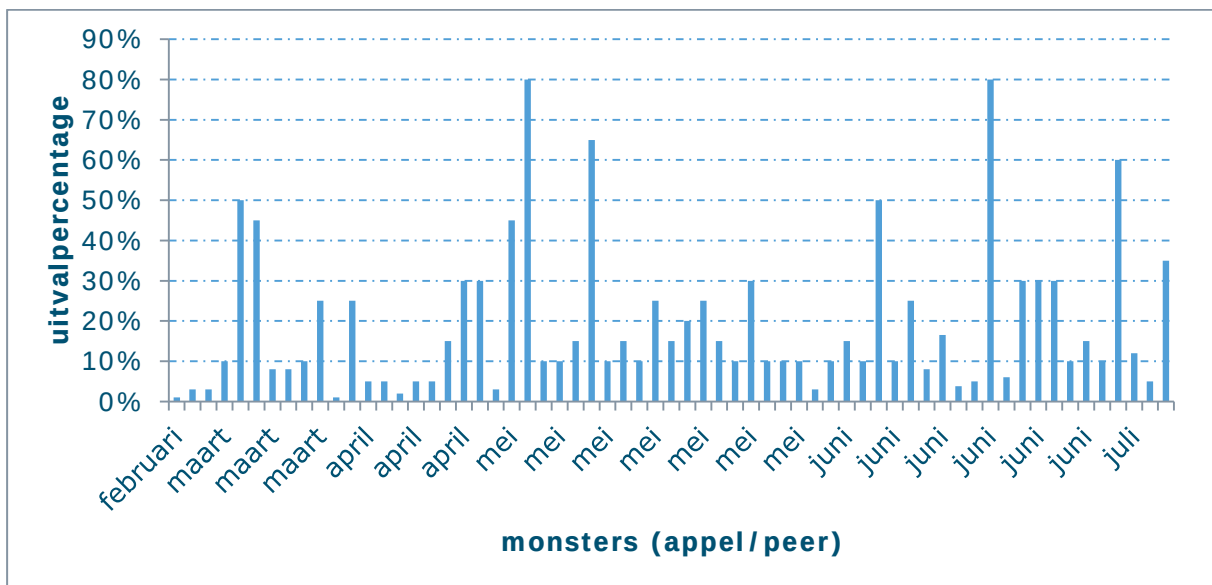


Figuur 4 a,b,c : zwaar aangetaste peren en appels uit de bewaring.

In 2012 werden ruim 100 aangetaste appel- en perenmonsters op vruchtrotschimmel onderzocht. Vanaf februari/maart bleek de monsterstroom op gang te komen (figuur 5). Dit is overeenkomstig de ervaringen in voorgaande jaren. Vruchtrot bij peren wordt vooral in de lange bewaring aangetroffen (april-juni). Vanaf juli zijn de meeste perencellen leeg. In het onderzoek zijn vooral monsters onderzocht van partijen met veel vruchtrot. De appelmonsters werden eerder in het bewaar seizoen aangeleverd dan de perenmonsters. In een aantal gevallen ging het om extreme uitval (>50% op partijen van >100 ton; zie figuur 6).



Figuur 5: aangeleverde monsters appel en peer 2012.



Figuur 6: uitvalpercentages veroorzaakt door vruchttrot. Bij extreme uitval ging het meestal om visogen bij peer, of smoezeligheid bij appel.

In de aangetaste partijen werd soms een grote(re) diversiteit aan rotplekken waargenomen (figuur 7). Soms ging het hierbij om secundaire schimmelsoorten, soms werden meerdere pathogene schimmelsoorten aangetoond.



Figuur 7: in de aangetaste partijen appels en peren was een grote diversiteit aan rotsoorten aanwezig.

De belangrijkste aangetroffen vruchttrotveroorzakers waren: *Cadophora* (visogen) bij peer, *Neofabraea* (lenticelrot) bij appel en peer, *Neonectria* (steelrot) bij appel en *Phytophthora* bij peer. Daarnaast werd regelmatig *Alternaria* (klokhuischimmel) bij appel en *Fusarium*-rot bij appel en peer vastgesteld.

3 Belangrijke vruchtrotveroorzakers uit het onderzoek

3.1 *Cadophora* (visogen) bij peren

Het merendeel van de monsters bestond uit peren met visogen. Uit deze peren werd de schimmel *Cadophora* geïsoleerd (figuur 8). Deze schimmel geeft op een voedingsbodem typisch grijszwart schimmelpluis (figuur 9).



Figuur 8: typische ingezonken bruine rotplekken bij *Cadophora*-aantasting.



Figuur 9: *Cadophora* groeit op een voedingsbodem uit met een zwartgrijs schimmelpluis.

De schimmel *Cadophora* (oude naam *Phialophora*) heeft meerdere soorten. Meest waarschijnlijk is *Cadophora malorum* de veroorzaker van de visogen bij peer. Dit moet nog verder onderzocht worden. In de literatuur is niet veel informatie over deze schimmelsoort als vruchtrot veroorzaker bij peren te vinden. De meeste informatie is afkomstig van onderzoek uitgevoerd door Sugar & Spotts bij 'Bosc' peren (zie literatuurlijst) in Oregon (USA). Vanuit andere landen wordt slechts sporadisch *Cadophora* als vruchtrotveroorzaker bij peren genoemd. Vaak gaat het dan ook nog een incident. Blijkbaar is *Cadophora* in peren vooral een probleem in Nederland.

Uit het onderzoek van Sugar & Spotts blijkt dat nog veel onbekend is (gebleven) over de levenswijze en infectieroute van *Cadophora*. Op essentiële vragen zoals: waar leeft de schimmel (in de bodem, in de boom), wat zijn effectieve middelen en wanneer deze in te zetten kan nog geen goed antwoord worden gegeven. In de literatuur wordt melding gemaakt van ernstige bewaarproblemen door *Cadophora* bij kiwifruit (Spadaro et al., 2010; figuur 10). Het gaat hierbij om de soort *Cadophora luteo-olivacea*. Ook hier gaat het om een probleem bij zeer lange bewaring. Maar het is onbekend hoe infectie tot stand komt. Wel lijkt het bewaarregime van grote invloed op de symptoomvorming.



Figuur 10: *Cadophora* kan bij kiwifruit in de lange bewaring ernstige rot veroorzaken.

3.2 *Neofabraea* (lenticelrot) bij appel en peer

Tijdens het onderzoek werden ook perenmonsters aangeleverd waarbij de symptomen op een *Cadophora* aantasting leken. Een nauwkeurige waarneming liet zien dat ze hier toch afwijkend van waren. Symptomen: stevig bruin rot, met een cirkelvormige uitbreiding met een lichter centrum (figuur 11). Uit deze rotplekjes werd de schimmel *Neofabraea* geïsoleerd. Ook in een aantal appelmonsters werden vergelijkbare symptomen gevonden (figuur 12). Ook hier werd de schimmel *Neofabraea* geïsoleerd.



Figuur 11a , b, c – *Neofabraea* bij peer: van links naar rechts: a, b: typische *Neofabraea* symptomen, c. karakteristieke *Neofabraea* schimmelgroei.



Figuur 12a , b, c – *Neofabraea* bij appel: van links naar rechts: a, b, c: typische *Neofabraea* symptomen.

Het genus *Neofabraea* (oude naam *Gloeosporium*) heeft een aantal soorten die wereldwijd als belangrijke bewaarrotveroorzaker in appel worden gezien. De schimmel is een latente pathogeen in de lange bewaring. In Europa komen 2 soorten voor (1) *Neofabraea perennans*: de meest voorkomende soort in Noord Europa en USA, (2) *Neofabraea alba*: de meest voorkomende soort in Zuid Europa. Onbekend is welke soort het meest belangrijk voor Nederland is. Er is weinig literatuur beschikbaar over de infectie van peren door *Neofabraea*. Hoewel ook peren zeer zwaar door deze ziekte getroffen kunnen worden (>50% uitval; Lennox *et al.*, 2004; Henriquez *et al.*, 2004).

Een aantal appelrassen is zeer gevoelig voor infectie met *Neofabraea* (bijvoorbeeld Pinova). De ziekte is berucht bij biologische appeltelers. Veel onderzoek is uitgevoerd naar bestrijding van *Neofabraea* door warmwaterbehandelingen. In Noord Duitsland is veel onderzoek uitgevoerd naar chemische bestrijding, na oogstbehandeling en de levenswijze van *Neofabraea* (Palm & Kruse, 2012a,b). Er zijn echter nog steeds veel vragen waardoor een effectieve bestrijding nog steeds moeilijk is.

3.3 *Phytophthora*-vruchtrot bij peer

Phytophthora is een oömyceet, een pseudoschimmel. *Phytophthora* heeft een levenscyclus die grotendeels plaatsvindt onder de grond, bij gunstige omstandigheden vindt ook een bovengrondse cyclus plaats. Rustsporen kunnen wel tien jaar overleven in de grond zonder zelfs een waardplant in de buurt. Eens in de zoveel jaar speelt het probleem op in de fruitteelt, wanneer de omstandigheden voor *Phytophthora* gunstig zijn worden vruchten aangetast. *Phytophthora* is een ziekte die door opspattend water, de vruchten die het laagst bij de grond hangen kan infecteren. Tegenwoordig zijn er ook percelen waarbij aantastingen/vruchtinfecties bovenin de boom veelvuldig voorkomen, mogelijk door verspreiding van *Phytophthora*-sporen via beregening.

Phytophthora vruchtrot wordt voornamelijk veroorzaakt door *Phytophthora syringae* en *P. cactorum* (figuren 13 en 14), maar ook andere soorten kunnen voorkomen in Europa. *P. syringae* heeft in onder andere China een quarantaine status. *Phytophthora* is afhankelijk van vrij water tijdens verschillende kritische stadia van zijn levenscyclus, in het bijzonder voor de productie en verspreiding van zoösporen. *Phytophthora* kan ook via de beregeningsinstallatie worden verspreid, wanneer geïnfecteerd slootwater wordt gebruikt.

Phytophthora is een 'lastige' schimmel omdat de levenscyclus complex is. In de grond zijn rustsporen aanwezig (oösporen) die onder natte omstandigheden kiemen en daarbij ontstaan zwermosporen. Bij regen komen opspattende deeltjes op de vruchten terecht, waardoor de zwermosporen voor aantasting zorgen (*Phytophthora* vruchtrot). Na het afvallen en vergaan van aangetaste bladeren en vruchten komen de rustsporen vrij en zorgen voor een nieuwe besmetting van de grond. Op die manier neemt de besmetting in de loop van de jaren toe (de rustsporen kunnen jarenlang overleven. Voor de Nederlandse omstandigheden is nog niet bekend hoe en onder welke omstandigheden een infectie precies tot stand komt. En daarmee is het niet mogelijk om een goed advies te geven om infectie te voorkomen of te bestrijden. Een waarschuwingsmodel voor vruchtinfectie bij appel of peer is nog niet beschikbaar.

Het is aannemelijk dat *Phytophthora* zich via beregeningswater kan verspreiden over een boomgaard. Dit is waarschijnlijk de besmettingsroute van vruchtrot op een fruitperceel in het rivierengebied. In Nederlands onderzoek is ook al aangetoond dat in boomkwekerijgebieden het slootwater ook verontreinigd kan zijn met *Phytophthora*. Een goede methode om de aanwezigheid aan te tonen is het gebruik van een baittechniek, dus het 'vangen' van sporen van *Phytophthora* uit water. In eerder onderzoek is een aantal *Phytophthora*-soorten in het oppervlaktewater gevonden, waaronder *P. plurivora*, *P. 'Salixsoil'* en *P. inundata*. Op alle locaties werden wel één of meerdere *Phytophthora*-soorten in het oppervlaktewater aangetroffen. Dit ligt in de lijn van de voorspelling van vooraanstaande onderzoekers die al enige jaren laten zien dat de risico's op uitbreiding van onbekende *Phytophthora*'s ernstig toeneemt. *P. cactorum* of *P. syringae* werden echter niet aangetroffen.



Figuur 13 a,b: *Phytophthora syringae* in appel.



Figuur 14 a,b: *Phytophthora cactorum* in peer.



Figuur 15 a,b: beregeningspomp en een typische sloot voor beregening met oppervlaktewater.

Vruchten die geïnfecteerd worden tot 2 á 3 weken voor de oogst zullen rot ontwikkelen op de boom. Bij latere infecties worden symptoomloze vruchten geoogst waarbij het rot pas tot expressie komt tijdens de bewaring. Ook via natte sortering kan het proceswater besmet worden met de sporen van *Phytophthora* en kunnen zo gezonde vruchten geïnfecteerd worden (figuur 16a) (Ceustermans & Creemers, 2012). Het regelmatig ontsmetten van fruitsorteerwater kan hierbij een oplossing bieden (figuur 16b).



Figuur 16 a,b: het regelmatig ontsmetten van fruitsorteerwater kan een oplossing bieden om vruchtrots na sortering te verminderen.

3.4 *Neonectria* (steel- en neusrot) bij appel

Vruchtboomkanker bij appel is een schimmelziekte die zware aantastingen en schade kan geven in appelaanplanten (figuur 17). De schimmel kan twijgen, takken en uiteindelijk een hele boom laten afsterven. De schimmelsporen kunnen ook vruchten infecteren en vruchtrot veroorzaken. De infecties rond de bloei veroorzaken neusrot. Infecties tijdens of rond de pluk veroorzaken steelrot.

De veroorzaker van vruchtboomkanker en steel- en neusrot is een schimmel: *Neonectria ditissima*. Deze schimmel werd vroeger *Nectria galligena* genoemd. Appel is veel gevoeliger voor aantasting dan peer. Er zijn tussen de appellassen echter grote verschillen in gevoeligheid. Kanzi, Rubens en Gala zijn zeer gevoelig, terwijl Elstar en Jonagold minder gevoelig zijn.

De schimmel verspreidt zich via ascosporen en conidiën. Ascosporen verspreiden zich vooral via de lucht, en de conidiën via waterdruppels. Vooral tijdens de herfst vinden bladwondinfecties plaats. De schimmel kan zeer zware aantasting geven, waarbij de telers soms genoodzaakt is om een boomgaard te rooien. De aanwezigheid van (veel) kankers betekent ook dat er veel inoculum (sporen) is. Dit geeft een groot risico op vruchtinfecties.



Figuur 17 a,b: zware vruchtboomkankeraantasting bij appel.

N. ditissima kan ook vruchten infecteren. Dat gebeurt via de lenticellen, de calyx (neus) of wondjes (scheurtjes) ter hoogte van de steel. De aantasting kan in de boomgaard al zichtbaar worden. Meestal gaat het dan om neusrot. Vaak wordt de aantasting pas zichtbaar in de bewaring. Dan gaat het meestal om steelrot (figuur 18). Om vruchtrot veroorzaakt door *Neonectria* te voorkomen, moet de inoculumdruk zo laag mogelijk worden gehouden. Vruchtboomkankerbeheersing is dus niet alleen belangrijk om uitval van bomen te verminderen, maar ook om vruchtrot tegen te gaan.



Figuur 18 a,b,c: steelrot veroorzaakt door *Neonectria ditissima* bij appel.

4 Bronnen van infectie

Uit het onderzoek werd duidelijk dat een groot aantal verschillende schimmelsoorten vruchtrot kunnen veroorzaken. Om een gerichte beschrijving of beheersingstrategie te ontwikkelen is het belangrijk om te weten welke veroorzaker in een boomgaard voorkomt, op welke substraten en in welke mate.

Om dit te bepalen werden in 20 percelen (10 appel en 10 perenpercelen) bemonsteringen uitgevoerd voor de epidemiologie van belangrijkste vruchtrotveroorzakers (bemonsteren van bladeren, takken en vruchtummies voor aanwezigheid van vruchtrotpathogenen, identificatie van ziektebronnen en opbouw van ziektedruk, inzicht in levenscycli). De percelen werden onder meer geselecteerd op basis van historie van vruchtrot. De eerste bemonstering zijn uitgevoerd tijdens de volle bloei van appel, en einde bloei van de peren. De vervolgbemonsteringen werden maandelijks uitgevoerd tot de pluk, en daarna om de maand.

De monsternamen werden volgens een vastgesteld protocol uitgevoerd. Er werd op vier plekken in de boomgaard bemonsterd. Op elke plek werd binnen een strook van 25 m lengte en een breedte gelijk aan de rijenafstand van de boomgaard (grasstrook met beide aangrenzende zwartstroken met perenbomen) materiaal van verschillende substraten (snoeihout, restanten valfruit, vruchtummies, vruchtbeurzen, kankertjes in de bomen, verschillende soorten onkruid, champost, dood gras, kort- en langlottakken, appel- en perenblad en grond uit de zwartstrook) verzameld. In totaal werden 13 verschillende substraten verzameld. In de eerste bemonsteringen waren vrijwel alle beoogde substraten aanwezig. Tussen de boomgaarden bleken grote verschillen in bijvoorbeeld onderhoud (onkruidgroei ed.; figuur 19).



Figuur 19 a,b,c,: in 20 percelen (10 appel en 10 perenpercelen) bemonsteringen uitgevoerd voor de epidemiologie van belangrijkste vruchtrotveroorzakers.

In de PPS-plantgezondheid “Het Nieuwe doen in Plantgezondheid” onderdeel “vruchtrotbeheersing bij appel en peer”, zijn ook moleculaire toetsen ontwikkeld voor *Cadophora* en *Neofabraea*. Deze toetsen worden gebruikt om de boomgaardsubstraten te testen op de aanwezigheid van ziekteverwekkers via moleculaire (dna) detectietechnieken. Deze toetsen kunnen ook gebruikt worden om bijvoorbeeld de vangstrips van sporenvallen te analyseren. In een perenboomgaard zijn namelijk sporenvallen geplaatst (figuur 20). Deze methode moet meer inzicht geven in de momenten en omstandigheden waarbij de sporen van de vruchtrotveroorzakers aanwezig zijn, en dus mogelijk een infectie kunnen geven.



Figuur 20 a,b,c,: sporenvallen in een perenboomgaard.

5 Bewaarproef 2012 – 2013

In 2012-2013 werd een bewaarproef uitgevoerd met peren van vier verschillende praktijkpercelen (figuur 21). In deze proef werd ondermeer gekeken naar het effect van:

- goed en slecht inkoelen,
- afdekken en niet-afdekken (effect van vocht) van de vruchten,
- aanwezigheid van mogelijke inoculumbronnen (grond en bladeren) in de bewaarkratten,
- dompelbehandelingen met fungiciden.

De behandelende vruchten werden volgens praktijkmethode (ULO) bewaard. Na 12 maanden bewaring werden de vruchten beoordeeld op vruchtrot.



Figuur 21 a,b,c: bewaarproef peren in 2012-2013 (verschillende behandelingen).

Opvallend genoeg werd er na 12 maanden bewaring maar zeer weinig aantasting vastgesteld. Dat gold voor alle vier de herkomsten. Ook uit de praktijk kwamen in het bewaarseizoen 2012-2013 vrijwel geen meldingen van veel vruchtrot (ook geen visogen bij peer). Meestal waren de meldingen geen visogen, maar *Neofabraea* (lenticelrot), zo bleek uit de laboratoriumanalyses.

In de proef werd wel relatief veel neusrot (*Fusarium*) vastgesteld. Daarnaast soms (erg) veel *Botrytis*. Dit bleek gerelateerd aan de herkomst. Na uitstalling was (lichte) toename van visogen en lenticelrot. Blijkbaar waren er wel infecties waren aanwezig, maar kwamen deze niet tot uiting tijdens de bewaring. De zwaarste aantastingen werden gevonden in objecten met toegevoegde grond en blad. Blijkbaar kunnen deze substraten (zwaar) besmet zijn met de veroorzakers van vruchtrot (figuur 22).



Figuur 22 a,b: in de bewaarproef werd na 12 maanden soms veel *Botrytis* en *Fusarium* aangetroffen. Zware aantasting werd gevonden in de kratten met toegevoegde grond of bladeren.

6 Discussie en conclusies

In 2012 is een groot onderzoek gestart naar vruchtrotschimmels in appel en peer. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in de PPS-plantgezondheid “Het Nieuwe doen in Plantgezondheid”. Hierin wordt het optreden van vruchtrotpathogenen geïnventariseerd en nieuwe pathogeen-specifieke, kwantitatieve detectietoetsen ontwikkeld. Daarnaast wordt de epidemiologie van de vruchtrot-pathogenen in kaart gebracht. Parallel hieraan moeten maatregelen ontwikkeld worden in de teelt en/of bewaring voor de beheersing van vruchtrot in de naoogstfase, zodat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kan worden verminderd en vruchtrot effectiever wordt bestreden.

Doel van dit project is de basis te leggen aan de ontwikkeling van maatregelen in de teelt voor de beheersing van vruchtrot in de naoogstfase zodat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kan worden verminderd. Het project is gericht op de belangrijkste vruchtrotpathogenen in appel en peer. Omdat kennis van de pathogenen zeer beperkt is, is het project vooral gericht op de epidemiologie van de belangrijkste vruchtrotveroorzakers (infectiebronnen, overleving, sporulatie en infectiemomenten). Hiervoor is de ontwikkeling van pathogeen-specifieke detectiemethoden noodzakelijk. Nadat de belangrijkste infectiebronnen zijn geïdentificeerd, kan in vervolgonderzoek het effect van sanitaire maatregelen worden gemeten en de biotische weerbaarheid op door vruchtrotpathogenen gekoloniseerd plantenmateriaal worden verhoogd (toediening van stoffen die natuurlijke antagonisten stimuleren). De complete aanpak van vruchtrotproblematiek bestaat uit een vooroogst (=boomgaard), oogst en naoogst (=veelal bewaring-bewaaromstandigheden) aanpak. Deze problematiek van vruchtrot is zeer groot en veelzijdig. Om die reden is het noodzakelijk om een raamwerk voor een actieplan vruchtrot op te stellen samen met sector. De resultaten zoals beschreven in dit rapport maken deel uit van deze samenwerking binnen de PPS-plantgezondheid.

Wanneer er veel vruchtrot optreedt in een partij zijn meestal één of twee schimmelsoorten de oorzaak. Slechts incidenteel onderzoekt men om welke schimmelsoorten het gaat. Bij sommige partijen is extreme vruchtrot, vaak *Botrytis*, te herleiden tot onzorgvuldig plukken, maar meestal is de reden minder duidelijk aan te geven. Een aantal schimmels zorgt al voor de infectie in de boomgaard zonder dat er symptomen ontstaan (latente infectie). Pas tijdens de bewaring ontwikkelen de infecties zich tot rot. Dat gaat doorgaans samen met afrijping en afnemende weerstand van de vruchten tegen de ontwikkelende schimmel. Tot op heden is relatief weinig onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van de diverse veroorzakers van bewaarrot omdat de situatie beheersbaar leek, dankzij de late fungicidenbespuitingen.

Vruchtrot leidt jaarlijks tot zware verliezen in de (lange) bewaring, ook bij fruitpartijen met een intensief spuitschema. In 2012 zijn uitvalpercentages van meer dan 60% vastgesteld bij peer en appel in de lange bewaring. De belangrijkste vruchtrot-veroorzakers bleken *Cadophora* sp. (visogen), *Neofabraea* sp. (lenticelrot), *Neonectria* (neus- en steelrot) en *Phytophthora*. Over de levenswijze en infectiemomenten van deze schimmels is in het algemeen nog weinig bekend.

Uit het onderzoek naar de veroorzakers van vruchtrot in de lange bewaring kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Het aantal partijen met uitval neemt vanaf februari/maart snel toe.
- De voornaamste veroorzaker lijkt *Cadophora* sp. (visogen) bij peer.
- Ook *Neofabraea* sp. komt zeer regelmatig voor bij appel en peer.
- Een aantal partijen is door beide schimmelsoorten aangetast.
- Daarnaast zijn *Neonectria* (neus- en steelrot) bij appel, en *Phytophthora* bij peer belangrijke rotveroorzakers.
- Over de levenswijze en bestrijding van de meeste van deze schimmelsoorten is onvoldoende bekend.

Om tot goede bestrijdingstrategieën te komen moet men een aantal stappen doorlopen.

- Kennis van (opkomende) bewaarziekten in appel en peer.
- Zwaarte en soorten vruchtrot aantasting in de (lange) bewaring van appel en peer.
- Identificeren van probleempartijen en -percelen (en mogelijke relatie met teeltomstandigheden, spuitschema's en bewaarregimes).
- Meer inzicht in de levenswijze en infectiemomenten van de vruchtrotveroorzakers.
- Werken aan vroegtijdige voorspelbaarheid van bewaarrisico's.
- Er moet een masterplan 'vruchtrot beheersing' worden opgesteld.

7 Kennisoverdracht 2013

Wenneker, M., 2013. Verminder kostbare verliezen door bewaarrot. *Fruitteelt* 103 (8): 14.

Wenneker, M., Köhl, J., Jong, de P.F., 2013. Storage diseases apples and pears: significant (financial) losses and innovative control strategies. Eufrin working group "Sustainable fruit production to minimize residues". 29 – 30 January, Graz, Austria.

Wenneker, M., Leeuwen, van P., Pham, K., Köhl, J., 2013. Bewaarrot: van kostbare verliezen naar duurzame oplossingen. Dé Appeldag 2013, NFO-kring Midden-Nederland & DLV Plant. Donderdag 27 juni 2013, Ingen. (1000 bezoekers).

Wenneker, M., Leeuwen, van P., Pham, K., Köhl, J., 2013. Bewaarrot: van kostbare verliezen naar duurzame oplossingen. Open dag Fruitkenniscentrum, 22 augustus 2013, PPO-Fruit, Randwijk. (400 bezoekers).

Wenneker, M., Leeuwen, van P., Pham, K., 2013. Vissenogen bij peren. Open dag Fruitkenniscentrum, 22 augustus 2013, PPO-Fruit, Randwijk. (400 bezoekers).

Wenneker, M., Köhl, J., 2013. Postharvest decay of apples and pears in the Netherlands. In: Book of abstracts, 2nd International Symposium on Discovery and Development of Innovative Strategies for Postharvest Disease Management. 29th April – 2nd May 2013, Kuşadasi, Turkey.

Wenneker, M., Balkhoven, H., Köhl, J., 2013. Strategieën voor aanpak bewaarrot bij appel en peer. Discussiebijeenkomst met fruitsorteerders, 15 januari 2013, Randwijk.

Wenneker, M., Köhl, J., 2013. Verliezen door bewaarrot beperken door samenwerking. Kennisdag voor de fruitteelt – 22 november 2013 – Wageningen.

8 Literatuur

8.1 Cadophora

Prodi, A., Sandalo, S., Tonti, S., Nipoti, P., Pisi, A., 2008. *Phialophora*-like fungi associated with kiwifruit Elephantiasis. *Journal of Plant Pathology* 90: 487-494

Spadaro, D., Galliano, A., Pellegrino, G., Gilardi, G., Garibaldi, A., Gullino, M.L., 2010. Dry matter, mineral composition, and commercial storage practices influence the development of skin pitting caused by *Cadophora luteo-olivacea* on kiwifruit 'Hayward'. *Journal of Plant Pathology* 92: 349-356.

Spotts, R. A., 1985a. Effect of preharvest pear fruit maturity on decay resistance. *Plant Disease* 69: 388-390.

Spotts, R. A., 1985b. Environmental factors affecting conidial survival of five pear decay fungi. *Disease* 69:391-392.

Sugar, D., Spotts, R. A., 1992. Sources of inoculum of *Phialophora malorum*, causal agent of side rot of pear. *Phytopathology* 82: 735-738.

Sugar, D., Spotts, R. A. 1993. Dispersal of inoculum of *Phialophora malorum* in pear orchards and inoculum redistribution in pear immersion tanks. *Plant Disease* 77: 47-49.

8.2 Neofabraea

Garipey, T.D., Rahe, J.E, Lévesque, C.A., Spotts, R.A., Sugar, D.L., Henriquez, J.L., 2005. *Neofabraea* species associated with bull's-eye rot and cankers of apple and pear in the Pacific Northwest. *Can. J. Plant Pathol.* 27: 118–124.

Henriquez, J. L., Sugar, D., Spotts, R. A., 2004. Etiology of bull's eye rot of pear caused by *Neofabraea* spp. in Oregon, Washington, and California. *Plant Dis.* 88:1134-1138.

Lennox, C.L., Spotts, R.A., Booyse, M., 2004. Postharvest decay of d'Anjou pears from the Pacific Northwest and control with a thiabendazole drench. *Plant Dis.* 88: 474–478.

Palm, G., Kruse, P., 2012a. Wie ist in der Zukunft Lagerfäulnis zu verhindern? Mitt. OVR 67 - 09/2012: 306-311. (Teil Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes e.V. an der Esteburg – Obstbauzentrum Jork).

Palm, G., Kruse, P., 2012b. Untersuchungen zur Verhinderung von Lagerfäulnis bei Äpfeln durch Nacherntebehandlung. Mitt. OVR 67 - 10/2012: 342-347. (Teil Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes e.V. an der Esteburg – Obstbauzentrum Jork).

8.3 Neonectria

Berrie, A.M., 1989. Storage rots of apple and pear in South East England 1980-88: incidence and fungicide resistance. In: Gessler B.K., ed. IOBC Bulletin 1989/XII/6 Vol. II, Integrated Control of Pome Fruit Diseases, IOBC: 229-239.

Beresford, R. M., Kim, K.S., 2011. Identification of regional climatic conditions favorable for development of European canker of apple. *Phytopathology* 101: 135 – 146.

Latorre, B.A., Rioja, M.E., Lillo, C., Muñoz, M., 2002. The effect of temperature and wetness duration on infection and a warning system for European canker (*Nectria galligena*) of apple in Chile. *Crop Prot.* 21: 285-291.

Palm, G., Harms, F., Vollmer, I., 2011. Mehrjährige Befallsentwicklung des Obstbaukrebses an verschiedenen Apfelsorten an drei Standorten. *Mitt d Obstbauversuchsrings d Alten Landes* 66: 360-363.

Pedersen, H.L., Christensen, J.V., Hansen, P., 1994. Susceptibility of 15 apple cultivars to apple scab, powdery mildew, canker and mites. *Fruit Varieties Journal* 48: 97-100.

Weber, R.W.S., 2014. Biology and control of the apple canker fungus *Neonectria ditissima* (syn. *N. galligena*) from a Northwestern European perspective. *Erwerbs-Obstbau*, 2014.

Weber, R.W.S., Hahn, A., 2013. Obstbaumkrebs (*Neonectria galligena*) und die Apfelsorte 'Nicoter' (Kanzi) an der Niederelbe. *Mitt d Obstbauversuchsrings d Alten Landes* 68: 247-256.

Xu, X-M., Robinson, J.D., 2010. Effects of fruit maturity and wetness on the infection of apple fruit by *Neonectria galligena*. *Plant Pathology* 59: 542-547.

8.4 Phytophthora

Anonymous, 2014. Procedures for assessment of risk of *Phytophthora* rot pre-harvest in UK. <http://apples.hdc.org.uk/phytophthora-rot-additional.asp>

Ceustermans, A., Creemers, P., 2012. *Phytophthora*, een bodemschimmel die ook vruchtrot kan veroorzaken bij appel en peer. *Fruittelnieuws* 16: 22-24.

Covey, R. P., Harris, D. C. 1990. *Phytophthora* fruit rots of pear and apple. Pages 30-31 in: A Compendium of Apple and Pear Diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

Dobra, C., Sosa, M.C., Lutz, M.C., Rodriguez, G., Greslebin, A.G., Vélez, M.L., 2011. Fruit rot caused by *Phytophthora* sp. in cold-stored pears in the valley of Rio Negro and Neuquén, Argentina. *Proc. 11th International Pear Symposium* Eds.: E. Sánchez et al. *Acta Hort.* 909, ISHS 2011.

Grove, G. G., Boal, R. J. 1991. Influence of temperature and wetness duration on infection of immature apple and pear fruit by *Phytophthora cactorum*. *Phytopathology* 81:1465-1471.

Harris, D.C., Xu, X.-M., 2003. Conditions for infection of apple by *Phytophthora syringae*. *J. Phytopathology* 151, 190–194.

Kuik, van F., 2013. *Phytophthora*-problematiek - Inventarisatie van nieuwe *Phytophthora*-soorten in de teelt van boomkwekerijgewassen, in planten, grond en water. Rapport Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit, PPO nr. 3236137600/ PT nr. 14479.

NFO & FrugiVenta, 2014. Perenteelt voor de Chinese markt.

[http://www.proku.nl/uploads/files/NFO%20Brochure%20Perenteelt%20voor%20Chinese%20markt%20DEF\(1\).pdf](http://www.proku.nl/uploads/files/NFO%20Brochure%20Perenteelt%20voor%20Chinese%20markt%20DEF(1).pdf)

Shang, X., Wang Z., Xu L., 2011. Occurrence and Control of Pear Blight Rot (*Phytophthora cactorum*) in Qianxian of Shaanxi Province. Plant Diseases and Pests 2011, 2(3) 17 -19.

Spotts, R. A., Grove, G. G., 2002. First report of *Phytophthora syringae* causing rot on apples in cold storage in the United States. Plant Disease 86 (6): 693.

Ufer, T., Werres, S. K., Posner, M., Wessels, H.-P., 2008. Filtration to eliminate *Phytophthora* spp. from recirculating water systems in commercial nurseries. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2008-0314-01-RS.

Vliegen-Verschure, A., 2010. Phytophthora, een lastige schimmel : de kletsnatte omstandigheden waren optimaal voor Phytophthora. De Fruitteelt 100 (47): 6-7.

Yamak, F., Peever, T. L., Grove, G. G., Boal, R. J., 2002. Occurrence and identification of *Phytophthora* spp. pathogenic to pear fruit in irrigation water in the Wenatchee River Valley of Washington State. Phytopathology 92:1210-1217.