

Ethyleenproductie- en gevoeligheid van diverse soorten vruchtbomen tijdens gesimuleerde bewaar- en transportomstandigheden

Alex van Schaik, Peter van Elk en Ron Anbergen

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Rapportnr.
onderdeel van Wageningen UR 2013-11
Business Unit Bollen Bomen en Fruit
Mei 2013

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

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

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

Rapportnummer 2013-11; € 15,-

Projectnummer: 32 35011100

PT-nummer: 14595



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Bollen Bomen & Fruit

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

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODEN	9
2.1 Onderzoek algemeen	9
2.2 Ethyleenproductie	9
2.3 Ethyleengevoeligheid tijdens bewaring en transport	10
3 RESULTATEN	11
3.1 Resultaten en bespreking ethyleen productie.	11
3.2 Resultaten ethyleengevoeligheid.....	12
4 CONCLUSIES	15
5 REFERENTIES.....	17
BIJLAGE 1	19

Samenvatting

In de winter- en voorjaarsperiode van 2012 is onderzoek uitgevoerd naar de productie van en gevoeligheid voor ethyleen bij vruchtbomen. Het onderzoek was een vervolg op eerder uitgevoerde onderzoeken op dit thema dat door het productschap Tuinbouw (PT) werd gefinancierd in opdracht van de LTO Cultuurgroep voor Fruitgewassen om de grenswaarden voor ethyleen vast te stellen tijdens de bewaring van vruchtbomen. Het aantal verschillende fruitrassen was in dit werk beperkt en is in dit onderzoek uitgebreid. Tijdens eerder onderzoek en ook uit schadegevallen in de praktijk bleken vooral perenbomen erg gevoelig voor ethyleen.

Het onderhavig onderzoek werd uitgevoerd met vruchtbomen die medio februari zijn betrokken van 3 vruchtbomkwekerijen en waarbij de bomen zijn bewaard in de koelcellen van de betreffende ondernemers. Opzet was een scala van fruitsoorten en rassen qua ethyleenproductie- en gevoeligheid te meten en te testen. Voor de appel waren dit de rassen Kanzi, Elstar, Junami en Jonagold. Voor de peren waren de rassen Bon Cretien Williams, Conference, Xenia en Doyenné du Comice betrokken in het onderzoek. Verder voor pruimen de rassen Victoria en Opal en voor kersen de rassen Kordia, Vanda en Regina.

Voor onderzoek naar de ethyleenproductie werden de vruchtbomen 1 week bewaard in gesloten containers bij een bewaartemperatuur van 1,5-2°C. Na 2 dagen ophoping is de ethyleenconcentratie gemeten en vervolgens de ethyleenproductie berekend op basis van het boomgewicht.

Alle vruchtbomen produceerden enigermate ethyleen. Voor de appel, peren en pruimen varieerde dit tussen 0,05 en 0,5 µl/kg/uur. Voor de kersen lag dit iets hoger namelijk tussen 0,1 en 1,0 µl/kg/uur. Gezien deze lage hoeveelheden

wordt verwacht dat tijdens de bewaring in normale goed geventileerde koelcellen niet snel ethyleenophoping zal ontstaan. Ophoping kan wel ontstaan indien op palletniveau ventilatie wordt beperkt door inlegvellen, wikkelfolie, pallethoezen etc. in combinatie met vroege rooimomenten en schommelingen van temperatuur in de cel en bij het verzend gereed maken van partijen in ruimtes met hoge temperaturen.

Wat betreft de ethyleen gevoeligheid zijn er 2 experimenten uitgevoerd met alle soorten vruchtbomen en rassen. Eén experiment om de gevoeligheid tijdens bewaring te testen en een experiment om transport van de bomen naar verdere bestemmingen te simuleren.

Het bewaarexperiment werd uitgevoerd bij een bewaartemperatuur van 1.5-2°C en een ethyleen concentratie van 1 ppm. Bomen werden in 2 herhalingen bewaard in gesloten containers in atmosferische condities gedurende 6 weken. Direct na opening van de containers en na 1.5-2°C is een beoordeling op ethyleen schade uitgevoerd. Bij de genoemde omstandigheden vertoonden alleen de perenbomen ethyleenschade zoals uitgelopen knoppen, callusvorming, scheuren in de bast en bruinverkleuring van de bast. Na 1 week 10°C was het schadebeeld van de aangetaste bomen enigszins veranderd. Alle groenachtige delen als gevolg van de schade waren nu bruin verkleurd. Maar de schade breidde niet uit naar andere bomen, soorten of rassen.

Qua rassen bleek vooral de Triumph de Vienne erg gevoelig en in iets mindere mate de Conference en de Doyenné du Comice. Minst aangetast waren Xenia en Bon Cretien Williams.

In het experiment ten aanzien van de transportsimulatie zijn de bomen 1 week bewaard bij 15°C, 1 ppm ethyleen en daarna beoordeeld op ethyleenschade. Resultaat was ook hier weer duidelijke schade bij perenbomen, waarbij vooral de Conference werd aangetast en in mindere mate de andere perenrassen. Maar in deze omstandigheden werd ook bij de pruimenrassen Victoria en Opal enige schade geconstateerd. Opvallend in de omstandigheden bij 15°C was de stimulering van de wortel uitloop zoals vorming van nieuwe wortels en witte puntjes op de wortels.

Uit beide experimenten bleek dat vooral de perenbomen van de diverse herkomsten erg gevoelig zijn. In de bewaring treedt pas schade op na een behoorlijk lange periode in 1 ppm ethyleen. Overigens is dit sterk afhankelijk van de bewaartemperatuur zoals uit eerder onderzoek is gebleken: hogere bewaartemperatuur geeft een hogere gevoeligheid voor ethyleen.

Qua transportomstandigheden blijkt dat hier ook nog schade kan optreden, ook weer bij de perenbomen. Dus bij transport (vooral voorjaar) is het toch opletten, ook hier geldt zorg voor voldoende ventilatie tijdens transport.

1 Inleiding

In eerder onderzoek is vastgesteld dat perenbomen erg gevoelig zijn voor ethyleen (Maas et al., 2010; Ravesloot & Simonse, 2006; Schaik et al., 2008, 2011). De schade bestaat met name uit het ontstaan van dood bastweefsel, callusgroei, opzwellen van knoppen, waardoor de bomen onverkoopbaar worden. Appelbomen bleken minder gevoelig voor ethyleenschade. Tevens werd vastgesteld dat bomen ook zelf in enigermate ethyleen kunnen produceren in de gekoelde bewaring. Omdat in de huidige grote bewaarcellen de vruchtbomen langdurig en gezamenlijk worden bewaard is het van belang ook de ethyleen productie van rassen en soorten te kennen tijdens de gekoelde bewaring. Vanuit eerder onderzoek is alleen de ethyleengevoeligheid van enkele appel- en perenrassen onderzocht, uitbreiding van de kennis over meerdere soorten en ook rassen werd wenselijk geacht. Dit geldt overigens niet alleen voor de bewaarfase maar ook voor de transportfase van de bomen. Vanuit de Nederlandse boomkwekerij sector worden bomen over heel Europa gedistribueerd waarbij, met name bij hogere temperaturen en suboptimale rooimomenten, er meer kans is op het ontstaan van ethyleenschade.

Al deze elementen zijn in 2012 in experimenteel onderzoek gecombineerd om te komen tot een sluitend advies om ethyleenschade tijdens de bewaring van vruchtbomen te voorkomen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Onderzoek algemeen

Het onderzoek spitste zich toe op 2 zaken:

- Ethyleenproductie van vruchtbomen
- Ethyleengevoeligheid tijdens bewaring en transport

Lijst van vruchtboomsoorten en rassen die betrokken waren in het onderzoek:

<i>Boomsoort</i>	<i>ras</i>	<i>Boomsoort</i>	<i>ras</i>
Appel	Elstar Jonagold Kanzi Junami	Pruim	Opal Victoria
Peer	Conference Doyenné Triumph Xenia Williams	Kers	Regina Cordia Vanda

Er is gestreefd bomen in het onderzoek te betrekken van meerdere leveranciers, namelijk bomen geteeld op kleigrond en bomen geteeld op zandgrond. De bomen zijn tot en met februari bewaard bij de leveranciers in de speciale bomencellen (temperatuur 0 - 2° C, hoge vochtigheid) en daarna getransporteerd naar PPO Fruit in Randwijk.

2.2 Ethyleenproductie

Er is gekozen om de ethyleenproductie te bepalen bij een temperatuur van 1.5-2° C. Dit is overeenkomstig met de aangehouden temperaturen in de koelcellen op de praktijkbedrijven. Per boomkwekerij en koelcel in de praktijk is dit soms duidelijk verschillend en blijft het dus een arbitraire keuze.

De vruchtbomen van de betrokken bedrijven bestemd voor het experiment ethyleenproductie zijn tot en met medio februari in de koelcellen van de betrokken telers bewaard en na transport naar Randwijk opgeslagen bij 0 - 1° C in de speciale bomencel met bevochtiging. Begin april zijn de bomen in de speciale hermetisch afgesloten bewaarcontainers geplaatst bij 1.5 - 2° C. Hierbij zijn de bomen per soort en ras (10 bomen) gescheiden in de containers (inhoud ongeveer 1m³) geplaatst.

Na respectievelijk 2 en 4 dagen opslag is de ethyleenophoping gemeten, via bemonstering met injectiespuiten. Direct na de bemonstering is de ethyleenconcentratie bepaald met een gaschromatograaf. Om ongewenste CO₂ ophoping te vermijden is kalk in de containers bijgeplaatst. Ook is bij iedere monsternamen van ethyleen het CO₂- en O₂-gehalte daadwerkelijk gemeten. Vooraf is ook steeds het gewicht van de bomen bepaald om de ethyleen productie per boomgewicht uit te drukken. De proeven zijn uitgevoerd begin tot medio april en medio mei, dus een herhaling in de tijd.

2.3 Ethyleengevoeligheid tijdens bewaring en transport

Om de ethyleengevoeligheid tijdens bewaring te bepalen zijn de bomen na binnenkomst bij PPO eerst een korte periode in de bevochtigde bomencel bij PPO in Randwijk bewaard bij 0 - 1° en vervolgens in de containers geplaatst. In de proef zijn steeds dezelfde rassen van een bepaalde boomsoort bij elkaar in één container geplaatst. De proef is in duplo uitgevoerd.

Ook deze containers waren hermetisch afgesloten om de ethyleenconcentratie te handhaven. Per container is ook hier kalk bijgeplaatst en ook een laagje water op de bodem van de container aangebracht om de vochtigheid te handhaven en zodoende uitdroging van de wortels tegen te gaan. Bijna alle bomen konden geheel in de container geplaatst worden, alleen de kersenbomen moesten enigermate ingekort worden. Tijdens de bewaarperiode is een bewaar temperatuur van 1.5 - 2° C gehandhaafd en is het ethyleen gehalte in alle containers op 1 ppm ingesteld. In deze omstandigheden zijn de bomen 6 weken bewaard. Tijdens de bewaarperiode is regelmatig de ethyleenconcentratie gemeten en indien nodig bijgesteld via insputting van zuivere ethyleen. Eind mei zijn de bomen uit de container gehaald en beoordeeld via visuele inspectie op ethyleenschade.

Met de bomen die afkomstig waren van de ethyleenproductiemetingen in mei, die bij lage ethyleenwaarden zijn bewaard, is ook een transportsimulatie uitgevoerd in combinatie met ethyleen.

Alle soorten en rassen zijn hierbij 1 week opgeslagen, ook weer in containers bij 15° C in een ethyleenconcentratie van 1 ppm. Ook in deze korte bewaarperiode is de CO₂ en O₂ waarde in de containers gemeten.

In deze proef zijn de boomsoorten zoveel mogelijk apart in de containers opgeslagen.

Direct na de simulatie periode (begin juni), zijn de bomen visueel beoordeeld op ethyleenschade.

3 Resultaten

3.1 Resultaten en bespreking ethyleen productie

In tabel 1 en 2 is de ethyleenproductie weergegeven van de diverse rassen en herkomsten bij een lage bewaartemperatuur en onder atmosferische omstandigheden. In tabel 3 is de globale variatie in ethyleen productie samengevat. Voor, met name kersen, zijn er duidelijk hogere waarden bij de metingen in april, in mei waren deze waarden weer duidelijk lager.

Tabel 1: Ethyleenproductie van appel en perenbomen van verschillende herkomsten tijdens bewaring in 1.5 - 2° C april en mei.

ras	herkomst	Ethyleenproductie (µl /kg/uur)	
		april	mei
Williams	B	0.055	0.022
Triumph	B	0.063	0.084
Doyenne	B	0.051	0.020
Junami	B	0.089	0.067
Junami	A	0.099	0.047
Kanzi	B	0.082	0.481
Jonagold	B	0.049	0.021
Jonagold	A	0.064	0.025
Elstar	B	0.079	0.486
Elstar	A	0.038	0.110

Tabel 2: Ethyleenproductie peren- pruimen en kersen bomen van verschillende herkomsten tijdens bewaring in 1.5 - 2° C april en mei.

ras	herkomst	Ethyleenproductie (µl /kg/uur)	
		april	mei
Xenia	C	0.125	0.036
Conference	C	0.067	0.027
Conference	B	0.044	0.033
Regina	B	0.039	0.039
Vanda	B	0.906	0.011
Kordia	B	0.086	0.103
Regina	A	0.009	0.007
Victoria	A	0.143	0.068
Opal	A	0.094	0.319
Kordia	A	0.974	0.019

Tabel 3: Ethyleenproductie globaal van diverse soorten bomen in 1.5-2°C en uitgedrukt in µ/kg/uur

Soort en ras	Ethyleenproductie in µl/kg/uur
Appelrassen	0.05-0.48
Perenrassen	0.05-0.12
Pruimenrassen	0.09-0.32
Kersenrassen	0.1-1.0

Duidelijk is dat ook bomen een bepaalde mate van ethyleenproductie hebben tijdens de bewaring. Overigens is deze ethyleenproductie relatief laag in vergelijking met de ethyleenproductie van hardfruit tijdens koeling. Belangrijke vraag was of er een duidelijk verschil bestaat tussen diverse rassen en soorten. Wat betreft appel en peer en ligt dit op hetzelfde lage niveau (tabel3), kersenbomen produceren meer ethyleen. Per ras maakt dit overigens wel verschil uit. Kordia en Vanda produceerden in het experiment van april duidelijk meer ethyleen, in mei zijn geen hogere producties gemeten. Of de extra ethyleenproductie is veroorzaakt door het inkorten van de kersenbomen is niet zeker. Omdat de ethyleen productie in april enkel dagen na inkorten is gemeten zou dit wel het geval kunnen zijn.

Bij de appel en de peer gaat het overigens om kleine verschillen, Elstar en Kanzi hadden in mei een wat hogere productie (tabel 1). Belangrijk vraag is of deze ethyleenproductie dusdanig is dat er ook problemen kunnen ontstaan met ethyleenschade bij gezamenlijk opslag in de koelcel. In eerder onderzoek is al aangetoond dat bij een continue blootstelling aan 0.5-1 ppm ethyleen er problemen kunnen ontstaan met ethyleenschade bij perenbomen. Echter bij de ethyleenmetingen in de goed geventileerde bewaarcellen (rapport Ethyleenschade bij gekoelde bewaring van vruchtbomen, 2011) is nooit een duidelijk verhoogde ethyleen concentratie aangetoond. Dus lijkt het risico van ethyleenverhoging door eigen productie van de bomen nihil te zijn. Alleen als er niet voldoende ventilatie in de cellen zou zijn, is er kans op een verhoogde ethyleenconcentratie.

3.2 Resultaten ethyleengevoeligheid

In de proef naar gevoeligheid voor ethyleen is alleen ethyleenschade geconstateerd aan de perenbomen. Dit is in lijn met eerdere bevindingen bij peer in eerder Daarom zijn in tabel 4 alleen de resultaten vermeld van de perenbomen.

De ethyleenschade aan de bomen was te zien aan extreme callusvorming, gescheurde bast en bruinverkleuring van de bast, extra uitgelopen knoppen, zie bijgaande foto 3 en 5.

Tabel 4. Ethyleenschade bij diverse rassen en herkomsten perenbomen na 6 weken bewaring in 1.5-2°C en 1 ppm ethyleen.

Ras	Herkomst	Herhaling	Schadeplekken per boom	Cijfer ¹⁾ voor schade
Conference	A	1	6	4
	A	2	3.2	3
	B	1	4.4	4
	B	2	6	4
Triumph de Vienne	B	1	16.4	7
	B	2	17.8	7
Doyenné du Comice	A	1	3.4	3
	A	2	5.8	4.2
	B	1	4.8	4
	B	2	4.6	2.6
Xenia	C	1	2.6	1.8
	C	2	2.4	3
Williams	B	1	3.4	3
	B	2	3.2	3

Tabel 5. Gemiddelde ethyleenschade bij diverse rassen en herkomsten perenbomen na 6 weken bewaring in 1.5-2°C en 1 ppm ethyleen. Beoordeling einde mei.

Ras:	Schadeplekken per boom:	Cijfer ¹⁾ voor Ethyleenschade:
Conference	4.9	3.75
Triumph de Vienne	17.1	7
Doyenné du Comice	4.65	3.45
Xenia	2.5	2.4
Williams (Bon Cretien)	3.3	3

In dit bewaaronderzoek van de bomen gedurende 6 weken in 1 ppm ethyleen is alleen schade aangetoond bij de perenbomen, bij de appel-, pruimen en kersenbomen is geen visuele schade geconstateerd. Om die reden is in de tabellen 4 en 5 alleen de schade aan perenbomen weergegeven. Duidelijk is dat tijdens de bewaarfase 1.5-2°C de Triumph de V. erg gevoelig blijkt, van beide herkomsten overigens. Daarna volgen qua gevoeligheid de rassen Conference en Doyenné du Comice. Xenia en Williams waren het minst gevoelig.

De waarnemingen voor ethyleenschade zijn conform (of zijn conform vervangen door sluiten aan bij de waarneming van het aantal schadeplekken).

De vermelde beoordelingsresultaten zijn de waarnemingen direct na bewaring. Er is ook nog een globale beoordeling uitgevoerd na 1 week 10°C. Hierbij is geen uitbreiding van de schade geconstateerd naar andere rassen of grotere schade. Wel is geconstateerd dat de aangetaste delen meer bruin gaan verkleuren en daardoor minder opvallend zijn.

De transportsimulatie van 7 dagen bij 15°C en 1 ppm ethyleen gaf aan dat ook in deze korte periode er al ethyleenschade kan ontstaan. In bijgaande tabel (6) is vermeld welke schade bij welke rassen is geconstateerd.

In tegenstelling tot het resultaat uit het bewaaronderzoek blijkt de Triumph de Vienne tijdens transport niet gevoelig, maar blijkt juist Conference erg gevoelig voor ethyleenschade. In mindere mate waren de Xenia en de Doyenné tijdens transport ook in enige mate gevoelig. Ook is geconstateerd dat de pruimen rassen Opal en Victoria gevoelig zijn voor ethyleenschade.

Opvallend was dat de gevoeligheid ook vastgesteld kan worden aan de hand van opvallende groei van de wortels en het ontstaan van witte puntjes op de wortels (zie foto 1 en 7), dit zowel bij de peren als de pruimen.

Het niet vermelden van de kersen- en de appelrassen geeft aan dat er geen schade is geconstateerd.

Tabel 6: Ethyleenschade/effecten aan vruchtbomen van een aantal rassen na een transportsimulatie van 7 dagen in 15°C

Ras	Ethyleenschade	Soort schade
Triumph de V.	geen	Nvt.
Conference	Forse schade	Uitlopende wortels, knopschade
Williams	Geen	Nvt.
Xenia	Lichte schade	Uitlopende knoppen en wortels
Doyenné du C.	Lichte schade	Lichte schade bast
Opal	schade	Knopschade, puntjes op de wortels
Victoria	Licht schade	Puntjes op de wortels.

4 Conclusies

In dit onderzoek is de endogene productie van ethyleen vastgesteld op labniveau (bewaarcontainers) bij verschillende fruitgewassen (appel, peer, kers en pruimen). Tevens is een transportsimulatie uitgevoerd waarbij de gevolgen van toegediend ethyleen zijn onderzocht. Uit de proeven kan het volgende worden geconcludeerd:

- Diverse soorten vruchtbomen produceren ook tijdens bewaring bij lage temperaturen in de koelcel ethyleen.
- Qua productie is er geen groot verschil tussen appel, peer en pruim en zijn er rasverschillen.
- Kersenbomen (rassen Kordia en Vanda) produceren meer ethyleen dan appel, peer en pruim. Het kan alleen niet worden uitgesloten dat deze verhoogde concentraties te wijten zijn aan een stressreactie als gevolg van het inkorten van de bomen naar de afmetingen van de bewaarcontainers.
- De ethyleenproductie van de vruchtbomen is dermate laag dat in goed geventileerde ruimtes er geen schadelijke concentraties zullen ontstaan.
- De ethyleengevoeligheid van perenbomen in 1 ppm ethyleen en 1.5-2°C gedurende 1 week blootstelling werd ook in dit onderzoek aangetoond. Triumph bleek extra gevoelig voor ethyleen, gevolgd door Conference en Doyenné. Xenia en Williams waren het minst gevoelig in deze ronde van proefmetingen. De geconstateerde schade betrof uitlopende knoppen, callusvorming, gescheurde bast en bruinverkleuring van de bast. De appel-, pruimen- en kersenbomen vertoonden geen schade na bewaring onder de opgelegde gascondities.
- Transportsimulatie bij 15°C en 1 ppm ethyleen gedurende week gaf ook weer bij perenbomen schade en vooral bij de Conference. Ook kwam schade voor bij de pruimenrassen Victoria en Opal.
- Opvallend was dat er ook een extra ethyleeneffect werd waargenomen, namelijk extra worteluitloop en ook witte puntjes op de wortels.
- Uitgaande van deze verkregen inzichten dient ook tijdens transport voorzichtig te worden omgegaan met opgehoopt ethyleen bij gevoelig gebleken vruchtbomen. Daarbij dient aandacht te worden besteed aan de verpakking op palletniveau en de ventilatie van de gehele vrachtwagen.

5 Referenties

Maas, F.M.; Schaik, A.C.R. van; Hof, M.C.J. op t; Anbergen, R.H.N.; Ravesloot, M.B.M. (2010)
1-MCP can prevent ethylene-induced damage to fruit trees during cold storage
Acta Horticulturae 884 . - p. 559 - 563.

Ravesloot, M.B.M. en J.J. Simonse, 2006. 1-MCP tegen ethyleenschade in vruchtbomen.
Rapport 2006-02 PPO-Fruit, januari 2006.

Schaik van A, M. op 't Hof, R. Anbergen en M. Ravesloot (2008) Toepassing 1-MCP tegen ethyleenschade in de vruchtboomkwekerij keten 2007-2008.

Schaik van A, M. Ravesloot, P. van Elk en R. Anbergen (2011) Ethyleenschade tijdens gekoelde bewaring van vruchtbomen: Een praktijkinventarisatie en onderzoek naar grenswaarden, 2009-2010

Bijlage 1



Foto 1 Nieuwe wortelvorming op wortels na toediening van ethyleen



Foto 2 Callus vorming bij takimplant perenbomen (Conference)



Foto 3 Worteluitloop bij Conference-peren op wortelhals en wortelen



Foto 4 Callusvorming bij Xenia peren-bomen