Vruchtrotbeheersing in appel en peer
Projectrapportage 2013 – 2014

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

Productschap Tuinbouw

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR,
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
Juni 2015

Rapportnr.
2015-08

© 2015 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 2015-08; € 15,- -

Projectnummer: 32 350147 10
PT-nummer: 14987

Productschap Tuinbouw

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

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING 5

1 INLEIDING 7
1.1.1 Middelenpakket voor beheersing vruchtrotveroorzakers 8
1.1.2 PPS-plantgezondheid “Het Nieuwe doen in Plantgezondheid” (2012-2014) 8

2 VRUCHTROTVEROORZAKERS BIJ APPEL EN PEER 9
2.1 Diagnostiek 2012 – 2014 9
2.2 Vruchtrotmonsters 10

3 BELANGRIJKE VRUCHTROTVEROORZAKERS UIT HET ONDERZOEK 13
3.1 *Cadophora* (visogen) bij peren 13
3.2 *Neofabraea* (lenticelrot) bij appel en peer 14
3.3 *Phytophthora*-vruchtrot bij peer 15
3.4 *Neonectria* (steel- en neusrot) bij appel 17
3.5 Fusariumrot bij appel en peer 18
3.6 Smoezelige vruchten (appel en peer) 19
3.7 Lenticel spots bij appel 20

4 BRONNEN VAN INFECTIE 21
4.1.1 Aanwezigheid van *Neofabraea alba* op verschillende substraten in de boomgaard 22

5 ONDERZOEK PPO – VISOGEN 2012 – 2014 (ULO-BEWARING) 23

6 DISCUSSIE EN CONCLUSIES 25

7 KENNISOVERDRACHT 2014 29

8 LITERATUUR 31
8.1 Cadophora 31
8.2 Neofabraea 31
8.3 Neonectria 32
8.4 Phytophthora 32
8.5 Smoezelige vruchten 33
8.6 Fusarium 33

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

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. Onderzoek naar bewaarziekten in Nederland en België laat zien dat de meest voorkomende vruchtrotveroorzakers Neofabraea (lenticelrot; voorheen Gloeosporium) en Cadophora (visogen; voorheen Phialophora) zijn. *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.
Tijdens het onderzoek werden ook andere veroorzakers van bewaarbederf aangetroffen zoals: Fusarium (klokhuisrot en neusrot), Neonectria (neusrot), Alternaria (klokhuisschimmel) en Cladosporium (inktvlekkenrot). Ook werd regelmatig smoezelige vruchten aangetroffen bij zowel appel als peer. Dit lijkt door een samenspel van verschillende schimmels en gisten veroorzaakt te worden. Het optreden van echte wondschimmels zoals Botrytis en Penicillium viel vaak mee. Zorgvuldig plukken en voorzichtig behandelen van het fruit bij de oogst werpt hier duidelijk haar vruchten af. Maar door de aangescherpte residu-eisen van de supermarkten en het veranderde middelenpakket wordt de kans groot dat het optreden van vruchtrot in de komende jaren toe zal nemen.

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 bewaarrisico'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 vruchtrotinfecties, 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 *Cadophora*-rot (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.

1.1.1 Middelenpakket voor beheersing vruchtrotveroorzakers

In onderstaande tabel zijn de voornaamste vruchtrotveroorzakers weergegeven, en de gangbare fungiciden die hier tegen worden ingezet. Uit de tabel blijkt dat vooral tegen *Neonectria* en *Phytophthora* maar weinig middelen beschikbaar zijn. Voor de bestrijding van rotsoorten als visogen bij peer (veroorzaakt door Cadophora), zijn in principe voldoende middelen beschikbaar. Toch wordt er regelmatig zeer zware aantasting in de bewaring aangetroffen. Mogelijk worden de middelen tijdens het groeiseizoen niet op het juiste moment ingezet. Van de meeste schimmels is tot nu toe te weinig bekend over de levenswijze en infectiemomenten.

Vruchtrot-schimmel		Captan	Delan	Flint	Switch	Geoxe	Bellis	Philabuster
Botrytis		+	-/+	+	++	++	++	++
Penicillium		+/++	-	+	++	+	++	++
Monilia		+	-	+	++	+	++	+
Phytophthora		+	-	-	-	-	++	-
Neonectria	Nectria	++	-	-	+	-	-	+/++
Cadophora	Visogen	+/-	-	-	++	++	++	++
Neofabraea	Gloeosporium	+	-	+	++	++	++	++
Venturia	Schurft	++	++	+	+	+/-	+	+/-
Stemphylium	Zwartvruchtrot	+	-	-	++	++	++	-
Sphaeropsis		?	?	?	++	?	++	+
Phacidiopycnis		?	?	?	+	?	+	++

werking

-	Geen tot zwak
+	Matig tot goed
++	Goed tot zeer goed

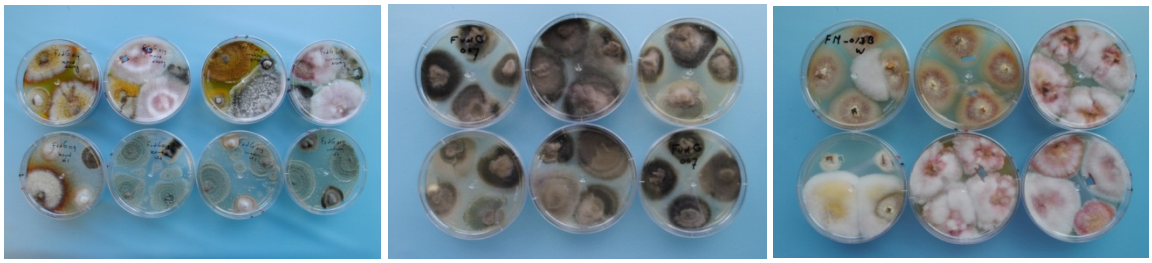
1.1.2 PPS-plantgezondheid “Het Nieuwe doen in Plantgezondheid” (2012-2014)

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 betrekking op het onderzoek in 2012-2014.

2 Vruchtrotveroorzakers bij appel en peer

2.1 Diagnostiek 2012 – 2014

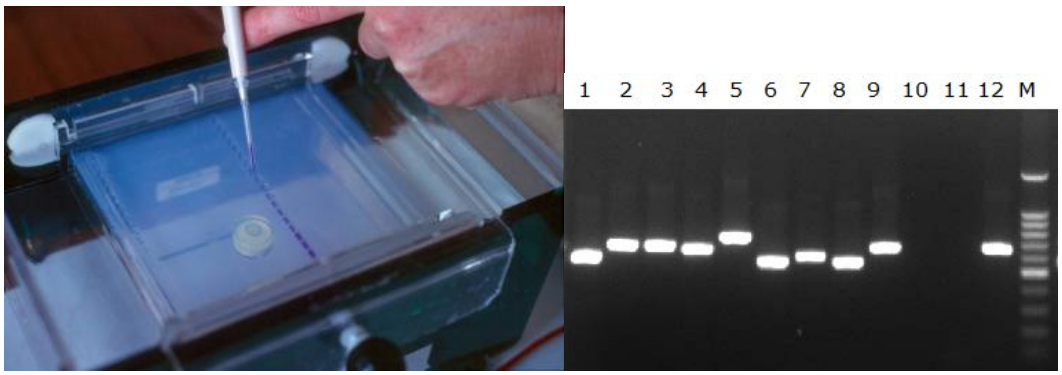
Veel verschillende schimmelsoorten kunnen vruchtrot veroorzaken. Vaak zijn *Penicillium of Botrytis* te vinden, maar deze schimmels hoeven niet de primaire veroorzakers van het rot te zijn. Een algemene analyse op ziekteverwekkers (door bijvoorbeeld een algehele moleculaire toetsing) door een niet-gespecialiseerd 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 (figuur1a-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 vruchtvlees.



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



Figuur 3a,b: moleculaire toetsing.

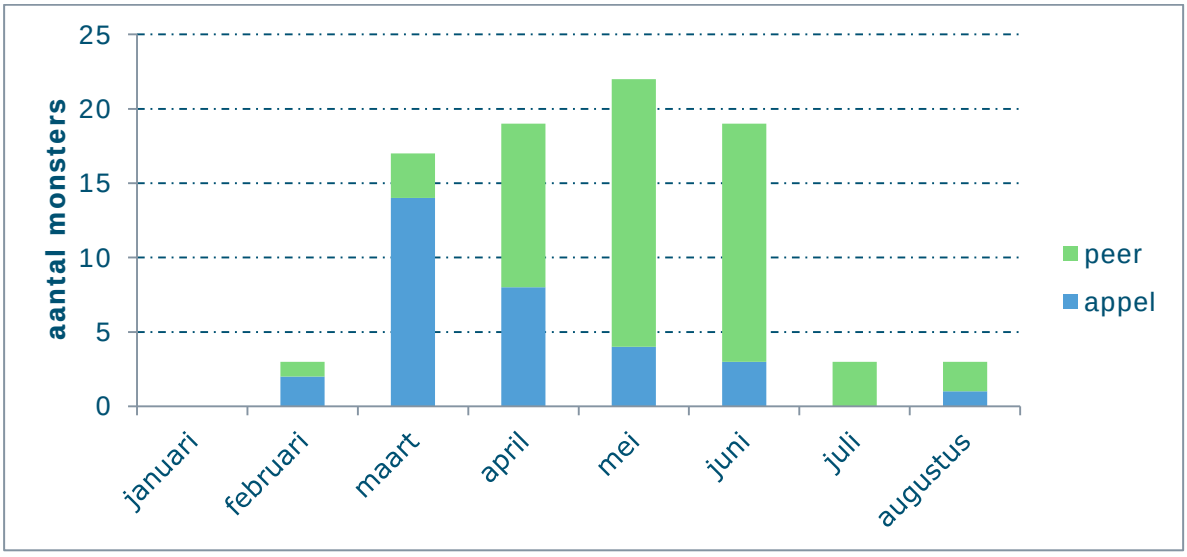
2.2 Vruchtrotmonsters

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.

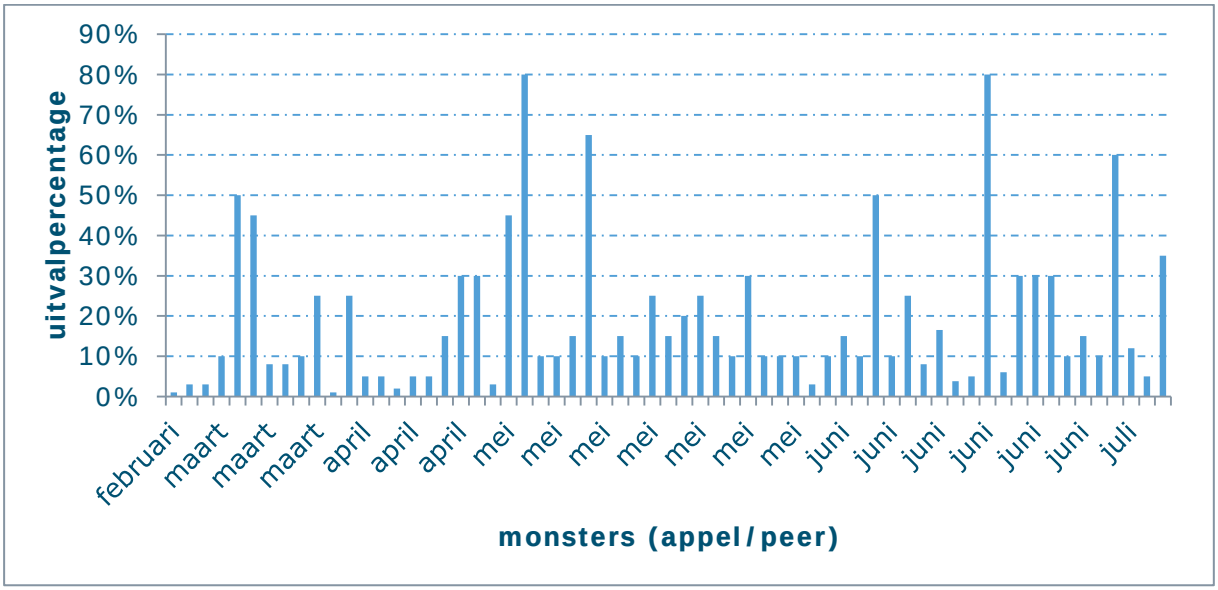


Figuur 4 a,b,c : zwaar aangetaste peren en appels uit de bewaring.

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 bewaarseizoen 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 vruchtrot. 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 vruchtrotveroorzakers waren: *Cadophora* (visogen) bij peer, *Neofabraea* (lenticelrot) bij appel en peer, *Neonectria* (steelrot) bij appel en *Phytophthora* bij peer. Daarnaast werd regelmatig *Alternaria* (klokhuisschimmel) bij appel en *Fusarium*-rot bij appel en peer vastgesteld.

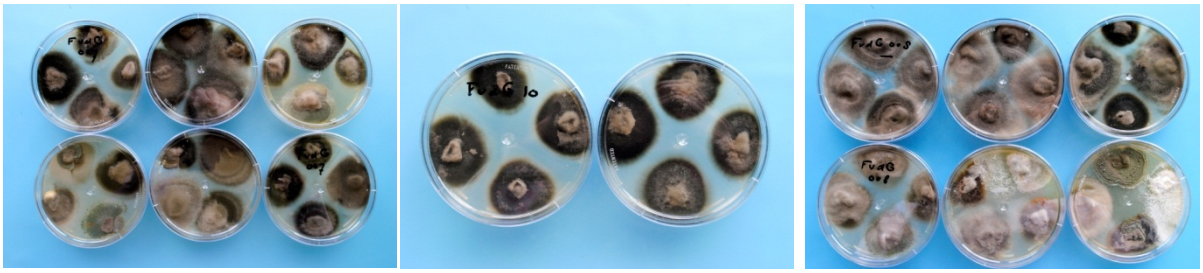
3 Belangrijke vruchtrotveroorzakers uit het onderzoek

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 vergelijkebare 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 zwermsporen. Bij regen komen opspattende deeltjes op de vruchten terecht, waardoor de zwermsporen 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 vruchtrot 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 appelrassen 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.

3.5 Fusariumrot bij appel en peer

Infecties met *Fusarium*-soorten kunnen bij appel en peer optreden. Bij appels kan het klokhuisrot veroorzaken (figuur 19). Bij peren kan Fusarium over de hele vrucht voorkomen (figuur 19). De schimmel kan rot veroorzaken aan de steel, neus en op andere delen van de vruchten. Het mycelium is vaak typisch roze gekleurd (figuur 20). Infectie met Fusarium geeft de vruchten een onaangename smaak. Ook leidt de infectie tot zacht vruchtvlees (figuur 21).



Figuur 19 a, b: klokhuisrot bij appel en buikrot bij peer, veroorzaakt door Fusarium.



Figuur 20 a, b: typische roze Fusarium-schimmelgroei.



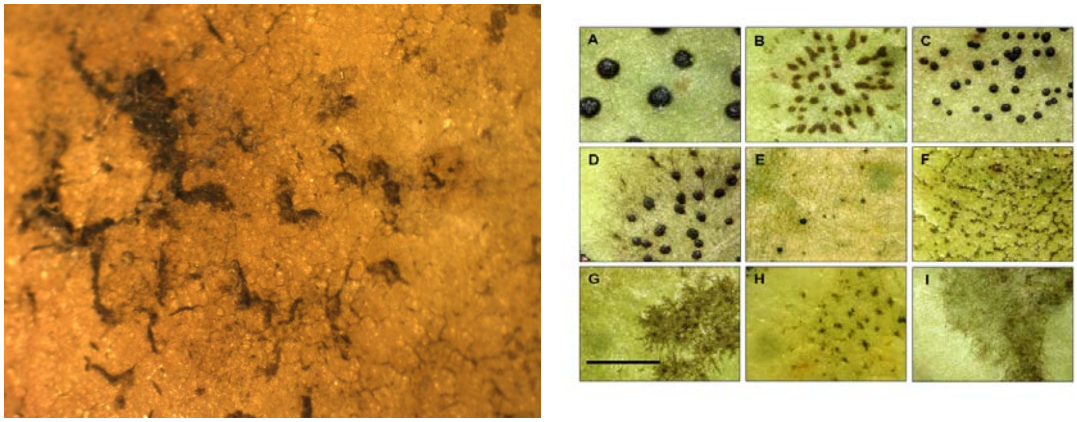
Figuur 21 a, b: Fusarium leidt tot zacht vruchtvlees bij appel en peer.

3.6 Smoezelige vruchten (appel en peer)

In de afgelopen jaren werd met regelmaat zware aantasting bij Elstar en Kanzi aangetroffen (figuur 22). Ook bij diverse perenrassen werd smoezel geconstateerd (figuur 24). Meestal wordt smoezel pas zichtbaar na enkele maanden in bewaring. Deze aantasting kan zeer zware vormen aannemen, en verdwijnt niet in een waterbad bij natte sortering. Waarschijnlijk wordt het probleem veroozaakt door een complex van gisten en schimmels (figuur 23). Bij de latere plukken worden meeste problemen gevonden. De standaard spuitschema's lossen probleem niet op. Smoezel lijkt toenemend probleem in Europa. Tot nu toe is geen adequate bestrijding bekend.



Figuur 22 a, b: ernstige smoezel bij appel in de lange bewaring.



Figuur 23 a, b: smoezel wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verschillende gisten en schimmels.



Figuur 24 a, b, c,: ook op peren kan smoezel ontstaan.

3.7 Lenticel spots bij appel

In 2013-2014 werd regelmatig melding gemaakt van lenticelspot bij Elstar (figuur 25 c,d). In sommige partijen bleef het beperkt tot enkele spotjes en lage aantastingspercentages. In andere partijen liep de schade op tot > 10-15% uitval. De aantasting kon sterk variëren binnen de partij. Het kwam voor dat een bewaarkrat vrij was van lenticelspot, terwijl de krat er naast zeer zwaar aangetast was. Vaak begon de aantasting midden in de krat, en ging soms samen met een sneeuwschimmel (figuur 25 a,b). Momenteel wordt onderzocht of het om dezelfde schimmel gaat.




Figuur 25 a, b: in de kratten met aangetaste vruchten was de krat ook vaak begroeid met schimmel, en waren sommige vruchten met sneeuwschimmel bedekt.




Figuur 25 c, d: vaak waren er tientallen aangetaste lenticellen per vrucht te vinden. In een verder gevorderd stadium ging het lenticelspot over in grote rotplekken met schimmelgroei.

4 Bronnen van infectie

Uit het onderzoek werd duidelijk dat een groot aantal verschillende schimmelsoorten vruchtrot kunnen veroorzaken. Om een gerichte beschrijding 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 vruchtmummies 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 monstername werd 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, vruchtmummies, 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 26).



Figuur 26 a,b,c,: in 20 percelen (10 appel en 10 perenpercelen) bemonsteringen uitgevoerd voor de epidemiologie van belangrijkste vruchtrotveroorzakers.

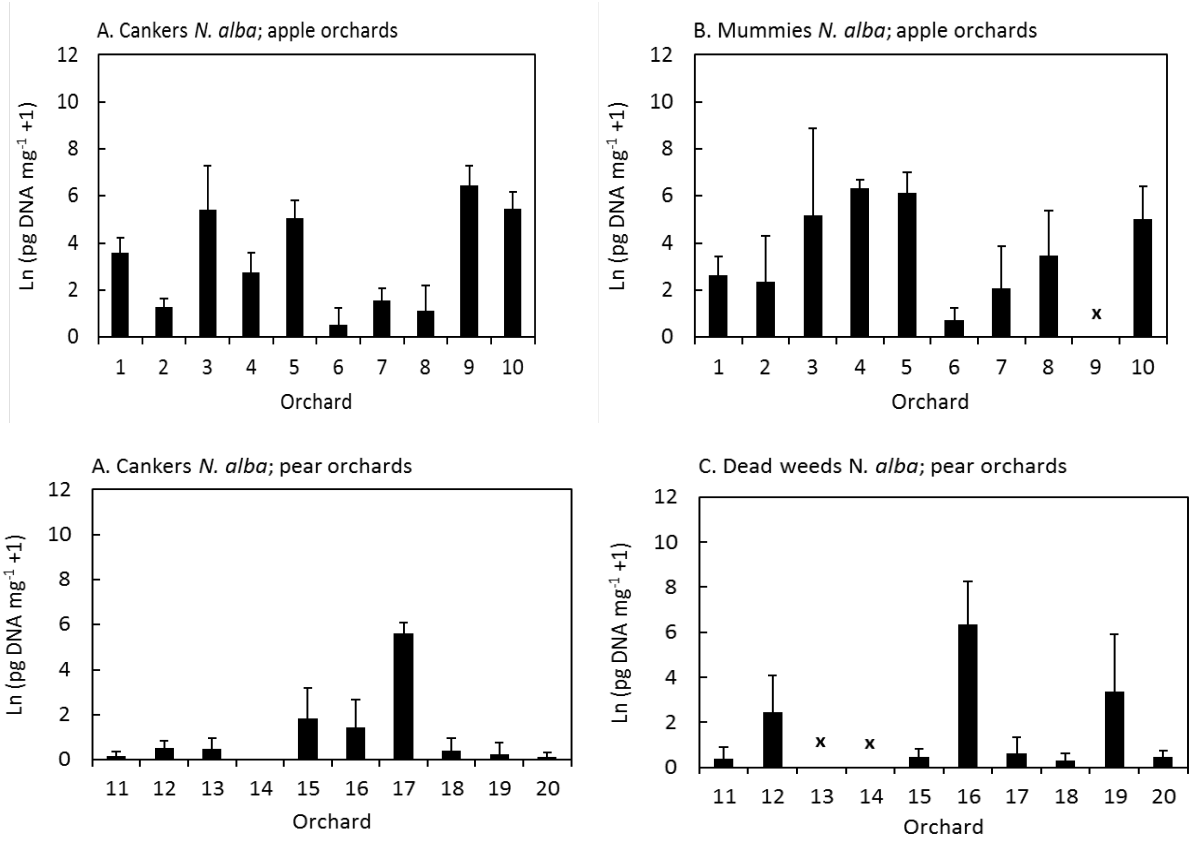
In de PPS-plantgezondheid “Het Nieuwe doen in Plantgezondheid” onderdeel “vruchtrotbeheersing bij appel en peer”, zijn ook moleculaire toetsen ontwikkeld voor *Cadophora* en *Neofabraea*. Deze toetsen worden gebruikt om de boomgaardsubstraten te testen op de aanwezigheid van ziekteverwekkers via moleculaire (dna) detectietechnieken. Deze toetsen kunnen ook gebruikt worden om bijvoorbeeld de vangstrips van sporenvallen te analyseren. In een perenboomgaard zijn namelijk sporenvallen geplaatst (figuur 27). 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 27 a,b,c,: sporenvallen in een perenboomgaard.

4.1.1 Aanwezigheid van *Neofabraea alba* op verschillende substraten in de boomgaard.

In figuur 28 is een voorbeeld gegeven van het voorkomen van *Neofabraea alba* in mei 2012 op kankertjes en mummies in appel- en perenboomgaarden. Uit de figuren blijkt dat er een zeer grote variatie tussen de boomgaarden bestaat. Deze gegevens worden momenteel verder uitgewerkt.



Figuur 28 a-d: Aanwezigheid van *Neofabraea alba* op verschillende substraten in de boomgaard. Periode: mei 2012 (vier herhalingen per boomgaard).

5 Onderzoek PPO – visogen 2012 – 2014 (ULO-bewaring)

In 2012-2014 werd een bewaarproef uitgevoerd met peren van vier verschillende praktijkpercelen (figuur 29). 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 29 a,b,c: bewaarproef peren in 2012-2014 (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 2012-2014 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 30).



Figuur 30 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.

Bestrijding van vruchtrotschimmels door naoogstbehandelingen en innovatieve strategieën in de boomgaard
Na-oogst behandelingen
In België wordt al geruime tijd onderzoek gedaan naar naoogstbehandelingen om vruchtrot in de bewaring te bestrijden. Voordelen van naoogstbehandelingen zijn: geen invloed van externe factoren (bv geen herbespuiting bij regen) omdat toepassing in afgesloten ruimte gebeurt, een veel lagere impact (geen drift) op het milieu en ecosystemen en geen risico tot resistentievorming bij de ziekteverwekkers en geen selectiedruk voor nuttigen in de boomgaard.

Op dit moment zijn twee typen naoogstbehandelingen onderzocht: dompelen van het fruit en het vernevelen van middelen in de bewaarcel (thermo-nebulisatie). Deze methoden hebben als bijkomende voordelen: een homogenere verdeling van het middel over de vruchten en de, wonden gemaakt bij de pluk en transport worden ook afgedekt. Een betere voorspelling van het maximale residu op het fruit lijkt ook mogelijk.

Dompelbehandeling met Philabuster (met als actieve stoffen imazalil en pyrimethanil) geeft goede resultaten in proeven in België en Duitsland in de bestrijding van *Neofabraea* bij appel. De effecten van dergelijke dompelbehandelingen tegen visogen (*Cadophora*) bij peer zijn nog onbekend. Toch zijn er ook nadelen aan het dompelen. Bij de consument heeft het behandelen van fruit na de oogst geen goed imago. Tijdens het dompelproces kan het water bovendien verontreinigd raken met andere vruchtrotverwekker zoals *Mucor* of *Phytophthora* die niet door de behandeling bestreden worden. Ook logistiek kan het soms moeilijk uitvoerbaar zijn, het is immers een extra piek in een drukke periode. Ook kunnen boomgaardbespuitingen met captan en bijvoorbeeld Bellis nodig blijven tegen bewaarziekten zoals *Phytophthora*.

Thermo-nebulisatie
Een nieuw ontwikkelde techniek is een naoogsttoepassing tegen vruchtrot in de koelcel. Doel is het zo uniform mogelijk verdelen van het middel met een zo laag mogelijke dosis van werkzame stoffen in koelruimten voor hardfruit. Bij deze toepassing wordt een speciaal geformuleerd fungicide verneveld in de koelcel. Hiervoor is een specifiek toestel vereist waarin de vloeistof eerst wordt opgewarmd vooraleer ze verneveld wordt in de koelcel. De luchtcirculatie in de koelcel zorgt vervolgens voor een verdeling van de werkzame stof over de vruchten. De verdeling van het middel wordt dan ook sterk beïnvloed door het ontwerp van de koelcel, de stapeling, het ontwerp en het materiaal van de bewaarkisten, de vruchtstapeling en de instelling van de generatoren. De ontwikkeling van de techniek werd uitgevoerd door pcfruit vzw in samenwerking met de KU-Leuven, en de bedrijven Xeda, Certis en Hermoo. Het proefcentrum fruitteelt ontving voor dit 4-jarig onderzoek subsidies van het Agentschap voor Innovatie door Wetenschap en Technologie (IWT) in Vlaanderen. Op dit moment heeft de techniek (en het middel Xedathane-A, met als actieve stof pyrimethanil) een toelating in appel in België.

Voordelen van thermo-nebulisatie ten opzichte van dompelbehandelingen zijn:
- snelle toepassing voor grote hoeveelheden fruit in korte tijd.
- kan uitgevoerd worden nadat het fruit in de cellen zit.
- mogelijkheid tot herbehandelen.
- geen restproduct (in dompelbad).
- gebruiksvriendelijke en goedkope apparatuur.
- Geen gevaar voor contaminatie van gezond fruit met *Phytophtora* of *Mucor*
- Geen extra manipulatie van het fruit.

Strategieën voor beheersing
Tot nu toe wordt vruchtrot vooral bestreden met strakke afspuitschema's. Dit biedt echter zeker geen garantie voor rotvrije vruchten bij lange bewaring. In de afgelopen jaren werd soms meer dan 50 procent aantasting door visogen vastgesteld bij perenpartijen die standaard waren afgespoten. Om tot een adequate aanpak te komen moet beter bekend zijn waar de schimmels in de boomgaard voorkomen, en wanneer ze de vruchten infecteren. Door Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO Fruit, Wageningen UR) wordt, in samenwerking met Plant Research International (PRI), Food & Biobased Research (FBR) en Fruitconsult, onderzoek uitgevoerd naar de levenswijze en optreden van vruchtrot bij appel en peer. Bronnen van besmetting zijn kankertjes, vruchtmummies, bodem en sorteerwater.

Gebleken is dat van de belangrijkste vruchtrotschimmels weinig tot niets bekend is over hun levenswijze en infectiemomenten. Daarom zijn er nieuwe moleculaire detectietoetsen voor vruchtrot ontwikkeld. Deze toetsen kunnen gebruikt worden om de infectie van vruchten met bepaalde bewaarschimmels bij inslag al vast te stellen. De toetsen kunnen ook gebruikt worden om al in de boomgaard vast te stellen of bepaalde schimmels aanwezig zijn en daar het bestrijdingsschema op af te stemmen.

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 bewaarrisico's.
- Er moet een masterplan 'vruchtrot beheersing' worden opgesteld.

7 Kennisoverdracht 2014

Bruine, de J.A., Helsen, H.H.M., Ravesloot, M.B.M, Wenneker, M., Jong., P.F., Schaik, van A.C.R., Schoorl, F.W., 2014. Wat betekende het PT voor de fruitteeltsector? De Fruitteelt 104 (33): 20-21.

Köhl, J., Wenneker, M., Haas, de, L., Anbergen, R., Goossen, H.,Lombaers, C., Kastelein, P., 2014. Sources of *Neofabraea* spp. and *Cadophora* spp. in Dutch apple and pear orchards. Book of abstracts. 10th International IOBC-WPRS Workshop on Pome Fruit Diseases. 24-28 November 2014, Stellenbosch, South Africa: p. 32.

Köhl & Wenneker, 2014. Sources of *Neofabraea* spp. and *Cadophora* spp. in Dutch apple and pear orchards. Presentatie. 10th International IOBC/WPRS Workshop on Pome Fruit Diseases – 24-28 November, Stellenbosch, Z-A. IOBC-WPRS Working Group "integrated Plant Protection in Fruit Crops", Sub Group "Pome Fruit Diseases".

Schaik, van A.C.R., Schoorl, F.W., Jong, de P.F., Verschoor, J.A., Wenneker, M., 2014. Kwaliteitsvoorspelling bewaring Conference en Elstar. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit, Kennisdag 2014 (14 november 2014).

Schaik, van A.C.R., Schoorl, F.W., Jong, de P.F., Wenneker, M., 2014. Kwaliteitsvoorspelling na bewaring. Houten, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit, Fruitteelt vakbeurs 2014 (22-23 januari 2014).

Wenneker., M., 2014. Rot door *Cadophora* en *Neofabraea*. European Fruit Magazine (EFM) 2014-01, onderzoeknieuws: p. 28.

Wenneker, M., Geijn, van de F.G., 2014. Hoeveelheid vruchtrot is extreem hoog. De Fruitteelt 104 (30-31): 6-7.

Wenneker, M., Hemelrijck, van W., 2014. Bestrijding van vruchtrotschimmels door naoogstbehandelingen en innovatieve strategieën – Vruchtrot kost enorm veel geld. De Fruitteelt 104 (8): 12-13.

Wenneker, M., 2014. Een "rot"-verhaal – Beheersing van bewaarrot. De Fruitteelt 104 (47): 8.

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., 2014. Epidemiology and control of storage diseases of pome fruit in the Netherlands. Presentatie. 2nd Workshop on European Fruit Tree Canker and 2nd Workshop on fruit rot 27th - 29th of October 2014. Alnarp, Sweden.

Wenneker, M., 2014. Beheersen vruchtrot voorkomt dure verliezen. Kennisdag voor de fruitteelt. Vrijdag 14 november 2014, Wageningen.

Wenneker, M., Köhl, J., 2014. Postharvest Decay of Apples and Pears in The Netherlands. Acta Hort. 1053, ISHS 2014. Proc. IInd IS on Discovery and Development of Innovative Strategies for Postharvest Disease Management. Eds.: M. Wisniewski et al.: p. 107-112.

Wenneker, M., 2014. Praktijknetwerkbijeenkomst 'Fruittelers werken aan schoon water'. Bewaarrot: van kostbare verliezen naar duurzame oplossingen. Werkgroep Flevoland – Noord Holland. Dinsdag 13 mei 2014, Wijdenes.

Wenneker, M., 2014. Praktijknetwerkbijeenkomst 'Fruittelers werken aan schoon water'. Beheersing vruchtrot en praktijkervaringen driftarme spuittechniek. Werkgroep Zuid Holland - Brabant. Donderdag 1 mei 2014, Papendrecht.

Wenneker, M., 2014. Praktijknetwerkbijeenkomst 'Fruittelers werken aan schoon water'. Beheersing vruchtrot en praktijkervaringen driftarme spuittechniek. Werkgroep Flevoland – Noord Holland. Dinsdag 5 augustus, 2014, Kraggenburg

Wenneker, M., 2014. Postharvest diseases of pear caused by orchard pathogens in the Netherlands. 12th International Pear Symposium, Leuven Belgium, 14-18 July 2014.

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

Gariepy, 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 Obstbauversuchsringes 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 Obstbauversuchsringes 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. Mehrjärige Befallsentwicklung des Obstbaukrebses an verschiedenen Apfelsorten an drei Standorten. Mitt d Obstbauversuchsringes 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 Obstbauversuchsringes 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. Fruitteeltnieuws 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 Phytophthorasoorten 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

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.

8.5 Smoezelige vruchten

Batzer, J. C., Díaz Arias, M. M., Harrington, T. C., Gleason, Groenevald, J. C., Crous, P. W. 2008. Four species of *Zygophiala* (*Schizothyriaceae, Capnodiales*) are associated with the sooty blotch and flyspeck complex on apple. Mycologia 100:246-248.

Batzer, J. C., Gleason, M. L., Harrington, T. C., and Tiffany, L. H. 2005. Expansion of the sooty blotch and flyspeck complex on apples based on analysis of ribosomal DNA and morphology. Mycologia 97:1268 1286.

Ivanovic, M. M., Ivanovic, M. S., Batzer, J.C., Tatalovic, N., Oertel, B., Latinovic, J., Latinovic, N., Gleason, M.L., 2010. Fungi in the apple sooty blotch and flyspeck complex from Serbia and Montenegro. Journal of Plant Pathology, 92: 65-72.

8.6 Fusarium

Sever, Z., Ivic, D., Kos, T., Milicevic, T., 2012. Identification of *Fusarium* species isolated from stored apple fruit in Croatia. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology. 63:463-470.

Weber, R. W. S., Dralle, N., 2013. Fungi Associated with Blossom-End Rot of Apples in Germany. Europ. J. Hort. Sci., 78 (3): 97–105.