
Eindrapport Fruitkwaliteit Continu op Niveau

Voorspelling bewaarkwaliteit van Elstar en Conference 2014-2015

Alex van Schaik, Marcel Wenneker et al

Wageningen Plant Research, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit.
Wageningen Food & Biobased Research

Dit onderzoek is in opdracht van het Productschap Tuinbouw uitgevoerd door Wageningen Plant Research, in het kader van Topsector Tuinbouw project “Optimale fruitkwaliteit voor keten en consument” .
Wageningen Plant Research is een samenwerkingsverband tussen Wageningen Universiteit en Stichting Wageningen Research.

Wageningen, Januari 2017

VERTROUWELIJK

Rapport 2017-01

Schaik A.C.R en Marcel Wenneker, 2017. Eindrapport Fruitkwaliteit Continu op Niveau;
Voorspelling bewaarkwaliteit Elstar en Conference 2014-2015
Wageningen Plant Research, Vertrouwelijk Rapport 2017-01.

Trefwoorden: Conference-peer, Elstar-appel, kwaliteitsvoorspelling, vruchtrot, bewaring.

© 2017 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Postbus 200, 6670
AE Zetten; 0488 473702 / www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. 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.

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

Vertrouwelijk Wageningen Plant Research Rapport 2017-01

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methoden	9
2.1 Aanpak	9
2.2 Onderzoek bewaarkwaliteit 2014-15	9
2.3 Detectie van vruchtrot oogst 2014-2015	10
2.3.1 Vruchtrotveroorzakers bij appel en peer	10
3 Resultaten	13
3.1 Bewaarkwaliteit	13
3.2 Vruchtrot-onderzoek	19
3.2.1 Vruchtrotveroorzakers bij appel en peer	19
3.2.2 Optreden van bewaarrot in 2014-2015	23
3.2.3 Detectie van vruchtrot	23
3.2.4 Vruchtrotdetectie in praktijkmonsters	25
4 Voorlopige conclusies	27
Output	29
Literatuur	31

Woord vooraf

Het onderzoek, beschreven in dit rapport, is onderdeel van het Topsector Tuinbouw project "Optimale fruitkwaliteit voor keten en consument". In dit rapport zijn de uitkomsten beschreven over de jaren 2014-2015, maar het Topsector project heeft een looptijd tot en met 2018.

Naast Productschap Tuinbouw, in deze vertegenwoordigd door de Nederlands Fruittelers Organisatie, nemen ook groot aantal commerciële bedrijven, coöperaties en toeleverende bedrijven deel aan dit Topsector project.

Hierbij dient voldaan te worden aan de voorwaarden zoals beschreven in het consortium agreement is vastgelegd. Hierin is ook vastgelegd dat de informatie uit het project alleen ter beschikking komt voor het consortium en dientengevolge ook vertrouwelijk is.

Samenvatting

In dit project worden de activiteiten beschreven over de onderzoeksperiode 2014-2015 in het kader van het Topsector project "Optimale fruitkwaliteit voor keten en consument" (KwaliFruit).

Naast het Productschap Tuinbouw participeren diverse 17 belanghebbende bedrijven, organisaties en onderzoekinstellingen. Uiteindelijk is de looptijd van het project tot en met 2018 waardoor in dit rapport alleen voorlopige conclusies getrokken kunnen worden.

De centrale vraagstelling in dit project is om een toepasbare maar vooral een betrouwbare voorspellingsmethode te ontwikkelen voor de bewaarbaarheid van Conference-peren en Elstar appels.

Hierbij zijn er twee belangrijke onderdelen te onderscheiden namelijk:

- (i) kwaliteitsachteruitgang door vruchtrijping en,
- (ii) het optreden van vruchtrot door schimmels op partij/boomgaard niveau.

Qua aanpak is een structuur in het onderzoek aangebracht waarbij zowel de voorspelling van "kwaliteit" (verzachting, vergeling, rijping) als vruchtrot gecombineerd kan worden.

Er is een keuze gemaakt jaarlijks het monstermateriaal te betrekken van dezelfde boomgaarden verdeeld over Nederland en over de deelnemers in het project.

Omdat de nadruk in het onderzoek ligt bij de Conference peren is hierbij gekozen voor 18 bedrijven en bij de Elstar voor 6 bedrijven uit midden Nederland. Uitgangspunt van deze keuze was dat door het grote aantal bedrijven er met zekerheid een grote variatie is wat betreft kwaliteitsverschillen en gevoeligheid voor vruchtrot. Daarom is in het eerste onderzoekjaar alleen product geoogst van 1 pluktijdstip bij de peren. In het tweede onderzoekjaar is er op 6 bedrijven uit Midden Nederland ook een tweede pluktijdstip na 1 week.

Van al deze bedrijven zijn ook partijen langdurig bewaard om de kwaliteitsvoorspelling te toetsen.

Van alle bedrijven zijn ook data verzameld betreffende grondsoort, leeftijd aanplant, bemesting onderstam, soort mutant, spuitschema's etc. Dit is uitgevoerd om basisgegevens te verzamelen.

Overigens is geprobeerd om een koppeling te maken met variatie in kwaliteit na bewaring. Maar door de grote diversiteit aan factoren was dit niet mogelijk.

Bij het kwaliteitsonderzoek is er voor gekozen om direct na de oogst een aantal nieuwe meetmethoden (ook non-destructief) uit te voeren en deze te vergelijken met referentiemetingen (bestaande kwaliteitsmetingen).

Ook zijn de peren en de appels het eerste seizoen (2014-2015) 1 week blootgesteld aan een stress test bij een temperatuur van 25 graden C en vervolgens weer gemeten. Dit gaf uiteindelijk toch geen goede correlatie met de metingen na bewaring ondanks dat er tijdens de stresstest redelijk grote verschillen optraden tussen de meetwaarden. In het opvolgende seizoen zijn 3 verschillende soorten stress testen uitgevoerd bij 20 graden al dan niet in combinatie met een ethrelbehandeling en ook een aantal dagen koude periode vooraf.

Door de verschillende stresstesten ontstond wederom een fors verschil in kwaliteit (verzachting) tussen de diverse bedrijven met als belangrijkste referentiemetingen de hardheid- en kleurmeting.

Maar ook met deze verschillende aanpak wat betreft de stresstesten was de correlatie met de metingen na bewaring nog steeds te gering.

Vooralsnog waren de voorspellende stresstesten dus onvoldoende om kwaliteitsverschillen na bewaring te voorspellen. Een belangrijke gevolgtrekking in dit verband was dat de variatie in kwaliteit na bewaring vrij klein was. Direct na bewaring na zowel 6 als 9 maanden was er nauwelijks verschil tussen de partijen. In de nabewaring van 1 week 10 graden C waren de onderlinge verschillen nog steeds klein, waardoor een voorspelling sowieso moeilijker wordt.

Zelfs de toepassing van de tweede pluk bij de peren gaf na bewaring nog weinig extra variatie.

Een voorlopige conclusie is daarom dat indien de protocollen voor bewaring en oogst stelselmatig toegepast er minder variatie in bewaarkwaliteit is, hoewel dit door de praktijk anders ervaren wordt.

Van de alternatieve meetmethoden zoals soortelijke dichtheid, Aweta AFS, DA-Meter en

Pigment analyser vertoonde de DA meter een correlatie met de referentie metingen.

Bij de peren was dit maar enigmatische het geval, bij de appel was er in een aantal gevallen een goede correlatie met zowel kleur als hardheid gemeten met de penetrometer.

Pas aan het einde van het project in 2018 kunnen definitieve conclusies worden getrokken omtrent de voorspelling van de kwaliteit.

Toegevoegd in dit onderzoek was de toepassing van SmartFresh in de zogenaamde China transport simulatie. Deze is gesimuleerd door peren na de ULO bewaring nog 6 weken in gekoelde omstandigheden te bewaren. Gemeten na de uitstalling van 1 week bij 10 graden had SmartFresh een grote invloed op het stevigheidsbehoud.

In het onderdeel 'Vruchtrot' van het project worden voor de belangrijkste vruchtrotveroorzakers detectietoetsen ontwikkeld (TaqMan PCR). In principe kunnen meerdere toetsen op een vruchtenmonster worden toegepast om aan te tonen welke vruchtrotveroorzakers aanwezig zijn. Deze toetsen worden getest op specificiteit en gevoeligheid. Daarbij wordt gebruik gemaakt van kunstmatig besmette monsters en praktijkmonsters. Vervolgens wordt bepaald hoe een monster zo optimaal mogelijk uit een partij genomen kan worden, en welke vruchtdelen met meest geschikt zijn voor bemonstering. De resultaten van de toetsen worden vergeleken met de aantastingspercentages in de praktijkbewaring, en tevens vergeleken met de aantasting onder optimale omstandigheden voor symptoom-expressie. Daarnaast worden de strategieën uitgewerkt voor toetsing van partijen appels en peren middels stress-testen of bewaring onder omstandigheden die gunstig zijn voor symptoom (rot) ontwikkeling. Daarbij moet gedacht worden aan bepaalde (combinaties) van bepaalde temperaturen en luchtvochtigheid waarbij de vruchtrotveroorzakers binnen 1 á 2 weken symptomen veroorzaken. Voor de verschillende rotveroorzakers zijn specifieke stresstesten nodig. Een groot aantal aangetaste appel- en perenmonsters werden op vruchtrotschimmels onderzocht. Uit de analyse bleek dat: *Cadophora* (visogen) bij Conference en *Fibulorhizoctonia* (lenticel spot) bij Elstar en Conference de belangrijkste vruchtrotveroorzakers zijn. Daarnaast worden regelmatig *Neonectria* (steel- en neusrot) bij appel, *Phytophthora*-vruchtrot bij peer, en Fusariumrot bij appel en peer aangetroffen. Voor de belangrijkste vruchtrot veroorzakers zijn TaqMan PCR's ontwikkeld. Daarnaast wordt gekeken of middels stress-testen de aanwezigheid van latente infectie kan worden aangetoond. Het gaat om toetsing van partijen appels en peren middels stress-testen of bewaring onder omstandigheden die gunstig zijn voor symptoom (rot) ontwikkeling. Voor de verschillende rotveroorzakers zijn specifieke stresstesten nodig. Daarbij moet gedacht worden aan bepaalde (combinaties) van bepaalde temperaturen en luchtvochtigheid waarbij de vruchtrotveroorzakers binnen 1 á 2 weken symptomen veroorzaken. De eerste resultaten laten zien dat dat typische bewaarrotschimmels, zoals *Neofabraea* en *Colletotrichum* binnen 2-3 weken na de oogst aantoonbaar zijn.

1 Inleiding

Hardfruit (appelen en peren) worden in Nederland bewaard om de consument jaar rond te voorzien van fruit. Op dit moment is het niet mogelijk om de kwaliteit van het fruit tijdens de bewaring te voorspellen. Mede als gevolg hiervan wordt jaarlijks in Nederland 40 miljoen kilo appels en peren weggegooid met een waarde van 20 miljoen Euro door onvoldoende verkoopkwaliteit en vruchtrot na bewaring. Daarnaast wordt veel fruit bij de consument weggegooid omdat de kwaliteit (smaakbeleving of inwendige gebreken) onvoldoende is. De smaak van fruit kan tijdens de bewaring sterk veranderen.

Voor de consument is smaakbeleving en het uiterlijk van fruit uitermate belangrijk voor de waardering. Bepalend voor de smaakbeleving zijn de stevigheid, smaak en aroma van de appel en de peer. Daarnaast speelt ook het uiterlijk een grote rol. Fysiologische gebreken (zoals schilvlekjes) en/of schimmelaantasting zijn redenen om fruit niet te kopen. Daarnaast kan (inwendig) rot de smaak negatief beïnvloeden. Ook kunnen bepaalde rot veroorzakende schimmels, giftige stoffen (toxinen) produceren. Variatie van de kwaliteit in het winkelschap heeft een groot effect op vervolgaankopen door de consument. De consument is minder geneigd om na een teleurstellende aankoop hetzelfde product te kopen. Vanuit de totale hardfruitsector is er een sterke behoefte om de kwaliteit te voorspellen tijdens en na bewaring. Dit geldt vooral voor de hoofdassen Elstar en Conference peren. De belangrijkste problemen zijn de ontwikkeling van diverse soorten vruchtrot en kwaliteitsverlies door afnemende hardheid, kleurverlies en inwendige afwijkingen. Deze verliezen zijn soms sterk verschillend per seizoen, per partij en per boomgaard.

Belangrijkste doelstelling in dit project is het ontwikkelen van een relatief eenvoudige en snelle meetmethode om de bewaarbaarheid te voorspellen in verband met kwaliteitsverlies en vruchtrot. Tevens wordt aandacht besteed aan de export keten van peren voor verre bestemmingen. Dit onderzoek maakt onderdeel uit van het Topsector Tuinbouw project "Optimale fruitkwaliteit voor keten en consument" (KwaliFruit).

Hierbij zijn 18 bedrijven uit de gehele fruitsector betrokken zoals Fruitcoöperaties, handelsbedrijven en koelbedrijven en technische toeleveranciers. Als penvoerder treedt het de Nederlands Fruittelers Organisatie op. De looptijd van het project is van 2014 tot en met 2018 betreft dus 4 bewaarperiodes. In dit rapport zijn de activiteiten beschreven van 2014 tot en met 2015, waarbij het resultaat van 1 compleet bewaarperiode.

Doelstelling van het project 'KwaliFruit':

Ontwikkelen van en op praktijkschaal toepassen van technieken om de bewaarbaarheid van fruit te voorspellen vanaf de oogst om:

- Verspilling door bewaarverliezen en onvoldoende verkoopkwaliteit tegen te gaan.
- Door continue kwaliteit van hoog niveau de consumptie van fruit te vergroten.

De technieken die ontwikkeld worden:

- Moleculaire detectietoetsen en/of stresstesten om vruchtrotveroorzakers (schimmels) vroegtijdig op te sporen.
- Kwaliteitsvoorspellingsmodel om het smaak/stevigheidsverloop gedurende de bewaring te voorspellen.

Het project bestaat uit twee onderdelen:

- ontwikkelen van detectietoetsen voor vruchtrotvoorspelling. Hiertoe worden aparte toetsen voor diverse vruchtrot schimmels ontwikkeld, welke direct na de oogst worden toegepast. De resultaten van de toetsen worden vergeleken met de aantastingspercentages in de praktijkbewaring. Daarnaast wordt onderzocht welke maatregelen kunnen worden toegepast om de schade veroorzaakt door rot tijdens de bewaring zoveel mogelijk te beperken.
- ontwikkelen van een smaak/kwaliteitsvoorspellingsmodel, hiertoe worden innovatieve meetmethoden (waaronder niet-destructieve methoden) getoetst tijdens bewaring van uiteenlopende partijen fruit in diverse praktijk relevante bewaarcondities.

2 Materiaal en methoden

2.1 Aanpak

Een belangrijke uitdaging in het project is om een voorspelling op partij niveau te kunnen geven. Daarom is gekozen voor een vaste structuur qua herkomsten van het fruit voor het onderzoek. Voor de Conference peer zijn monsters betrokken van 18 verschillende boomgaarden verdeeld over Nederland.

Zuid Nederland: 6 bedrijven.

Midden Nederland: 6 bedrijven.

Noord Nederland: 6 bedrijven.

Omdat het pluktijdstip van de peren per regio verschillend is worden de regio's met een week tussenruimte geoogst. Uitgangspunt is dat de startkwaliteit per bedrijf duidelijk verschillend is waardoor voldoende variatie voor een mogelijk voorspellingsmodel.

Voor de Elstar appels zijn de monsters geplukt op 6 bedrijven en voornamelijk in Midden Nederland.

Bedoeling is om dit schema vast te houden voor de looptijd van het project om zodoende ook vergelijking te kunnen maken met de verschillende seizoenen.

De teeltgegevens zoals leeftijd beplanting, grondsoort, bemesting, eventuele bewaarproblemen zijn opgevraagd. Ook is gevraagd zijn de complete spuitschema's opgevraagd om deze in later fase verband te kunnen leggen tussen rotbestrijding (afspuiten o.a.) en eventueel rot in de bewaring.

2.2 Onderzoek bewaarkwaliteit 2014-15

In 2014 zijn direct na de oogst de belangrijkste referentiemetingen uitgevoerd alsmede nieuwere meettechnieken.

Dit is uitgevoerd:

- Direct na de pluk.
- Na 1 week 0° C.
- Vervolgens na 1 week 25° C (stresstest!!).

Metingen destructief: penetrometer, % droge stof, zetmeelwaarde.

Niet destructief: soortelijke dichtheid, Aweta AFS, DA-Meter, Pigment analyser en kleurmeting (ook kleurenkaart).

De monsters peren voor de bewaring zijn direct na de pluk ingekoeld en werden standaard 4 weken in gewone koeling bewaard en vervolgens gezamenlijk in praktijkcel bewaard bij standaard CA omstandigheden. Van iedere partij was ook een gedeelte met Smartfresh behandeld, die overigens pas na 9 weken in de CA bewaring zijn geplaatst.

De Elstar appels zijn direct na de inkoeling in standaard CA-omstandigheden opgeslagen. Belangrijk doel in dit project is om een goede methode te vinden om de kwaliteit snel en eenvoudig te bepalen. Daarbij hoort ook de ontwikkeling van de specifieke stress test.

De monsters peren zijn respectievelijk 6 en 9 maanden bewaard waarna direct na de bewaring en na 1 week uitstalling bij 10° C de kwaliteit is gemeten en zijn de resultaten vervolgens vergeleken met de metingen direct na de oogst en stresstest.

Voor het onderzoek in het oogstseizoen 2015 was de procedure aangaande de oogst en de keuze van de bedrijven nagenoeg gelijk aan 2014. Echter er is wel een 2e pluktijdstip toegevoegd aan de bedrijven uit midden Nederland. Ook waren de oogstdata duidelijk anders dan in 2014.

Omdat de stresstest bij het kwaliteitsonderzoek van oogstjaar in 2014 geen duidelijk resultaat gaf is zijn in oogstjaar 20153 verschillende stresstesten uitgevoerd.

- 11 dagen 20°C, ook bij Elstar
- Ethrelbehandeling + 11 dagen 20°C, ook bij Elstar
1 minuut dompelen in 0.1% EthrelA +0.025Agral Gold
- 3 dagen 0°C + 8 dagen 20°C
(test noodzaak inductie verzachting door kou, niet bij Elstar)

Uitvoering metingen en beoordelingen tijdens bewaring:

- Metingen uitgevoerd direct na de oogst en na stresstest (1 week -0.5°C + 1 week 25°C).
- CA-bewaring in praktijkcel 6 en 9 maanden.
- Metingen direct na bewaring en na 1 week 10°C (18°C).
- "China simulatie" met en zonder SmartFresh.

2.3 Detectie van vruchtrot oogst 2014-2015

2.3.1 Vruchtrotveroorzakers bij appel en peer

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.

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 algemene 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 vruchtwefsel is een betere methode. Bij uitgroei van een schimmel wordt de soort bepaald op groeivorm en sporenvormen, een bevestiging wordt verkregen middels een moleculaire toets. In dit project werd het diagnostiekonderzoek werd uitgevoerd door laboratorium van PPO Fruit (<http://www.ppo.wur.nl/NL/Producten/Diagnostiek/>).



Figuur 1: kweek van schimmels uit aangetast vruchtvlees voor moleculaire toetsing.

Voor de belangrijkste vruchtrotveroorzakers worden detectietoetsen ontwikkeld (TaqMan PCR). In principe kunnen meerdere toetsen op een vruchtenmonster worden toegepast om aan te tonen welke vruchtrotveroorzakers aanwezig zijn. Deze toetsen worden getest op specificiteit en gevoeligheid. Daarbij wordt gebruik gemaakt van kunstmatig besmette monsters en praktijkmonsters. Vervolgens wordt bepaald hoe een monster zo optimaal mogelijk uit een partij genomen kan worden, en welke vruchtdelen met meest geschikt zijn voor bemonstering.

De resultaten van de toetsen worden vergeleken met de aantastingspercentages in de praktijkbewaring, en tevens vergeleken met de aantasting onder optimale omstandigheden voor symptoom-expressie. Daarnaast wordt onderzocht welke praktische maatregelen kunnen worden toegepast om de schade tijdens de bewaring zoveel mogelijk te beperken (bijvoorbeeld door de bewaarduur aan te passen, het toepassen van specifieke bewaarcondities of gebruik van Smartfresh). Dit laatste gebeurt in samenwerking met het projectonderdeel kwaliteit. De resultaten worden ook met telers besproken zodat ook maatregelen tijdens de teelt kunnen worden toegepast om de kans op infectie in de boomgaard te minimaliseren. Voor het onderdeel vroege detectie van vruchtrotveroorzakers een inventarisatie gemaakt van de beschikbare moleculaire toetsen en welke toetsen nog ontbreken voor de belangrijkste rotveroorzakers. Voor lenticelrot (*Neofabraea/Gloeosporium*), visogen (*Cadophora*), Fusarium-rot, neus- en steelrot (*Neonectria*) en *Phytophthora* zijn nu toetsen in ontwikkeling. In de eerste helft van 2015 wordt voor de beschikbare toetsen de gevoeligheid vastgesteld, m.a.w. kunnen deze toetsen een infectie door enkele sporen van vruchtrotschimmels vast stellen. Mogelijk moet er een voorkweek of voorbehandeling plaats vinden om de rotveroorzaker aan te tonen.

Daarnaast worden de strategieën uitgewerkt voor toetsing van partijen appels en peren middels stress-testen of bewaring onder omstandigheden die gunstig zijn voor symptoom (rot) ontwikkeling. Daarbij moet gedacht worden aan bepaalde (combinaties) van bepaalde temperaturen en luchtvochtigheid waarbij de vruchtrotveroorzakers binnen 1 á 2 weken symptomen veroorzaken. Voor de verschillende rotveroorzakers zijn specifieke stresstesten nodig.

In aansluiting op het projectonderdeel 'bewaarkwaliteit' wordt van de conference- en elstar-partijen die in dit onderdeel meelopen, bij het sorteren een monster (circa 200 vruchten) genomen van de uitgesorteerde en aangetaste vruchten. Van deze monsters worden de veroorzakers van de uitval vastgesteld.

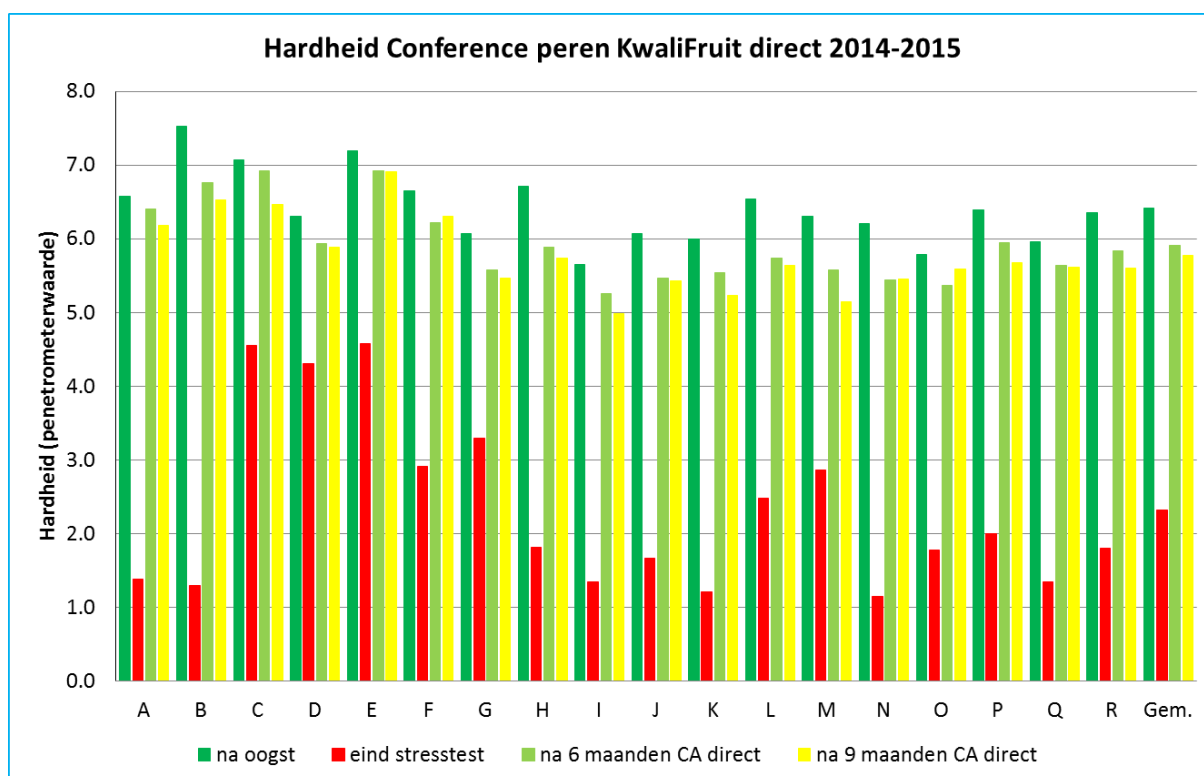


Figuur 2: isolatie van vruchtrotschimmels en moleculaire toetsing.

3 Resultaten

3.1 Bewaarkwaliteit

In onderstaande figuur 3 zijn van alle bedrijven oogst 2014 en beoordeling in 2015 de hardheidsgegevens aangegeven. Duidelijk is af te leiden dat er wat betreft hardheid weinig verband tussen enerzijds hardheid gemeten na de stresstest en hardheid na bewaring en uitstalling. Dit betekent dat de gehanteerde stresstest niet voldoet aan de normen. Hardheid is überhaupt de belangrijkste objectieve kwaliteitsmeting voor peren, zoals gemeten met de penetrometer



Figuur 3: Gemeten gemiddelde hardheid bij Conference peren van 18 bedrijven na oogst, stresstest, bewaring van 6 en 9 maanden.



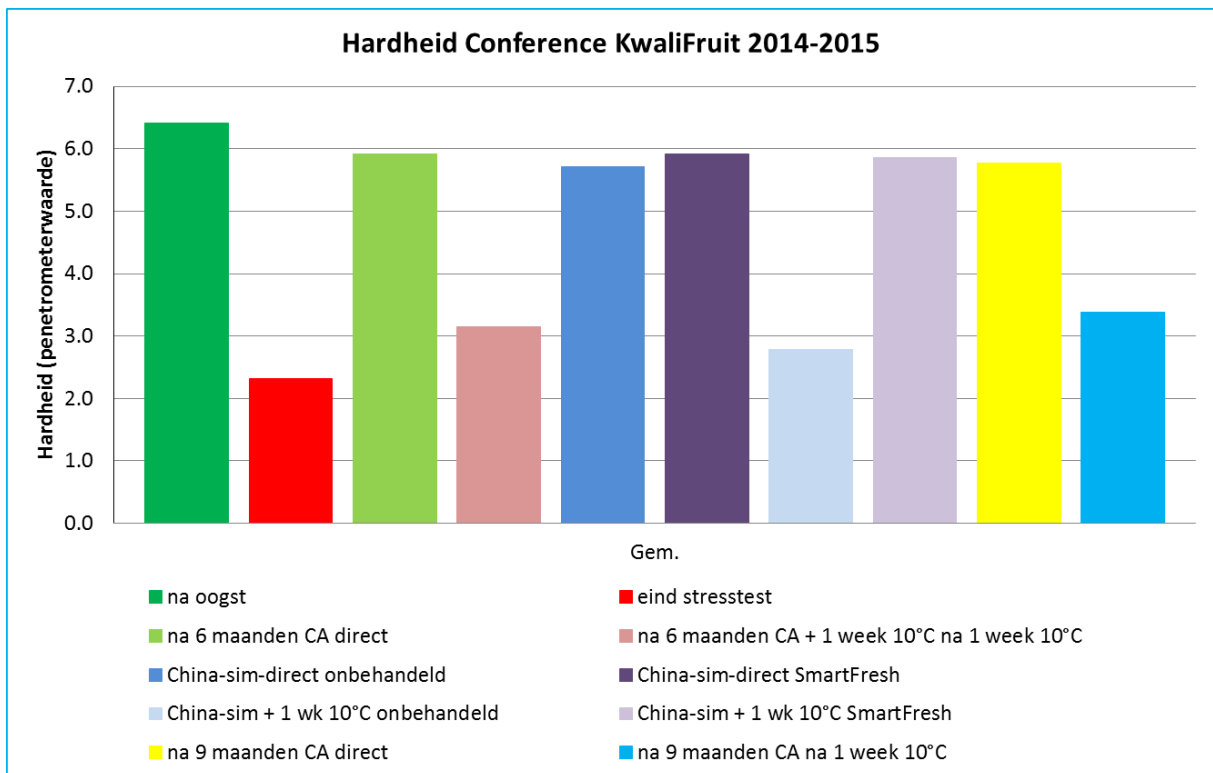
Figuur 4: Hardheidsmeting bij peren.



Figuur 5: Bezichtiging proefresultaat

In figuur 6 is informatie gemiddeld weergegeven van alle bedrijven in het onderzoek met peren.

- We zien dat er groot verschil is tussen de hardheid na de pluk en na de stresstest (lager).
- Verder zien we dat de hardheid direct na bewaring 6 en 9 maanden nauwelijks zakt, wat betekent dat de kwaliteit van de peren dit seizoen heel goed is geweest.
- Er is groot verschil tussen peren die behandeld zijn met SmartFresh en onbehandelde peren die gedurende 6 weken in de gesimuleerde transportomstandigheden naar China gestaan hebben en vervolgens in uitstalleven
- Pas in de uitstalling worden kwaliteitseffecten duidelijker meetbaar omdat dan de hardheid snel terugloopt



Figuur 6: Gemeten gemiddelde hardheid bij Conference peren van 18 bedrijven na oogst, stresstest, bewaring (6 en 9) maanden plus uitstalling en na China simulatie.

Belangrijk is te weten welke metingen belangrijk zijn om de kwaliteit te voorspellen.

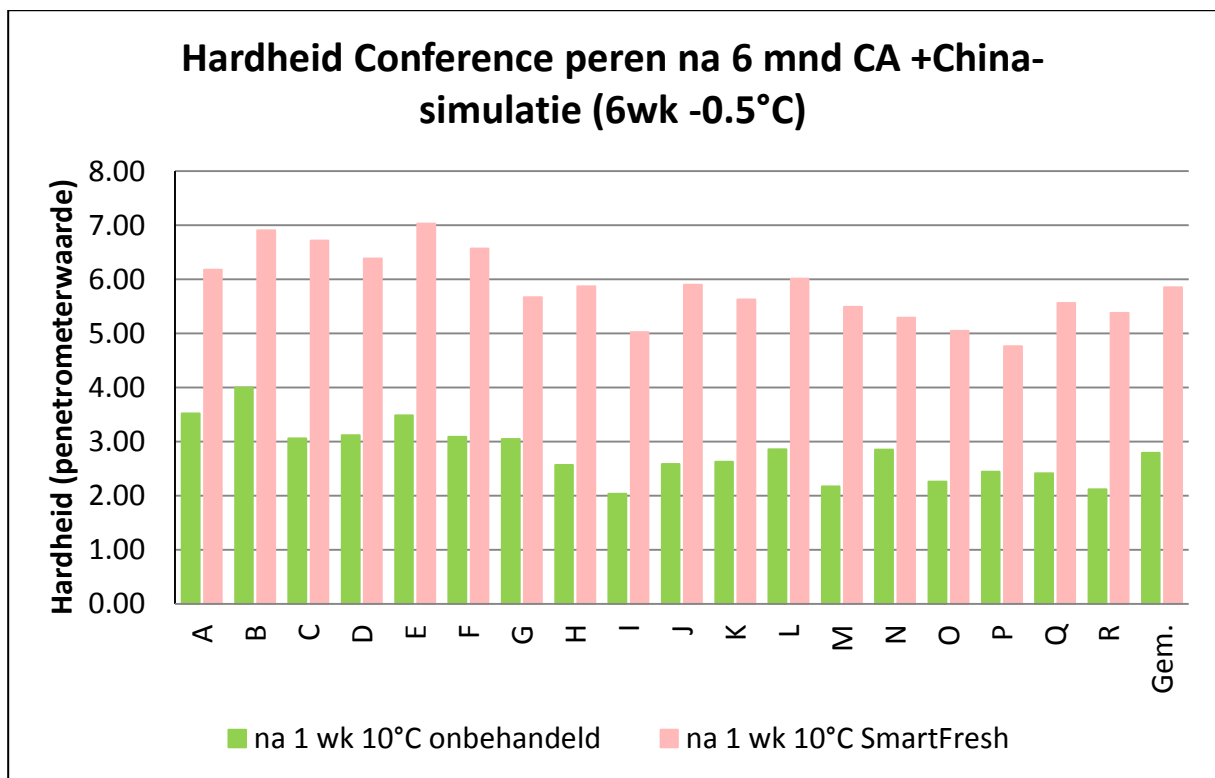
- De hardheid van de peren die bepaald is bij de inslag had de beste voorspelling voor de hardheid na bewaring en uitstalling.
- De beste niet destructieve methode was de DA meter.
- Deze gaf ook duidelijke indicatie van de kleur na bewaring.

	colour_index	firness_penetro	NDVI	NAI	DA_index	mass_aweta	firness_aweta	F0
colour_index	1.00							
firness_penetro	-0.22	1.00						
NDVI	0.10	0.59	1.00					
NAI	-0.09	0.67	0.86	1.00				
DA_index	-0.40	0.80	0.52	0.79	1.00			
mass_aweta	-0.07	-0.02	0.02	-0.29	-0.40	1.00		
firness_aweta	-0.28	-0.55	-0.52	-0.72	-0.68	0.68	1.00	
F0	-0.31	-0.69	-0.63	-0.74	-0.66	0.42	0.95	1.00

Figuur 7: Correlatiematrix van meetmethoden bij Conference peren

Via bovenstaand correlatie matrix wordt ook inzichtelijk welke meet methoden een verband met elkaar hebben. Dan blijkt dat bij de peren de DA meter de beste score heeft met de hardheid van de peren maar een zeer matig verband heeft met de kleur van de vruchten.

De andere objectieve meetmethoden vertoonden over het algemeen een lagere correlatie met hardheid en kleur.



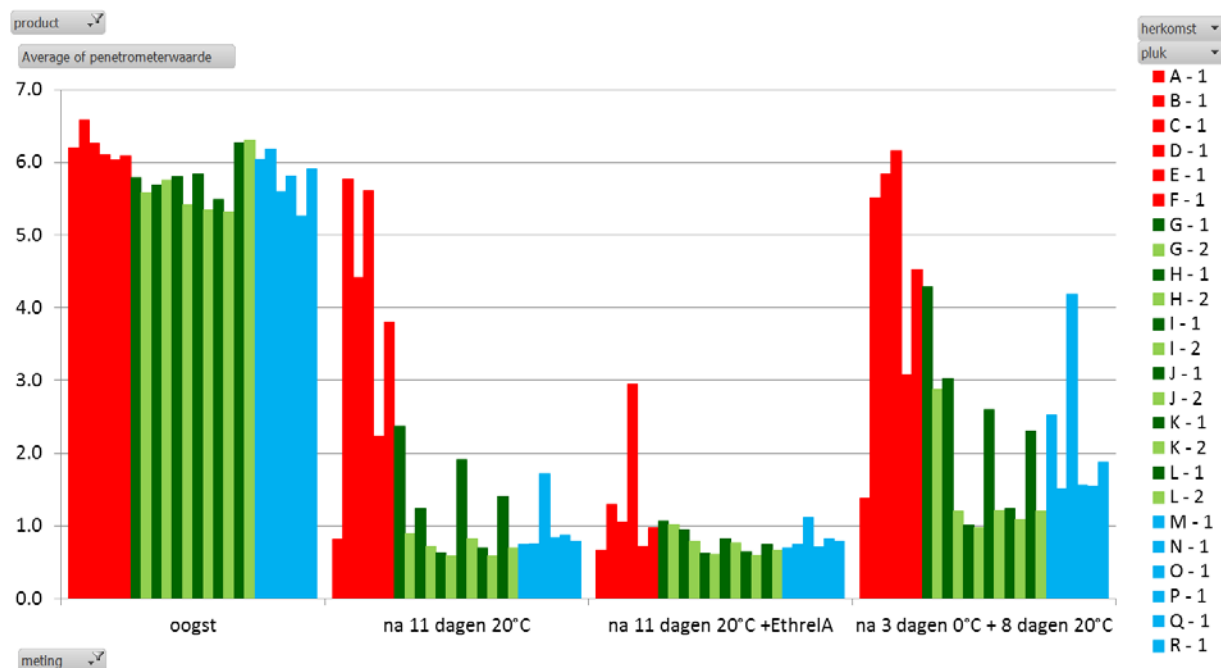
Figuur 8: Gemeten hardheid bij Conference peren van 18 bedrijven, wel en niet behandeld met SmartFresh, na 6 maanden ULO bewaring + 6 weken China simulatie plus uitstalling

Ook is nadrukkelijk gekeken naar de hardheid (penetrometerwaarde van de peren in de China simulatie waarbij een vergelijking is gemaakt tussen peren wel en niet behandeld met 1-MCP. Het effect van deze behandeling is vooral zichtbaar na de uitstalling van de peren. Zonder uitzondering per herkomst reageren alle herkomsten identiek: 1-MCP houdt de hardheid op peil. Dus een mogelijkheid om voor peren toe te passen.

Tabel 1 Inventarisatie teelt informatie bedrijven in combinatie met producteigenschappen Conference-peren groeijjaar 2014.

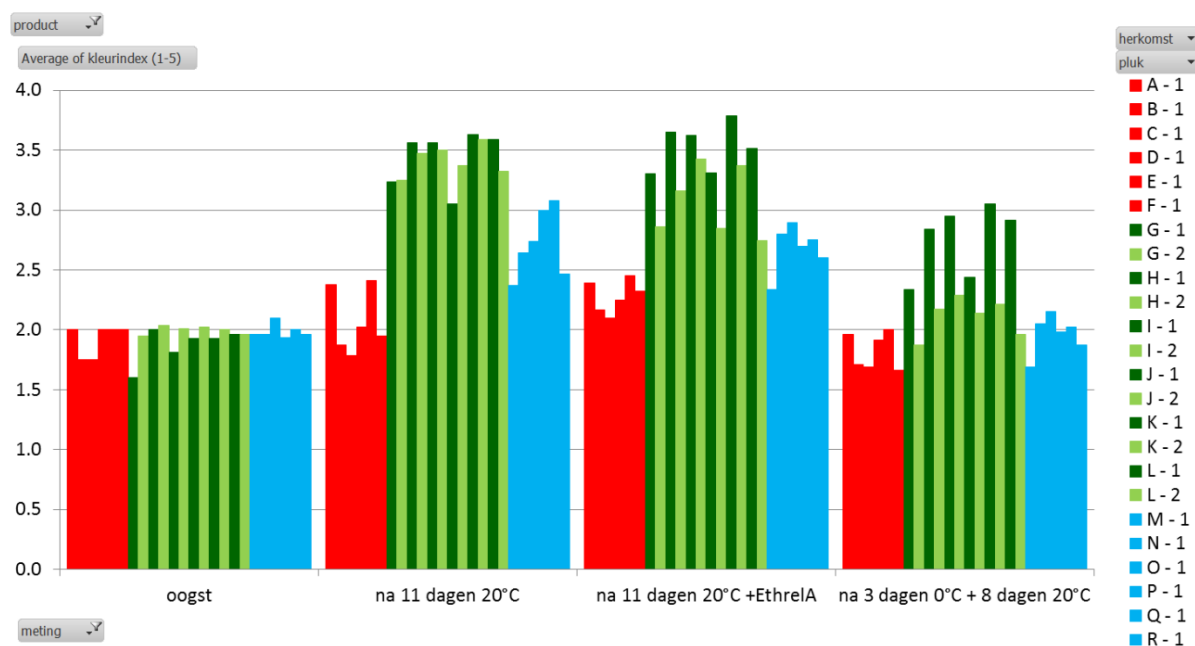
productiegroenappelen: boomvormen peren: groenjaal: 2017																															
															voeding																
															N	P	Kortelsnoei		hang (%)	cicle pluk	slak proef	CO2 prod	ethyleen	droge stof	minerale samenstelling vruchten						
																									Ca	K	K/Ca	P	Mg	N	
A	V haag	14	?	löss	?	ja	70	7	45	yes	100	27-aug	25-aug	0.80792	3.48309	13.3	7.3	140	19.2	18.6	6.6	65.2									
B													25-aug	0.96845	6.21805	14.7	8.8	160	18.2	17.6	7.4	66.2									
C	spil	14	C	clay	30	no	?	?	?	no	100	25-aug	25-aug	0.98074	4.70573	14.1	8	149	18.6	22.4	7	70.3									
D	spil	19	C	clay	27	no	80	20	60	no	100	28-aug	25-aug	1.13791	4.93624	15.3	10.7	136	12.7	16.9	6.1	49									
E	spil	11	C	clay	25	yes	98	35	55	no	60	26-aug	25-aug	0.75199	4.84309	13.7	7.8	170	21.8	20.6	8.2	85									
F	V haag	10	C	clay	45	yes	230	50	426	no	75	26-aug	25-aug	0.82662	4.25077	13.9	8	152	19.0	18	6.9	75									
G	spil	49	A	clay	50	?	64	23	126	no	80	8-sep	2-sep	1.43266	4.60338	14.6	6	140	23.3	19	5.9	63									
H													2-sep	1.19933	7.34105	15	6.5	141	21.7	16.5	6	52.5									
I	spil	12	C	clay	55	yes	45	0	250	yes	50	3-sep	2-sep	1.33501	7.59981	14.8	4.1	115	28.0	17.7	4.4	53.2									
J	spil	11	C	clay	45	no	100	16	70	no	56	3-sep	2-sep	1.38074	6.06554	15.6	9.8	110	11.2	17.2	4.7	48.4									
K	kandelaar	15	C	clay		yes	47	0	0	no	100	27-aug	2-sep	1.27679	5.83556	14.5	7.2	124	17.2	17.3	5.8	52									
L	V haag	6	?	clay	45	?	100	?	?	no	100	?	2-sep	1.32139	6.70973	15.2	9.7	142.5	14.7	18.2	6.1	60.6									
M	V haag	41	A	sandy	25	no	?	?	?	no	?	10-sep	9-sep	1.14249	3.75168	15.6	10.9	143	13.1	15.6	6.2	51.5									
N	spil	22	C	sandy	27	yes	?	?	?	no	100	?	9-sep	0.9959	2.54649	15.2	8.8	123	14.0	18	4.6	41									
O													9-sep	0.82701	3.41052	14.5	12.2	124	10.2	18.9	5.8	53.7									
P	V haag	13	C	clay	26	yes	40	10	120	yes	100	?	9-sep	0.92014	4.54697	16.2	9.7	98.6	10.2	19.4	4.8	45									
Q	kolom	18	C	clay	32	yes	117	20	143	no	100	11-sep	9-sep																		
R														0.99901	3.93643	15	8.7	15.9	1.8	19.5	6	58.6									

Van alle bedrijven is informatie verzameld over de teeltachtergronden zoals bodem, teeltsysteem onderstam, maar ook de actuele minerale samenstelling en ook respiratie en ethyleen productie. Er is een poging gedaan om dit te koppelen aan de kwaliteits data. Maar dit bleek te hoog gegrepen omdat de variatie in teeltsystemen te groot is om hier richting kwaliteit een betrouwbaar verband aan te tonen.



Figuur 9: Impressie van de meetwaarden hardheid van de diverse stresstesten bij oogst in 2015 van de Conference-peer.

Bij de oogst van de peren in 2015 zijn 3 verschillende stresstesten uitgevoerd bij de peren. De stresstesten bij 11 dagen geven al dusdanig verval van hardheid dat koppeling met meetwaarden na bewaring bemoeilijkt. De stresstest van 3 dagen graden in combinatie met 8 dagen 20 graden vertoont meer uiteenlopende waarden waardoor kansen voor mogelijke koppeling beter zijn. Dit geldt enigermate ook voor de kleurontwikkeling in onderstaande grafiek

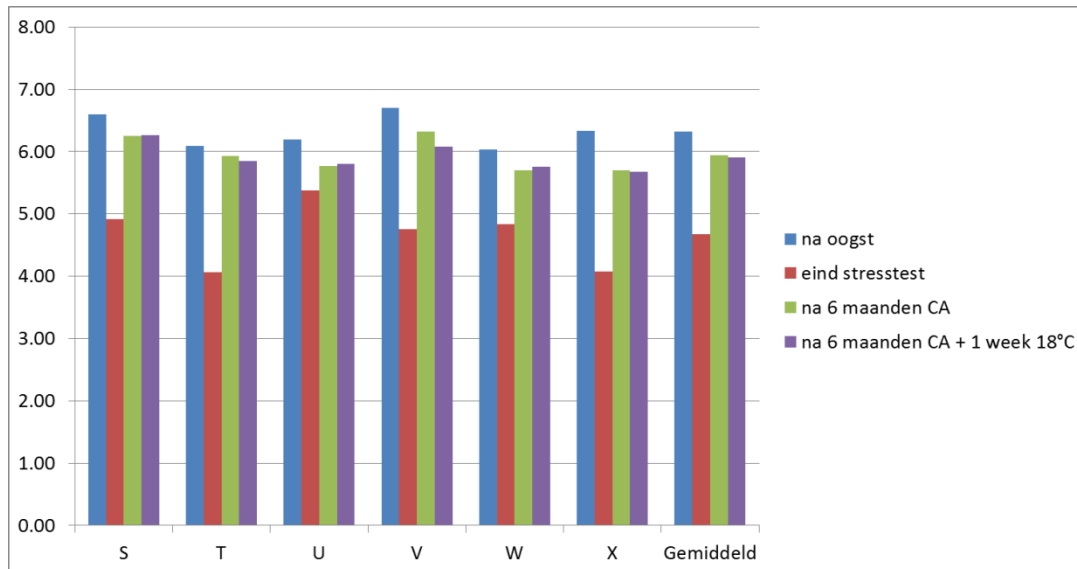


Figuur 10: Impressie van de meetwaarden grondkleur van de diverse stresstesten bij oogst in 2015 van de Conference-peer

Elstar en kwaliteit

Ook is aan de Elstar is aandacht besteed in dit onderzoek door metingen uit te voeren bij appels van bedrijven bij aanvang van de bewaring en na 6 maanden opslag. Dit waren overigens appels van de 2e grote bewaarpluk.

Opvallend was dat de verschillen in hardheid na bewaring en uitstalling gering waren. Ook hier gaf de stress test een indicatie voor verzachting maar omdat de hardheid na bewaring goed op peil bleef en de verschillen ook na uitstalling klein waren kon de waarde van de stress test (nog) niet goed beoordeeld worden.



Figuur 11 Metingen hardheid van Elstar bij oogst, na stresstest en na bewaring en uitstalling van 6 fruitteelt bedrijven in seizoen 2014-2015

3.2 Vruchtrot-onderzoek

3.2.1 Vruchtrotveroorzakers bij appel en peer

Ruim 100 aangetaste appel- en perenmonsters werden op vruchtrotschimmels onderzocht. Vanaf februari/maart bleek de monsterstroom op gang te komen. Dit is in overeenstemming met 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.

3.2.1.1 *Cadophora* (visogen) bij peren

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



Figuur 12: Typische ingezonken bruine rotplekken bij *Cadophora*-aantasting.



Figuur 13: *Cadophora* groeit op een voedingsbodem uit met een zwartgrijs schimmelpluis.

De schimmel *Cadophora* (oude naam *Phialophora*) heeft meerdere soorten. Meest waarschijnlijk is *Cadophora luteo-olivacea* de veroorzaker van de visogen bij peer. Dit moet nog verder onderzocht worden. Vanuit de VS wordt *Cadophora malorum* als veroorzaker van visogen bij peer gemeld (Sugar & Spotts, 1992; 1993). Onderzoek wijst uit dat deze schimmelsoort in Nederland niet de veroorzaker is van visogen maar juist *Cadophora luteo-olivacea* (Wenneker et al., 2016a).

In de literatuur is niet veel informatie over deze schimmelsoort als vruchtrot veroorzaker bij peren te vinden. 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.

3.2.1.2 *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. Uit deze rotplekjes werd de schimmel *Neofabraea* geïsoleerd. Ook in een aantal appelmonsters werden vergelijkbare symptomen gevonden. Ook hier werd de schimmel *Neofabraea* geïsoleerd.



Figuur 14: *Neofabraea* bij peer: van links naar rechts: typische *Neofabraea* symptomen en karakteristieke *Neofabraea* schimmelgroei op voedingsbodem.



Figuur 15: *Neofabraea* bij appel.

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.

3.2.1.3 *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*, 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.

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 (Ceustermans & Creemers, 2012). Het regelmatig ontsmetten van fruitsorteerwater kan hierbij een oplossing bieden



Figuur 16: *Phytophthora* vruchtrot bij appel en peer.



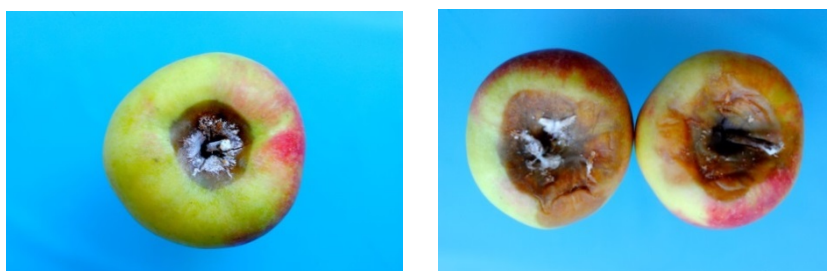
Foto's: *Phytophthora* in de boomgaard.

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

Vruchtbomkanker bij appel is een schimmelziekte die zware aantastingen en schade kan geven in appelaanplanten. 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 vruchtbomkanker 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: steelrot veroorzaakt door *Neonectria ditissima* bij appel.

3.2.1.5 *Fusarium*rot bij appel en peer

Infecties met *Fusarium*-soorten kunnen bij appel en peer optreden (Wenneker et al., 2016 b,c). Bij appels kan het klokhuysrot veroorzaken. Bij peren kan *Fusarium* over de hele vrucht voorkomen. De schimmel kan rot veroorzaken aan de steel, neus en op andere delen van de vruchten. Het mycelium is vaak typisch roze gekleurd. Infectie met *Fusarium* geeft de vruchten een onaangename smaak. Ook leidt de infectie tot zacht vruchtvlees.



Figuur 18: klokhuisrot bij appel en buikrot bij peer, veroorzaakt door *Fusarium*.

3.2.1.6 Lenticel spots bij Elstar

In 2014-2015 werd regelmatig melding gemaakt van lenticelspot bij Elstar. 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. Recent onderzoek heeft uitgewezen dat lenticel spot bij appel en peer veroorzaakt wordt door de schimmel *Fibulorhizoctonia psychrophila* (Wenneker et al., 2016d).



Figuur 19: vaak waren er tientallen aangetaste lenticellen per vrucht te vinden. In een verder gevorderd stadium ging het lenticelspot over in grote rotplekken met schimmelgroei.



Figuur 20: in de kratten met aangetaste vruchten was de krat ook vaak begroeid met schimmel, en waren sommige vruchten met sneeuwschimmel bedekt.



Figuur 21: in het laboratorium gaf de schimmel ook grote rotplekken bij kunstmatige besmetting.

3.2.2 Optreden van bewaarrot in 2014-2015

In het bewaar seizoen 2014-2015 was sprake van een zeer goede bewaarkwaliteit waardoor er relatief weinig vruchtrot optrad in de bewaring. Van de meerderheid van de partijen vruchten van de deelnemende telers is vastgesteld welke vruchtrotveroorzakers aanwezig waren. Opvallend was het optreden van lenticelspot bij Elstar, dat regelmatig voor zeer forse bewaarverliezen zorgde. In 2015 werd veel Phytophthora-rot bij peren geconstateerd kort voor de oogst (en mogelijk latente infecties). In aansluiting op het projectonderdeel 'bewaarkwaliteit' wordt van de conference- en elstar-partijen die in dit onderdeel meelopen, bij het sorteren een monster (circa 200 vruchten) genomen van de uitgesorteerde en aangetaste vruchten. Van deze monsters worden de veroorzakers van de uitval vastgesteld. Bij diverse bedrijven zijn 2014-2015 ook monsters genomen uit de praktijkcellen en zijn we de volgende schimmel tegengekomen.

Peer (Conference)

- Lage uitval (0.1-1%).
- Indien aanwezig zijn circa 200 'rotte' peren beoordeeld.
- Resultaten beoordelingen: In het algemeen werd 'van alles wat' gevonden:

Neonectria; Botrytis; Fusarium; Penicillium; Cadophora en Neofabraea. Er waren geen specifieke problemen met bepaalde rotsoorten. Overigens werd in andere praktijkpartijen (niet in Kwalifruit) soms wel hoge uitval gevonden.

- Uitval werd vaak veroorzaakt door beschadiging.



Figuur 22: In bepaalde perenpartijen is relatief veel uitval door steelrot (A). Meestal is dit Botrytis-rot (1). Waarschijnlijk zijn deze peren tijdens de pluk beschadigd. Ook treffen we soms afwijkend steelrot aan (2); onderzocht wordt of dit ook Botrytis-rot is. Recent kwamen ook de eerste meldingen van visogen (B).

Appel (Elstar)

- Lenticelspot (> 10% uitval).

Eén partij (1% uitval) met typische bewaarrot: Neonectria; Neofabraea; Colletotrichum en Monilinia

3.2.3 Detectie van vruchtrot

3.2.3.1 Algemeen

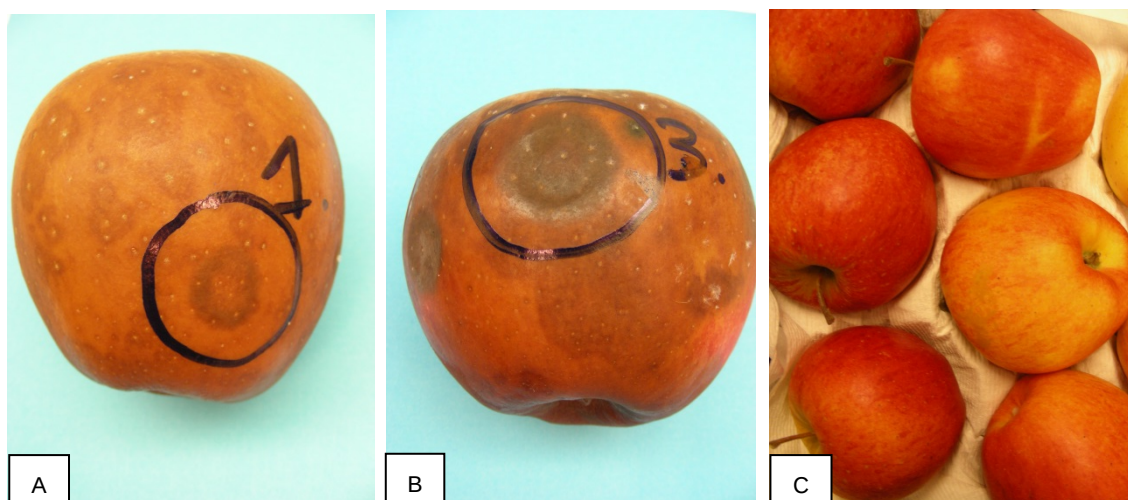
Een belangrijk doel is om een voorspellende test te ontwikkelen voor vruchtrot. Voor dit onderdeel van vroege detectie van vruchtrotveroorzakers wordt op dit moment een inventarisatie gemaakt van de beschikbare moleculaire toetsen en welke toetsen nog ontbreken voor de belangrijkste rotveroorzakers. Daarnaast worden de mogelijke strategieën uitgewerkt voor toetsing van partijen appels en peren middels stress-testen of bewaring onder omstandigheden die gunstig zijn voor snelle symptoom (rot) ontwikkeling. Afgelopen jaar is volop gewerkt aan methoden om diverse vruchtrotsoorten te voorspellen.

Er is een methode ontwikkeld om direct na de oogst snel de mogelijk symptomen van de diverse vruchtrotsoorten zichtbaar te krijgen (ook in een soort stresstest). Voor het onderdeel vroege detectie van vruchtrotveroorzakers wordt op dit moment een inventarisatie gemaakt van de beschikbare moleculaire toetsen en welke toetsen nog ontbreken voor de belangrijkste rotveroorzakers. Daarnaast worden de mogelijke strategieën uitgewerkt voor toetsing van partijen appels en peren middels stress-testen of bewaring onder omstandigheden die gunstig zijn voor snelle symptoom (rot) ontwikkeling. In de afgelopen weken is regelmatig contact geweest met onderzoekers van buitenlandse onderzoeksinstituten voor de laatste stand van zaken over dit onderwerp. Verschillende testmethoden zijn onderzocht voor detectie van latente infecties. Eerste resultaten laten zien dat typische bewaarrotschimmels, zoals *Neofabraea* en *Colletotrichum* binnen 2-3 weken na de oogst aantoonbaar zijn. Een aantal van deze testen is toegepast op de praktijkpartijen van de deelnemers aan kwalifruit. De uitkomsten van de testen worden vergeleken met de bewaarresultaten van zeer lang bewaarde partijen onder praktijkomstandigheden.

Er zijn meerdere pathogenen die vruchtrot tijdens de bewaring veroorzaken. Deze verschillende pathogenen vereisen mogelijk verschillende (stress-) testen voor vroege detectie.

3.2.3.2 Stresstest voor detectie van latente vruchtrotinfectie

Momenteel worden verschillende strategieën uitgewerkt voor toetsing van partijen appels en peren middels stress-testen of bewaring onder omstandigheden die gunstig zijn voor snelle symptoom (rot) ontwikkeling. Daarbij moet gedacht worden aan bepaalde (combinaties) van bepaalde temperaturen en luchtvochtigheid waarbij de vruchtrotveroorzakers binnen 1 á 2 weken symptomen veroorzaken. Voor de verschillende rotveroorzakers zijn specifieke stresstesten nodig. Een van de methoden die onderzocht worden, is een behandeling met een middel die de weerstand van de vrucht wegneemt. De eerste resultaten hiermee zijn positief.



Figuur 23: na circa een week vertoonden de behandelde vruchten rotsymptomen, veroorzaakt door verschillende schimmels (A,B), terwijl onbehandelde vruchten (C) na 4 weken nog steeds geen symptomen lieten zien. Momenteel wordt onderzocht welke schimmels bij de verschillende symptomen/rotplekken horen.



Figuur 24: bij hogere temperaturen (20°C) verloopt het aantastingsproces bij behandelde vruchten erg snel. Mogelijk krijgen hier ook allerlei secundaire schimmels een kans. Bij lagere temperaturen (5°C) verloopt de symptoom-ontwikkeling gematigder; mogelijk komen dan alleen de echte bewaarrotschimmels tot uiting. Dat wordt momenteel onderzocht.

3.2.3.3 Moleculaire toetsing

Vervolgens kunnen ontwikkelde DNA-toetsen gebruikt worden om de soort schimmel te bepalen die bij de stress-testen gevonden worden. Ook kunnen de DNA-toetsen gebruikt worden voor het aantonen van latente infectie in de vruchtschil. Dat laatste is nog in onderzoek.

Deze DNA toetsen zijn te gebruiken voor de volgende schimmelsoorten:

- *Cadophora* (visogen peer)
- *Neofabraea* (lenticelrot appel en peer)
- *Fusarium* (klokhuisschimmel, neusrot)
- *Neonectria* (neusrot; steelrot)
- *Phytophthora* (*syringae* en *cactorum*)
- *Fibulorhizoctonia* (lenticelspot Elstar en Conference)

Deze toetsen werken heel specifiek en zijn heel gevoelig.

3.2.4 Vruchrerotdetectie in praktijkmonsters

3.2.4.1 Stresstesten en detectie

In september 2015 zijn monsters genomen voor het vruchtrotonderzoek. Deze voorraadbakken worden zolang mogelijk bewaard (voor appels tot mei/juli en de peren tot juli/augustus). De bakken staan onder praktijkcondities. Uit deze bakken hebben we tevens monsters genomen die op het voorkomen van mogelijke vruchtrotveroorzakers worden onderzocht. Hiervoor gebruiken we verschillende methodieken. Het gaat om toetsing van partijen appels en peren middels stress-testen of bewaring onder omstandigheden die gunstig zijn voor symptoom (rot) ontwikkeling. Voor de verschillende rotveroorzakers zijn specifieke stresstesten nodig. Daarbij moet gedacht worden aan bepaalde (combinaties) van bepaalde temperaturen en luchtvochtigheid waarbij de vruchtrotveroorzakers binnen 1 á 2 weken symptomen veroorzaken.



Figuur 25: Vruchtrotonderzoek met verschillende stresstesten.

De uitkomsten van deze toetsen worden straks vergeleken met de resultaten van de voorraadbakken uit de (extreem) lange bewaring. Ook worden tijdens de sortering van de praktijkpartijen, analyses op het aanwezige vruchtrot uitvoeren. Dit seizoen was er veel neerslag in de laatste weken voor de pluk, waardoor de kans op bewaarrot aanzienlijk is toegenomen. In veel perenpercelen werd al *Phytophthora*-vruchtrot gevonden. In de meeste gevallen blijkt het om *Phytophthora cactorum* gaat. In enkele partijen werd ook *Phytophthora syringae* aangetroffen.

4 Voorlopige conclusies

Voorlopige conclusies kwaliteits aspecten:

- Seizoens effect groter dan herkomsteffect kwaliteit.
- Verschillen in kwaliteits achteruitgang tussen herkomsten meestal gering
- Kwaliteits voorspelling via "stress-testen" vooralsnog niet toereikend
- Voorspelling hardheid Conference na bewaring goed te doen via hardheidsmeting na oogst, voorspelling na uitstal moeilijker.
- Voorspelling hardheid en kleur Elstar na bewaring goed te doen via metingen na oogst (hardheid, kleur)
- Van non destructieve meetmethoden alleen via DA meter redelijke voorspelling van sommige kwaliteits aspecten.

Voorlopige conclusies vruchtrot onderzoek:

- Vruchtrot in bewaring bij appel en peer wordt door een groot aantal schimmels veroorzaakt.
- Lenticel spot veroorzaakt door *Fibulorhizoctonia* is bij Elstar belangrijk.
- Visogen veroorzaakt door *Cadophora* is bij Conference belangrijk.
- Voor deze pathogenen kunnen Taqman-pcr's ontwikkeld worden.
- Deze Taqman-pcr's kunnen gebruikt worden bij de detectie van latente infecties in de vruchtschil.
- Met stress-testen kunnen ook verschillende bewaarpathogenen worden aangetoond.
- Lenticel spot en visogen lijken niet met de stress-test te worden aangetoond.

Output

Pham, K., Wenneker, M., 2015. Development and application of a taqman real-time PCR assay for rapid detection of *Phytophthora syringae* on apples and pears. III International Symposium on Postharvest Pathology: Using Science to Increase Food Availability. Bari (Italy), June 7–11, 2015. P. 137.

Schaik, van A.C.R., Schoorl, F.W., Jong, de P.F., Verschoor, J.A., Wenneker, M., 2014. Kwalifruit, 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).

Schaik, A. van, Wenneker, M., Verschoor, J. van, 2015. Kwalifruit: Kwaliteitsvoorspelling bewaring Elstar en Conference. Poster Kennisdag fruit in Wageningen, 20 november 2015.

Wenneker, M., Schoorl, F., Schaik, van A., 2014. Predicting storage quality of pome fruit and minimizing post-harvest losses. Postharvest Unlimited Symposium, ISHS International Conference, 10-13 June 2014, Cyprus.

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

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

Wenneker, M., Hemelrijck, van W., 2014. Bestrijding van vruchtrotschimmels door naooogstbehandelingen 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., 2015. Postharvest storage rots of apples and pears in The Netherlands. III International Symposium on Postharvest Pathology: Using Science to Increase Food Availability. Bari (Italy), June 7–11, 2015.

Wenneker, M., 2015. Fruit Growing & Fungal Pathogens. Seminar voor vakgroep Phytopathologie Wageningen Universiteit. 13 februari 2015, Wageningen.

Nieuwsbrieven Kwalifruit (2014-2015):

- Nieuwsbrief no. 1
- Nieuwsbrief no. 2
- Nieuwsbrief no. 3
- Nieuwsbrief no. 4
- Nieuwsbrief no. 5

Literatuur

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

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).

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.

Wenneker, M., Pham, K. T. K., Lemmers, M. E. C., Boer, de F. A., Lans, van der A. M., Leeuwen, van P. J., Hollinger, T. C., Groenenboom-de Haas, B. H., and Köhl, J. 2016a. First report of *Cadophora luteo-olivacea* causing side rot on 'Conference' Pears in the Netherlands. *Plant Dis.* 100:2162.

Wenneker, M., Pham, K. T. K., Lemmers, M. E. C., Boer, de F. A., Lans, van der A. M., Leeuwen, van P. J., Hollinger, T. C., and Thomma, B. P. H. J. 2016b. First report of *Fusarium avenaceum* causing wet core rot of 'Elstar' apples in the Netherlands. *Plant Dis.* 100:1501.

Wenneker, M., Pham, K. T. K., Lemmers, M. E. C., Boer, de F. A., Lans, van der A. M., Leeuwen, van P. J., Hollinger, T. C., and Thomma, B. P. H. J. 2016c. First report of *Fusarium avenaceum* causing postharvest decay on 'Conference' pears in the Netherlands. *Plant Dis.* 100:1950.

Wenneker, M., Pham, K. T. K., Lemmers, M. E. C., Boer, de F. A., Leeuwen, van P. J., Hollinger, T. C., Geijn, van de F. G., and Thomma, B. P. H. J. 2016d. *Fibulorhizoctonia psychrophila* is the causal agent of lenticel spot on apple and pear fruit in the Netherlands. *Eur. J. Plant Pathol.* (in press).

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 200
6670 AE Zetten
T 0488 473702
www.wur.nl/plant-research

Vertrouwelijk Wageningen Plant Research
Rapport 2017-01

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

