Jaarverslag 2019

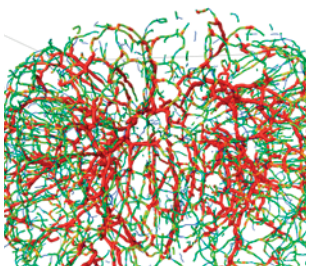
Vlaams Centrum voor
Bewaring van Tuinbouwproducten

Jaarverslag 2019

Vlaams Centrum voor
Bewaring van Tuinbouwproducten

inhoud

- Voorwoord 4
- Bestuursorganen & personeel 5
- Advies rond kwaliteit & bewaring 6
- Plukdata en bewaarcondities van 2019 8
- Bepaling van perceelsspecifieke plukdatum met NIR 10
- Wering onrijp fruit 12
- Voorspellingsmodellen voor plukdata met een draagbaar toestel 14
- Bewaring van nieuwe rassen grootfruit 16
- COOLPLANT optimale bewaring plantmateriaal braam en framboos 18
- 'Real-time' meting van vluchtige organische componenten bij bewaring van Conference 20
- RQ-DCA-bewaring van Conference 22
- Lekkere Conference op elk moment van het bewaarseizoen 24
- TAROMAAT Naar een meer uniforme kwaliteit van tomaten tijdens het volledige seizoen 26
- Segmentatieonderzoek tomaat 28
- Gebruikswaardeonderzoek paprika 30
- Verbeterde Hagelandse peren door kennis van de bodem 32
- GROW! Slimme sensoren en plantmodellen in de tuinbouw 34
- KO-criteria paprika 36
- Opgelostestofgehalte: maat voor kwaliteit bij pompoen? 38
- Bestendigen en uitbreiden van kwaliteitssystemen 40
- Aroma van witte spitskool tijdens CA-bewaring 42
- Niet-destructieve inspectie van de interne kwaliteit van Conference met X-stralen en artificiële intelligentie 44
- Lagezuurstofstress in appel 46
- Modellering van het vaatbundelweefsel in appel 48
- Rijping van tomaat: Rol van ethyleen en ethyleenreceptoren 50
- Informatieverspreiding 52



Voorwoord

Voor u ligt het jaarverslag van het Vlaams Centrum voor Bewaring van Tuinbouwproducten (VCBT) van 2019. Het VCBT verleent technologisch advies en geeft voorlichting aan tuinbouwcoöperaties en tuinders, en voert onderzoek uit met betrekking tot de kwaliteit en bewaring van tuinbouwproducten. In dit jaarverslag geven wij een overzicht van de activiteiten van het VCBT in 2019.

De bewaarinfrastructuur van het VCBT is haar paradepaardje. Vandaag heeft het VCBT één van de meest uitgebreide installaties voor onderzoek rond bewaring onder (dynamisch) gecontroleerde atmosfeer ((D)CA) van Europa met 70 units (container of hoes). In dit kader organiseerden het VCBT en KU Leuven op 28 maart een studiedag rond dergelijke innovatieve bewaartechnieken. Deze studiedag werd bijgewoond door 45 deelnemers. Onze medewerkers delen graag onze expertise met u indien u overweegt uw installatie uit te breiden of de mogelijkheden wil bespreken om andere tuinbouwproducten dan hardfruit te bewaren onder (D)CA.
Het VCBT is ook bezig om haar laboratoriuminfrastructuur te vernieuwen. Zo werd in 2019 werd een kleuranalysesysteem voor volledige kisten in gebruik genomen om sneller kleurmetingen te kunnen doen. Deze investeringen werden deels gerealiseerd met steun van het Vlaams Landbouwinvesteringsfonds (VLIF). Verdere investeringen staan in 2020 op het programma.

Ook in 2019 werden de ISO 17025 en GEP-accreditaties van het VCBT verlengd dankzij de voortgezette inspanningen van het personeel. De overstap naar de nieuwe norm ISO 17025: versie 2017 verliep probleemloos. Wij geloven dat kwaliteit op alle niveaus dient nagestreefd te worden, van tuinder tot veilingvloer en kwaliteitslaboratorium. Kwaliteit is immers essentieel om de internationale concurrentiepositie van onze tuinbouwsector te bestendigen. Deze visie is vervat in onze kwaliteitssystemen. Onderzoek onder accreditatie omvat ondermeer de bepaling van de pluktijdstippen, kwaliteitsonderzoek met betrekking tot de segmentatie, en de bepaling van optimale bewaaromstandigheden voor nieuwe hardfruitrassen – in 2019 waren dat zeven nieuwe rassen appel en peer.

Het VCBT dankt het Departement Landbouw en Visserij, het Vlaams Landbouwinvesteringsfonds, het Agentschap Innoveren & Ondernemen, de Europese Commissie, het FWO, de Academische Stichting Leuven, de provincie Vlaams-Brabant, de Boerenbond, alle coöperaties aangesloten bij het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties, de KU Leuven en alle andere partners waar het mee heeft samengewerkt in het afgelopen jaar voor hun financiële steun en vertrouwen.

Patrick Thoen, voorzitter
Bart Nicolaï, directeur

Bestuursorganen & personeel

De raad van bestuur van het VCBT is als volgt samengesteld:

LEDEN

P. Thoen, voorzitter
W. Keulemans, ondervoorzitter
L. Vanoirbeek
D. Bertels
C. Courtin
R. Demaré
J. Lammertyn
J. Van Orshoven

WAARNEMERS

H. Morren
M. De Moor

DIRECTEUR & WETENSCHAPPELIJK COÖRDINATOR

B. Nicolaï

BESTUURSCOMITÉ

P. Thoen, voorzitter
L. Vanoirbeek, algemeen secretaris VBT
B. Nicolaï, directeur

STUURGROEPEN

De Stuurgroepen Fruit en Groenten worden voorgezeten door respectievelijk P. Thoen en D. Bertels, en hebben vertegenwoordigers van de tuinbouwcoöperaties, directeurs van de praktijkcentra en telers als lid.

PERSONEEL

- Personeel VCBT v.z.w.

E. Bobelyn, kwaliteitsverantwoordelijke
S. Boone, laboratoriumtechnoloog
M. Janssens, onderzoeker
E. Locus, onderzoeker
A. Schenk, werkleider
J. Schuermans, laboratoriumtechnoloog
K. Teniers, laboratoriumtechnoloog
J. Tirry, verantw. technische ondersteuning
W. Vandenbemd, analist-programmeur
D. Vanhees, onderzoeker
B. Verlinden, werkleider
E. Vranken, laboratoriumtechnoloog

- MeBioS - Naoogstgroep van de KU Leuven

T. Andargie
A. Benchennouf
N. Bessemans
A. Castro
I. Cenens
T. Defraeye
E. Dekempeneer
A. Dizon
A. Geeraerd
M. Hertog
Q. Han
X. Hui
D. Huluka
S. Janssen
S. Karimi
P. Le Ho
C.I. Mata Martinez
M.V.T. Nguyen
A. Piovesan
L. Pols
S. Pols
J. Salagovic
K. Terzoudis
H. Vancauteren
T. Van De Looverbosch
P. Verboven
C. Verreydt
Y. Zhao

Advies rond kwaliteit & bewaring

Met de adviesdienst wil het Vlaams Centrum voor Bewaring van Tuinbouwproducten (VCBT) de fruit- en groentesector een service op maat aanbieden. Enerzijds biedt VCBT algemeen advies voor de hele sector via nieuwsbrieven, artikels en voordrachten. Anderzijds doen bedrijven ook beroep op VCBT voor zeer gericht advies op maat, zoals bv. bij de bouw van nieuwe koelcellen of bewaarproblemen van een specifiek product. VCBT werkt nauw samen met de Postharvest groep van de KU Leuven. Beide groepen doen onderzoek naar alles wat te maken heeft met bewaring en kwaliteit van tuinbouwproducten.

FOCUS OP KORTE TERMIJN OPLOSSINGEN, ZONDER LANGE TERMIJN VISIE TE VERLIEZEN

Telers en bedrijven met een vraag willen vaak een snel antwoord. Daarom tracht de adviesdienst eerst naar praktische oplossingen te zoeken op korte termijn, hetzij met bestaande technieken, hetzij met nieuw ontwikkelde methoden. Wanneer we zien dat een lange termijn oplossing nodig is, starten we een traject hiervoor op. Energiebesparing, DCA (dynamisch gecontroleerde atmosfeer), de toepassing van 1-MCP (1-methylcyclopropeen) op Conference, bedrijfshygiëne en smaak waren speerpunten in 2019.

FOCUS OP BEWAARTECHNOLOGIE, KOELMIDDELEN, 1-MCP EN SMAAK

Enerzijds heeft de adviesdienst tot doel om innovaties te introduceren die resulteren uit het onderzoek rond bewaring en kwaliteit van groenten en fruit bij de doelgroep, en anderzijds te zoeken naar technologische oplossingen voor vragen vanuit de doelgroep. Nieuwe ontwikkelingen worden daarom op de voet gevolgd en geïntroduceerd bij telers en veilingen. Belangrijke innovaties in 2019 waren nieuwe bewaartechnologieën zoals dynamische gecontroleerde atmosfeer (DCA), nieuwe koelmiddelen en de toepassing van 1-MCP op Conference. Daarom werd hierover ook een studie-avond "Innovatieve bewaartechnieken" ingericht op 28 maart 2019. Daarnaast kreeg ook bedrijfshygiëne extra aandacht met ontsmetting en opvolging van ziektedruk om bewaarziekten te vermijden.

Figuur 1: Elektronische vrucht in een test van paprikasorteerlijn

ADVIES BIJ AFSTELLING VAN SORTEERLIJNEN EN OOGSTMACHINES

Reeds vele jaren doet VCBT metingen bij telers en klanten in sorteerlijnen en oogstmachines om na te gaan of er hier geen mechanische (bluts-) schade optreedt van de vruchten. Een verkeerd afgestelde of versleten onderdeel kan soms ongemerkt veel kwaliteitsverlies veroorzaken. Bedrijven die een vermoeden hebben van dergelijke schade kunnen een beroep doen op VCBT voor een meting met de elektronische vrucht (Figuur 1) die alle blutsveroorzakende schokken registreert. Zo wordt de oorzaak van de schade door de machine gelokaliseerd en kan een oplossing gezocht worden. VCBT wordt hiervoor gevraagd in binnen- en buitenland voor sorteer- en verpakkingslijnen van allerhande producten: van appel tot avocado…

ADVIES BIJ BOUW OF INRICHTING VAN KOELCELLEN: ONDERSTEUNING MET CFD

De bouw van nieuwe koelcellen is een belangrijke beslissing voor een tuinbouwbedrijf. Het gaat gepaard met grote investeringen. Daarom is onafhankelijk advies hierbij gewenst. VCBT helpt met een onafhankelijk advies op basis van de noden van het bedrijf voor de bedoelde toepassing en de best beschikbare technologie. Bij bestaande koelcellen kan de inrichting en stapeling van het product een grote invloed hebben op de inkoelsnelheid en het energieverbruik. VCBT adviseert bedrijven bij de (her-) inrichting van de koelcellen of bij bepaalde aanpassingen zoals de plaatsing van flappen of spoilers of extra wanden/ventilatoren. Vaak gaat dit op basis van ervaring, maar in een aantal gevallen is meer ondersteuning vereist en wordt er een beroep gedaan op de Postharvest groep van KU Leuven om met stromingsberekeningen op basis van CFD (Computational Fluid Dynamics) berekeningen te maken (Figuur 2).

FYSIOLOGISCHE AFWIJKINGEN

De meeste vragen voor de adviesdienst gaan over fysiologische problemen bij fruit en groenten die ontstaan na de oogst. Dan is het zoeken naar de oorzaak hiervan om een herhaling van dit probleem in de toekomst te vermijden.

Bovendien is het vaak zoeken wat er nog mogelijk is met het aangetaste product en moeten we een inschatting maken van de ernst van het probleem en de snelheid waarmee het zal uitbreiden in de partij tijdens de uitstalling en verdere bewaring. Elk seizoen stelt zo zijn eigen nieuwe fysiologische problemen.

KALIBRATIES VAN MEETTOESTELLEN VOOR KWALITEIT

VCBT is geaccrediteerd voor een heel aantal kwaliteitsmetingen op fruit en groenten (zie verder in dit jaarverslag). Maandelijks richt VCBT ook kalibraties in van de verschillende meettoestellen die door de klanten (proeftuinen, veilingen en telers) worden gebruikt om kwaliteitsmetingen uit te voeren 'in het veld'. Na afspraak kan je je penetrometer, brixmeter, titrator,... binnenbrengen om te laten kalibreren. Ook andere bedrijven die geen lid zijn van VCBT kunnen van deze dienst gebruik maken tegen betaling. Op die manier meet de hele sector hetzelfde en kunnen resultaten onderling vergeleken worden. Niet enkel het meettoestel is belangrijk, ook de manier waarop de meting wordt uitgevoerd, bepaalt vaak het resultaat. Daarom werden er kwaliteitshandboeken geschreven die beschikbaar zijn op www.vcbt.be. Daar kan je ook verschillende video tutorials vinden over kwaliteitsmetingen en kalibraties onder http://vcbt.be/publicaties-en-demonstraties/. Soms worden er ook meetsessies ingericht waarop je kan leren hoe best bepaalde metingen uit te voeren om betrouwbare resultaten te krijgen. Dit kan ook op aanvraag van een bedrijf gebeuren.

NETWERKING

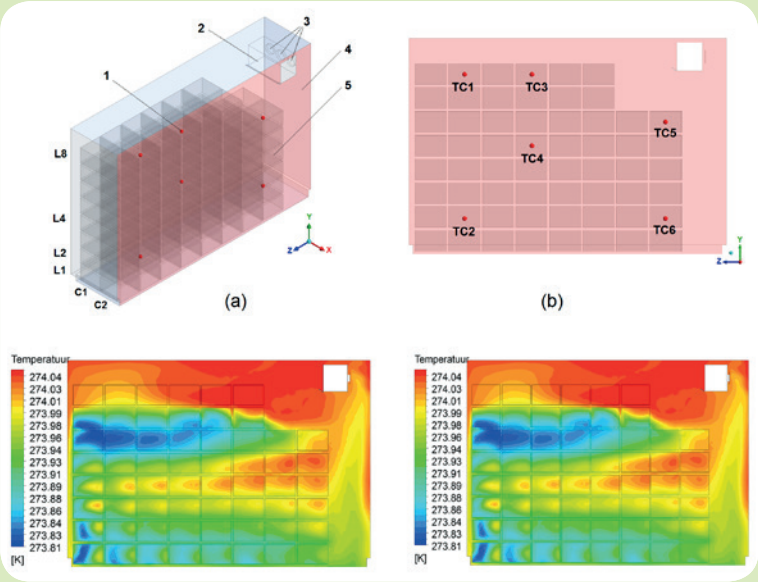
Voor een adviesdienst is netwerking een cruciaal gegeven. De adviesdienst van VCBT heeft zich daarom omringd met vele specialisten, binnen en buiten de KU Leuven en zetelt in tal van commissies. We zijn ook lid van de EUFRIN werkgroep kwaliteit en leiden de EUVRIN werkgroep Postharvest Chain. Beide zijn Europese netwerken van onderzoeksinstellingen die bezig zijn met na-oogstonderzoek.
De adviesdienst van VCBT zelf is ingebed in een uitgebreid kenniscentrum aan de KU Leuven rond bewaring en kwaliteit van groenten en fruit, sensoren en koeltechniek in de brede zin. Onze werking gaat nl. hand in hand met deze van de postharvest groep van de KU Leuven (MeBioS). MeBioS staat voor het departement Mechatronica, Biostatistiek en Sensoren van de Faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen. Daarnaast is VCBT sinds 2014 ook verbonden bij Agrolink Vlaanderen, een breed platform dat de belangrijkste Vlaamse kennistoeleveranciers in land- en tuinbouw verenigt. Voor onderwerpen die beter aansluiten bij de expertise van andere partners binnen dit platform kunnen we dan doorverwijzen. Voor energieprojecten is VCBT aangesloten bij Enerpedia, het energieplatform.

DOELGROEP

De eerste doelgroep van de adviesdienst zijn de Belgische tuinbouwcoöperaties en hun leden (telers). Daarnaast kunnen ook alle andere coöperaties en bedrijven in de tuinbouwsector (verpakking, verwerking, handel, transport,...) tegen betaling bij ons terecht.

CONTACT

Tel. 016-32.27.32 - GSM: 0476-98.26.54
E-mail: info@vcbt.be - Twitter: @vcbtmebios



Figuur 2: Schets van koelcel met eronder simulatie van temperatuurverloop bij twee verschillende ventilatiesnelheden (© MeBioS KU Leuven).

De adviesdienst van VCBT valt binnen de basiswerking van het VCBT en wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid (Departement Landbouw en Visserij) en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT).

Consultancy service
The consultancy service of VCBT was permanently accessible for growers and auctions. Most advice was given by phone, e-mail or during visits at the farm. General information was given during presentations, publications and study days. Video tutorials were added to the website with guidelines for measuring procedures for brix and firmness measurement of horticultural produce. VCBT is a member of Agrolink Flanders.

Plukdata en bewaarcondities van 2019

Hoe langer je wil bewaren, des te nauwer luistert het pluktijdstip. VCBT bepaalt jaarlijks de landelijke plukdata. Die geven een goede indicatie van de vroegheid/laatheid van een bepaald jaar. Sinds enkele jaren geeft VCBT reeds vanaf begin juli een indicatie van de plukdatum, zodat telers hun werkzaamheden goed kunnen plannen. De individuele percelen van een bedrijf kunnen afwijken van deze datum. Daarom is het belangrijk om zelf de rijpheid van de vruchten op te volgen. 2019 was een jaar met verschillende hittegolven, maar geen extreem vroege pluk.

BELANGRIJKE NA-BLOEIPERIODE

Vanaf de bloei volgt VCBT al de meteogegevens nauwkeurig op. De eerste weken na de bloei zijn immers al belangrijk. In die eerste weken doet de kleine vrucht aan celdeling. Peren gaan hier iets langer mee door dan appels. Bij gunstige omstandigheden maken ze veel cellen aan en is de basis gelegd voor een sterke vrucht. Dan kunnen ze ook een iets hogere drogestofgehalte halen. Na die eerste weken zuigt de vrucht zich enkel nog vol met vocht. Hierdoor strekken de cellen zich, de celwanden worden dunner en hun celvolume stijgt. Zo wordt de vrucht groter.

In 2019 is in die kritische periode na de bloei de temperatuur eerder lager geweest dan gemiddeld. Op basis van al deze gegevens geeft VCBT sinds enkele jaren al vanaf begin juli een indicatie van de plukdatum, zodat telers hun werkzaamheden goed kunnen plannen. Die 'vroege' voorspelling stelt VCBT daarna wekelijks bij naar de metingen die we wekelijks doen op diverse locaties.

Tabel 1: **Landelijke plukdata 2019 voor lange bewaring**

	CULTIVAR	PLUKDATA VOOR LANGE BEWARING
APPEL	Belgica	28 augustus – 1 september
	Boskoop	16 – 22 september
	Braeburn	10 -14 oktober
	Elstar	28 augustus – 1 september
	Gala	24 – 28 augustus
	Golden	15 – 21 september
	Jonagold en -mutanten	16 – 30 september
	Kanzi	12 – 16 september
PEER	Cepuna	29 augustus – 2 september
	Conference	23 augustus – 4 september
	Doyenné (en Sweet Sensation)	30 augustus – 5 september
	Durondeau	26 – 30 augustus

HITTE ZORGDE VOOR HETEROGENITEIT

Tijdens de hittegolf hebben we verschillende dagen na elkaar temperaturen gemeten in de boomgaarden aan zon- en schaduwzijde. De verschillen waren extreem! Een vrucht in de vlakke zon bereikte op de warmste dag al snel 52°C oppervlaktetemperatuur, terwijl eentje in de schaduw aan diezelfde boom niet hoger kwam dan 37°C. Helaas hebben veel van de vruchten in de vlakke zon zonnebrand opgelopen waardoor ze waardeloos waren voor de bewaring en uitgeplukt dienden te worden. Aan zon- en schaduwzijde van de boom kon de kwaliteit nogal verschillen, louter door de verschillen aan temperatuur in juli. Langdurig hoge temperaturen kunnen glazigheid veroorzaken, die in ernstige gevallen in de bewaring omzet naar bruin.

VERSCHILLENDE SOORTEN ZONNEBRAND

De schade van zonnebrand was in 2019 groot, vooral bij appel. Onder hagelnetten was de schade beperkt. We kennen verschillende typen schade door zonnebrand.
Een eerste schadetype, zonnecrose, is veroorzaakt door de hitte. Wanneer het vruchtoppervlak slechts 10 minuten een temperatuur van 52°C overschrijdt, sterven de cellen in de schil en ontstaat kort nadien een zwarte of bruine plek.
Een tweede type schade is zonnebrandbruin: dit komt het vaakst voor. Ook deze schade wordt veroorzaakt door oppervlaktetemperatuur maar die is doorgaans iets lager (45°C) en moet ook wat langer aanhouden (1 uur) en ontstaat in combinatie met UV-B-straling: niet alle rassen zijn even

gevoelig. De schade uit zich als een gele of bruine vlek, die dikwijls pas enkele dagen na de verbranding zichtbaar wordt.
De derde type schade is onafhankelijk van temperatuur of UV-straling. Hij ontstaat door een plotse blootstelling van de vruchten aan volle zon, door bv. zomersnoei of handdunning. Het kan zelfs ontstaan door ze te plukken en boven in de pallox in volle zon te leggen. Soms zie je de schade niet meteen, maar wordt het pas duidelijk na enkele dagen bewaring.

PLUKDATA EN BEWAARCONDITIES

De plukdata waren tenslotte niet extreem vroeg. Zie Tabel 1. Veel telers hebben ook hun vruchten op tijd kunnen plukken. Er is weinig fruit te laat geplukt. De bewaarcondities voor 2019 zijn te vinden in Tabel 2. Wat betreft de bewaarcondities: de vruchten konden in 2019 op de laagste temperatuur worden bewaard: dus Conference op -1°C, omwille van de voldoende hoge suikergehalten.

APARTE PROTOCOLS VOOR 1-MCP

Vruchten die behandeld zijn met 1-MCP dienen steeds iets hoger in temperatuur en zuurstof te worden bewaard en hebben ook een apart schema voor daling van zuurstof. Omdat deze protocols nogal eens complex zijn, heeft VCBT hiervoor aparte handleidingen gemaakt: deze zijn te vinden op de website.

Tabel 2: **Bewaarcondities 2019 voor lange bewaring van appel en peer**

CULTIVAR	TEMPERATUUR (°C)	O_2 (%)	CO_2 (%)	WACHTTIJD VÓÓR ULO (dagen)
APPEL				
Jonagold	1	1	2.5 à 3	1
Jonagoldmutanten				
Belgica				
Greenstar				
Pinova				
Boskoop	3 à 3.5	2 à 2.5	<0.8	7 à 10
Cox's O.P.				
Braeburn	1	2.5 à 3	< 0.8	21
Elstar	1	2 à 2.5	<1.0	1
Gala	1	1 à 2	2 à 2.5	1
Golden				
Gloster				
Kanzi®	3.0 à 3.5*	2	0.8	21
PEER				
Conference	-1 -1	21 2.5 à 3	< 0.9 < 0.8	21 vanaf dag 21
Doyenné (ook Sweet Sensation)	-0.5	2 à 2.5	< 0.8	21
Durondeau	1			
Lucas	0.5 - 0			

* Kanzi geleidelijk afkoelen van oogsttemperatuur in 1 week naar 3.0°C
**Fruit dat behandeld is met 1-MCP altijd goed laten inkoelen na de behandeling en niet meteen op ULO-condities brengen: Voor elke cultivar geldt een ander protocol als ze behandeld zijn met 1-MCP: zie protocols website VCBT.

De plukdatumbepaling valt binnen de basiswerking van het VCBT en wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid (Departement Landbouw en Visserij) en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT).

Harvest date prediction of apple and pears
Every year the Flanders Centre of Postharvest Technology (VCBT) determines the optimal picking dates for the long storage of the common apple and pear cultivars in Belgium (see Table 1). VCBT provides the optimal settings for storage conditions for all common cultivated cultivars (Table 2). SOP's are available on vcbt.be for storage of fruit that is treated with 1-MCP. VCBT provided several tools to help the growers with the determination of optimal picking date of his fields: video tutorials and manuals are available on www.vcbt.be

Bepaling van perceelsspecifieke plukdatum met NIR

Elke fruitteler kan beroep doen op VCBT voor pluktijdstipadvies van zijn percelen Jonagold en Conference. Dit advies per individuele boomgaard is interessant omdat er grote verschillen in rijpheid tussen de percelen zijn. Dit advies is gebaseerd op NIR-reflectantiemetingen. Deze metingen zijn niet-destructief en behoorlijk snel. Op basis van kalibratiemodellen geeft VCBT jaarlijks een pluktijdstipvoorspelling voor een 100-tal percelen. Dit jaar deden we zowel metingen met onze 2 desktopspectrofotometers en 1 draagbaar toestel. VCBT onderzocht de mogelijkheden om de kalibratiemodellen te transfereren naar zowel de nieuwe desktop spectrofotometer als de draagbare meter.

HOE GAAN NIR-METINGEN IN ZIJN WERK?

VCBT analyseert met Nabij-infraroodspectroscopie (NIR) de gereflecteerde straling afkomstig van nabij-infraroodlicht licht invallend op een vruchtstaal. Het gaat hier over golflengtes van 1000 tot 1700 nm. De vrucht absorbeert en reflecteert een gedeelte van dit licht. De samenstelling van de vrucht en de textuur hebben een invloed op de absorptie van het licht. Het bekomen spectrum van de spectrofotometer bevat dus specifieke informatie over de samenstelling van de vrucht.

Per vrucht worden 2 aparte spectra gemeten op de groene en de bloszijde, die op zich al een gemiddelde vormen van 100 scans.

Figuur 1: Draagbare spectrofotometer F-750 (Felix instruments)

Het spectrum brengen we vervolgens in relatie met de referentiedata van de kwaliteitseigenschappen van de vruchten. Uit deze relatie wordt uiteindelijk een kalibratiemodel (Partial Least Squares) berekend dat de gelinkte kwaliteit voorspelt. Het opstellen van het kalibratiemodel behoort tot het voorbereidende werk vooraleer het toestel kan gebruikt worden om rechtstreeks de kwaliteit en de rijpheid van vruchten te voorspellen.

REFERENTIEMETINGEN VAN KWALITEIT: SUIKER, HARDHEID EN ZETMEEL

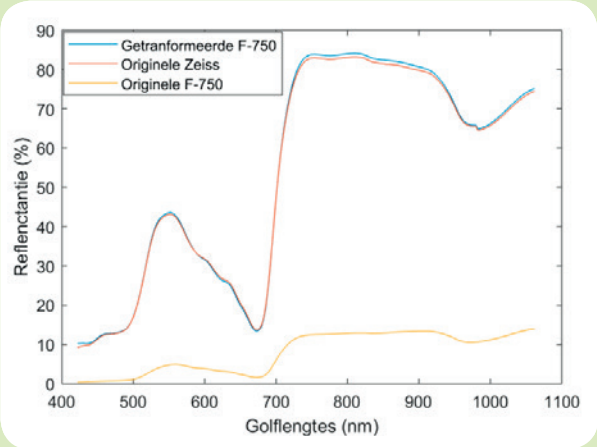
In de praktijk zijn de belangrijkste kwaliteitseigenschappen het opgelostestofgehalte (suiker), de hardheid, het zetmeelgehalte en de fysiologische leeftijd. Het suikergehalte van een appel of peer neemt gedurende het seizoen toe door de omzetting van zetmeel. De referentiemeting van het opgelostestofgehalte gebeurt met een refractometer (°Brix). De hardheid van een vrucht wordt gemeten met een Texture Analyzer (kg/cm^2) die kan vergeleken worden met een automatische penetrometer. De fysiologische rijpheid wordt uitgedrukt in het aantal dagen vóór de optimale oogstdatum.

ROBUUSTE MODELLEN VANGEN SEIZOENSEFFECTEN OP

De input voor het kalibratiemodel moet een grote diversiteit aan vruchtstalen bevatten. VCBT voerde daarom referentiemetingen uit verspreid over het seizoen maar ook tussen verschillende seizoenen van tientallen jaren. Hierdoor wordt de variatie tussen én in de seizoenen meegenomen in het model. Dit is nodig aangezien seizoenen sterk kunnen verschillen en gedurende het seizoen de vrucht een voortdurende verandering ondergaat. Op die manier kunnen we vruchten uit een verschillend rijpheidsstadium en dus ook met schommelende vruchtparameters analyseren. Zo maak je de kalibratiemodellen robuust, zodat ze veel situaties in de toekomst aankunnen.

REPRESENTATIEVE STALEN NEMEN

Al vijftien jaar geeft VCBT boomgaardspecifiek pluktijdstipadvies. Dit jaar gebeurde dit voor Jonagold, Conference en Kanzi. In de praktijk begint alles met een goede staalname door de teler of door de veiling. De telers houden verschillende regels in acht bij het plukken van de vruchten die gebruikt worden voor de analyse. De vruchten worden zo snel mogelijk (liefst gekoeld) naar VCBT gebracht. Om nauwkeurige resultaten te behalen dienen er per staal (lees: perceel) minimum 20 vruchten gemeten worden want de biologische variatie binnen een boom en tussen bomen van een perceel is groot. Bovendien wordt gemeten op twee tijdstippen per perceel met 1 week interval. Binnen 1 week na de laatste metingen krijgt de teler, de voorspelde plukdata, suikergehalte en hardheid zodat hij de pluk nog tijdig kan plannen.



Figuur 2: Reflectantiespectra van Jonagold gemeten met het desktoptoestel (Zeiss) en met de draagbare meter F-750 (voor en na transformatie).

LABORATORIUM VERSUS BOOMGAARD

Naast metingen met een nieuw desktopmodel van een spectrofotometer ging VCBT ook voor het tweede jaar op rij aan de slag met een draagbare spectrofotometer F-750 (Felix Instruments) (Figuur 1). Door op dezelfde vruchten metingen uit te voeren met alle toestellen verzamelden we informatie om onze huidige kalibratiemodellen te kunnen toepassen op metingen met de nieuwe meters.

In eerste instantie kwam de techniek van de directe standaardisatie aan bod waarbij we de nieuw gemeten spectra gaan transformeren alsof ze gemeten zijn op onze oude spectrofotometer en waardoor ze in onze historische kalibratiemodellen passen. Figuur 2 vergelijkt 3 verschillende appelspectra: het spectrum genomen met het desktoptoestel (Zeiss) en de spectra gemeten met het draagbare toestel F-750 zowel voor als na de transformatie.

We zien dat na de transformatie het spectrum gemeten met de draagbare meter al veel beter overeenkomt met het origineel spectrum gemeten op het desktopmodel. De transformatie lijkt dus veelbelovend en wordt verder gevalideerd op de kalibratiemodellen.

Dit onderzoek valt binnen de basiswerking van het VCBT en wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid (Departement Landbouw en Visserij) en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT).

Prediction of optimal picking date for individual pear and apple orchards based on NIR
Fruit maturity and quality are very important during storage and shelflife. The common analyses to determine fruit quality are often destructive and time consuming. NIR spectroscopy is fast, handy in use and non-destructive. Based on NIR measurements VCBT is predicting the optimal picking date for more than 100 individual Jonagold, Conference and Kanzi orchards with good results. VCBT is offering these predictions as a service for the growers. VCBT measured the same fruits with 3 meters this year, 2 desktop models and 1 portable meter. This way we get an idea of the measurement differences. VCBT tested direct standardization to transfer their calibration models to the new meters with promising results.

Wering onrijp fruit

Elk jaar weer opnieuw is het uitkijken naar de nieuwe oogst appelen en peren! Vaak halen deze vroege vruchten hoge prijzen. Toch is het belangrijk dat het aangeboden fruit voldoende rijp is. Onrijp primeurfruit stelt de consument teleur waardoor hij niet geneigd zal zijn tot een herhalingsaankoop. De handelsnorm voor appelen en peren (Verordening 543/2011, bijlage I, deel B.1 en deel B.6) bepaalt dat de vruchten bij het in de handel brengen "zodanig ontwikkeld en gerijpt moeten zijn dat ze in staat zijn het rijpingsproces voort te zetten tot ze de juiste, bij de kenmerken van de betrokken variëteit behorende rijpheidsgraad hebben bereikt". In opdracht van het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties bepaalt het VCBT de data vanaf wanneer verwacht kan worden dat de verschillende variëteiten een voldoende rijpheidsgraad bereikt hebben om aan deze kwaliteitsnorm te voldoen.

STARTDATUM VOOR ZOMER- ÈN BEWAARRASSEN

Er bestaat vooral de neiging om de zomerrassen onrijp aan te voeren. Uit de vele zomerrassen test VCBT slechts een selectie van commercieel interessante rassen. Nu zijn dit de zomer- en herfstrassen Belgica, Delbarestivale, Triomphe de Vienne en Durondeau. Om te vermijden dat telers de bewaarrassen te vroeg plukken en aanleveren, stelt men voor zowat alle bewaarrassen ook een begindatum voor aanvoer vast, die kan afwijken van de startdatum voor lange bewaring. Voor lange bewaring moet een vrucht immers fysiologisch voldoende ver ontwikkeld zijn zodat hij na bewaring goed op smaak komt en niet uitdroogt tijdens bewaring.

SMAAK EN AROMA ZIJN HET DOEL

VCBT heeft van smaak en aroma een belangrijk onderzoeksitem gemaakt. Het onderzoek "Wering onrijp fruit" past hier dan ook in. Te vroeg geplukt fruit is smaakloos en komt nooit op smaak. Het zit fysiologisch nog niet op het punt waarop het in staat is om door te rijpen en voldoende aroma's te vormen.

Figuur 1: Zonnebrand kwam in de warme zomer van 2019 frequent voor.

OBJECTIEVE PARAMETERS GEMETEN VOLGENS ISO 17025

Veel consumenten kiezen voor een mooi gekleurde vrucht. De buitenzijde van de vrucht is echter niet altijd een goede maatstaf voor de rijpheid. Sommige kleurmutanten kleuren al heel vroeg in het seizoen mooi rood hoewel ze absoluut nog niet rijp zijn. Het volstaat daarom niet om enkel de kleur of maat te beoordelen. Bij de rijping van fruit gaat de samenstelling wijzigen. Soms loopt dit gelijk met de uitwendige kleuromslag maar bij kleurmutanten is hier vaak een discrepantie. Het suikergehalte gaat toenemen en het zuurgehalte en de hardheid nemen af. De achtergrondkleur wijzigt van groen naar geel. Het zetmeelgehalte neemt af hetgeen visueel duidelijk wordt gemaakt in de lugoltest. Door deze inwendige parameters te meten krijg je pas een echt betrouwbaar beeld van de echte rijpheid van de vrucht. Vanaf begin juli neemt VCBT wekelijks stalen van referentiebomen van de beoogde rassen. Van deze stalen meten de onderzoekers de hardheid, het suiker- en zuurgehalte, het zetmeelstadium en de grondkleur. Al deze metingen voert VCBT uit volgens de ISO 17025 accreditatie. Voor al deze parameters bestaan er minimumnormen (Tabel 2). Deze staan vermeld op de VCBT website bij de primeurdata. Als

Tabel 1: **Aanvoerdata voor zomer- en bewaarrassen appel en peer 2019**

CULTIVAR	AANVOERDATUM	CULTIVAR	AANVOERDATUM
Delbarestivale	13/08/2019	Elstar	28/08/2019
Triomphe de Vienne	13/08/2019	Gala	28/08/2019
Durondeau	26/08/2019	Boskoop	16/09/2019
Conference	22/08/2019	Jonagold	16/09/2019
Belgica	26/08/2019	Golden	16/09/2019
Doyenné	05/09/2019	Braeburn	05/10/2019

Tabel 2: **Grenswaarden voor primeurfruit**

	MINIMALE OPGELOSTE-STOFGEHALTE (°BRIX)	MAXIMALE HARDHEID (KG/CM²)	MINIMALE ZETMEEL-WAARDE (1-10)
Belgica	12		5
Beurré Hardy	12	10	
Boskoop	12		4
Conference	12	14	
Cox's	12		5
Delbarestivale	12		4
Doyenné	12	12	
Durondeau	14	12	
Earlygold	12		4
Elstar	12		2
Gala	10		4
Golden	12		5
James Grieve	10		3
Jonagold	12		5
Pinova			
Triomphe de Vienne	12	14	

deze normen bereikt zijn, volgt er een advies om de betreffende cultivar te laten aanvoeren. Bij appel primeren hier een minimale zetmeelwaarde en opgelostestofgehalte, terwijl voor peer de hardheid en opgelostestofgehalte de belangrijkste parameters zijn. De geadviseerde data voor 2019 staan vermeld in tabel 1. Bovendien worden ook nabij-infraroodspectra (NIR) bepaald die we kunnen gebruiken in modellen om de plukdatum te bepalen.

ALGEMENE VERSUS PERCEELSSPECIFIEKE METINGEN

De primeurdata die VCBT vaststelt zijn algemene data. Individuele percelen kunnen daar van afwijken. VCBT spoort telers sterk aan om zelf simpele rijpheidstesten uit te voeren. Kleur en maat zijn immers niet de juiste parameters voor rijpheid. Zo kan men nadien discussies bij de aanvoer vermijden over het al dan niet rijp zijn van een partij vruchten. Eenvoudige metingen die je op het bedrijf kan uitvoeren, zijn een correct uitgevoerde hardheidsmeting, meting van het suikergehalte en de zetmeelomzetting. De werkwijze voor de rijpheidsmetingen staat haarfijn uitgelegd in het plukboekje en op de video tutorials (www.vcbt.be).

Figuur 2: De zetmeelmeting kan je als teler eenvoudig uitvoeren op appel.

Dit onderzoek valt binnen de basiswerking van het VCBT en wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid (Departement Landbouw en Visserij) en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT).

Assessment of the commercialisation date of apple and pear cultivars
At the beginning of the season fruit is expensive and growers try to pick their summer fruit as early as possible to get a premium price. This is not always good from a quality point of view, since the fruits are not yet tasty enough. In order to avoid unripe fruit entering the market, the VCBT determines the harvest date for summer cultivars. The harvest dates for 2019 are mentioned in table 1.

Voorspellingsmodellen voor plukdata met een draagbaar toestel

Al een aantal jaren biedt VCBT, aan de telers die dat wensen, een service aan om een boomgaardspecifiek pluktijdstip te bepalen voor Conference, Jonagold en Kanzi. We zien dat er grote verschillen in optimaal pluktijdstip voorkomen voor dezelfde cultivar in verschillende boomgaarden. Tot nu toe analyseert VCBT de stalen in het lab. Daar worden spectrale metingen uitgevoerd die als input dienen voor het pluktijdstipvoorspellingsmodel. Deze metingen zijn zeer snel en niet-destructief waardoor we veel stalen op korte tijd kunnen meten. Nu gebeurt dit nog met een labtoestel maar potentieel zou dit ook in de boomgaard kunnen zonder dat het fruit geplukt dient te worden. Daarvoor moesten de modellen die door de jaren heen op VCBT zijn ontwikkeld klaar gemaakt worden voor draagbare meters.

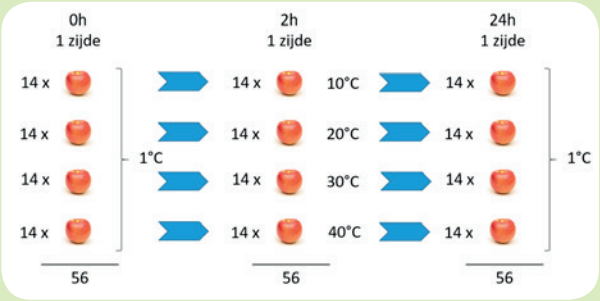
OVERDRACHT VAN PLUKDATAMODELLEN VAN LABTOESTEL NAAR DRAAGBAAR TOESTEL

Verschillende spectrofotometers die op de markt zijn werden met mekaar vergeleken waarna de F-750 van Felix Instruments geselecteerd werd voor verdere evaluatie in de boomgaard. VCBT heeft in het verleden zeer robuuste modellen gebouwd voor alle commercieel beschikbare cultivars. Deze modellen willen we natuurlijk verder gebruiken. Om deze bestaande modellen te kunnen blijven gebruiken dienen deze omgezet te worden zodat ze bruikbaar worden voor het nieuwe toestel. Hiervoor zijn verschillende technieken beschikbaar.

LABORATORIUMMODELLEN GESCHIKT MAKEN VOOR BOOMGAARDMETINGEN

Tijdens het groeiseizoen van 2018 en 2019 startte VCBT met spectrale data te verzamelen met de draagbare meter F-750 in de boomgaard van verschillende cultivars appel en peer. Dezelfde vruchten werden ook gemeten met de spectrofotometer die in het lab de laatste 10 jaar is gebruikt om de oogsttijdstipvoorspelling te doen. Het doel van deze experimenten is om een brug te vormen tussen de F-750 en het labtoestel.

Op die manier kunnen we de gegevens die we gedurende al die jaren hebben verzameld, blijven gebruiken om de voorspellingsmodellen voor het nieuwe toestel op te bouwen. Deze dataset gebruikten we om de spectra, bekomen op de F-750, te transformeren alsof ze gemeten zijn op het labtoestel (of vice-versa). In eerste instantie gebruikten we directe standaardisatietechnieken waaronder de 'Piecewise direct standardisation'-techniek (PDS). Deze werd geoptimaliseerd voor vensterbreedte en subsetgrootte. Performantie-indicatoren zoals de RMSEP, R^2, helling en bias werden na transformatie vergeleken met het originele kalibratiemodel voor het labtoestel enerzijds en met een nieuw PLS-kalibratiemodel ontwikkeld voor het slave-instrument anderzijds. De eerste resultaten van deze standaardisatie met PDS lijken succesvol.



Figuur 1: Schema van de proefopzet van het temperatuurexperiment.

Voor Jonagold pasten we dit toe voor de kalibratiemodellen voor fysiologische leeftijd en opgelostestofgehalte Voor de modellen voor hardheid en de streifindex is dit nog lopende. Ook voor Conference zal deze techniek nog toegepast worden.

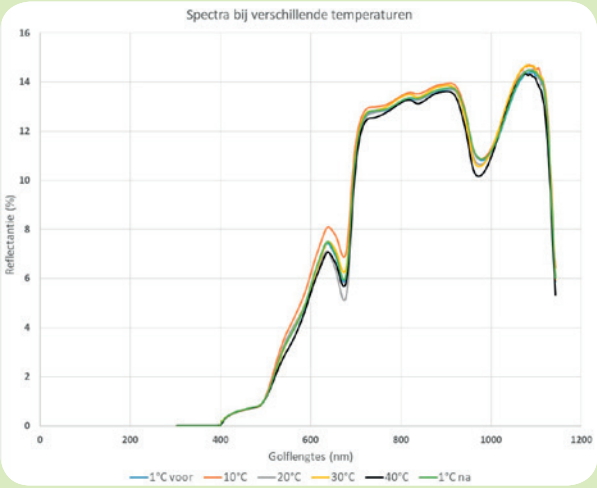
INVLOED VAN TEMPERATUUR IN DE BOOMGAARD

Omdat de omstandigheden in het veld veel minder gecontroleerd zijn, ging VCBT de invloed na van de vruchttemperatuur op de spectra. Later kunnen we dan de spectra corrigeren voor temperatuurfluctuaties. In het lab conditioneerden we vruchten op verschillende temperaturen (0°C, 10°C, 20°C, 30°C en 40°C) om ze daarna uit te lezen met de F-750. De proefopzet wordt schematisch weergegeven in Figuur 1.

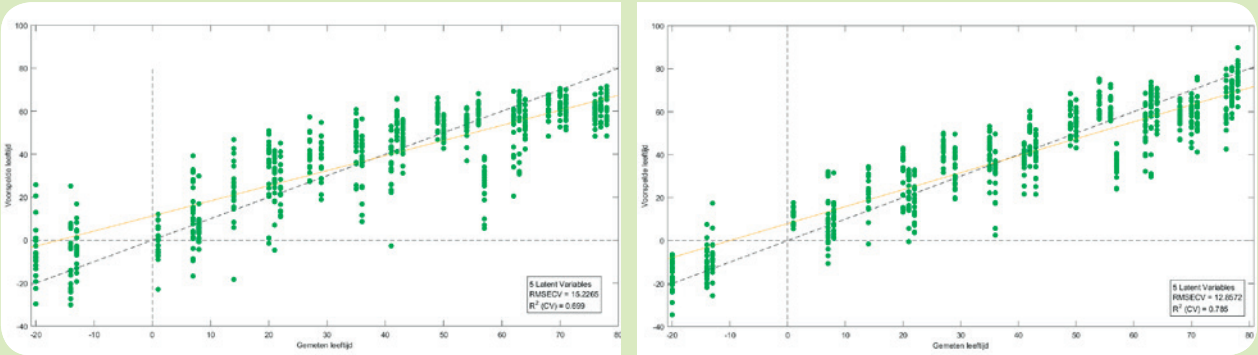
In Figuur 2 zien we duidelijk dat de temperatuur een invloed heeft op de spectra. Het gemiddeld reflectantiespectrum bij de verschillende temperaturen wordt getoond en we zien ter hoogte van enkele golflengtegebieden duidelijke verschillen in reflectantie. Op basis van de laboratoriumproef is het de bedoeling een algoritme te vinden dat de temperatuurfluctuaties in de modellen kan compenseren. Een voorlopige voorkeur gaat uit naar externe parameter orthogonalisatie (EPO). Deze methode tracht het temperatuureffect in de spectra te

verwijderen door een orthogonaal PCA-model op te stellen met de data van de laboratoriumproef. De kalibratiemodellen zullen dan met deze variantie worden gecorrigeerd. Een verdere verfijning is dat we de golflengtes die het meest door de temperatuur beïnvloed worden, minder laten doorwegen in het kalibratiemodel. Om al een eerste idee te krijgen van deze temperatuurcompensatietechniek pasten we deze toe op de boomgaardmetingen van 2018.

In Figuur 3 zie je een kalibratiemodel voor fysiologische leeftijd voor Jonagold op basis van spectrale metingen van 1 jaar zonder (links) en met temperatuurscompensatie (rechts). De figuur geeft de voorspelde fysiologische leeftijd weer t.o.v.de gemeten fysiologische leeftijd. Met de compensatie zie je dat het model een stuk lineairder wordt en dat de voorspelde fout (RMSECV) daalt van 15.2 naar 12.9 dagen.



Figuur 2: Gemiddelde reflectantiespectra voor Jonagold bij verschillende temperaturen.



Figuur 3: Kalibratiemodel van 1 jaar spectrale boomgaardmetingen zonder (links) en met temperatuurscompensatie (rechts).

Onderzoek in het kader van het LA-traject "Beslissingsondersteunend systeem voor pluktijdstipvoorspelling van hardfruit", LA-150895, gefinancierd door Agentschap Innoveren en Ondernemen en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT), Green Diamond, New Green en Boerenbond.

Transferring harvest prediction models from a lab instrument to a portable spectrometer to be used in the field
Each grower can contact VCBT for an orchard specific advice on the optimal picking time of their orchards. There is a significant difference in harvest period when comparing picking dates of the same cultivar in different orchards. Spectral measurements are performed on the fruit samples and are used as input for the near-infrared model. Besides being faster than traditional quality methods, allowing a substantial number of samples to be analyzed in less time, it is a non-destructive technique, which enables the possibility of working on the field. Different available portable spectrophotometers were compared and the F-750 device, from Felix Instruments, was selected and evaluated for spectral data collection on the field. Standardization techniques to transfer the existing prediction models to the portable device were investigated. Also the effect of fruit temperature was determined and methods for filtering these out from the measurement signals were developed.

Bewaring van nieuwe rassen grootfruit

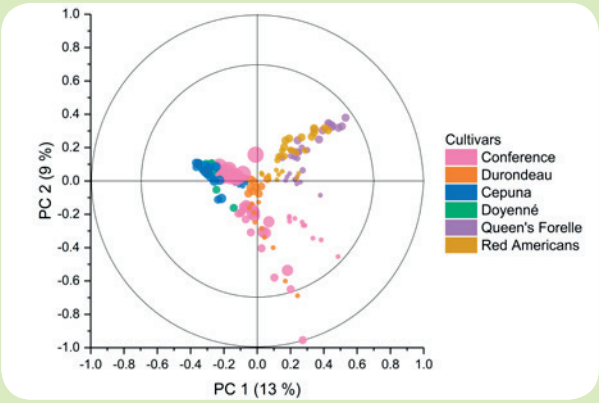
Sinds vorig jaar is het rassenonderzoek grondig veranderd. We pakken het nu meer gestructureerd aan, in 4 fasen. Nadat een ras in fase 1 in het rassenonderzoek van pcfruit beloftevol genoeg blijkt te zijn om naar fase 2 te gaan, kan op VCBT een beperkt maar gedegen bewaaronderzoek starten. In fase 3 en 4 van het onderzoek vindt dan verdere verdieping plaats. Via dit bewaaronderzoek wil VCBT meewerken aan de introductie van een nieuw ras met alle nodige kennis van teelt, maar ook van bewaring en houdbaarheid. Ook smaak wordt meegenomen in de beoordelingen. Makkelijk te telen rassen zijn niet steeds de makkelijkste in de bewaring. In 2018-2019 heeft VCBT de bewaring van Cepuna, Celina, Zouk16, Zouk31, Zouk32, Queens Forelle en Regal Red onderzocht.

NIEUWE AANPAK IN HET RASSENONDERZOEK

Het is de bedoeling om sneller met bewaaronderzoek te starten nadat zich een nieuw ras aanbiedt. Zodra uit de proeven van pcfruit (fase 1) blijkt dat er voldoende perspectief is, om met een bepaald ras door te gaan, gaat fase 2 voor dit ras van start. Hierin start ook het bewaaronderzoek bij VCBT. In eerste instantie zal een eenvoudig en beperkt maar wel gedegen en gefundeerd bewaaronderzoek plaatsvinden waarbij de bewaartemperatuur de belangrijkste te onderzoeken parameter is. Er zullen ook al een aantal weloverwogen gascondities getest worden. Omdat goede bewaarbaarheid helemaal afhangt van de plukdatum, zal ook het plukdatumonderzoek van het nieuwe ras meteen vanaf fase 2 meelopen. In fase 3 en 4 volgen aroma- en smaakonderzoek, inzetbaarheid en timing van 1-methylcyclopropeen (1-MCP) en andere specifieke vragen.

PLUKDATUM EN ETHYLEENMETINGEN

De plukdatum bepaalt de bewaarbaarheid van de vruchten. Daarom steekt VCBT veel energie in het nauwkeurig bepalen van de optimale plukdatum van een nieuw ras. Hiervoor worden rond de vermoedelijke plukdatum verschillende keren stalen geplukt. De evolutie van de hardheid, het opgelostestofgehalte maar vooral de ethyleenproductie zegt iets over de plukdatum van een ras. Daarom volgen we al deze parameters nauw op. Zo kunnen we meteen ook al een screening maken in rassen wat betreft de mate van ethyleenproductie: dit zal later belangrijk zijn voor de 1-MCP-toepassingen.



Figuur 1: PCA analyse van aromaprofiel van verschillende perenrassen.

METINGEN VOLGENS ISO 17025-NORM

Het rassenonderzoek wordt nagenoeg volledig uitgevoerd onder ISO 17025-accreditatie. Hiermee garandeert VCBT haar klanten technisch betrouwbare analyseresultaten die ook altijd volledig onderling vergelijkbaar zijn. Meestal bestaat een bewaarproef uit het tweemaandelijks bemonsteren van vruchten uit de verschillende bewaarcondities. Op deze vruchten wordt dan meteen na uitslag en na 7 dagen uitstalling gemeten. Hardheid, opgelostestofgehalte, titreerbare zuurheid, achtergrondkleur, zetmeelwaarde, maat en gewicht behoren tot de gebruikelijke geaccrediteerde metingen. Bewaring van de vruchten gebeurt in speciaal daarvoor ontworpen containers die elk afzonderlijk te sturen zijn en ook geschikt zijn voor DCA (dynamisch gecontroleerde atmosfeer) bewaring.

SMAAK EN AROMA KRIJGEN APARTE AANDACHT

Niet elke opdrachtgever vindt lange bewaring het ultieme doel. Een uitstekende smaak is een ijzersterk verkoopsargument. Daarom worden de vruchten bij de bewaartesten niet enkel beoordeeld op hardheid en houdbaarheid maar ook op smaak en aroma, eventueel na kortere bewaring in mildere condities. Hiervoor beschikken VCBT en MeBioS over diverse middelen, gaande van eenvoudige smaakpanels tot gesofistikeerde meetapparatuur die de verschillende aromacomponenten per kan definiëren. In 2019 keken we naar de aromaprofielen van verschillende perenrassen. In Figuur 1 zie je hiervan een PCA-analyse waarin duidelijk is dat verschillende perenrassen zich van elkaar onderscheiden door hun aroma. In fase 3 en 4 gaan we altijd dieper in op de smaakaspecten.

CELINA: INVLOED VAN DROGESTOFGEHALTE OP BEWAARBAARHEID

Voor Celina ging VCBT na in hoeverre het drogestofgehalte bepalend was voor de bewaarbaarheid van de vruchten. Hiervoor bewaarden we vruchten van vier verschillende niveaus van drogestofgehalte, gaande van zeer laag tot zeer hoog. De vruchten werden op VCBT bewaard tot december. We zagen dat naarmate het drogestofgehalte hoger was, de hardheid hoger was en beter behouden bleef tijdens bewaring (Figuur 2). Bovendien hadden de vruchten met hogere drogestofgehalte ook een hoger suikergehalte.

CEPUNA: KRITISCHE MOMENTEN VOOR CO_2

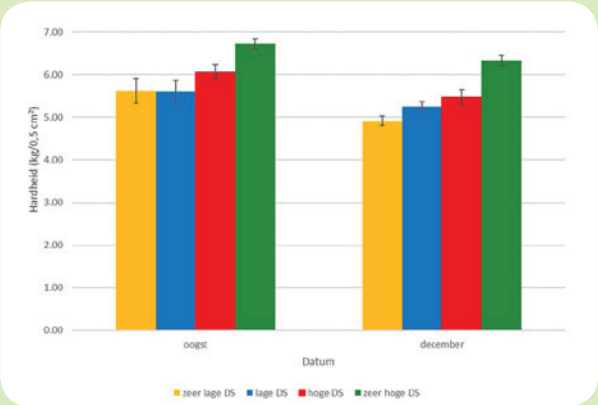
Tot 2018 was men voor Cepuna zeer voorzichtig met CO_2. Daarom werd in 2018-2019 nagegaan op welk moment en in welke mate CO_2 schadelijk is voor Cepuna. Hiervoor werden op 7 tijdstippen in de bewaring korte of lange periodes CO_2 aan hoge (5%) of lage (1%) dosis toegediend. We werkten met Cepuna die historisch gezien gevoelig was voor inwendig bruin en bewaarden hem in ULO bij -0.2°C. Uit het experiment kwam duidelijk naar voor dat voor Cepuna, net zoals voor Conference, de periode waarin we de zuurstofconcentratie verlagen, de meest kritische is. Het laag houden van CO_2 in de zogenaamde 'afbrand'fase kan inwendig bruin sterk beperken in latere bewaring. Alle vruchten hadden in april, na 8 maanden bewaring nog een zeer goed uitstalleven.

QUEENS FORELLE: LIEFST 1-MCP...

Queens Forelle is al een aantal jaren in onderzoek bij VCBT. Het ras bewaart algemeen zeer goed, maar is schilbruingevoelig. Hij reageert hiervoor uitstekend op de toepassing van 1-MCP. Dit jaar werden een aantal bewaarcondities zonder 1-MCP bij -0.5°C uitgetest. Met 1-MCP kon in alle bewaarcondities het schilbruin voorkomen worden tot in mei, zelfs na uitstalling! Zonder 1-MCP trad op een bepaald moment toch schilbruin op. Je kan Queens Forelle bij lage zuurstofconcentratie bewaren: bij 1% O_2 en 0.7% CO_2 kan je zelfs Queens Forelle die niet werd behandeld met 1-MCP redelijk goed bewaren en wordt schilbruin sterk vertraagd.

REGAL RED

Regal Red is een rode variant van Doyenné en heeft wellicht dezelfde bewaareisen. 1-MCP in combinatie met ULO wordt normaal gezien niet geadviseerd op Doyenné. Regal Red werd in 2018-2019 redelijk laat geplukt, dan behandeld met 1-MCP en daarna bewaard in ULO. De vergelijking werd gemaakt met onbehandelde vruchten. De 1-MCP behandelde vruchten bleven harder en vertoonden minder verouderingsbruin na 6 maanden bewaring.



Figuur 2: Hardheid van Celina bij verschillende drogestofgehalten.

ZOUK16

Voor Zouk16 was het ons derde bewaarjaar. Het ras wordt op VCBT bewaard tot mei bij 1°C. De bewaarkwaliteiten van het ras waren redelijk goed gekend. De opdracht was in 2018-2019 om na te gaan of we protocollen konden opstellen voor bepaalde markten. Voor korte bewaring is immers niet dezelfde behandeling, bewaring of plukdatum vereist als voor (zeer) lange bewaring. Hiervoor bewaarde VCBT Zouk16 al of niet behandeld met 1-MCP in gewone koeling en in ULO en werden de vruchten zeer frequent beoordeeld. Wanneer je Zouk16 niet in ULO bewaart, is op tijd plukken extra belangrijk om de hardheid te bewaren. Wanneer je toch in ULO bewaart is voor korte bewaring niet altijd een behandeling met 1-MCP nodig. Op basis van onze besluiten kon een protocol opgesteld worden.

ZOUK31

Voor Zouk31 deden we een beperkt bewaaronderzoek tot mei bij 1°C. Zouk31 blijft ook hard zonder 1-MCP. Lage zuurstof bewaring (1%) is belangrijk als je Zouk31 lang wilt bewaren. Met 1-MCP traden er geen afwijkingen op tot het eind van de bewaring, zelfs tijdens uitstalling. In maart en mei vonden de proevers de vruchten die behandeld waren met 1-MCP nét dat ietsje lekkerder.

ZOUK32

Zouk32 blijft lang erg hard bij 1°C en heeft hiervoor geen 1-MCP nodig. Ook in de uitstalling verliest hij weinig hardheid. Voorlopig lijkt bewaring bij iets hogere zuurstofconcentratie meer geschikt (3%). De vruchten worden niet vettig en hadden geen schilbruin in de proeven. De vroege plukdatum viel op 6 september voor de vroege pluk (1 week vóór Golden), maar dat had misschien nog iets vroeger moeten zijn.

KLANT IS KONING

Bovenstaande resultaten kwamen tot stand omdat de raseigenaars ook bepaalde specifieke vragen hadden. Er wordt dus steeds een compromis gezocht tussen wat nuttig en wenselijk is voor de klant. Als deze laatste bv. al heel snel iets over aroma's wil weten, dan zal dit in een vroegere fase van het onderzoek getest worden.

Dit onderzoek werd gefinancierd door EFC (Cepuna), Zouk BVBA (Zouk16, Zouk31, Zouk32), Fruithandel Wouters (Celina) en Green Diamond (Queens Forelle), veiling LTV (Regal Red)

Optimal storage conditions for new pome fruit cultivars
In 2018-2019 the cultivars Cepuna, Celina, Zouk16, Zouk31, Zouk32, Queens Forelle and Regal Red were tested. Picking date, application of 1-MCP and storage conditions were tested. All observations are done according the ISO/IEC 17025 standard. These tests are done during several years because some disorders are related to climatic conditions. This leads to detailed guidelines for each cultivar.

COOLPLANT
Optimale bewaring plantmateriaal braam en framboos

Frigobewaring van plantmateriaal van bramen en frambozen is ontstaan met als doel meerdere teelten per jaar te realiseren. Verse planten worden vanaf april/mei van het eerste jaar opgekweekt en eind december ingepakt. Dan gaan de planten de bewaring in om er in januari/februari (voorjaarsteelt) of juli (najaarsteelt) uit te komen. Het gekoeld bewaren van plantmateriaal is een dure en risicovolle onderneming. Een goede strategie die verliezen door koeling beperkt, is daarom belangrijk.

'COOLPLANT'

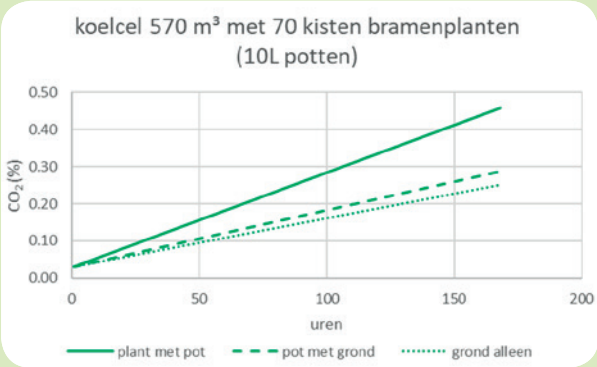
Het LA-traject 'COOLPLANT werkt een strategie uit om plantmateriaal van frambozen en bramen voor een vervroegde/verlate teelt zo optimaal mogelijk te bewaren in de koelcel. Het project startte in 2017. De eerste resultaten van het project zijn net beschikbaar. De doel van het project is om eenvoudige richtlijnen op te stellen voor telers voor een optimale opkweek- en bewaarstrategie die steunt op verschillende controleerbare parameters zoals teelttechnische maatregelen, bemestingsregimes, bewaarmaatregelen en koelregime. VCBT voert dit project uit samen met pcfruit, die de teeltaspecten voor haar rekening neemt.

IDEALE GASSAMENSTELLING TIJDENS KOELING

Wat is de invloed van de gassamenstelling tijdens de bewaring van het plantmateriaal? Kennis hierover is belangrijk om twee redenen. Enerzijds kan gecontroleerde atmosfeer (CA) bewaring, waarbij de zuurstofconcentratie verlaagd en de CO_2-concentratie verhoogd wordt, interessant zijn. De ademhaling van de planten wordt door de wijziging in atmosfeer geremd, waardoor de planten misschien beter de lange bewaring doorstaan. Een hogere CO_2-concentratie werkt ook schimmelremmend. Anderzijds kan té hoge CO_2 of té lage O_2 ook plantschade geven. Het is daarom ook belangrijk om te weten waar de grenzen liggen. Immers, door de plantademhaling zelf wordt al CO_2 geproduceerd. Zonder beluchting of in een dichte verpakking zal door de eigen ademhaling de CO_2-concentratie al stijgen, zonder dat we die zelf gaan wijzigen. De snelheid waarmee dit gebeurt is afhankelijk van de plantademhaling.

CA-BEWARING LIJKT VOORLOPIG WEINIG ZINVOL

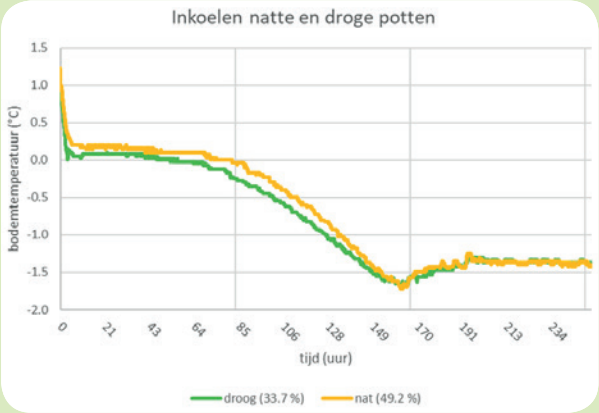
In de experimenten, die samen met veiling Belorta werden opgezet, kwam duidelijk naar voor dat er weinig voordelen zijn aan gewijzigde atmosfeer voor de plantbewaring. Er zijn eerder risico's aan verbonden zoals het minder uitlopen van knoppen bij hogere CO_2-concentratie in de bewaring. Daarom ging VCBT de ademhaling van de planten in detail meten. Dit werd uitgevoerd door planten in een gasdichte container te plaatsen waarbij de CO_2- en O_2-concentratie met een uiterst nauwkeurige controller werd opgevolgd. Op basis van de metingen konden de zuurstofconsumptie en CO_2-productie, de ademhaling berekend worden. Dit deden we voor planten met pot, voor de potten alleen en zelfs voor de grond zonder wortels. In Figuur 1 is een berekening weergegeven wat dit betekent voor een koelcel (570 m³) waarin 70 kisten met telkens 80 planten worden bewaard wanneer deze niet belucht zou worden. Zonder beluchting zou de CO_2-concentratie in een gekoelde situatie rond 0°C ongeveer 0.4% tot 0.8% per week kunnen stijgen. Bij hogere temperatuur zal de stijging nog hoger zijn. Bij gebruik van kleinere potten, bv. 5L of 2L, kunnen er meer planten in een kist en stijgt het CO_2-gehalte in verhouding sneller.



Figuur 1: CO_2-accumulatie in een gasdichte koelcel van 570m³ gedurende 1 week voor bramenplanten met pot. Het aandeel van de potten met grond en de grond zonder wortels werd ook gemeten en is weergegeven in stippellijnen. In de koelcel staan 70 kisten met telkens 80 bramenplanten in potten van 10L.

INVRIEZEN: INVLOED VAN HET VOCHTGEHALTE VAN DE POTTEN

In een andere proef werd het invriesgedrag van de planten met pot bekeken in functie van de vochtigheidsgraad van de grond. De temperatuur in de koelcel wordt ingesteld op -2 °C. Van elke pot wordt het gewicht en het bodemvochtgehalte opgemeten. In elke pot wordt een bodemvochtsensor en een temperatuurlogger geplaatst. Het bodemvocht werd op specifieke tijdstippen gemeten; het temperatuurverloop in de potten werd continu geregistreerd. Als de potten voldoende waren ingekoeld na een 10-tal dagen werden de ingevroren potten op een temperatuur van 17 °C geplaatst om te ontdooien. Het temperatuursverloop (gemiddelde van 4 frambozen) van de natte en droge potten wordt weergegeven in Figuur 2. In de droge potten wordt een lagere temperatuur sneller bereikt dan in de natte potten. Vooral bij het realiseren van een temperatuur van 0 °C merken we een groot verschil in tijd tussen de natte en droge potten. In de droge potten wordt een temperatuur van 0 °C sneller bereikt (na 56 u) terwijl het voor de natte potten langer (na 73 u) duurt.



Figuur 2: Evolutie van het temperatuurverloop bij het invriezen van natte (49,2 %) en droge (33,7 %) potten met frambozenplanten.

NORMEN VOOR GEHALTEN AAN RESERVESTOFFEN IN PLANTWEEFSEL

Tijdens de bewaring verbruikt de plant nog een gedeelte van haar reservestoffen door ademhaling. Om de lange bewaring te overleven moeten er voldoende reservestoffen aanwezig zijn in de plant bij de inzet in bewaring. Daarom onderzocht VCBT in 2019 de evolutie van de reservestoffen tijdens de bewaring van de planten. Figuur 3 geeft een dergelijk verloop weer voor bramenplanten. Hierin is duidelijk dat de planten stilaan hun suikers verbruiken. Na september, wanneer het suikergehalte minimaal was, begon er uitval op te treden bij het uitplanten in de teelt. Op basis van dergelijke experimenten en ervaringen en via de kennis van de hoeveelheid reservestoffen in de plant kunnen er richtlijnen opgesteld worden rond de minimale hoeveelheid reservestoffen die een frambozen- of bramenplant nodig heeft voor lange bewaring, waarbij de kans op verliezen tijdens de koeling geminimaliseerd wordt en een optimale productie tijdens de verlate teelt gegarandeerd kan worden. Dit project zal gevalideerd worden in praktijkomstandigheden.

Figuur 3: Evolutie van de reservestoffen in de wortels tijdens de bewaring van de bramenplanten.

Onderzoek in het kader van het LA-traject "COOLPLANT – Optimale bewaring van frambozen- en bramenplanten in de koeling", HBC 2016.0784, gefinancierd door Agentschap Innoveren en Ondernemen, het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT), Boerenbond, Driscoll's of Europe B.V. en Delphy Team Houtig Kleinfruit

Coolplant - Optimal storage conditions for raspberry and blackberry plants
The long storage in refrigeration of raspberry and blackberry plants aims at having more than one production cycle per year. New plants are grown from April/May in the first growing year and packed in December. Then they are refrigerated and stored until January/February (spring production) or July (autumn production). This storage of plant material is a risky and expensive business. Good guidelines in terms of plant properties and cooling strategies are needed in order to have a successful storage result.

‘Real-time’ meting van vluchtige organische componenten bij bewaring van Conference

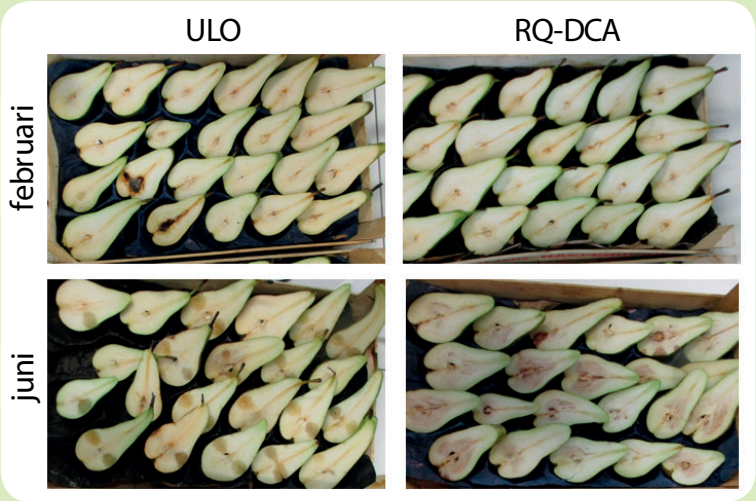
De laatste jaren is dynamisch gecontroleerde atmosfeer (DCA) bewaring in opmars bij appel. Hierbij varieert de O_2-concentratie in de koelcel afhankelijk van een bepaalde biorespons die de gezondheidstoestand van de bewaarde vruchten weerspiegelt. Uit een proef uitgevoerd door het VCBT bleek de DCA-bewaarmethode voor appel niet zomaar direct te werken voor peren. Vluchtige organische componenten (VOC’s) geproduceerd door de vruchten tijdens bewaring lijken een mogelijke gezondheidsindicator en biorespons om te gebruiken in een DCA-bewaarstrategie voor peren. Een prototype van een optische sporengassensor die ontwikkeld werd in het QCAP-project in samenwerking met verschillende Europese partners werd hiervoor uitgetest.

VLUCHTIGE ORGANISCHE COMPONENTEN GEVEN GEZONDHEIDSTOESTAND VAN PEREN AAN

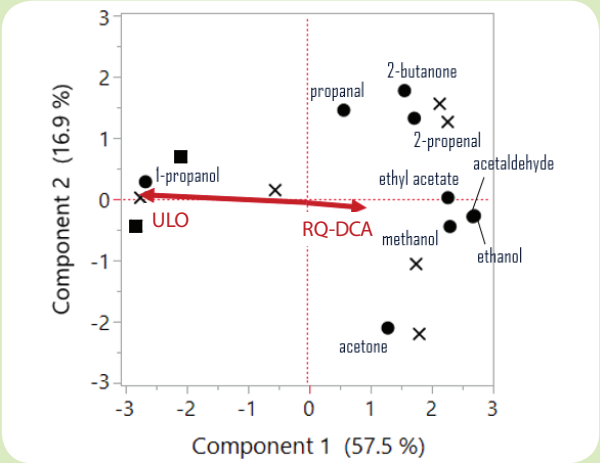
Conference peren werden bewaard in twee verschillende condities: gewone ULO-bewaring bij 3% O_2 en 0.7% CO_2 en RQ-DCA-bewaring waarbij de O_2-concentraties varieerden naargelang de RQ-metingen. Hier bereikte de O_2-concentratie veel lagere waarden dan 3% tot zelfs 0.2%. De kwaliteit van de vruchten werd na 5 en 9 maanden bewaring opgemeten. Figuur 1 laat zien dat vooral na 9 maanden bewaring de peren in RQ-DCA, bewaard bij zeer lage zuurstofconcentraties inwendige problemen hadden ontwikkeld. Er werd ook aangetoond dat de 2 bewaarcondities een verschillend patroon aan vluchtige organische componenten (VOC) produceerden. Vruchten produceren VOC’s in hun metabolisme. Afhankelijk van de toestand van de vruchten wordt een welbepaalde reactieweg gevolgd resulterend in de vorming van specifieke VOC’s. In de bewaarcontainers werden twaalf VOC’s teruggevonden, gaande van C1- (bv. methanol) tot C4-verbindingen (bv. butanon). Figuur 2 toont een bi-plot van de resultaten van de bepalingen van de VOC’s in de bewaarcondities. Hierin zijn enerzijds de teruggevonden VOC’s weergegeven en anderzijds de twee verschillende bewaarcondities. VOC’s die in de buurt staan van een bepaalde conditie werden voornamelijk in die conditie aangetroffen.

MEER FINETUNING VAN RQ-DCA-PROTOCOL NODIG OM INTERNE KWALITEITSGEBREKEN TE VOORKOMEN

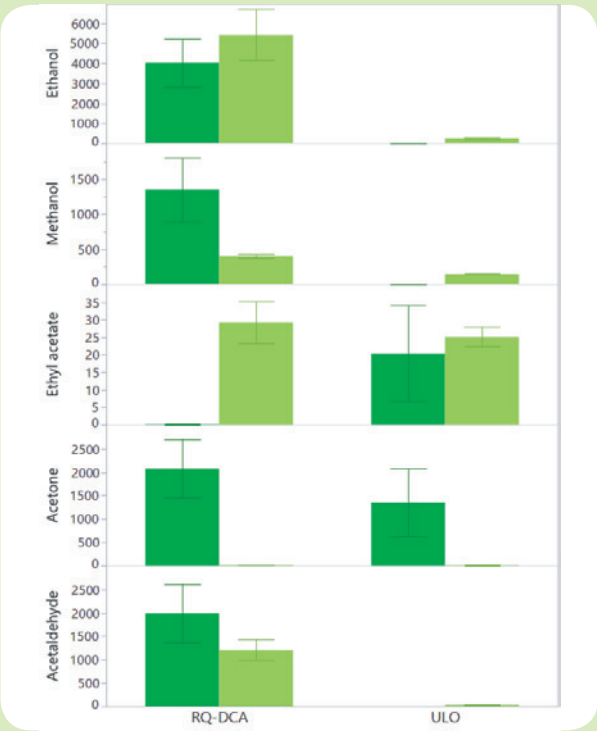
In samenwerking met verschillende partners werd in het Interreg-project QCAP een breedband mid-infrarood sensor voor sporengassen ontwikkeld. De sensor werkt op basis van spectroscopische technieken in het mid-infrarode gebied van het optische spectrum. Als lichtbron wordt een super continuüm laser gebruikt. Doordat de laser erg gefocust lucht uitstuurt, kan een absorptiecel met reflecterende uiteinden gebruikt worden waardoor de weglengte voor lichtabsorptie door de chemische componenten verschillende tientallen meters kan bedragen. Met de lange absorbtielengte en hoge lichtsterkte van de laser is het mogelijk om zeer lage concentraties te meten. De vluchtige componenten geproduceerd tijdens de twee bewaarcondities werden zowel met de optische sensor als met de referentietechniek door middel van TDU-GC-MS gemeten (Figuur 3). Uit de



Figuur 1: Interne kwaliteit van Conference peren bewaard voor 5 en 9 maanden in 2 bewaarcondities: gewone ULO en RQ-DCA bewaring.



Figuur 2: Biplot van de PCA-analyse uitgevoerd op de metingen van vluchtige organische componenten door middel van TDU-GC-MS tijdens de bewaring van Conference peren in 2 bewaarcondities: gewone ULO en RQ-DCA bewaring.



Figuur 3: Vergelijking van de gemeten concentraties (ppb) van 5 belangrijke vluchtige organische componenten na bewaring in ULO en RQ-DCA. De concentraties gemeten met de optische sensor zijn weergegeven in donker groen en die gemeten met TDU-GC-MS in lichtgroen.

vergelijking van deze resultaten blijkt dat het verschil tussen de bewaarcondities het meest uitgesproken was voor de vluchtige componenten ethanol, methanol en acetaldehyde. Deze componenten waren afwezig of in lage concentraties aanwezig in de ULO-conditie maar in hoge concentratie in de RQ-DCA-conditie met zeer lage O_2-concentraties. Alhoewel de trend hetzelfde was voor de optische sensor als de referentiesensor overschatte de optische sensor systematisch de concentratie voor methanol en acetaldehyde en onderschatte deze van ethanol. Ethylacetaat werd niet gedetecteerd door de optische sensor terwijl aceton niet gedetecteerd werd met de referentiemeting. Eén van de redenen van de discrepantie is waarschijnlijk de relatief hoge concentratie aan ethyleen in het ppm bereik waardoor de analyse van de andere componenten in het ppb bereik bemoeilijkt wordt.

POTENTIEEL VAN VLUCHTIGE ORGANISCHE COMPONENTEN METING ALS DCA-TECHNIEK

Er werd aangetoond dat verschillen in vluchtige componenten tussen verschillende bewaaromstandigheden kunnen worden opgepikt door de optische sensor.

Figuur 4: Prototype opstelling van de breedband mid-infrarood optische gassensor

Onderzoek in het kader van het Interreg-project QCAP "Real-time interactive storage quality control in fresh agro products".

Real-time volatile organic components measurements of Conference pears to monitor storage quality
The last decade a new trend in controlled atmosphere storage is dynamic controlled atmosphere storage in which, in most cases, the oxygen concentration set-point is varied online on a fruit based signal. This is currently rather successful for apple storage for which several commercial systems exist. The DCA technique that works for apple seems not transferable to pear without changes. Volatile organic compounds (VOC) in the storage atmosphere produced by the fruit during storage might be a possible bio response to assess the status of the fruit and might be a suitable signal to develop a DCA storage technique for pear fruit. A prototype optical trace gas sensor was tested to measure VOC's of Conference pear during storage.

RQ-DCA-bewaring van Conference

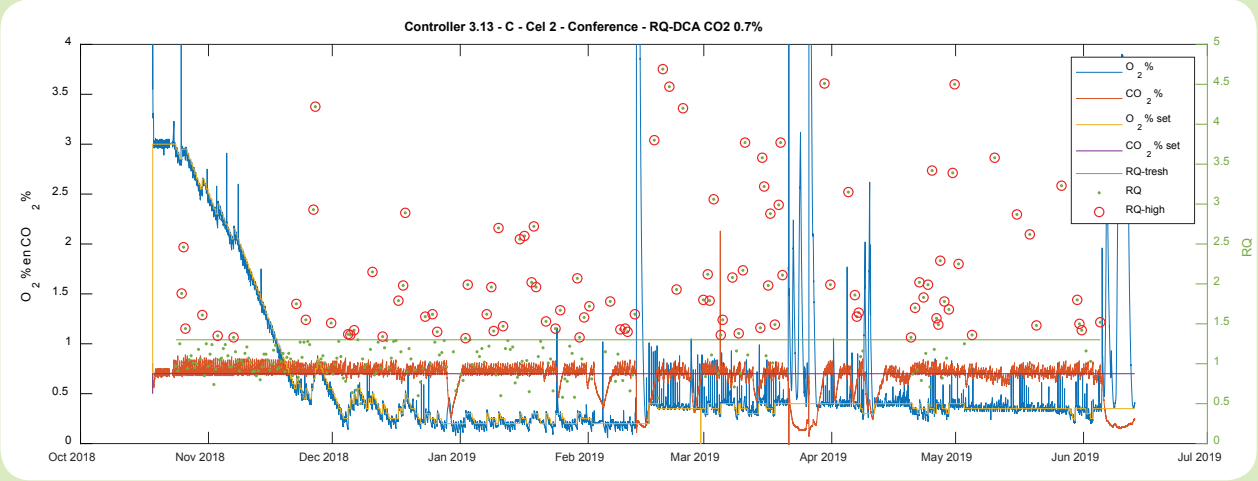
Dynamisch gecontroleerde atmosfeer (DCA) bewaring kan kwaliteitsverlies tijdens bewaring beperken. DCA zoekt naar de laagst mogelijk zuurstofconcentratie voor de vruchtbewaring door de zuurstofconcentratie in de bewaarruimte dynamisch aan te passen op metingen van de biorespons van de vruchten op lagezuurstofstress. In het verleden werd reeds gebruikt gemaakt van de chlorofylfluorescentie van de bewaarde vruchten en de ethanol-concentratie in de vruchten en in de bewaarruimte. RQ-DCA gebruikt het respiratiequotiënt (RQ) van de vruchten. Voor appel werden in het verleden al heel wat goede resultaten gemeld. Peren vragen toch een speciale aanpak.

OPTIMAAL RQ-DCA PROTOCOL VOOR CONFERENCE

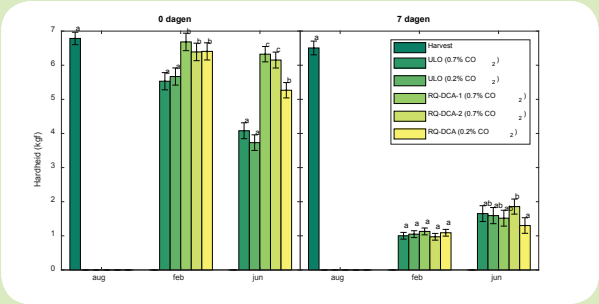
Klassieke ULO-bewaring van Conference gebeurt bij relatief hoge O_2 (2.5 - 3 %) en lage CO_2 (0.7 %). Deze condities beperken vooral de ontwikkeling van inwendig bruin en holtevorming. Bij DCA-bewaring gaan we de O_2-concentratie geleidelijk aan verder laten zakken met kleine stapjes waarna we telkens nagaan of het fruit stress ondervindt. Bij RQ-DCA bepalen we telkens het respiratiequotiënt (RQ). Als deze dicht bij 1 ligt is alles normaal en gaan we ervan uit dat het fruit nog geen stress ondervindt en de zuurstofconcentratie dus nog verder kan zakken. Wordt deze echter merkelijk groter dan 1, dan geeft dit aan dat de vruchten beginnen te fermenteren en dus duidelijk onder stress staan. Dan gaan we de O_2-concentratie in de bewaarruimte opnieuw verhogen. Hierdoor schommelt de O_2-concentratie voortdurend tijdens de gehele bewaring en zullen verschillende kwaliteitseigenschappen zoals hardheid en de groene achtergrondkleur beter behouden blijven. De hypothese die we onderzochten was de volgende: Zal het fruit op tijd een stress-signaal, door middel van een hoge RQ, geven wanneer de O_2-concentratie onder de 2.5% zakt zonder de inwendige afwijkingen te ontwikkelen ? Is het hierbij ook nodig om de CO_2-concentratie nog lager in te stellen dan 0.7 % zoals in sommige literatuur wordt gesuggereerd?

GASCONDITIES TIJDENS DE BEWARING

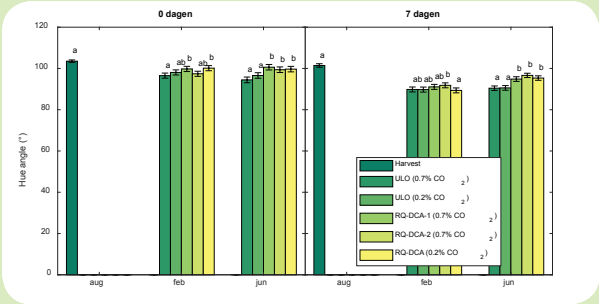
Er werd een bewaarproef aangelegd in proefcontainers (400L) waarbij 4 verschillende bewaarregimes met elkaar werden vergeleken. Gewone ULO (2.5 % O_2, 0.7 % CO_2) werd vergeleken met RQ-DCA waarbij de O_2 op basis van de gemeten RQ werd aangepast en de CO_2 op 0.7 % werd gehouden. Daarnaast werden ook nog een ULO-conditie bij verlaagde CO_2 (2.5 % O_2, 0.2 % CO_2) aangelegd en een DCA-conditie waarbij de CO_2 ook werd ingesteld op 0.2 % CO_2. Het RQ-DCA-algoritme paste de O_2-concentratie dynamisch aan op basis van real-time RQ-metingen. Hierdoor werden zeer lage O_2-concentraties tot zelfs 0.2 % bereikt, wat veel lager is dan de 2.5-3 % die gebruikelijk is bij ULO-bewaring van Conference. Figuur 1 geeft de bereikte O_2- en CO_2-concentratie tijdens bewaring in één van de RQ-DCA containers weer. Direct na de oogst werden de peren ingekoeld tot de bewaartemperatuur van -1°C in gewone lucht. Daar bleven ze dan zoals gebruikelijk 3 weken vooraleer de O_2-concentratie verlaagd werd naar de ULO-instellingen. Vanaf 15 oktober 2018 werd in de RQ-DCA containers het RQ-DCA-protocol gestart. Zoals op Figuur 1 te zien is, ging de O_2-concentratie geleidelijk aan naar beneden tot waarden dicht bij 0.2 %.



Figuur 1: Gerealiseerde O_2- en CO_2-concentraties in de RQ-DCA-bewaarcondities over het gehele bewaarseizoen. Gemeten RQ-waarden zijn af te lezen op de rechterschaal. Wanneer deze de limiet van 1.3 overschrijden werd de O_2-concentratie verhoogd.



Figuur 2: Hardheid (kgf) van Conference peer na 5 en 9 maanden bewaring gevolgd door 7 dagen uitstal bij 18°C. Foutenbalkjes geven het 95% betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde weer. Bewaarcondities zonder gemeenschappelijke letters zijn verschillend van elkaar binnen elke bewaar- en uitstallingsgroep.



Figuur 3: Achtergrondkleur (Hue) van Conference peer na 5 en 9 maanden bewaring gevolgd door 7 dagen uitstal bij 18°C. Een hogere Hue-waarde geeft een groenere kleur aan. Foutenbalkjes geven het 95% betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde weer. Bewaarcondities zonder gemeenschappelijke letters zijn verschillend van elkaar binnen elke bewaar- en uitstallingsgroep.

BETERE HARDHEID IN DCA

De kwaliteit werd beoordeeld in februari en begin juni. Bij de kwaliteitsmetingen kwam het effect van de verschillende bewaarscenario's duidelijk naar voor. Deze waren het duidelijkst direct na uitslag voor de hardheid waarbij de DCA-condities tot 2.5 kg harder bleven ten opzichte van de ULO-condities (Figuur 2). Na 7 dagen uitstal bij 18°C waren deze effecten op de hardheid zo goed als verdwenen maar de groene achtergrondkleur bleef ook na 7 dagen uitstalleven groener dan de ULO-condities (Figuur 3). Opgelostestofgehalte blijft in alle condities goed behouden maar ook het zuurheidsverlies was beperkter voor de RQ-DCA behandelingen in februari na uitstalleven. Dit is toch wel een belangrijk gegeven voor een goed behoud van de zoet-zuurbalans tijdens de smaakbeleving. Naast deze positieve effecten van RQ-DCA kwamen we toch nog een aantal inwendige problemen tegen, vooral naar het einde van de bewaring toe. In Bij de beoordeling in februari zijn er nog heel weinig problemen van inwendig bruin of holtevorming op te merken. In juni is één van de twee RQ-DCA-containers er slechter aan toe dan de andere maar bij de ULO-bewaring is er ook al een begin van bruinvorming op te merken.

RQ-DCA-BEWARING HEEFT ZEKER POTENTIEEL VOOR CONFERENCE

Het kwaliteitsbehoud bij RQ-DCA is meestal beter en niet slechter dan ULO-bewaring. Ontwikkeling van bruin en hol kon niet helemaal voorkomen worden met RQ-DCA maar was niet minder aanwezig in de ULO-condities. Waarschijnlijk kunnen we dit nog verder optimaliseren door het DCA-algoritme minder agressief te maken en het vroeger te laten waarschuwen voor stress. Het verlagen van de CO_2 onder 0.7 % is niet nodig gebleken en gaf zelfs iets slechtere resultaten. Dit is goed nieuws voor praktische implementaties omdat dan de huidige scrubbercapaciteit voldoende zal zijn. Door de verlaagde ademhalingsactiviteit bij de lagere O_2 concentraties zal zelfs minder CO_2 geproduceerd worden waardoor minder gescrubd moet worden en ook minder warmte geproduceerd wordt zodat er ook minder koelingacties nodig zijn wat tot een energiebesparing zal leiden.

Onderzoek in het kader van het LA-traject "Praktische richtlijnen voor dynamisch gecontroleerde atmosfeerbewaring van hardfruit", HBC.2016.0806, gefinancierd door Agentschap Innoveren en Ondernemen en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT)

RQ-DCA storage of Conference pear
Conference pears were stored in small scale storage containers (400L) with RQ-DCA and conventional ULO storage conditions. The RQ-DCA storage led to significant lower O_2 concentrations compared to the O_2 concentrations reached with ULO storage. Post-storage quality attributes such as firmness and skin background color were evaluated as well as internal defects such as internal browning and cavities formation. Beneficial effects on external quality attributes were observed. However some problems with internal defects need to be solved. In further research less aggressive RQ-DCA protocols will be investigated.

Lekkere Conference op elk moment van het bewaarseizoen

In de afgelopen jaren zagen we vaak dat Conference na lange bewaring en/of verre transporten wat betreft uitstalleven tekortschoot. De vruchten waren na slechts enkele dagen al zeer zacht of vertoonden ouderdomsverschijnselen. Voor dergelijke trajecten en bewaarduren dringt zich een alternatief op en dat is beschikbaar onder de vorm van 1-methylcyclopropeen (1-MCP). 1-MCP is een product dat na de oogst wordt toegepast op de vruchten en de rijping van de vruchten blokkeert, waardoor hun houdbaarheid verlengt. De juiste timing en dosis van 1-MCP op Conference is complexer dan bij appel. Het demonstratieproject "Lekkere Conference op elk moment van het bewaarseizoen" heeft als doel om telers te tonen hoe je kan spelen met 1-MCP om de gewenste zachte of harde Conference peer te bekomen na een bepaalde bewaarduur.

DEMONSTRATIE STAAT CENTRAAL

Het demonstratieproject is een samenwerking van VCBT met pcfruit en de firma Hermoo. De financiering voor dit project komt van het Departement Landbouw en Visserij en het Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling.

Zoals de naam van het project al aangeeft, staat demonstratie centraal in dit werk. Doelstelling van dit project is om op een aantal bedrijven de toepassing van 1-MCP te demonstreren en ook de grenzen van de mogelijkheden aan te geven. We willen samen met de telers duidelijke richtlijnen demonstreren waarmee ze aan de slag kunnen om een bepaald doelpubliek van perenconsumenten te bedienen. Hiermee hopen we de kennis omtrent de mogelijkheden van 1-MCP te vergroten en de algemene houdbaarheid van Conference te verbeteren.

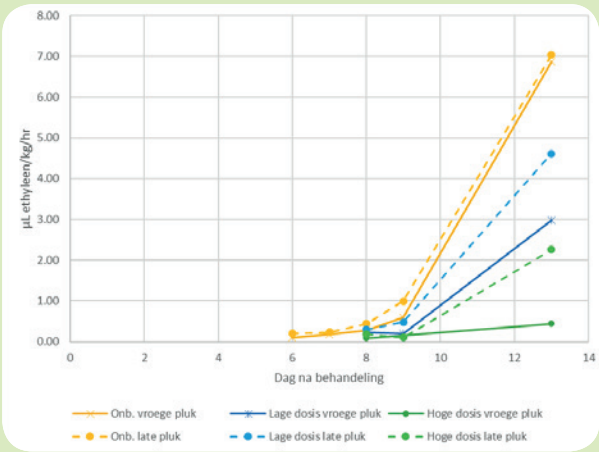
SAMENWERKING MET 7 FRUITBEDRIJVEN OVER HEEL VLAANDEREN

7 fruitbedrijven, verdeeld over het fruittelend gebied van Vlaanderen (Figuur 1), dienen als voorbeeldbedrijf. Elk bedrijf bepaalt samen met VCBT de optimale plukdatum. Deze 7 bedrijven plukken de Conference, behandelen en bewaren het fruit volgens verschillende menu's die telkens leiden tot Conference met een andere bewaarduur/houdbaarheid afhankelijk van de wensen van hun consumenten.
Tussen de gekozen bedrijven zitten handelaars en telers die vooral telen voor ver transport en die dus eerder voor goed houdbare, minder snel rijpende Conference kiezen. Anderzijds zijn er ook telers tussen de voorbeeldbedrijven die huisverkoop hebben waarvoor ten allen tijde een goed smakende en rijpende vrucht erg belangrijk is. Beide groepen zullen voor verschillende menu's kiezen als het aankomt op de toepassing van 1-MCP.

Figuur 1: Regionale verspreiding van de demobedrijven in Vlaanderen

STANDAARD EN AFWIJKEND PROCEDÉ

Op elk bedrijf werd één partij (de grootste) volgens het standaard procedé behandeld en enkele kleinere, maar toch relevante partijen, behandeld volgens andere menu's zodat verschillen in rijpingssnelheid ontstaan. Die rijpingssnelheid vertaalt zich in de productie van het rijpingshormoon ethyleen na de oogst. Een voorbeeld van een dergelijke toepassing op een bedrijf is te zien in Figuur 2. Hier is duidelijk dat een hoog gedoseerde 1-MCP op een vroege pluk van Conference leidt tot vruchten die zelfs na 13 dagen bij 18°C minimaal ethyleen produceren. Te verwachten is dat deze vruchten zelfs na bewaring slecht zullen rijpen. Een dergelijke toepassing valt dus slechts te overwegen bij erg lange bewaring en verre transporten. Op die manier krijgt de teler een zicht op het effect van een normale toepassing van 1-MCP op Conference in vergelijking met onbehandeld en de andere toepassingswijzen (vroegere/latere oogst of vroegere/latere toepassing). Voor de toepassing van 1-MCP op het bedrijf werd samengewerkt met Hermoo en de firma Agrofresh zoals ook wettelijk verplicht is. De kleinere partijen werden op palloxniveau behandeld door VCBT, die hiervoor erkend is (Figuur 3). De bewaring vindt plaats bij de 5 telers en een veiling. Een deel van de vruchten wordt in VCBT bewaard onder gecontroleerde omstandigheden. Na bewaring volgt een grondige kwaliteitsmeting op VCBT en een beoordeling op de bijeenkomsten van ST@F van pcfruit.



Figuur 2: Ethyleenproductie van Conference na de oogst bij 18°C op één van de demobedrijven.

Figuur 3: Behandeling van Conference op palloxniveau.

Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling: Europa investeert in zijn platteland

Dit demoproject "Lekkere Conference op elk moment van het bewaarseizoen" wordt gefinancierd door het Departement Landbouw en Visserij en het Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling (ELFPO)

Tasteful Conference pears during the whole storage season
During the last seasons Conference pears sometimes had a too short shelf life or could not resist far transport distances. The use of 1-MCP can help to improve shelf life of Conference but we need to apply it in a way that it does not block the ripening process completely.Therefore a perfect timing of the application is very important. In this demonstration project the possibilities of alternative applications are demonstrated in order to achieve pears with good shelf life and ripening capacities. In this demonstration project we applied 1-MCP at different timings after harvest on early and late picked fruits. An example of the ethylene production in one storage room is shown in Figure 2.

TAROMAAT

Naar een meer uniforme kwaliteit van tomaten tijdens het volledige seizoen

Verschillende tomatenrassen, verschillende teelttechnieken en seizoenseffecten beïnvloeden de smaak van tomaat. De uiteindelijke smaak van een tomaat is het resultaat van een interactie van diverse componenten. Aroma speelt hierin een belangrijke rol en kunnen we instrumenteel meten met SIFT-MS. Dit is een moderne, snelle, niet-destructieve meettechniek die verschillende tomatenrassen, rijpheidsstadia en teelttechnieken kan onderscheiden. Het aromaprofiel wordt verder gecombineerd met resultaten van smaakproeven en klassieke kwaliteitsmetingen met als doel verschillende smaakgerichte teelttechnieken te identificeren.

TAROMAAT-PROJECT

Vruchtkwaliteit wordt gedeeltelijk bepaald door de rassen, maar grote variatie in kwaliteit bestaat ook door de toegepaste teeltmaatregelen en seizoenseffecten. Zulke variabiliteit kan een negatief effect hebben op de prijsvorming en het vertrouwen van de consument. Het doel van het Taromaat-project is dan ook het verminderen van de variabiliteit in kwaliteit doorheen het jaar en binnen een segment. De nadruk van het project ligt op smaak, maar ook factoren zoals productiviteit en de klassieke kwaliteitsmetingen worden in rekening gebracht. Toegepast en wetenschappelijk onderzoek wordt gecombineerd om enerzijds geoptimaliseerde smaakgerichte teelttechnieken en anderzijds praktische tools voor valorisatie van smaakgerichte teelt- en meettechnieken via het tomatensegmentatiesysteem te bekomen.

SMAAK EN AROMA

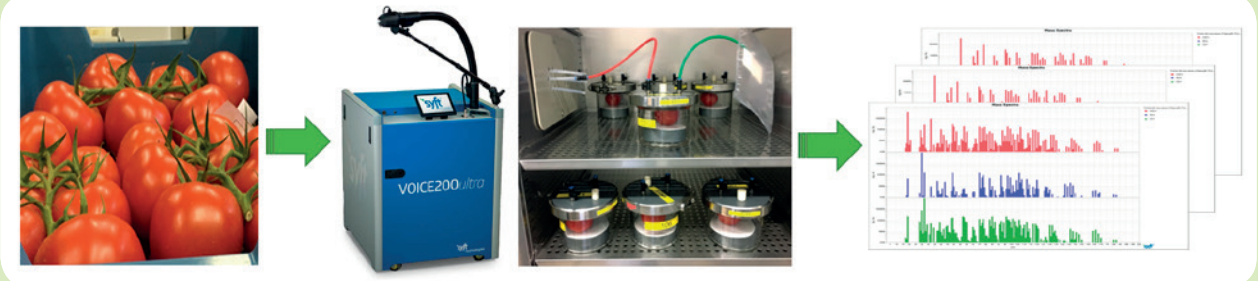
Smaak is één van de primaire veredelingsdoelen van een hedendaagse tomatenveredelaar om tegemoet te komen aan de verwachtingen van de consument. De karakteristieke smaak van tomaat is het resultaat van een interactie van diverse componenten zoals suikers, zuren (beide waargenomen in de mond) en aromatische vluchtige stoffen (waargenomen door de neus) en een complexe interactie tussen deze verschillende componenten. Om smaak te bestuderen worden zowel sensorische als instrumentele analyses gebruikt. Binnen het VCBT wordt er een SIFT-MS (Selected Ion Flow Tube Massa Spectrometrie) gebruikt. Dit is een moderne, snelle, niet-destructieve en precieze meettechniek om het aroma van tomaat te evalueren.

IDENTIFICATIE VAN VARIATIE IN SMAAK EN AROMA VAN TOMAAT

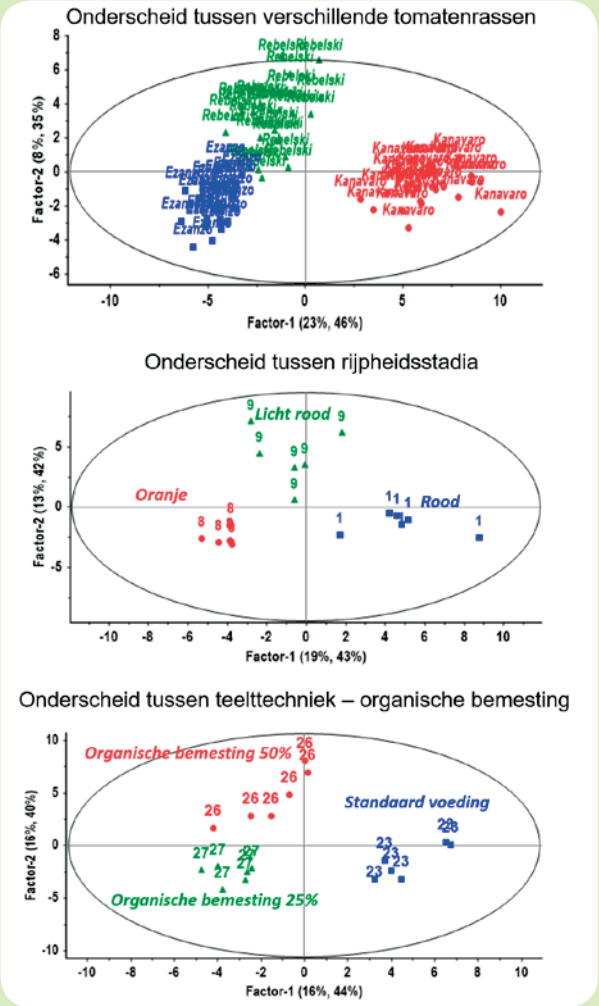
SIFT-MS wordt gebruikt om de vluchtige componenten te meten in de headspace van een bokaal gevuld met intacte tomaten (Figuur 1). Zes onafhankelijke metingen werden uitgevoerd per ras. Smaak werd verder opgevolgd door een smaakproef met een sensorisch panel aan het Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt. Al deze metingen in combinatie met de klassieke metingen zoals opgelostestofgehalte, zuren, hardheid en kleur in het VCBT geven een gedetailleerde beschrijving van de smaak en het aroma van tomaat.

ONDERSCHEIDEN VAN RASSEN

Er bestaat een grote variabiliteit in de vluchtige componenten geproduceerd door de verschillende tomatenrassen. Er bestaan niet enkel verschillende componenten, elk tomatenras stelt ook verschillende hoeveelheden van deze vluchtige componenten vrij. SIFT-MS headspace analyse is ertoe in staat om de verschillende tomatenrassen te onderscheiden (Figuur 2).



Figuur 1: SIFT-MS wordt gebruikt om het aromaprofiel van tomaat te meten. Tomaten worden geoogst en bewaard voor 7 dagen bij 18°C en 80% RV, waarna ze worden bemonsterd met het SIFT-MS toestel. De intacte tomaten worden in glazen bokalen geplaatst, afgesloten en na een uur wordt de headspace wordt bemonsterd. Uit deze meting wordt een aromaprofiel vastgesteld.



Figuur 2: Met SIFT-MS is het mogelijk om verschillende tomatenrassen, verschillende rijpheidsstadia en verschillende teelttechnieken te onderscheiden. De figuren geven de resultaten weer van een Partial Least Squares analyse van vluchtige componenten van drie verschillende rassen (bovenaan), drie verschillende rijpheidsstadia van één tomatenras (midden) en 3 verschillende niveaus van organische bemesting op één tomatenras (onderaan).

ONDERSCHEIDEN VAN RIJPHEIDSSTADIA

Naast genetische verschillen is het rijpheidsstadium van belang voor de smaak van tomaat. Verschillende tomatenproducten hebben specifieke voorwaarden voor rijpheid om aan de kwaliteitsnormen te voldoen. Figuur 2 toont het effect van het rijpheidsstadium bij oogst op de aromacompositie van het tomatenras Foundation. Een duidelijk onderscheid kon worden gemaakt tussen de rijpheidsstadia op basis van data verkregen met SIFT-MS.

ONDERSCHEIDEN VAN TEELTTECHNIEKEN

Teelttechnieken toegepast voor de oogst kunnen de kwaliteit van tomaat beïnvloeden. Gebaseerd op de expertise van de praktijkcentra van Sint-Katelijne-Waver en Meerle liggen er verschillende teelttechnieken in proef. Deze teelttechnieken kunnen zowel éénmalig als dynamisch zijn. In 2019 werden teelttechnieken zoals variaties in substraat, onderstam, het klimaat, enz. getest tijdens het volledige seizoen. Voor 2020 wordt dit verder opgevolgd en uitgebreid. De vruchtkwaliteit wordt gemonitord volgens de methodologie toegepast bij de tomatensegmentatie, om in combinatie met SIFT-MS het aromaprofiel te bepalen. SIFT-MS is in staat om verschillende aromaprofielen, verkregen door verschillende teelttechnieken, te onderscheiden (Figuur 2). Het doel is om de meest succesvolle teelttechnieken te combineren in een proef om te bepalen of er een synergie kan ontstaan om een betere smaak te realiseren.

BEHOUD VAN SMAAK NA DE OOGST

Na de oogst moet de smaak van tomaat zo veel mogelijk worden behouden. Er is reeds veel informatie omtrent het behoud van de kwaliteit na de oogst, maar minder informatie is voorhanden voor verborgen kwaliteitsattributen zoals smaak en aroma. Smaak kan veranderen na de oogst in functie van de bewaartemperatuur en de voorafgaande teelttechnieken. Dit zal verder worden geëvalueerd binnen het Taromaat-project.

KUNNEN WE SMAAK VOORSPELLEN MET SIFT-MS?

De resultaten van de instrumentale analyses zullen worden vergeleken via een multivariate data analyse met de resultaten van een sensorisch en consumenten panel. Zo kunnen relaties tussen SIFT-MS en sensorische data worden vastgesteld om nieuwe inzichten in te winnen. Deze zullen toedragen tot een smaakmodel.

Onderzoek in het kader van het LA-traject "Naar een meer uniforme kwaliteit van tomaten tijdens het volledige seizoen", HBC.2017.0831, gefinancierd door Agentschap Innoveren en Ondernemen en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT), Boerenbond, LAVA, Axia Vegetable Seeds, Colruyt, Enza Zaden, Gautier Semences, Greenyard, Hazera, HBB, Interscience, Monsanto, NaturalPowerSeed, Nunhems, Philips Lighting, Rijk Zwaan en Syngenta.

Taromaat – To a more uniform quality of tomato during the entire season
The Taromaat project has the goal to optimize taste-oriented cultivation techniques and to introduce new technologies for the fast and efficient measurement of taste. The taste of tomatoes is dependent on the different cultivars, different pre-harvest conditions and influenced by seasonality. The resulting taste of a tomato will be dependent on a close interaction of different flavor compounds and aroma volatiles. Aroma can be measured with SIFT-MS, a fast, non-destructive measuring technique that allows for discrimination between cultivars, ripening stages and pre-harvest conditions.

Segmentatieonderzoek tomaat

Het segmentatieonderzoek heeft als doel nieuwe en verbeterde rassen te identificeren voor het Flandria-keurmerk. Wanneer een nieuw ras voldoet aan de strenge kwaliteitseisen van het Flandria-lastenboek kan het tot een segment worden toegevoegd. Elk jaar planten het Proefstation voor de Groenteteelt en Proefcentrum Hoogstraten verschillende nieuwe rassen aan onder belichte en onbelichte teelt. Deze rassen worden geëvalueerd voor verschillende kenmerken. Resultaten omtrent de productie, teeltparameters, smaak- en kwaliteitseigenschappen worden nauwkeurig opgevolgd gedurende het teeltseizoen voor losse tomaten en trostomaten. VCBT voert de instrumentele vruchtkwaliteitsmetingen uit en onderhoudt de database waarin alle resultaten worden verzameld. Op het eind van het segmentatieonderzoek kan er op basis van KO-waarden worden beslist of een nieuw ras voldoet aan de kwaliteitseisen van een Flandria tomatensegment.

INSTRUMENTELE VRUCHTKWALITEITSMETINGEN VOLGENS ISO 17025

De praktijkcentra (PSKW en PCH) waar de nieuwe rassen in proef liggen, voeren de tomaten aan. Dit gebeurt vijf keer per jaar voor zowel de belichte teelt (januari tot juli) als de onbelichte teelt (april tot oktober). Na de oogst volgt een uitstaltest bij 18°C en 80% luchtvochtigheid (RV) voor een periode van 10 dagen. Tijdens de bewaarproef worden een aantal objectieve, instrumentele kwaliteitsmetingen uitgevoerd in het laboratorium. VCBT is voor deze metingen geaccrediteerd conform ISO17025. Dit garandeert dat er technisch betrouwbare analyseresultaten worden bekomen.

PRIKSCHADEGEVOELIGHEID

De prikschadegevoeligheid voor losse tomaten wordt nagegaan één dag na de oogst. De prikschadegevoeligheid is een belangrijke parameter vermits deze aanduidt hoe goed een ras de verschillende opeenvolgende handelingen gedurende het oogstproces, de sortering en het transport kan doorstaan. Per ras worden 24 onbeschadigde vruchten met vastzittend kroontje per ras gebruikt voor deze analyse. De tomaten worden per 6 in een EPS-kistje gelegd dat is vastgemaakt op een elektrische schudder (zie Figuur 1). De tomaten worden geschud aan een snelheid van 200 bewegingen per minuut met een amplitude van 8 centimeter gedurende vijf minuten. Het gemiddeld aantal prikjes dat een ras oploopt bij deze test leidt tot de prikscore. Hoe het hoger het aantal prikjes, hoe lager de prikscore. Een negatieve waarde duidt dus zeer prikschadegevoelige rassen aan, terwijl positieve waarden duiden op minder prikschade gevoelige rassen.

OPGELOSTESTOFGEHALTE

Het opgelostestofgehalte van een tomaat is belangrijk voor de smaak. De opgelostestof in tomatensap bestaat voornamelijk uit suikers en gedeeltelijk uit zuren en zouten en wordt weergegeven in °Brix. Op dag 3 en dag 10 na de oogst wordt het opgelostestofgehalte gemeten. Op beide dagen worden 10 tomaten bemonsterd. Met een handboor wordt de tomaat beschadigd zodat enkele druppels sap uit de tomaat kunnen worden geperst. Het opgelostestofgehalte wordt dan tweemaal gemeten met behulp van een digitale refractometer.

STEVIGHEID

VCBT meet de stevigheid van de tomaten op dag 3 en dag 10 na de oogst. Een textuurmeter uitgerust met een plunjer met een 3,5 mm diameter plunjer drukt de vrucht samen over een afstand van 2 mm met een snelheid van 2 mm/s (Figuur 2). Twintig tomaten per ras worden tweemaal gemeten ter hoogte van de evenaar. De textuurmeter meet de maximale kracht die hiervoor nodig is en drukt deze uit in Newton.

Figuur 1: Schudtafel om de prikschadegevoeligheid van vruchten te testen.

Figuur 2: Textuurmeter om de stevigheid van de vruchten te bepalen.

KLEUR

Op dag 10, het einde van de bewaarproef, wordt de kleur (doorkleuring) van twintig tomaten per ras gemeten met een spectrofotometer (Figuur 3). De kleur wordt objectief vastgesteld aan de hand van twee waarden: de hue angle en de helderheid. De hue angle geeft aan de hand van graden een kleurevolutie weer van rood (0°) naar geel (90°) naar groen (180°) naar blauw (270°). Voor tomaten ligt de hue-waarde rond 40-50°. De helderheid loopt van 0 (donker/zwart) tot 100 (licht/wit), voor tomaten ligt de helderheid gemiddeld rond 35-45. Donkerrode tomaten zullen dus een lagere hue en lichtheidswaarde hebben dan lichtere of meer oranje tomaten.

'KNOCK OUT' (KO)-CRITERIA

Om te beslissen of een bepaald ras in aanmerking komt voor een Flandria-segment wordt er gewerkt met 'Knock Out' (KO)-criteria. De KO-criteria worden vastgelegd door de onderzoekers in samenspraak met de kwaliteitsverantwoordelijken van de veilingen. Vooraleer een nieuw ras wordt toegevoegd aan de segmentatie moet het voldoen aan een minimale score voor verschillende parameters die voor het betreffende segment belangrijk zijn en dit gedurende de gehele teelt: dit noemt men de KO-criteria. Voorbeelden van zulke belangrijke parameters zijn productie, smaak, prikschadegevoeligheid, kleur, hardheid, frisheid van de groene delen en het oordeel van de keurders. Op de basis van de KO-criteria wordt een rassenlijst voor het volgende jaar (Tabel 1) opgesteld.

Figuur 3: Spectrofotometer om de kleur van de vruchten te meten.

Tabel 1: **Rassenlijst voor 2019**

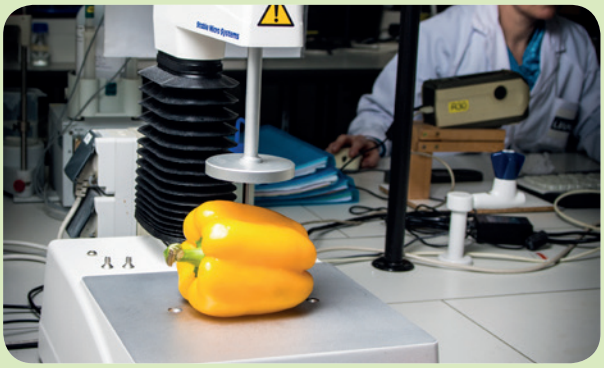
	LOSSE TOMATEN		TROSTOMATEN	
SEGMENT	PRINCE	BARON	ELITE	PRINCESS
TOEGELATEN RASSEN	Admiro	Buvena	Foundation	Marinice
	Ebrando	Rebelski	Speedax	Merlice
	Epundo		Xandor	Xaverius
	Kanavaro			
	Paulanca			
OP TE VOLGEN PROEFRASSEN	E15A.41699			HTL 1708271
				EZ 1593

Dit onderzoek valt binnen de basiswerking van het VCBT en wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid (Departement Landbouw en Visserij) en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT).

Tomato segmentation research
This research aims to identify new tomato cultivars for the Flandria quality label. Different parameters are followed during the growing season and postharvest. Main examples of these parameters are production, cultivation, taste and quality. Tomato cultivars with parameter scores that are better than a preset level are retained for one of the Flandria segments. VCBT is responsible for the instrumental fruit quality measurements and assesses susceptibility to puncture injury, firmness, soluble solids content and colour.

Gebruikswaardeonderzoek paprika

Gelijkaardig aan de tomatensegmentatie introduceren de verschillende zaadhuizen elk jaar nieuwe paprika-rassen. Hieruit worden in het gebruikswaardeonderzoek paprika de beste rassen geselecteerd voor het Flandria-keurmerk. De praktijkcentra volgen de productie- en teeltgegeven op, het VCBT bestudeert de vruchtkwaliteit en houdbaarheid na de oogst. De verschillende rassen worden onderverdeeld per kleur. Zo werden er het voorbije jaar nieuwe rassen gele, groene en rode paprika's beoordeeld om na te gaan of deze Flandria-waardig zijn.



Figuur 1: Textuurmeter met parallelle platen.

TEELTVERLOOP PAPRIKA

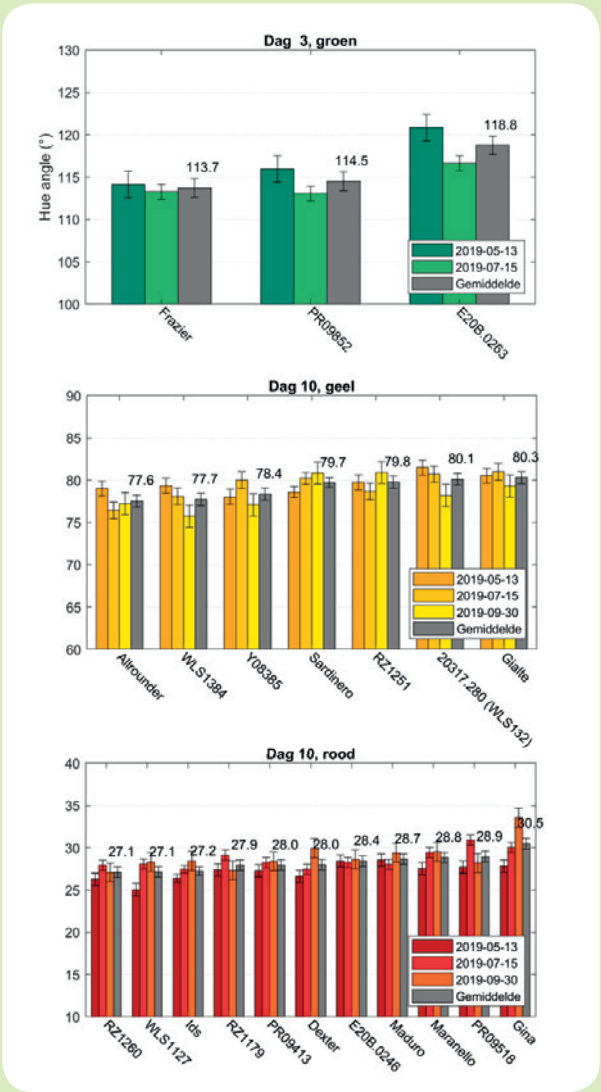
Paprika wordt in Vlaanderen in geteeld in verwarmde glazen serres. Omstreeks eind oktober zaait de plantenkweker de planten op. In de loop van december, ongeveer na 50 dagen, zijn de planten voldoende groot en klaar om aan te planten in de serre. Na de aanplant duurt de teelt bijna een volledig jaar. Het areaal paprika neemt bovendien elk jaar toe. Steeds meer paprika-specialties worden aangeplant naast de klassieke geblokte paprika. De oogst loopt van eind maart tot november. Binnen het gebruikswaardeonderzoek voor paprika neemt VCBT drie maal stalen, namelijk in het begin, midden en op het eind van de teelt om de kwaliteit van de nieuwe rassen op te volgen.

PRODUCTIE-, TEELT- EN VRUCHTBEOORDELINGEN BIJ DE PROEFTUINEN

Elk jaar worden de rassenproeven aangeplant op het Proefstation voor de Groententeelt en in het Proefcentrum Hoogstraten, waar de teelt nauwgezet wordt opgevolgd gedurende het volledige seizoen. De productie en sortering worden gedurende de gehele teelt geregistreerd en de gewasontwikkeling wordt maandelijks opgevolgd. Maandelijks wordt er ook een bewaarproef opgezet. Bij het oogsten wordt er voornamelijk gekeken naar de vruchtvorm, kleur, stevigheid, glans, scheurtjes, neusrot, enz. Op het eind van de bewaarproef wordt er vastgesteld of er rimpels, rijpheidstippen of vrucht- of steeltjesrot zichtbaar zijn. Ook wordt er opnieuw de kleur, stevigheid en glans beoordeeld.

INSTRUMENTELE VRUCHTKWALITEITSMETINGEN VOLGENS ISO 17025 OP HET VCBT

Drie maal per jaar worden er paprika's aangevoerd van de proeftuinen naar het VCBT. De paprika's worden dan tien dagen lang bewaard in de koelcel bij 18°C en 80% luchtvochtigheid (RV). Tijdens de proef worden een aantal



Figuur 2: Hue-waarden voor de in 2019 opgevolgde rassen. De paprika-kleur is overeenkomstig met de kleur van de figuur. Groene paprika's werden bemonsterd op dag 3, gele en rode paprika's werden bemonsterd op dag 10. De errorbars geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Groene paprika's werden slechts tweemaal bemonsterd, de andere kleuren werden driemaal bemonsterd.

objectieve, instrumentele kwaliteitsmetingen uitgevoerd in het laboratorium. Het opgelostestofgehalte en de stevigheid worden tweemaal opgevolgd gedurende het uitstalleven, kleur wordt éénmaal gemeten. Voor deze instrumentele vruchtkwaliteitsmetingen is het VCBT geaccrediteerd volgens ISO 17025. Dit garandeert technisch betrouwbare analyseresultaten.

STEVIGHEID

VCBT meet de stevigheid van de paprika's op dag 3 en dag 10. Hiervoor wordt een textuurmeter gebruikt met twee parallelle platen (Figuur 1). Per ras worden tien paprika's driemaal gemeten op verschillende plaatsen ter hoogte van de evenaar. De vrucht wordt samengedrukt over een afstand van 5 mm aan een snelheid van 10 mm/s. Het meetresultaat is de maximale kracht uitgedrukt in Newton die hiervoor nodig is.

OPGELOSTESTOFGEHALTE

Op dag 3 en op dag 10 van de bewaring wordt het opgelostestofgehalte van tien paprika's bepaald. Voor deze meting worden per paprika 3 cilindervormige stukjes uitgesneden met een handboor op de evenaar van de vrucht. Door het samenpersen van deze stukjes paprika verkrijgt men enkele druppels sap. Hiervan wordt op de digitale refractometer het opgelostestofgehalte uitgelezen. Het opgelostestofgehalte in paprika's is belangrijk voor de smaak, vermits opgelostestof voornamelijk uit suikers maar ook gedeeltelijk uit zuren en zouten bestaat.

KLEUR

Op het einde van de bewaring wordt de kleur van de paprika's rode en gele paprika's gemeten met een spectrofotometer. De kleur van de groene paprika's wordt gemeten op dag 3, vermits deze kunnen doorkleuren naar rood of geel na een lange bewaring. Tien paprika's per ras worden elk vijfmaal gemeten ter hoogte van de evenaar. De spectrofotometer geeft de kleur weer in een hue-waarde en een waarde voor de helderheid. De hue-waarde geeft de kleurevolutie van rood (0°) naar geel (90°) naar groen (180°) naar blauw (270°). Rode, gele en groene paprika's hebben respectievelijk een hue-waarde van 25-30°, 75-80° en 110-115° (Figuur 2). De helderheid geeft de licht- of donkerheid weer van een kleur en loopt van 0 (donker/zwart) tot 100 (licht/wit) (Figuur 3).

FINALE BESLISSING DOOR TOEPASSEN VAN KO'S

Om te beslissen of een nieuw ras al dan niet in aanmerking komt voor het telen onder het Flandria-keurmerk, wordt er gewerkt met een systeem van 'Knock Out' (KO)-criteria. Dit betekent dat alle parameters van een ras een vooropgestelde minimale score moeten halen vooraleer ze worden toegelaten. Belangrijke parameters opgenomen in het systeem zijn bijvoorbeeld productie, kleur, hardheid, de aanwezigheid van scheurtjes, vorm, smaak en het oordeel van de keurders. De minimale scores worden vastgelegd door de onderzoekers en kwaliteitsverantwoordelijken van de veilingen. Rassen die voldoen aan de KO-criteria kunnen worden toegevoegd aan de rassenlijst (Tabel 1).

Tabel 1: **Rassenlijst voor 2020**

KLEUR	ROOD	GEEL	GROEN	ORANJE
Toegelaten rassen	Gina	Atalante	Barkley	DSP 7054
	Ids	Allrounder	(E20B.0263)	Original
	Maduro	Gialte	Frazier	(E20B.0261)
	Maranello	Sardinero	Persuit	
	Mavera		Roselo	
	Maureno			
	(E20B.0246)			
Nieuwe rassen (aan te vragen)	RZ 35-1179	RZ 35-1251		Jack Miller
				(RZ 35-1177)
				RZ 35-1257

Figuur 3: Rode paprika's, v.l.n.r. met afnemende L-waarde

Dit onderzoek wordt gefinancierd door de Lava-veilingen.

Supporting segmentation research bell peppers
Each year new bell pepper cultivars are grown at the research centers of Sint-Katelijne-Waver and Meerle for screening of production, cultivation, taste and quality characteristics. The VCBT is responsible for the instrumental fruit quality measurements (firmness, soluble solids content, colour) which are done according to the ISO 17025 guidelines. New cultivars are identified when KO criteria are satisfied. These are then allowed to be grown under the Flandria quality label.

Verbeterde Hagelandse peren door kennis van de bodem

De regio Hageland ligt in België tussen Leuven, Aarschot en Sint-Truiden en wordt gekenmerkt door heterogene bodemeigenschappen. Het grondtype kan variëren van zware klei tot leem tot grof zand met een laag waterhoudend vermogen. De teelt van peren is één van de belangrijkste landbouwgewassen in de regio. Het is bewezen dat perenbomen gevoelig zijn voor waterstress. Waterstress leidt tot kleinere vruchten, terwijl telers een hogere prijs krijgen voor dikkere peren. In dit project brengen we de heterogeniteit van de percelen in beeld en meten het effect op vruchtkwaliteit.

IN KAART BRENGEN VAN HETEROGENITEIT IN PERCELEN

Het Hageland wordt gekenmerkt door een dikwijls lichtere bodemtextuur met meer variatie in vochttoestand, textuur en profielopbouw. Dit wordt weerspiegeld in de heterogeniteit van de kwaliteit van de vruchten. Een belangrijke vraag van veel Hagelandse telers is dan ook hoe ze deze verschillen in de bodem kunnen identificeren en bijsturen om een constante kwaliteit te produceren. Een belangrijke doelstelling binnen het project is dan ook om de Hagelandse perentelers te laten kennismaken met de mogelijkheden die precisielandbouw biedt binnen de fruitteelt om hun productie te optimaliseren.

BODEM IN KAART MET VERIS BODEMSCANNER

Het is de bedoeling om bij verschillende percelen van verschillende perentelers de variatie aan bodemeigenschappen met de VERIS bodemscanner in kaart te brengen. Deze verschillen zullen dan gelinkt worden aan verschillen in opbrengst en vruchtkwaliteit. Er wordt gedemonstreerd in welke mate verschillen in bodemeigenschappen binnen percelen leidt tot verschillen in opbrengst en vruchtkwaliteit. Verder wordt ook nagegaan welke bodemeigenschappen de voornaamste oorzaak zijn voor verschillen in opbrengst en vruchtkwaliteit zodat de telers ook een idee krijgen van hoe ze in de toekomst op deze verschillen kunnen inspelen voor een optimale productie, bijvoorbeeld via variabele bemesting of variabele irrigatie voor. De bemesting en irrigatie kan in een boomgaard vrij vlot variabel worden toegediend. Een belangrijk aandeel van de boomgaarden in het Hageland is immers uitgerust met een druppelirrigatie en fertigatiesysteem. Indien het effect van de bodemvariabiliteit op de kwaliteit van de vruchten gekend is, kan de teler nog andere bijkomende maatregelen nemen om de vruchtkwaliteit te verhogen. Hij kan er bijvoorbeeld voor kiezen bepaalde zones sneller te plukken of korter/langer te bewaren. Ook de snoei of wortelsnoei kunnen plaatsspecifiek worden verfijnd indien de variatie in de bodem en het effect ervan gekend is.

SELECTIE VAN ZES PROEFPERCELEN

In eerste instantie werd door Boerenbond een oproep gelanceerd waarbij telers die wilden meewerken aan het project één of meerder percelen konden opgeven waar ze de afgelopen jaren verschillen in opbrengst en/of vruchtkwaliteit waarnamen die mogelijk gelinkt zijn aan verschillen in de ondergrond. In totaal waren er 13 telers die één of meerder percelen opgaven. Bij elk van deze telers werden één of meerdere percelen gescand met de VERIS U3 bodemscanner van Agrometius. Nadat voor alle percelen de bodemscan, bodemkaart en satellietbeelden werden vergeleken werden de 6 meest interessante percelen uitgekozen om in meer detail op te volgen. Hier werden per perceel 2 zones afgebakend; een zone met hoge EC (rode zone) en een zone met lage EC (gele zone). In elke zone werden 3 plotjes afgebakend die telkens bestonden uit 2 perenbomen. In deze plotjes werden in 2018 en 2019 de bodemstalen genomen en de proefoogst uitgevoerd.

KWALITEIT EN BEWAARBAARHEID IN FUNCTIE VAN BODEMEIGENSCHAPPEN

In 2018 en 2019 werd in de verschillende plotjes een proefoogst uitgevoerd door VCBT. Hier werden per boom het aantal peren geteld, gewogen en meegenomen voor analyse. Zo werd de opbrengst (kg/boom, aantal vruchten/boom, gemiddeld vruchtgewicht) en kwaliteit (hardheid, opgelostestofgehalte, zetmeelwaarde, inwendige en uitwendige gebreken, achtergrondkleur en streifindex) bepaald. Na bewaring (tot juni 2019) werd opnieuw de kwaliteit van de vruchten bepaald. Bij alle percelen was de cultivar Conference aanwezig. Het gemiddeld vruchtgewicht was positief gecorreleerd met de hoeveelheid beschikbaar vrij water in de bodem en het opgelostestofgehalte in de vruchten was positief gecorreleerd met het percentage zand in de bodem.

Project uitgevoerd door VCBT, Bodemkundige Dienst van België vzw en Boerenbond in opdracht van de provincie Vlaams-Brabant.

Better quality of Hageland pears through a better insight in the soil
The Hageland region is situated in Belgium between Leuven, Aarschot and Sint-Truiden and is specified by heterogeneous soil properties. Soil type can vary between heavy clay over profound silt loam to coarse sand with low water holding capacity. Pear fruit growing is one of the major agricultural crops in the region. Is has been proven that pear trees are susceptible to water stress. Water stress results in fruit size decline, while farmers get the best price for big fruits. An EC scan was carried out, in summer in 2018, in 6 'Conference' pear orchards with a VERIS U3 soil scanner and EC values were compared to fruit yield and quality (fruit size, fruit color, total soluble solids).

GROW!
Slimme sensoren en plantmodellen in de tuinbouw

Om de productiviteit van de glastuinbouwsector te verhogen werken binnen het Interreg project "GROW!" kennisinstellingen en praktijkcentra samen om nieuwe sensoren en nieuwe IoT (Internet of Things) toepassingen te integreren in de serre. Hiervoor wordt draadloze sensortechnologie ontwikkeld om opbrengst- en kwaliteitsvoorspellingen te kunnen maken in functie van de omgevingscondities (temperatuur, relatieve vochtigheid, licht, CO_2 en voeding). Oogstvoorspelling is een moeilijk maar belangrijk onderdeel van het teeltmanagement. Veel telers zouden dan ook gediend zijn met een hulpmiddel dat hen bijstaat om een objectieve oogstvoorspelling te kunnen maken. In GROW! wordt er gewerkt aan slimme opbrengst- en kwaliteitsmodellen, die aan de hand van de informatie van draadloze sensoren in de serre, voorspellingen kunnen maken over de te verwachte oogst. VCBT staat in voor de kwaliteitsmetingen en –kwaliteitsmodellen.

DRAADLOOS NETWERK VAN NIEUWE HIGHTECH SENSOREN

In het GROW! project wordt er samengewerkt met de Nederlandse onderzoeksinstellingen TNO en Imec-NL, die nieuwe draadloze sensoren ontwikkelen. Momenteel zijn er prototypes werkzaam die nauwkeurig de temperatuur en luchtvochtigheid kunnen monitoren op verschillende plaatsen in de serre. Hierdoor kan er meer nauwkeurig data verzameld worden in vergelijking met één centraal meetpunt (vb Priva). Er wordt ook werk gemaakt van nieuwe licht, CO_2- en EC-sensoren, die voor het eerst dit teeltjaar getest werden. Sommige sensoren zullen zelfs letterlijk "geprint" kunnen worden op een flexibele folie, waardoor ze meer toepassingsmogelijkheden krijgen. Belangrijk is dat deze sensoren goedkoop zijn en gemakkelijk te integreren in het teeltmanagementsysteem.
De sensoren sturen hun data draadloos door met het draadloze communicatieprotocol LoRaWAN. Dit protocol kan meerdere kilometers overbruggen, en doet dit bovendien zonder al te veel energie te verbruiken. Op elke proeflocatie wordt een LoRaWAN gateway geplaatst die de data van de sensoren ontvangt en doorstuurt over het internet. De sensoren zelf worden aangesloten op het modulaire OCTA-Connect platform.

Figuur 1: Draadloze temperatuur- en luchtvochtigheidsensoren in een bescherming met passieve koeling.

TEST IN DE TOMATENTEELT

Er werd gekozen om de nieuwe sensoren en het draadloos communicatienetwerk eerst uit te testen in de tomatenteelt. Afgelopen teeltseizoen liepen er grootschalige proeven in verschillende serres van het Proefcentrum Hoogstraten (BE) en de HAS hogeschool in 's-Hertogenbosch (NL). Bij elk proefveldje hingen er verschillende draadloze sensoren om zo het lokale microklimaat (temperatuur en luchtvochtigheid) in kaart te brengen. Hiervoor werd een speciale behuizing met passieve koeling ontworpen (Figuur 1). Doordat de sensors gevoed worden met batterijen en alles draadloos gebeurt, kon geen ventilator worden toegepast. Door het dak van de sensor zwart te maken en het lichaam wit wordt er een temperatuurgradiënt gecreëerd in de behuizing die een natuurlijke convectie van onder naar boven teweeg brengt. Tevens werd de plantmorfologie (blad- en stengelontwikkeling), de productie van vruchten, alsook verschillende ziektes en plagen, wekelijks opgevolgd tijdens het ganse groeiseizoen. Op bepaalde tijdstippen tijdens het jaar werden ook transpiratie, stomatale geleidbaarheid en fotosynthesecapaciteit opgemeten door KUL-onderzoekers. Daarnaast werden er ook geregeld vruchten onderworpen aan een uitvoerige kwaliteitsanalyse door het VCBT. Van verschillende veldjes werden op drie tijdstippen in het seizoen, voorjaar, zomer en najaar, tomaten naar het VCBT gebracht waarbij gedurende een 15-tal dagen de stevigheid, de kleur, het opgelostestofgehalte en de ethyleenproductie werd opgevolgd tijdens een uitstalleventest. Kwaliteits- en productiegegevens van verschillende veldjes zullen gelinkt worden met het lokale microklimaat door middel van mathematische modellen zodat deze later gebruikt kunnen worden om aan de hand van het microklimaat de opbrengst en kwaliteit te voorspellen.

VOORSPELLENDE OPBRENGST- EN KWALITEITSMODELLEN

Het draadloze sensornetwerk in combinatie met de uitvoerige gewas- en kwaliteitsregistratie laten toe om slimme computermodellen te maken die de oogst kunnen voorspellen. Doordat verschillende parameters over een volledig groeiseizoen werden opgemeten, is er voldoende data verzameld om de omgevingsparameters (opgemeten door de sensoren) te correleren met de fysiologische en kwalitatieve data afkomstig van elk proefveldje. Het gebruikte model beschrijft de vruchtgroei van tomaten op basis van fluxen van water en droge stof in en uit de vrucht. Om ervoor te zorgen dat de uitkomsten van het model realistisch zijn was het noodzakelijk om zo veel mogelijk parameters en variabelen op te meten. Daarom werd het initiële percentage droge stof, de initiële osmotische potentiaal en de permeabiliteit van de schil voor vocht opgemeten. Daarnaast werden enkele ongekende en niet meetbare parameters gefit op basis van metingen van het vruchtgewicht, het percentage droge stof, de waterpotentiaal en de osmotische potentiaal gedurende de ontwikkeling van de vrucht (Figuur 2). Op basis van modelsimulaties konden nadien de verschillende fluxen van en naar de vrucht bij verschillende omgevingsomstandigheden worden geanalyseerd. Uiteindelijk was het mogelijk om de gemeten verschillen tussen vruchten die groeiden bij een lage en hoge temperatuur te simuleren. Voor het maken van accurate en realistische oogstvoorspellingen zal de initiële groei van de vrucht waarschijnlijk ook moeten opgenomen worden in het model. Daarenboven zal het vruchtmodel moeten worden uitgebreid tot een model van de gehele plant. De data van de twee voorbije seizoenen zullen gebruikt worden om de modellen op te stellen en te kalibreren, terwijl de data van volgend seizoen zullen gebruikt worden om de modellen te valideren. De gekozen methodiek laat het toe om efficiënt de vruchtopbrengst, -kwaliteit, gewasgroei en ziektedruk te voorspellen, gebruik makend van een beperkte set goedkope draadloze sensoren.

Figuur 2: Drukkamer voor het meten van de waterpotentiaal van de vrucht. A: Overzicht van de meetinstrument. B:afsluitdeksel van de drukkamer met tomaat. C: Visualisatie van vochtdruppeltjes die uit het tomatensteeltje tevoorschijn komen tijdens het op druk komen van de drukkamer.

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het Interreg project GROW! met co-financieringsteun van de Vlaamse Overheid, de Provincie Antwerpen en de Provincie Vlaams-Brabant.

The Interreg project "GROW!" brings knowledge centers and experimental stations together to develop new wireless sensor technology for greenhouses to establish a densely meshed sensor network using Internet of Things (IoT) applications. Sensor data of environmental conditions such as temperature, relative humidity, light, CO_2 and available nutrients will be used for building harvest and quality prediction models to be used for cultivation management. VCBT is primarily responsible for fruit quality measurements and development of the quality models.

KO-criteria paprika

Binnen de segmentatie tomaat en het gebruikswaardeonderzoek paprika gebruiken we KO-criteria om geïnformeerde beslissingen te kunnen nemen of een nieuw tomaten- of paprikaras al dan niet thuis hoort onder het Flandria-keurmerk. Om steeds een verbeterende kwaliteit te garanderen worden deze KO-criteria zelf op regelmatige basis onderzocht en kunnen deze eventueel worden aangepast. Voor het gebruikswaardeonderzoek paprika werden er dit jaar nieuwe KO-criteria voorgesteld voor kleur en stevigheid. Voor kleur wordt er nu rekening gehouden met de lichtheid van de paprika's in proef, voor de stevigheid werden de grenzen nauwer vastgelegd.

WAT ZIJN KO-CRITERIA?

Om te beslissen of een nieuw ras al dan niet in aanmerking komt voor het telen onder het Flandria-keurmerk, werken we met een systeem van 'Knock Out' (KO) criteria. De KO-criteria zijn in gebruik bij zowel tomaat als paprika. Dit betekent dat alle parameters van een nieuw paprika- of tomatenras een vooropgestelde minimale score moeten behalen voor een kwaliteitsparameter vooraleer het nieuwe ras wordt toegelaten tot het Flandria-keurmerk. De minimale of maximale KO-waarden per parameter worden vastgelegd door de onderzoekers in samenspraak met de kwaliteitsverantwoordelijken van de veilingen.

WAAROM KO-CRITERIA AANPASSEN?

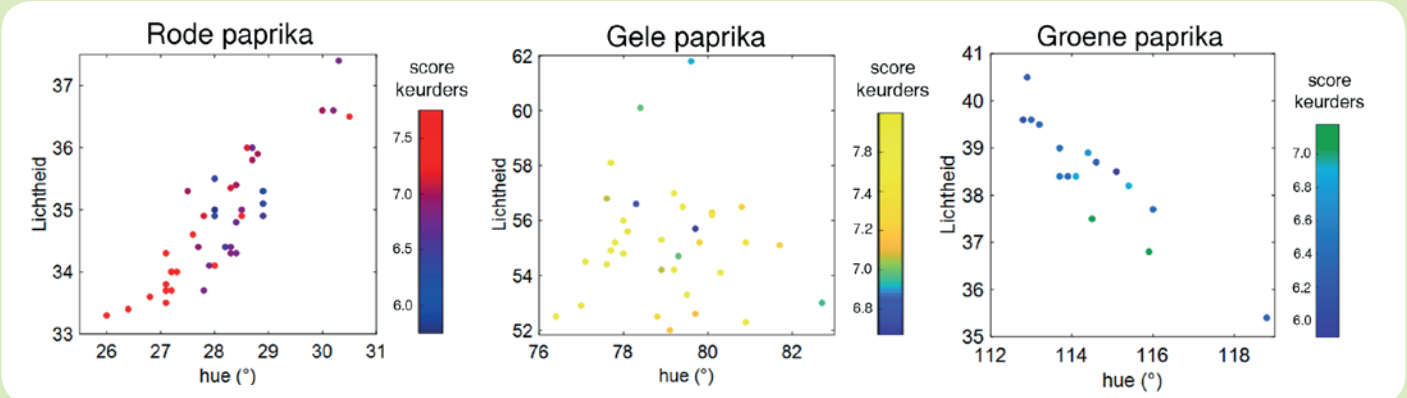
Binnen de rassenselectie streven we steeds naar een verbeterende kwaliteit. Dit betekent dat rassen die het voorheen erg goed deden, na enkele jaren toch uit het segment kunnen verdwijnen indien er intussen betere rassen werden geïntroduceerd door de verschillende zaadbedrijven. Om verbeterde rassen te kunnen selecteren moeten deze worden afgetoetst ten opzichte van de huidige rassen. Dit gebeurt in de tomatensegmentatie of het gebruikswaardeonderzoek paprika met behulp van KO-criteria. Maar ook de KO-criteria zelf worden verder geëvalueerd en aangepast. Dit gebeurt op basis van een analyse die de resultaten bekomen in de voorgaande jaren in overweging neemt.

AANPASSINGEN VOOR KO-CRITERIA PAPRIKA KLEUR

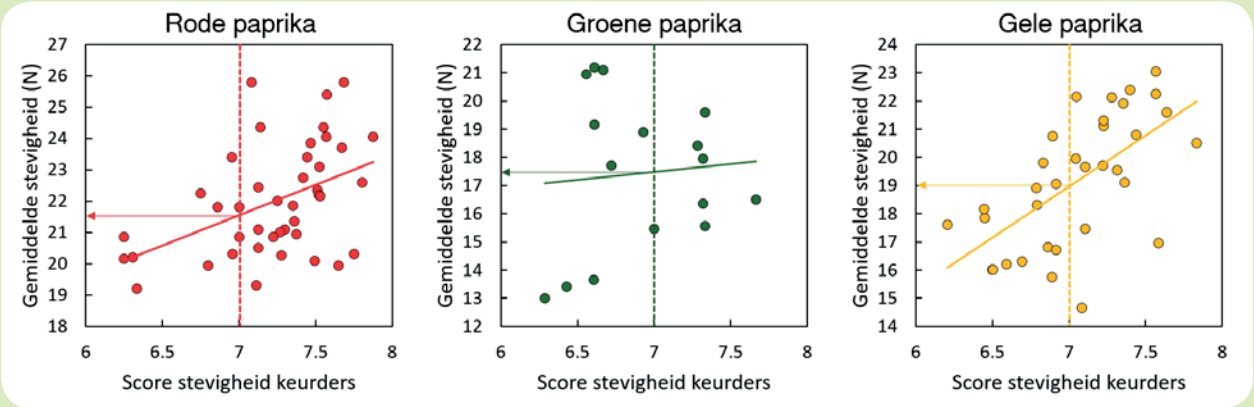
De kleur wordt gemeten met een spectrofotometer. Hiermee wordt de hue angle en de lichtheid bepaald van een vrucht. De hue angle geeft de kleurevolutie weer van rood (0°) naar geel (90°) naar groen (180°) naar blauw (270°). De lichtheid geeft de helderheid van de vruchten op een schaal van 0 (zwart) tot 100 (wit). Voor zowel rode als groene paprika is er een sterke correlatie tussen de hue angle en de lichtheid (Figuur 1). Dit wil zeggen dat naarmate een paprika minder rood is (hogere hue-waarde), deze paprika in het algemeen ook lichter van kleur zal zijn (hoge lichtheidswaarde). Voor groene paprika's geldt het omgekeerde: hoe groener de paprika (hogere hue-waarde), des te donkerder deze paprika's zijn (lage lichtheidswaarde). Er is echter geen verband tussen de hue angle en lichtheidsmetingen voor gele paprika's. Voor rode paprika's geldt dat hogere kwaliteitsbeoordelingen van de keurders gelinkt zijn aan lagere hue- en lichtheidswaarden. Hogere scores van de keurders zijn gelinkt aan groene paprika's met hogere hue-waarden in combinatie met lagere lichtheidswaarden. Voor gele paprika's is dit verband er niet, maar in het algemeen scoren de nieuwe rassen voor gele paprika bijna altijd goed voor de parameter kleur bij keurders op enkele uitzonderingen na. Op basis van deze bevindingen werden er nieuwe KO-criteria voor kleur voorgesteld (Tabel 1). Deze nemen nu ook de parameter lichtheid mee om de kwaliteit van paprika te beoordelen.

AANPASSINGEN VOOR KO-CRITERIA PAPRIKA STEVIGHEID

VCBT meet de stevigheid van de paprika's op dag 3 en dag 10. Hiervoor wordt een textuurmeter gebruikt met twee parallelle platen. Per ras worden tien paprika's driemaal gemeten op verschillende plaatsen ter hoogte van de evenaar. De vrucht wordt samengedrukt over een afstand van 5 mm aan een snelheid van 10 mm/s. Het meetresultaat is de maximale kracht uitgedrukt in Newton (N) die hiervoor nodig is. De



Figuur 1: Correlaties tussen hue angle waarden en lichtheidswaarden van rode, gele en groene paprika's. Elk punt op de grafiek is het gemiddelde voor één ras opgenomen in het gebruikswaardeonderzoek over een geheel seizoen (2013 – 2019). De punten zijn gekleurd aan de hand van de score die de keurders aan deze rassen gaven voor kleur. Hoe roder, geler of groener de punten, des te hoger de kwaliteitsscore van de keurders voor respectievelijk rode, gele en groene paprika's. Hoe blauwer de punten, des te lager de kwaliteitsscore van de keurders.



Figuur 2: Hardere paprika's krijgen over het algemeen een hogere score van de keurders voor de parameter stevigheid voor rode en gele paprika's. Voor groene paprika's is deze relatie minder duidelijk. Elk punt geeft de gemiddelde stevigheid weer van één ras gedurende één seizoen.

gemiddelde stevigheid tijdens de bewaarperiode wordt verder berekend uit deze verkregen waarden. Hogere scores van de keurders zijn gelinkt aan hogere gemeten waarden voor de gemiddelde stevigheid van paprika. Dit is het duidelijkst voor gele en rode paprika, maar minder duidelijk voor groene paprika (Figuur 2). Een score 7 van de keurders, betekent dat deze paprika's voldoen aan de kwaliteitseisen voor stevigheid. Rode paprikarassen hebben bij een gemiddelde keurdersscore van 7 een stevigheid van 21,5 N, groene paprikarassen hebben dan een stevigheid van 17,5 N en gele paprikarassen hebben een stevigheid van 19 N. Rode en gele paprikarassen krijgen een betere beoordeling door de keurders wanneer ze steviger zijn dan deze waarden. Voor nieuwe groene paprikarassen is dit echter minder duidelijk. Daarom worden de stevigheid KO-criteria ook verder aangepast op basis van de referentierassen. Zo kan ook de variabiliteit van seizoen tot seizoen in rekening gebracht worden. De aangepaste KO-criteria voor stevigheid zijn te vinden in Tabel 1.

Tabel 1 : **Voorgaande en voorgestelde KO-criteria voor paprika kleur en stevigheid**

PARAMETER	KLEUR	VOORGAANDE KO-CRITERIA	NIEUWE VOORGESTELDE KO-CRITERIA
KLEUR	Rood	27 < hue < 28	hue < 28 & lichtheid < 36
	Groen	hue > 114	hue > 114 & 36 < lichtheid < 38
	Geel	78 < hue < 82	hue < 81 & lichtheid < 59
STEVIGHEID	Rood	Max. 30% lager dan het referentieras	Max. 5% lager dan het referentieras
	Groen	Max. 30% lager dan het referentieras	Max. 15% lager dan het referentieras
	Geel	Max. 30% lager dan het referentieras	Max 10% lager dan het referentieras

Dit onderzoek wordt gefinancierd door de lava-veilingen.

Supporting segmentation research bell peppers
'Knock Out' (KO) values are used within both the segmentation research of tomato and bell pepper in order to make an informed decision whether or not to include a new cultivar in the list of allowed cultivars for growers of the Flandria quality label. These KO values themselves need to be assessed and adjusted on a regular basis, in order to insure an ever increasing quality with time. This year, for the bell pepper segmentation, an adjustment to the KO criteria values for color and firmness has been suggested.

Opgelostestofgehalte: maat voor kwaliteit bij pompoen?

VCBT testte in 2019 verschillende meetmethoden voor de bepaling van het opgelostestofgehalte bij pompoenen. Meting op vers materiaal bleek eenvoudig en gaf de betrouwbaarste waarden. Invriezen is dus niet nodig. De eerste metingen geven aan dat er duidelijke raseffecten zijn. Ook de bemesting speelt een rol. De bewaartemperatuur lijkt het opgelostestofgehalte dan weer minder te beïnvloeden.

HOGERE 'BRIX', BETER BEWAARBAAR?

Voor veel tuinbouwproducten is de Brix-waarde of het opgelostestofgehalte een maat voor de kwaliteit: hoe hoger, hoe beter. Voor pompoenen weten we dit nog niet, maar gaan we ervan uit dat een hoger opgelostestofgehalte betekent dat de pompoenen beter bewaren. Daarom is het belangrijk om een goed meetprotocol te hebben voor de bepaling van de Brix-waarde van pompoen. Het zou niet zo makkelijk zijn om sap te isoleren uit een verse pompoen. Met dit onderzoek willen we een meetprotocol opstellen dat telers in staat stelt om zelf de Brix-waarde van hun pompoenen te bepalen.

VEEL VARIATIE NODIG VOOR EERSTE TESTEN

Voor de eerste testen was het vooral belangrijk om een grote variatie aan Brix-waarden te kunnen meten. Daarom hebben we gewerkt met verschillende rassen uit verschillende proeven. De Brix-waarde van pompoenen van het proefstation van Sint-Katelijne-Waver werd gemeten na bewaring. De geteste rassen staan vermeld in Tabel 1. De verschillende rassen kregen ook nog eens allemaal verschillende stikstofbemestingsniveaus (van 0 tot 200 kg) en werden bewaard op vier verschillende manieren, namelijk in een koelcel op 8, 12, 15°C of in een loods op variabele temperatuur.

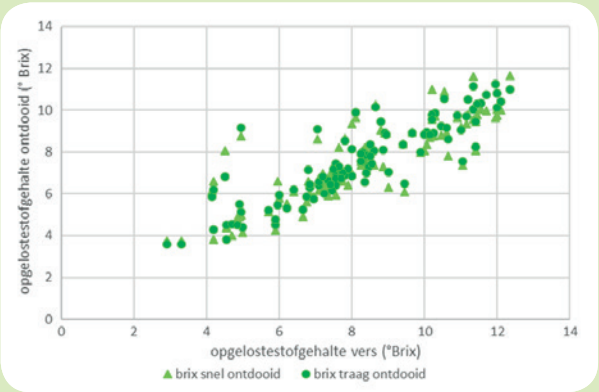
Tabel 1: **verschillende rassen pompoenen in de test**

RASSEN	
1	Orange Summer (Hokkaido)
2	Bright Summer (Hokkaido)
3	Fictor (Hokkaido)
4	Pluto (Butternut)

VERGELIJKING VERSE EN ONTDOOIDE STALEN

De standaardmethode om het opgelostestofgehalte te bepalen van een tuinbouwproduct is de afname van een paar druppels sap. Die druppels laat je dan op een refractometer (de zogenaamde Brix-meter) vallen, waarna je het opgelostestofgehalte of de Brix-waarde eenvoudigweg kan aflezen van de meter. Bij pompoen verloopt de eerste stap van deze werkwijze, het afnemen van sap, soms wat moeilijk. Waar bij een tomaat al sap vrijkomt door eenvoudig te knijpen, is dat bij pompoen anders. Daarom werd in Duitsland recentelijk geopperd om stukjes pompoen eerst in te vriezen en daarna te ontdooien. Tijdens dit ontdooiproces zou sap vrijkomen dat je dan kan gebruiken voor de meting.

Figuur 1: Door simpelweg met een gekarteld mesje te schrapen langs het vruchtvlees kan je sap nemen van een pompoen voor de Brix-meting.



Figuur 2: Verband tussen opgelostestofgehalte of brixwaarde gemeten op vers of ontdooide pompoenstukjes.

VCBT heeft beide methoden vergeleken en meteen ook gekeken naar de invloed van de ontdooisnelheid op het resultaat. Hiervoor werd van 305 pompoenen telkens van zon- en schaduwzijde de Brix-meting uitgevoerd op een vers stukje pompoen en ook telkens op een stukje dat werd ingevroren en enerzijds snel ontdooid en anderzijds traag ontdooid.

METING OP VERSE POMPOEN IS NIET ZO MOEILIJK

Allereerst viel op dat de meting op de verse stukjes pompoen lang niet zo moeilijk was als gedacht. Door met een gekarteld mesje langs het vruchtvlees te schrapen kwetsten we de cellen en kwam er snel sap vrij dat we konden opgevangen op het mes en zo op de Brix-meter laten druppelen (Figuur 1). De aflezing gebeurde zo moeiteloos. Toch deden we ook nog de invriestesten. Invriezen kost veel meer tijd en arbeid. Na ontdooien kwam niet steeds het gewenste sap meteen vrij waardoor we het materiaal soms nog moesten persen. In Figuur 2 zijn de resultaten weergegeven van de metingen. Wat telkens opvalt is dat de metingen op stukjes verse pompoen hogere waarden geven dan de metingen op ingevroren stukjes, maar de trends zijn wel steeds dezelfde.

INVLOED VAN RAS EN BEMESTING

Hoewel we maar een eerste kleinschalige test deden, zagen we al wel een invloed van ras en bemesting op het opgelostestofgehalte. Bij de rassen scoorde de Hokkaido Orange Summer duidelijk hoger (9,5°) en Bright Summer duidelijk lager (6,9°). Wat betreft bemesting zagen we dat de objecten zonder extra stikstofbemesting een lager opgelostestofgehalte hadden. De verschillende bewaartemperaturen hadden geen invloed op het opgelostestofgehalte.

ZO MEET JE ZELF HET OPGELOSTESTOFGEHALTE

Regelmatig krijgt VCBT vragen over hoe je het opgelostestofgehalte nu correct moet meten. VCBT is ISO17025 geaccrediteerd voor de meting van het opgelostestofgehalte in groenten en fruit en ondersteunt telers en coöperaties ook om deze meting correct uit te voeren. Zo kan je je refractometer bij ons laten kalibreren. Richtlijnen en advies over de meetprocedure vind je op de website. Opgelostestofmetingen zijn temperatuurgevoelig. De meeste digitale refractometers hebben een temperatuurcompensatie. Dit betekent dat de meetwaarde die je meet al automatisch wordt teruggerekend naar een waarde bij 20°C. Opdat deze temperatuurcompensatie goed zou werken moeten de groenten dezelfde temperatuur hebben als de refractometer. Laat de te meten groenten dus eerst samen met de meter minstens een uur acclimatiseren in de ruimte waarin je gaat meten. Doe dit bij voorkeur bij kamertemperatuur. De temperatuurcompensatie heeft immers ook zijn temperatuurgrenzen.

Dit onderzoek valt binnen de basiswerking van het VCBT en wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid (Departement Landbouw en Visserij) en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT).

Soluble solids content of pumpkins as a measurement parameter for quality
In 2019, VCBT tested various measurement methods for determining the soluble solids content of pumpkins. Measurement on fresh material was quite easy and gave the most reliable results. Freezing is therefore not necessary. The first measurements indicate that there are clear cultivar effects. Fertilization also plays a role. The storage temperature however has less effect on the soluble solids content.

Bestendigen en uitbreiden van kwaliteitssystemen

Het laboratorium van VCBT is een geaccrediteerd laboratorium volgens de norm ISO 17025. Deze norm beschrijft de eisen voor een kwaliteitsmanagementsysteem speciaal voor laboratoria, zowel op organisatorisch als technisch gebied. Het toepassingsgebied van de accreditatie omvat de uitvoering van routinematige kwaliteitsanalyses (bepaling van hardheid, suikergehalte, …) bij appelen, peren, tomaten en witloof. In november 2017 kwam een nieuwe versie van de ISO 17025 uit. In 2019 kreeg VCBT groen licht van BELAC voor deze nieuwe versie van de norm. De GEP-erkenning bleef ook doorlopen in 2019.

SCOPE

Het toepassingsgebied van de accreditatie wordt vermeld in Tabel 1.

Tabel 1 : **Toepassingsgebied (scope) van de accreditatie**

TESTCODE	MONSTERS	GEMETEN EIGENSCHAP - MEETBEREIK	BESCHRIJVING VAN DE BEPROEVINGSMETHODE - UITRUSTING
MET001	Appelen Peren Tomaten Paprika Fruit- en groentesappen	Opgelostestofgehalte	Afgeleide van ISO2173 (2003)
MET002	Appelen Peren Paprika Tomaat	Hardheid	Afgeleide van ASAE S368-4 DEC00 (2001)
MET003	Appelen Peren Tomaten Fruit- en groentesappen	Titreerbare zuren	Afgeleide van ISO 750 (1998)
MET004	Appelen Peren Tomaten Paprika Snijvlak van witloof	Kleur	Obtaining spectrometric data for object-color evaluation (ASTM E1164-2012) + ASTM E 1331-15 (2015)
MET005	Fruit – groenten	Afmeting - 150 mm	Eigen methode
MET006	Fruit – groenten	Gewicht - 12 kg	Eigen methode
MET007	Appelen Peren	Zetmeelontkleuring: visuele beoordeling	• 'Code amidon' 2002. CTIFL Paris • Neuwald, D.A., Streif, J. & Kittemann, D. 2009. Fruit starch degradation patterns in apple cultivars on-tree and off-tree at different holding temperatures. KOB Germany.
MET008	Appelen Peren	Zetmeelontkleuring: automatische meting met camera	• Afgeleid van ' Code amidon' 2002. CTIFL Paris • Neuwald, D.A., Streif, J. & Kittemann, D. 2009. Fruit starch degradation patterns in apple cultivars on-tree and off-tree at different holding temperatures. KOB Germany.
MET013	Tomaten	Bepaling van prikschade-gevoeligheid bij tomaten	Measurement of puncture injury susceptibility of tomatoes. PhD-thesis Michèle Desmet, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, KULeuven (2003).

ISO 17025 VERSIE 2017

In november 2017 kwam er een nieuwe versie van de ISO 17025 uit. De ISO/IEC 17025:2017 volgt een nieuwe structuur (high level structure) om de norm af te stemmen op de andere bestaande ISO/IEC-normen voor conformiteitsbeoordeling. De nieuwe versie van de norm legt vooral de nadruk op een procesmatige aanpak en risicogebaseerd denken. Naast de introductie van risico's en kansen bij de jaarlijkse directiebeoordeling identificeert VCBT nu ook risico's op een reactieve en een proactieve manier. Bij het afhandelen van non-conformiteiten gebeurt nu een korte risicoanalyse en ook tijdens de kwaliteitsvergadering brainstormen we over mogelijke risico's bij de verschillende processen. Verder kreeg de documentatie de nodige aanpassingen conform de nieuwe vereisten van de norm.

bepaling van de meetzonzekerheid voor het nemen van stalen. VCBT neemt voor sommige analyses zelf ook stalen dus om een beter inzicht te krijgen in deze problematiek evalueerde VCBT haar staalnemingsprocedure. Want je kan wel analyses uitvoeren met een hoge nauwkeurigheid maar een representatief staal nemen is even belangrijk. Door herhalingen uit te voeren van zowel de staalnemingen als de analyses kon VCBT bepalen wat de onzekerheid was op de staalneming zelf. Deze onzekerheid was minimaal dus dat was goed nieuws.

In oktober 2019 voerde BELAC een algemene en technische audit uit volgens deze nieuwe versie van de norm. Het resultaat was een actieplan voor slechts 3 kleinere opmerkingen. Al snel volgde de positieve beoordeling voor de overstap naar ISO 17025: versie 2017.

GOOD EXPERIMENTAL PRACTICES

In 2019 werd de GEP-erkenning administratief verlengd. VCBT leeft de Goede proefmethoden (GEP) na in het kader van de Europese richtlijn EEG 91/414 die de erkenning van gewasbeschermingsmiddelen voor landbouwkundig gebruik regelt. VCBT voldoet hiermee aan de eisen die worden bepaald voor experimenten inzake werkzaamheid, selectiviteit, fytotoxiteit… met het oog op de erkenning van een gewasbeschermingsmiddel. Het toepassingsgebied staat vermeld in Tabel 2 en geldt voor opgeslagen plantaardige producten.

Tabel 2: **Toepassingsgebied (scope) van de GEP-erkenning**

TOEPASSINGSGEBIED	EFFECT OP WERKZAAMHEID	EFFECT OP KWALITEIT	FYTOTOXICITEIT
Fungiciden	x	x	x
Groeiregulatoren	x	x	x
Insecticide/acaricide		x	x

De ISO-accreditatie valt binnen de basiswerking van het VCBT en wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid (Departement Landbouw en Visserij) en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT).

Extending and optimizing quality systems
In 2003 VCBT obtained an accredited quality control system according to the ISO/IEC 17025 standard. The accredited scope covers the measurements of quality attributes of fruits and vegetables. In November 2017 a new version of the ISO 17025 was published. The new standard is focusing on risk-based thinking and has a process based approach. In October 2019 VCBT passed the audit and got the accreditation according this new standard. The scope for our GEP license remained unchanged.

Aroma van witte spitskool tijdens CA-bewaring

Door de gassamenstelling in een koelcel met spitskolen aan te passen (gecontroleerde atmosfeer, CA) is het mogelijk ze tot zes maanden te bewaren met behoud van goede kwaliteit. Gevaar bij bewaring in het algemeen is het veranderd aromaprofiel. In deze studie gaat het VCBT na of spitskool in CA beter bewaart. Daarbij werd ook het aroma van het koolsap geanalyseerd. Bij bewaring van spitskool bij CA, is er minder productie van afwijkende geuren of 'off-flavours'.

KLEUR EN OPGELOSTESTOFGEHALTE ALS MAAT VOOR KWALITEIT

VCBT bewaarde spitskool gedurende zes maanden bij gewone lucht (controle) en gecontroleerde atmosfeer (CA, 1 % O_2 + 5 % CO_2) bij 1 °C. Kwaliteit meten kan je op een relatief eenvoudige manier door het opmeten van de kleur en het opgelostestofgehalte. Het opgelostestofgehalte omvat de hoeveelheid suikers (grootste bestanddeel), organische zuren en aminozuren. Hoe hoger de gemeten waarde, des te zoeter de kool.
Figuur 1 toont het visueel verschil na bewaring bij gewone lucht of bij CA. De spitskolen bewaard in gewone lucht (boven) hebben sterk vergeelde, rottende bladeren, waar deze bij de CA-kolen (onder) nog een fris, groene kleur hebben. Doorgesneden is het verschil tussen beide groepen niet meer zichtbaar. Ook de kleurmeting op het snijvlak toont geen verschil. Het opgelostestofgehalte (Figuur 2) van spitskool bij de oogst verschilt niet met dat van CA-bewaarde spitskool. Kolen bewaard bij gewone lucht zijn zoeter, want het opgelostestofgehalte is significant hoger.

AROMA VAN KOOLSAP

Zowel bij oogst als na zes maanden bewaring, werd van de spitskolen een sapje gemaakt. Van deze sapjes werd het aroma gemeten. Het aroma bestaat uit honderden vluchtige componenten waarvan sommige aangenaam en andere onaangenaam zijn om te ruiken. Die laatste noemen we 'off-flavours'. Al deze analyseresultaten kunnen samengevat worden in een biplot zoals getoond in Figuur 3. Een selectie van de aromacomponenten worden weergegeven door kruisjes in wat we de aromaruimte noemen. De sapjes van de kool zijn ook in deze ruimte gepositioneerd met de vierkantjes voor oogst, de driehoekjes voor de sapjes van de CA-bewaarde kolen en de bolletjes voor de in lucht bewaarde kolen. Kruisjes van de aromacomponenten die dicht bij de symbooltjes voor de koolsapjes staan komen daar in hogere concentraties voor en zullen dus het aromaprofiel in sterkere mate bepalen.

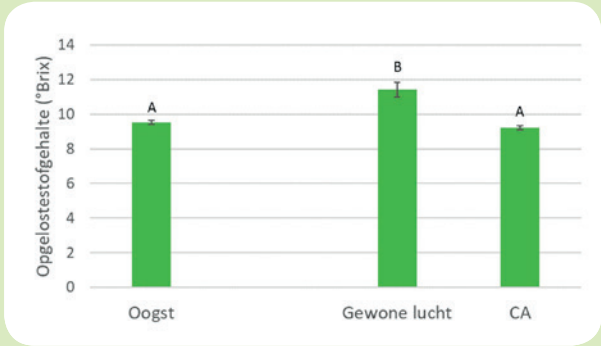
Bij oogst zijn de kolen sterk gecorreleerd met frisse, groene componenten zoals hexanal, 1-penten-3-ol en 2-pentenal, voorgesteld door groene kruisjes. Dit aroma verandert tijdens

Figuur 1: Kolen na zes maanden bewaring bij gewone lucht (controle, bovenaan) en gecontroleerde atmosfeer (CA, onderaan).

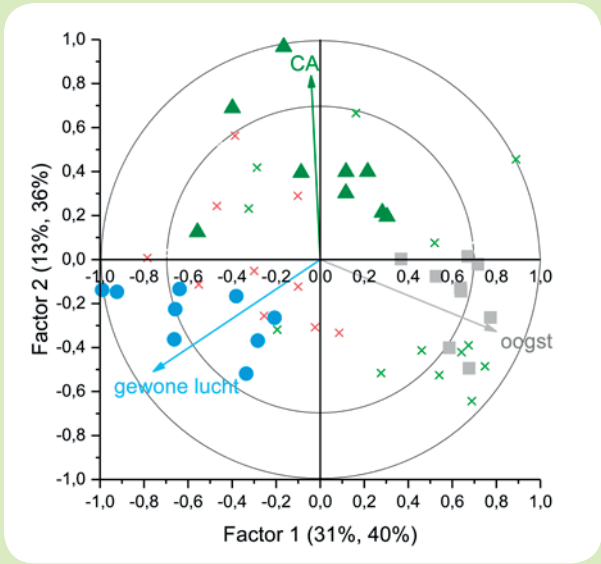
de bewaring voor beide bewaarmethoden, maar niet op eenzelfde manier. Kolen bewaard bij gewone lucht zijn sterk gecorreleerd met 'off-flavours', zoals methanethiol en decanal, de rode kruisjes. Ook is er meer correlatie met sulfides en nitrilen. De CA-bewaarde kolen vertonen minder correlatie met 'off-flavours' en hebben een aromaprofiel meer gelijkend aan dat van de oogst. Dat laatste is wat we willen: We streven een bewaring na waarbij het aromaprofiel van de bewaarde kool zo goed mogelijk die van een verse kool benadert.

CA VOOR GOEDE BEWARING

De bewaring van spitskool kan geoptimaliseerd worden door te bewaren bij gecontroleerde atmosfeer. CA-bewaring zorgt voor een goed kwaliteitsbehoud tot zes maanden na de oogst. Hoewel het aroma van het koolsap verandert doorheen de bewaring, is het profiel van CA-bewaarde spitskool veel minder onderhevig aan de vorming van 'off flavours' dan dat van kolen bewaard bij gewone lucht. In een optimaal bewaarprotocol van spitskool verandert het aromaprofiel van de geoogste kool tijdens de bewaring zo weinig mogelijk.



Figuur 2: Opgelostestofgehalte (°Brix) van spitskolen bij oogst en na bewaring bij gewone lucht of gecontroleerde atmosfeer. Groepen met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend.



Figuur 3: Biplot van een partial least squares (PLS) analyse. De objecten worden weergegeven door volle symbolen: oogst ■, bewaring bij gewone lucht ● en gecontroleerde atmosfeer ▲. De variabelen (aroma componenten) worden weergegeven als ✕ voor groene, frisse aroma componenten en ✕ voor 'off-flavours'.

Dit project valt binnen de basiswerking van het VCBT en wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid (Departement Landbouw en Visserij) en het Verbond van Belgische Tuinbouwcoöperaties (VBT).

The aroma evolution of white pointed cabbage during controlled atmosphere storage
By using CA storage it is possible to prolong the storage life of pointed white cabbage, however, research on the effect of low oxygen on cabbage is limited. The VCBT started a project where this is studied. First results show that it can be beneficial to store the product in controlled atmosphere (CA), resulting in a better quality maintenance. Also the aroma was analyzed during storage. In CA storage the cabbages produced less off-flavours.

Niet-destructieve inspectie van de interne kwaliteit van Conference met X-stralen en artificiële intelligentie

Interne gebreken kunnen zich ontwikkelen in peren gedurende suboptimale bewaring na de oogst. Deze interne gebreken zijn echter vaak uitwendig onzichtbaar. De laatste jaren werden X-stralen gebaseerde technologieën naar voren geschoven voor de kwaliteitsinspectie van voedingsproducten. Methodes op basis van X-stralen hebben echter de uitdagingen die samengaan met de hoge variabiliteit van biologische producten en de uiteenlopende graad en voorkomen van de interne gebreken nog niet overwonnen. Bovendien is een hoge doorvoercapaciteit vereist voor industriële toepassingen. In dit onderzoek hebben we nagegaan wat het potentieel is van het inzetten van artificiële intelligentie (AI) om snel en effectief X-stralenbeelden van 'Conference' peren te beoordelen op de aanwezigheid van interne gebreken.

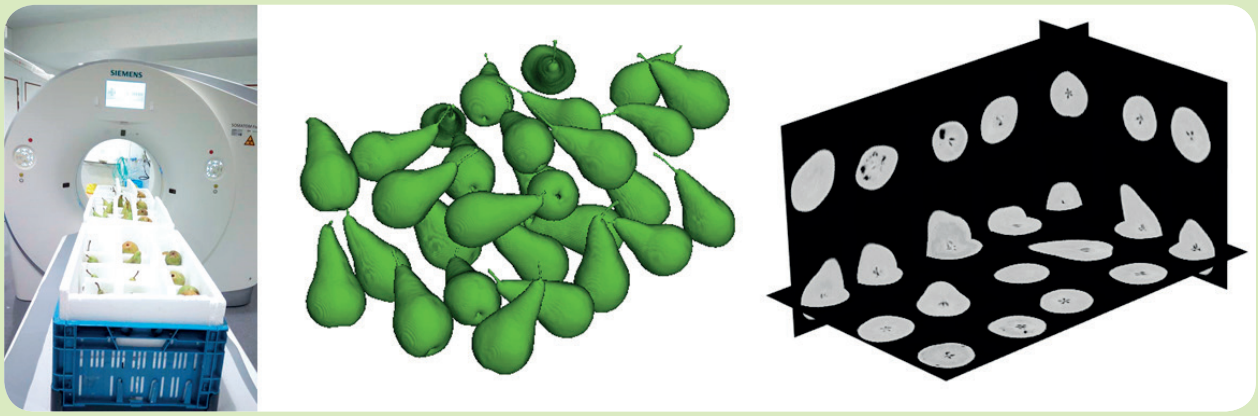
INTERNE GEBREKEN

Om gedurende het hele jaar door peren te kunnen verkopen, worden de vruchten na de oogst in gecontroleerde omstandigheden bewaard in koelcellen. De bewaarcondities worden continu gemonitord en bijgestuurd om deze zo optimaal mogelijk te houden. Wanneer de bewaaromstandigheden echter ongunstig zijn, bijvoorbeeld lokaal te lage zuurstofconcentraties, kunnen zich in de vruchten interne gebreken ontwikkelen. Voor de nog levende cellen van het vruchtvlees zorgt het zuurstoftekort voor een tekort aan energie. De cellen beginnen vervolgens af te sterven, wat zich kan uiten in interne bruine vlekken en holtes (zie Figuur 1).
Dergelijke vruchten zijn uiteraard ongewenst en kunnen leiden tot imagoschade voor verkopers. Het is daarom belangrijk dat aangetaste vruchten snel en betrouwbaar kunnen worden uit gesorteerd. Helaas zijn externe symptomen voor zulke gebreken haast nooit aanwezig. Bovendien zijn commerciële sorteersystemen voor kwaliteitsinspectie weinig betrouwbaar voor interne kwaliteitsinspectie. Deze systemen slagen enkel in het detecteren van erge gevallen of vruchten met gebreken net onder de schil (bijvoorbeeld blutsen), maar kunnen niet om met heterogeen verdeelde gebreken in het vruchtvlees.

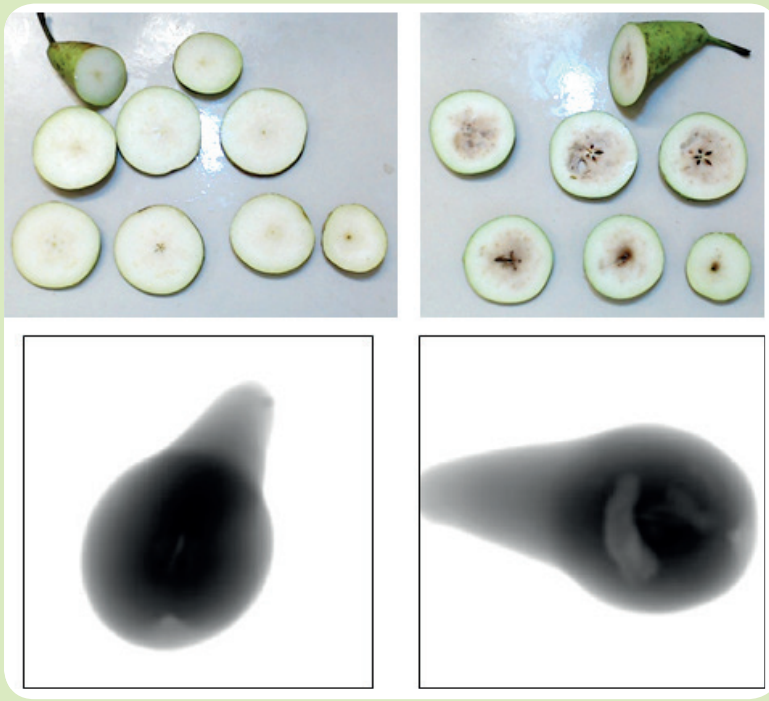
Figuur 1: Opengesneden 'Conference' peren met intern bruin en holtes

INSPECTIEMETHODES OP BASIS VAN X-STRALEN EN GESTEUND OP ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE (AI)

Met behulp van hoogenergetische X-stralen kan letterlijk binnenin de meeste objecten gekeken worden. Het is dus een handige technologie voor het inspecteren van de interne kwaliteit van producten. Lokale verschillen in absorptie, veroorzaakt



Figuur 2: X-stralen CT-scans van de vruchten in UZ Leuven. Links: Dozen met peren in de medische CT-scanner; Midden: 3D-visualisatie van peren in een doos; Rechts: Dwarsdoorsnedes doorheen de CT-scan van een doos. In sommige peren zijn interne gebreken zichtbaar.



Figuur 3: Dwarsdoorsnedes en gesimuleerd X-stralenbeeld van een gezonde (links) en een defecte (rechts) peer.

door de vorm en interne structuur van het product, kunnen met een X-stralendetector vertaald worden in een grijswaardenbeeld waarin de grijswaarde evenredig is met de hoeveelheid opgemeten energie. Hoe minder materiaal aanwezig is, of hoe lager de densiteit, des te hoger de grijswaarde in het beeld. Interne gebreken hebben typisch een lagere densiteit dan gezond weefsel. Om X-stralen gebaseerde inspectie toe te passen aan een hoge doorvoercapaciteit, moeten dergelijke beelden automatisch geïnterpreteerd worden door computeralgoritmes. Klassieke algoritmes beoordelen ieder beeld door een reeks van vaste stappen en regels te volgen. Het is echter moeilijk om dergelijke regels te bedenken, aangezien telkens uitzonderingen gevonden kunnen worden. Een mens kan echter op basis van enkele voorbeelden al snel enkele patronen herkennen die defecte van gezonde vruchten onderscheiden. Recent is een nieuwe tak binnen artificiële intelligentie ontstaan, deep learning, die het mogelijk maakt om zelflerende algoritmes te ontwikkelen die op basis van data en trial-and-error zelf nuttige patronen te ontdekken om een bepaalde taken uit te voeren. Deze algoritmes hebben dus geen vooraf gedefinieerde regels nodig, maar enkel een zekere hoeveelheid voorbeelden waarvan ze kunnen leren.

DATA OM VAN TE LEREN

Twee partijen 'Conference' peren werden gedurende 8 maanden bewaard, waarbij de eerste en tweede partij respectievelijk optimale en slechte bewaarcondities kregen. Na bewaring werden 90 vruchten van elke partij willekeurig geselecteerd en vervoerd naar het UZ Leuven voor het maken van X-stralen CT-scans (zie Figuur 2). Deze scans leveren digitale versies van elke vrucht op en vormen het vertrekpunt voor de grote hoeveelheid data die we ervan kunnen genereren om een slimme algoritmes te trainen.

Vervolgens werd op basis van dwarsdoorsnedes van alle vruchten beslist welke vruchten gezond of defect waren. Met behulp van de digitale versies van de vruchten werden daarna meer dan duizend X-stralenbeelden gesimuleerd. Hierin werden de virtuele vruchten in een willekeurige oriëntatie geplaatst om telkens unieke beelden te genereren.
In Figuur 3 worden voorbeelden weergegeven van doorsnedes en gesimuleerde X-stralenbeelden van een gezonde en een defecte vrucht.

PROOF OF CONCEPT TESTEN

Met behulp van de gesimuleerde data werd een zelflerend algoritme getraind dat vruchten sorteert op basis van X-stralen foto's. Dit werd vervolgens getest op echte radiografieën die verkregen werden met het X-stralenmachine van de MeBioS Naoogstonderzoeksgroep (KU Leuven). De vruchten die hierbij getest werden, vertoonden grote verschillen in de graad van de interne gebreken. Hierbij werd een accuraatheid van 87 % gehaald op 720 beelden. Deze eerste testen tonen dus aan dat de combinatie van X-stralen en AI gebaseerde algoritmes een groot potentieel heeft voor interne kwaliteitsinspectie.

Dit onderzoek werd ondersteund door KU Leuven (C3 project C3/19/036), Research Council of Norway (project 255596/E50)

Non-destructive internal quality inspection of fruit using X-rays and artificial intelligence
Internal disorders can develop in the pear fruit due to suboptimal storage conditions after harvest. These disorders are externally often invisible. Recently, the use of X-ray technologies has been proposed for quality and safety inspection of foods. However, X-ray inspection methods have not yet overcome the challenging variability in agricultural products and internal disorders that can be present. We investigated whether recent advances in deep learning can be used effectively for internal quality inspection of pear fruit using inline X-radiography. Conference pears were stored in optimal and suboptimal storage conditions for 8 months to obtain fruit with a wide range in internal quality. After storage, an image dataset containing X-ray CT and ground truth images of the fruit was collected. Thereafter an algorithm was trained on a dataset of simulated X-ray images to recognize fruits with internal disorders. Finally, the performance was tested on real inline X-ray radiograph images which demonstrated the potential of the technology.

Lagezuurstofstress in appel

Om de consument jaarrond te kunnen voorzien van goede kwaliteit appelen wordt gebruik gemaakt van bewaring bij lage temperatuur en lage zuurstof. Deze technieken zijn er op gericht om de condities rond de vrucht zo goed mogelijk te controleren om de metabole activiteit van de vruchten af te remmen en zo het natuurlijk rijpingsproces te vertragen. Sommige cultivars zoals 'Braeburn' zijn gevoeliger voor de opgelegde lagezuurstofstress dan andere cultivars. Lange bewaring kan in zo'n geval leiden tot bewaarafwijkingen zoals inwendig bruin met economische verliezen als gevolg. We weten inmiddels dat inwendig bruin het resultaat is van een verschuiving in het metabolisme naar fermentatie als gevolg van een tekort aan zuurstof. Het is van belang beter te gaan begrijpen hoe deze metabole verschuiving tot stand komt en gereguleerd wordt in de vrucht. Bovendien is het van belang te zien hoe cultivars hierin van elkaar verschillen en hen in staat stelt de lagezuurstofstress al dan niet beter te weerstaan.

LAGEZUURSTOFDETECTIE IN PLANTEN

Om te kunnen inspelen op lagezuurstofcondities is het essentieel om zuurstof te kunnen waarnemen. Veel onderzoek is gedaan op modelplanten zoals Zandraket (Figuur 1) en rijst. Onderzoek heeft aangetoond dat er twee genfamilies verantwoordelijk zijn voor het detectie van lagezuurstofstress en de activatie van de daaropvolgende stressresponsen.
Deze genen activeren een hele waterval van reacties die de plant in staat stellen de impact van de lagezuurstofstress (bijvoorbeeld tijdens overstroming) zo beperkt mogelijk te houden.

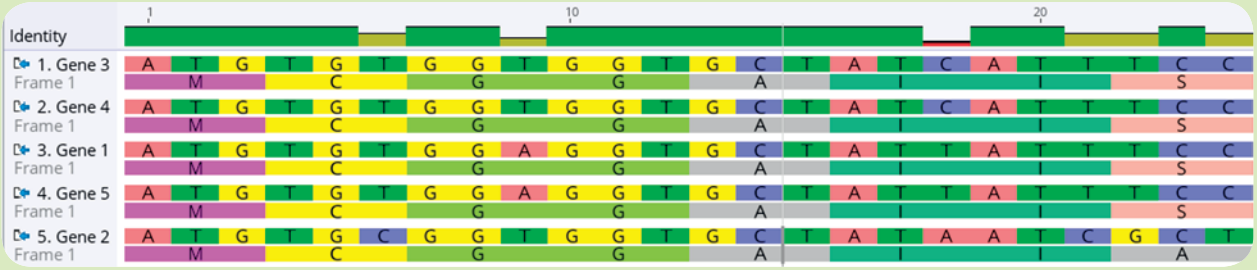
Figuur 1: Zandraket, een onooglijk plantje waar iedereen op straat aan voorbijloopt maar dat zich als Arabidopsis thaliana in de plantwetenschappen heeft opgewerkt tot ongeëvenaarde modelplant.

HOE ZIT DIT NU IN APPEL?

Om de moleculaire respons van appel op lagezuurstofstress te begrijpen moeten we terug naar de basis om te zien wat er zich op gen-niveau afspeelt. Op deze manier willen we achterhalen welke genen een rol spelen in appel tijdens lange bewaring onder lagezuurstofcondities en hoe het domino effect van de stressrespons wordt gereguleerd.
Als eerste stap werden de genen geïdentificeerd die bekend waren uit Zandraket en rijst. Door de 4-letterige genetische code hiervan te vergelijken met verschillende andere plantensoorten inclusief appel, werden de meest waarschijnlijke kandidaat-genen in appel opgespoord. Hierbij speelt de mate van overeenkomst een grote rol, waarbij afwijkingen mogelijk kunnen wijzen op evolutionaire aanpassingen. De verschillen bleken echter beperkt te zijn en er werd een belangrijk stukje code van 12 karakters gevonden dat sterk geconserveerd bleek te zijn in de kandidaat appelgenen (Figuur 2). Dit suggereert dat de lagezuurstofrespons goed geconserveerd is doorheen het plantenrijk.

Het bestuderen van de lagezuurstofstressrespons in appel is als het openen van de 'doos van Pandora' omdat we niet weten met wat ons te wachten staat. Hoewel er al het nodige bekend is over de lagezuurstofstressrespons in plantenwortels tijdens overstroming, is er weinig tot niets bekend over de lagezuurstofstressrespons tijdens bewaring van fruit.

De genetische informatie die we nu hebben voor appel is slechts het topje van de ijsberg. Door hier meer fundamenteel inzicht te bekomen kan er op termijn meerwaarde worden gecreëerd voor zowel telers als veredelaars in de appelindustrie.



Figuur 2: De 4-letterige genetische code toont een grote mate van overeenkomst in het gen dat in staat voor de lagezuurstofsensor in appel. Er worden hier vijf genen met elkaar vergeleken. DNA van een gen bestaat uit een aaneenkoppeling van 4 nucleotides: adenine (A), thymine (T), guanine (G), and cytosine (C). In groepjes van 3 coderen die steeds voor een bepaald aminozuur. Zo codeert de triplet ATG voor het aminozuur M (=methionine) en TGT voor het aminozuur C (=cysteine). Onder ieder triplet zie je dan ook het bijbehorende aminozuur aangegeven met een letter (en opnieuw een kleur). De reeks aminozuren vormen samen een eiwit (dat is opgebouwd uit aminozuren). Merk op dat met de tripletten 64 (=4x4x4) combinaties mogelijk zijn terwijl er slechts 20 aminozuren bestaan. Dit betekent dat er meerdere tripletten voor eenzelfde aminozuur coderen. Zo zie je bv. voor het tweede triplet dat die in 4 van de 5 genen uit TGT bestaat en allen in het laatste gen is gemuteerd tot TGC. Beide tripletten (TGT en TGC) coderen echter voor hetzelfde aminozuur Cysteïne dus dit leidt tot identiek dezelfde aminozuurvolgorde en dus hetzelfde eiwit.

Dit werk werd mogelijk gemaakt dankzij FWO Vlaanderen

Low oxygen stress in apple fruit

To satisfy consumer demands for year-round supply of high quality apple fruit, postharvest low oxygen storage techniques are employed. Storing the fruit in these altered atmospheres for prolonged periods of time also alters the natural course of the fruit's life and in some cases have detrimental effects on the fruit. Using model plants the molecular background of a so called low oxygen sensor has been identified. This project focusses on establishing knowledge on a similar control mechanism in apple fruit enabling the fruit to adapt itself to low oxygen stress conditions incurred during postharvest storage.

Modellering van het vaatbundelweefsel in appel

Een Functioneel-Structureel Plant Model (FSPM) is een computermodel dat zowel de mechanistische processen als de structuur van een plant omvat. De mechanistische processen zijn alle fysische, biologische of moleculaire processen die relevant zijn voor de plant of het plantorgaan in kwestie. De structuur heeft betrekking op de juiste geometrie en topologie van het orgaan dat wordt gemodelleerd. Een FSPM streeft ernaar de complexe interacties tussen deze aspecten vast te leggen om beter inzicht te verwerven in de fysiologie van de plant. Een functioneel structureel appelfruitmodel kan worden gebruikt om fundamentele aspecten van appelgroei en -ontwikkeling te onderzoeken.

VAATBUNDELWEEFSEL, CRUCIAAL VOOR VRUCHTGROEI

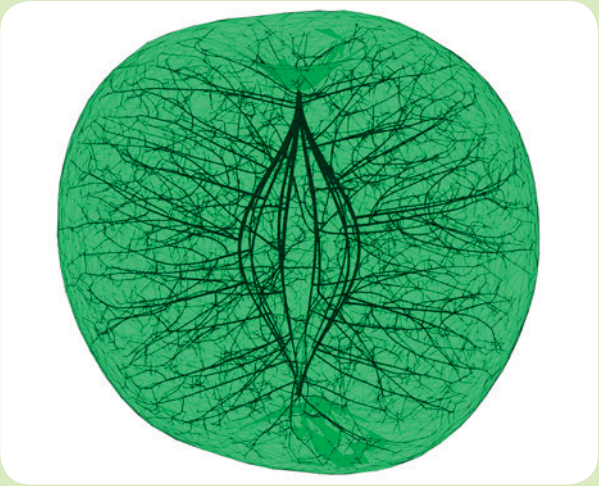
Een belangrijk weefsel van de appel is het vaatbundelnetwerk dat een complexe 3D-structuur heeft doorheen het appelvlees. Aangezien de drijvende kracht voor appelgroei celexpansie is en een dergelijke expansie het gevolg is van watertransport naar de vrucht, is het vasculaire netwerk een belangrijke structuur om correct te modelleren. Daarom is een algoritme ontwikkeld dat in een appel een vasculair netwerk creëert voor verschillende groeistadia. Het algoritme kan, voor elke fase van appelgroei, een realistisch netwerk genereren.

CREATIE VAN HET VASCULAIR NETWERK VIA RUIMTE-KOLONISATIE

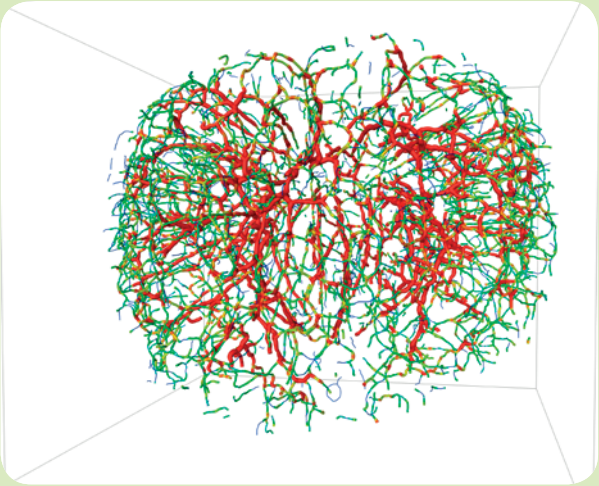
Ruimte-kolonisatie is een wiskundige methode om een willekeurig, niet-overlappend en vertakkend netwerk in een bepaald volume te maken. Hier is het volume de appelvorm. En we willen dat volume vullen met een netwerk dat lijkt op wat in de natuur zal worden gecreëerd. Het netwerk wordt weergegeven door een 3D-rooster dat bestaat uit knooppunten en verbindingen. Elke knoop heeft x-, y-, z-coördinaten en elke verbinding heeft een lengte tussen twee knooppunten. Het algoritme werkt door het volume van de appel eerst te vullen met een groot aantal willekeurig geplaatste aantrekkingspunten, rond een initieel aantal knooppunten van het vaatbundelnetwerk, gedefinieerd op de hoofdvaatbundels van de vrucht die van de steel naar de kelk lopen. Voor elk knooppunt wordt gezocht naar de dichtstbijzijnde aantrekkingspunten, volgens bepaalde regels. Vervolgens groeit vanuit elk knooppunt, een verbinding naar het midden van de burenwolk waar een nieuw knooppunt wordt toegevoegd voor de volgende stap in het algoritme. De aantrekkingspunten trekken dus de takken van het netwerk die zich het dichtst bij hen bevinden, naar zich toe. Dit resulteert erin dat het netwerk de ruimte efficiënt vult. Als een knooppunt zich binnen een bepaalde afstand van een aantrekkingspunt bevindt, wordt dat punt verwijderd. Deze stappen worden herhaald totdat alle aantrekkingspunten zijn verwijderd en het netwerk is gegroeid om het appelvolume te vullen dat door de punten werd ingenomen. Figuur 1 toont een voorbeeld van een gegenereerd vasculair netwerk van een volgroeide appel.

DE APPELMORFOLOGIE WORDT IN REKENING GEBRACHT

Het algoritme voor ruimte-kolonisatie kan zeer realistisch ogende natuurlijke netwerken creëren. De methode wordt ondermeer gebruikt om bomen te genereren voor computergrafische doeleinden. Naarmate knooppunten naar punten gaan waar ze het dichtst bij zijn, simuleert de methode



Figuur 1: Gegenereerd vaatbundelnetwerk van 22 weken oude appel.

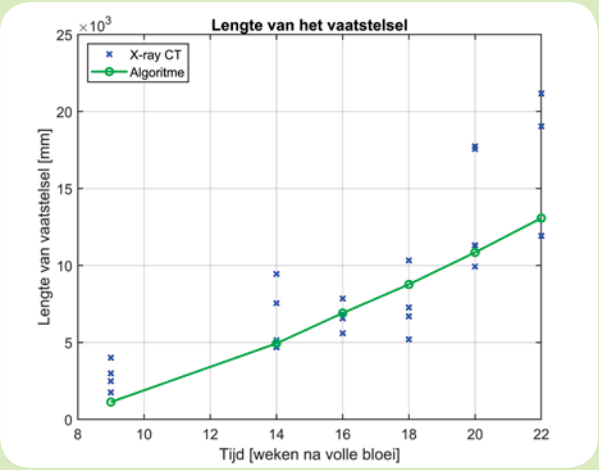


Figuur 2: Gesegmenteerd beeld van vaatbundelnetwerk van een 22-weken oude Jonagold.

nauwkeurig de concurrentie tussen de takken van een boom om ruimte en zonlicht. Het vaatstelsel in appel is echter niet volledig willekeurig. Er zijn verschillende afzonderlijke bundels die altijd dezelfde vorm hebben. Er zijn twee vasculaire systemen met betrekking tot hun positie in de vrucht: het corticale systeem dat zich in de cortex bevindt, en het carpelsysteem, dat zich in de kern bevindt. Het corticale systeem bestaat uit 10 bundels die, als ze in de vrucht vanuit het steeltje komen, rond het klokhuis uit elkaar gaan en dan onder het klokhuis bij de kelkbladen samensmelten. De 10 bundels bestaan uit 5 kelkbladbundels en 5 bloembladbundels, afwisselend van elkaar. Vanuit deze bundels vertakt het vaatstelsel zich in het vruchtvlees en vult het de gehele cortex van de vrucht. De structuur van het carpelsysteem is hier niet gemodelleerd omdat deze zich in de kern bevindt en omdat het vasculaire netwerk dat water en voedingsstoffen levert aan het vruchtvlees voortkomt uit de 10 belangrijkste corticale bundels. Dus wordt eerst een 3D-netwerkmodel gemaakt dat de 10 belangrijkste corticale bundels voorstelt en gebruikt als het startpunt van het algoritme. Dit houdt rekening met de appel- en klokhuisvorm. Die appelvorm wordt gegenereerd door een vormmodel, dat is opgesteld op basis van 3D-X-stralentomografie beelden van vruchten in verschillende groeistadia. Dit vormmodel laat ons toe willekeurige realistische vormen van appels van verschillende cultivars te genereren. Het kolonisatie-algoritme genereert vervolgens het willekeurige vasculaire netwerk dat zich vertakt vanuit de hoofdbundels in de 3D-vorm van de appels.

REALISTISCHE VAATBUNDELNETWERKEN OP BASIS VAN X-STRALENTOMOGRAFIE

Wil de gegenereerde structuur van het vaatnetwerk nuttig zijn, dan moet deze vergelijkbaar zijn met die van een echte appel. Het gegenereerde netwerk moet dus worden vergeleken met een netwerk verkregen uit echte appels. Om ruimtelijke gegevens van appelvaatstelsel te verkrijgen, wordt X-stralentomografie (CT) gebruikt. Appels werden op verschillende tijdstippen tijdens de groei geplukt. Daarna werden CT-scans van de appel gemaakt om 3D-beelden te maken van de interne structuur van de vruchten. De bundels lichten op in de röntgenbeelden omdat ze bestaan uit dicht opeengepakte xyleem- en floëemweefsels. Op deze manier krijg je met behulp van 3D-beeldsegmentatietechnieken de ruimtelijke gegevens van de vaatstructuur. Figuur 2 toont een voorbeeld van vasculair netwerk gesegmenteerd uit een röntgen CT-scan van een 22-weken oude Jonagold appel. Door de grafieken statistisch met elkaar te vergelijken, kunnen de parameters van het algoritme worden gekalibreerd om netwerken te genereren met een vergelijkbare lengte en ruimtelijke verdeling als wat met de röntgenscans is gemeten. Figuur 3 toont een grafiek van de gegenereerde vasculaire lengte vergeleken met de gemeten lengte over de tijdsperiode van 9 tot 22 weken.



Figuur 3: Vergelijking van de vasculaire lengten.

Dit onderzoek werd ondersteund door het onderzoeksfonds KU Leuven

Structural modelling of apple vasculature
An algorithm was developed to generate the vasculature of apple. The algorithm can generate vasculature accurate in length and spatial distribution for growing apples ranging from 9 – 22 weeks after bloom. The space colonization algorithm is used to generate a random network of vasculature that branches of from the main cortical bundles and fills the entire cortex region. The main cortical bundles, which have a consistent shape, are approximated with cosine functions. The parameters in the algorithm are calibrated by comparing the length and spatial distribution of the generated vasculature against the length and spatial distribution of vasculature networks obtained from image segmentation of apple X-ray CT scans.

Rijping van tomaat
Rol van ethyleen en ethyleenreceptoren

Sinds kort heeft de praktijk er een nieuwe teeltmaatregel bij om tomaten aan het eind van het groeiseizoen geforceerd af te rijpen aan de plant via de toediening van ethyleen, een gasvormig plantenhormoon. Voor een goede werking van ethyleen is het nodig dat de vrucht in staat is ethyleen waar te nemen met zijn ethyleenreceptoren (de zogenaamde ETRs). Een goed begrip van deze perceptie en de daaropvolgende signaaloverdracht kan helpen om op termijn de toepassing van ethyleen verder te gaan optimaliseren.

ROL VAN ETR

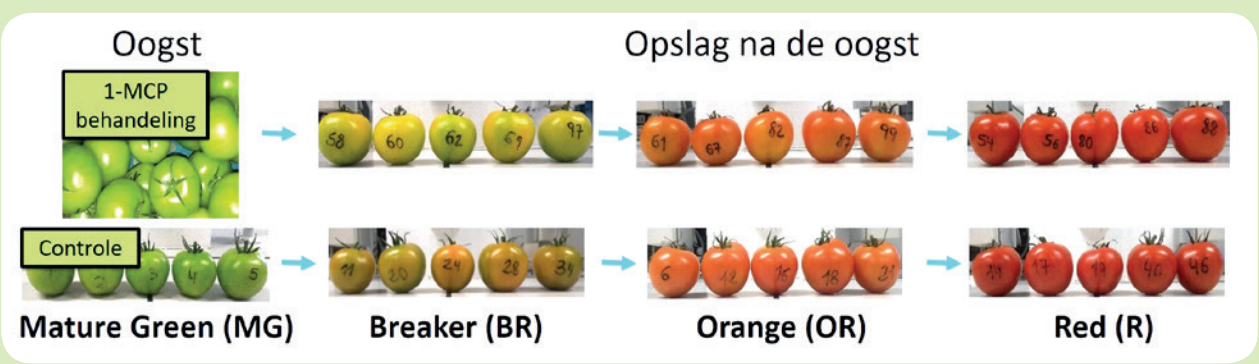
Ethyleen wordt in eerste instantie waargenomen door de receptoren (ETRs). Een centrale rol wordt ingenomen door zogenaamde EIN2 eiwitten. Dit zijn eiwitten die in de celkern allerlei rijpingsgerelateerde processen op kunnen starten. Zolang er geen ethyleen aanwezig is, wordt dankzij de tussenkomst van de CTR-eiwitten verhinderd dat de EIN2 eiwitten naar de celkern gaan waardoor vruchtrijping zolang wordt voorkomen. Zodra ethyleen wordt gebonden aan de receptoren kunnen de CTR-eiwitten hun werk niet meer doen en krijgen de EIN2 eiwitten de kans om naar de kern te gaan en de vruchtrijping in gang te steken. Door het gedrag van deze drie eiwitgroepen in detail te bestuderen proberen we meer inzicht te krijgen in hun rol tijdens vruchtrijping. In dit onderzoek werd gebruikt gemaakt van 1-methylcyclopropeen (1-MCP), een gas dat zich net als ethyleen hecht aan de ethyleenreceptoren, zonder echter de verdere signaaloverdracht in gang te steken.

BEWAAREXPERIMENT

In deze studie werd gebruik gemaakt van volgroeide maar nog groene tomaten (aangeduid als MG) die na oogst al dan niet werden behandeld met 1-MCP. Hierna kregen de vruchten de kans krijgen om tijdens de bewaring verder af te rijpen. Zowel de controle vruchten als de 1-MCP behandelde vruchten werden geanalyseerd van zodra ze de achtereenvolgende rijpheidsstadia 'Breaker' (BR), 'Oranje' (OR) en 'Rood' (R) hadden bereikt (Figuur 1). De verschillende eiwitten werden uit het vruchtvlees geëxtraheerd en de niveaus aan ETRs, CTRs en EIN2 tijdens de rijping van zowel de controle vruchten als de 1-MCP behandelde vruchten werden gemeten. Daarnaast werden metingen gedaan van de stevigheid, ethyleenproductie en ademhalingssnelheid van de tomaten.

DE RIJPING ONDER INVLOED VAN 1-MCP IS STERK GEREMD

Door de behandeling met 1-MCP rijpten de vruchten veel trager af dan de onbehandelde controle vruchten. In figuur 2 worden de algemene kwaliteitsmetingen van stevigheid, ethyleenproductie en ademhalingssnelheid getoond. De sterke remming door 1–MCP komt vermoedelijk door de nog zeer lage ethyleenproductie in het MG stadium waardoor er weinig concurrentie is vanuit ethyleen en 1-MCP het merendeel van de receptoren kan blokkeren. Eenmaal dat de vruchten het 'Breaker' stadium bereikten was de ethyleenproductie in de 1-MCP behandelde vruchten hoger dan in de controle vruchten. Dit kan het gevolg zijn van de eerdere onderdrukking van de signaaloverdracht die later weer teniet wordt gedaan waarbij ethyleen mede de accumulatie van EIN2 in de hand werkt. De vruchten vertoonden geen noemenswaardige verschillen in stevigheid, maar de ademhalingssnelheid van de 1-MCP behandelde vruchten was wel lager dan die van de controle vruchten. (Figuur 2). Deze lagere ademhalingsactiviteit is in overeenstemming met de trager verlopende vruchtrijping.

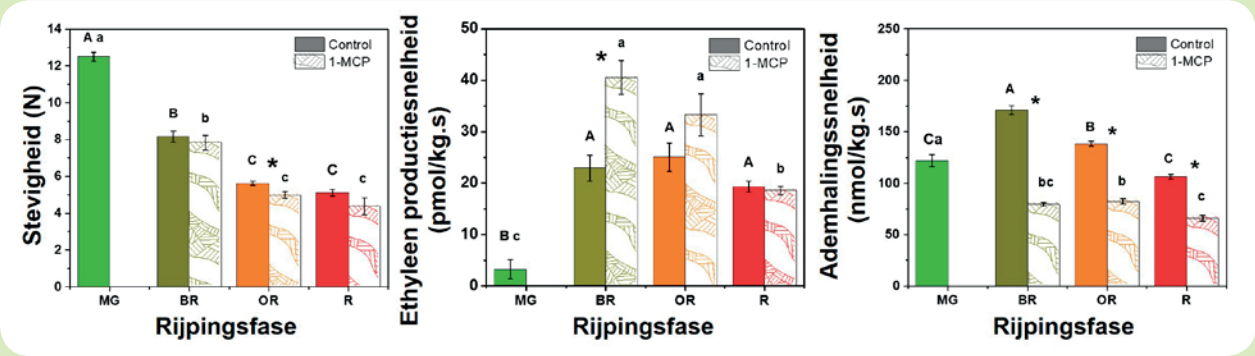


Figuur 1: Foto's van de gebruikte tomaten. Geoogst in het MG stadium en, al dan niet na behandeling met 1-MCP, afgerijpt tot de verschillende kleurstadia (BR, OR en R).

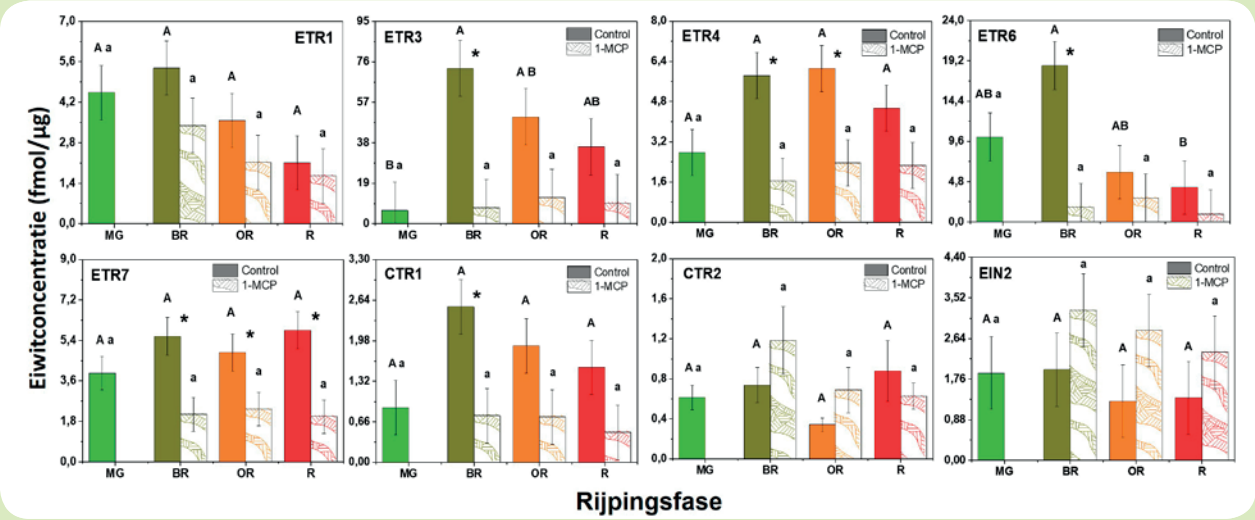
DE RECEPTOR- EN SIGNAAL EIWITTEN ZIJN MINDER ABUNDANT ONDER INVLOED VAN 1-MCP

De resultaten voor de ETRs, CTRs and EIN2 worden weergegeven in figuur 3. Doorgaans bestaan er meerdere varianten van deze eiwitten zoals aangegeven met de cijfers achter hun naam. Een aantal van de receptoren (ETR3, ETR4, ETR6 en ETR7) en CTR1 vertonen in het 'Breaker' stadium lagere concentraties in 1-MCP behandelde vruchten dan in de controle 'Breaker' vruchten (Figuur 3).

In de latere rijpheidsstadia blijven ETR4 and ETR7 laag (Figuur 3). Deze lage niveaus zullen in een later stadium, wanneer het effect van 1-MCP gaat afnemen, aanleiding geven tot een versnelde reactivering van de ethyleensignaal-overdracht doordat zij EIN2 minder zullen remmen in hun werking.



Figuur 2: Stevigheid, ethyleenproductie en ademhalingssnelheid opgemeten aan de hand van 5 tomaten per staalname. De sterretjes geven statistische verschillen weer tussen de 1-MCP behandelde en controle vruchten binnen eenzelfde kleurstadium.



Figuur 3: Absolute eiwitkwantificatie van de belangrijkste ETRs, CTRs and EIN2 opgemeten aan de hand van 5 tomaten per staalname. De sterretjes geven statistische verschillen weer tussen de 1-MCP behandelde en controle vruchten binnen eenzelfde kleurstadium.

Dit werk werd mogelijk gemaakt dankzij een Bilaterale Onderzoeksamenwerking, project FWO.106.2013.20 met NAFOSTED en het FWO.

1-MCP inhibition of tomato ripening and its effect on the ethylene signalling
This work studies the regulation of the ethylene signalling pathway during tomato fruit ripening in response to the ethylene action inhibitor 1-MCP, through the study of the protein levels of receptors, CTR and EIN2 proteins. Different ripening stages of tomatoes were harvested, either or not treated with 1-MCP and subsequently stored. Fruit firmness, ethylene production and respiration rate were measured during fruit ripening. 1-MCP treated fruit produced a lower respiration rate, resembling the general inhibition of the metabolism, but a higher ethylene production rate, possibly to reactivate the ethylene signalling to be able to continue the ripening process. In general, lower levels or no differences were found for the proteins in comparison to the control samples. As receptors and CTRs are negative regulators of the ethylene signalling, decreasing their production could subsequently decrease the inhibition towards EIN2, which could freely act as activator of the ethylene responses.

Informatieverspreiding

DEELNAME AAN CONGRESSEN

- VI International Symposium on Applications of Modelling as an Innovative Technology in the Horticultural Supply Chain - Model-IT 2019 in Molfetta, Italy, op 9/06/2019
- ICR2019 – The 25th IIR International congress of refrigeration in Montreal, Canada, op 24/08/2019
- ASPB, Plant Biology 2019 in San Jose, California , op 3/08/2019 International Conference on Food and Biosystems Engineering (FABE) in AgiaPelagia, Crete, Greece, op 30/5-2/6/2019
- ICEF13 in Melbourne, Australia, op 23-26/9/2019
- 13th International Society of Plant Anaerobiosis (ISPA) Conference in Taipei, Taiwan, op 2-5/6/2019
- IUPAC 2019 - The 14th IUPAC International Congress of Crop Protection Chemistry in Ghent, Belgium, op 19-24/5/2019
- Interpore 2019 in Valencia, Spain, op 6-10/5/2019
- Greensys in Angers, France, op 16-20/6/2019
- EFFoST in Rotterdam, Netherlands, op 12-14/11/2019
- Prognosfruit in Alden Biezen, Belgium, op 7-9/8/2019
- Vth International Symposium on Post-harvest Pathology in Liège, Belgium, op 20-24/5/2019.

VOORDRACHTEN

- Lekkere Conference doorheen hele seizoen, voor telers pitfruit: studiedag hardfruit van Departement Landbouw en Visserij op 18/01/2019
- Stand van zaken onderzoek tomaat, voor NPG tomaat op 21/02/2019
- Bewaring fruit, voor Groene kring Limburg op 7/03/2019
- Kwaliteitsmanagement fruit, voor Groene kring Limburg op 7/03/2019
- Bewaring groenten, voor Groene kring Sint-Katelijne Waver op 18/03/2019
- Voorstelling activiteiten VCBT, voor jaarvergadering VBT/VCBT/Lava op 28/05/2019
- Qcap project voorstelling, voor Werkgroep pitfruit pcfruit op 3/04/2019
- Voorstelling demoproject, voor opendeur pcfruit op 21/06/2019
- Taste of apple and pear will make the difference. How we can translate subjective taste in objective figures and models , voor Prognosfruit 2019 op 8/08/2019
- Plukdata hardfruit 2019, voor Pomologische Oost-Vlaanderen op 12/08/2019
- Plukdata hardfruit 2019, voor Belorta Borgloon op 13/08/2019
- Plukdata hardfruit 2019, voor Belorta Zellik op 14/08/2019 Lucas bewaring, voor Lucas telers uitgenodigd door Wouters fruit op 16/08/2019
- Plukdata hardfruit 2019, voor BFV nederlandstalige telers Sint-Truiden op 19/08/2019
- Dates de cueillette 2019, voor BFV franstalige telers Sint-Truiden op 19/08/2019
- Plukdata hardfruit 2019, voor BFV Vrasene op 20/08/2019
- Dates de cueillette 2019, voor Belorta Visé op 21/08/2019
- Bewaring aardbeiplanten en aardbei, voor Provinciale pomologische Vereniging Oost-Vlaanderen op 24/10/2019
- Bewaring aardbeiplanten en aardbei, voor Belorta Borgloon op 14/11/2019
- Segmentatievergadering tomaat & vruchtgroenten, voor Kwaliteitsverantwoordelijken veilingen op 20/08/2019
- Aandachtspunten kwaliteit hardfruit, voor Hardfruittelers BFV op 27/11/2019
- Points d'attention fruits à pepins, voor Hardfruittelers (franstaligen) BFV op 27/11/2019

PUBLICATIES

Publicaties in de vakpers

- Bosmans L., Moelants J., Wittemans L., Van Steenkiste J., Verlinden B. (2019). Rassenproef trostomaten belichte teelt 2018-2019. Praktijkproefrassen doen het goed. Proeftuinnieuws 14: 47-49.
- Holsteens K., Van de Poel B., Retta M., Verboven P., Nicolaï B., Huysmans M., Vanlommel W., Verlinden B., Sluydts V., De Meyer M., et al. (2019). Oogstprognose met slimme sensortechnologie dichterbij dan je denkt. Proeftuinnieuws 3: 24-25
- Leenaerts J., Van Herck L., Verlinden B., Vanhees D., Van Steenkiste J. (2019). Nieuwkomer RZ 35-1251 heeft beste productiekwaliteitverhouding. Proeftuinnieuws 17: 26-27.
- Leenaerts J., Verlinden B., Vanhees D., Van Steenkiste J.(2019). Frazier blijft het productiefst. Proeftuinnieuws 17: 23.
- Locus, E., Schenk, A. (2019). Brix-waarde: maat voor kwaliteit bij pompoen? Proeftuinnieuws 7: 28-29.
- Moelants, J., Vanlommel, W., Van Calenberge, B., Wittemans, L., Verboven, P., Nicolaï, B., Verlinden, B. (2019). Pas ethyleen correct toe voor uniforme rijping. Proeftuinnieuws 16: 22-23
- Moelants J., Wittemans L., Van Steenkiste J., Verlinden B. (2019). Rassenproef trostomaten doorteelt 2019. Veel nieuwe rassen getest in Princess en Elite. Proeftuinnieuws 17: 33-36.
- Schenk, A. (2019). Smaak is beleven! Fruit 1: 10-11.
- Schenk, A. (2019). Ander koelmiddel, meer energieverbruik? Proeftuinnieuws 4:24-25
- Schenk, A., Bobelyn, E. (2019). Oogst 2019: weer geen doorsnee jaar. Fruit 14-15: 4-5.
- Schenk, A., Bobelyn, E., Verlinden, B., Rocha, B. (2019). Plukdatabepalingen rechtstreeks aan de boom. Fruit 14-15: 6-7.
- Schenk, A., De Vis, F. (2019). Coolplant. Optimale bewaring plantmateriaal braam en framboos. Fruit 21-22: 22-24.
- Schenk, A., Locus, E. (2019). Groenten en fruit: bron van vezels en vitaminen. Proeftuinnieuws 13: 8-9.
- Schenk, A., Nugraha, B., Verboven, P. (2019). Porositeitsbeelden geven inzicht in inwendige structuur. Proeftuinnieuws 7: 29-30.
- Schenk, A., Verlinden, B. (2019). Bewaarproblemen kan je ruiken. Proeftuinnieuws 1: 24-25.
- Van Herck L., Leenaerts J., Van Steenkiste J., Verlinden B. (2019). Stand van zaken rassenproeven paprika. Proeftuinnieuws 13: 36-37.
- Van Herck L., Leenaerts J., Verlinden B., Vanhees D., Van Steenkiste J. (2019). Grove Ids en groeikrachtige Gina maken het de nieuwkomers moeilijk. Proeftuinnieuws 17: 24-25.
- Verlinden B., Janssens M. (2019). Spitskool bewaart beter bij CA-condities. Proeftuinnieuws 20: 38-39.
- Wittemans L., Moelants J., Verlinden B. , Vanhees, D., Van Steenkiste J. (2019). Productie en kwaliteit combineren blijft moeilijk. Proeftuinnieuws 17: 28-30.
- Wittemans L., Van Steenkiste J., Verlinden B. (2019). Rassenproef losse tomaten belichte teelt 2018-2019. Verandering op til in Prince-segment. Proeftuinnieuws 14: 44-46.

Publicaties in tijdschriften met international leescomité

- Berghuijs, H.N C., Yin, X., Ho, Q.T., Retta, M.A., Nicolaï, B.M., Struik, P.C. (2019). Using a reaction-diffusion model to estimate day respiration and reassimilation of (photo)respired CO2 in leaves. NEW PHYTOLOGIST, 223 (2), 619-631.
- Beshir, W.F., Tohge, T., Watanabe, M., Hertog, M.L A T M., Hoefgen, R., Fernie, A.R., Nicolaï, B.M. (2019). Non-aqueous fractionation revealed changing subcellular metabolite distribution during apple fruit development. HORTICULTURE RESEARCH, 6, Art.No. ARTN 98.
- Boeckx, J., Hertog, M., Geeraerd, A., Nicolaï, B. (2019). Regulation of the fermentative metabolism in apple fruit exposed to low-oxygen stress reveals a high flexibility. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY, 149, 118-128.
- Boeckx, J., Pols, S., Hertog, M.L A T M., Nicolaï, B.M. (2019). Regulation of the Central Carbon Metabolism in Apple Fruit Exposed to Postharvest Low-Oxygen Stress. FRONTIERS IN PLANT SCIENCE, 10, Art.No. ARTN 1384.
- Delele, M.A., Bessemans, N., Gruyters, W., Rogge, S., Janssen, S., Verlinden, B.E., Smeets, B., Ramon, H., Verboven, P., Nicolaï, B.M. (2019). Spatial distribution of gas concentrations and RQ in a controlled atmosphere storage container with pear fruit in very low oxygen conditions. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY, 156, doi: 10.1016/j.postharvbio.2019.05.004.
- Derossi, A., Gerke, K.M., Karsanina, M.V., Nicolaï, B., Verboven, P., Severini, C. (2019). Mimicking 3D food microstructure using limited statistical information from 2D cross-sectional image. JOURNAL OF FOOD ENGINEERING, 241, 116-126.
- Diels, E., Wang, Z., Nicolaï, B., Ramon, H., Smeets, B. (2019). Discrete element modelling of tomato tissue deformation and failure at the cellular scale. SOFT MATTER, 15 (16), 3362-3378.
- Gruyters, W., Defraeye, T., Verboven, R., Berry, T., Ambaw, A., Opara, U.L., Nicolaï, B. (2019). Reusable boxes for a beneficial apple cold chain: A precooling analysis. INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION-REVUE INTERNATIONALE DU FROID, 106, 338-349.
- Jahromi KE., Pan Q., Khodabakhsh A., Sikkens C., Assman P., Cristescu SM., Moselund PM., Janssens M., Verlinden BE., Harren FJM. (2019) A Broadband Mid-Infrared Trace Gas Sensor Using Supercontinuum Light Source: Applications for Real-Time Quality Control for Fruit Storage SENSORS 19(10):13
- Mata, C.I., Hertog, M.L A T M., Van Raemdonck, G., Baggerman, G., Dinh, T., Nicolaï, B.M. (2019). Omics analysis of the ethylene signal transduction in tomato as a function of storage temperature. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY, 155, 1-10.
- Nugraha, B., Verboven, P., Janssen, S., Wang, Z., Nicolaï, B. (2019). Non-destructive porosity mapping of fruit and vegetables using X-Ray CT. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY, 150, 80-89.
- Piovesan, A., Achille, C., Ameloot, R., Nicolaï, B., Verboven, P. (2019). Pore network model for permeability characterization of 3D printed porous materials for passive microfluidics. PHYSICAL REVIEW E. doi: 10.1103/PhysRevE.99.033107
- Prawiranto, K., Defraeye, T., Derome, D., Buhlmann, A., Hartmann, S., Verboven, P., Nicolaï, B., Carmeliet, J. (2019). Impact of drying methods on the changes of fruit microstructure unveiled by X-ray micro-computed tomography. RSC ADVANCES, 9 (19), 10606-10624.
- Saeys, W., Nguyen, D., Van Beers, R., Nicolaï, B. (2019). Multivariate calibration of spectroscopic sensors for postharvest quality evaluation: A review. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY, 158. doi: 10.1016/j.postharvbio.2019.110981
- Strouwen, A., Nicolaï, B.M., Goos, P. (2019). Optimizing Oxygen Input Profiles for Efficient Estimation of Michaelis-Menten Respiration Models. FOOD AND BIOPROCESS TECHNOLOGY, 12 (5), 769-780.
- van Dael, M., Verboven, P., Zanella, A., Sijbers, J., Nicolaï, B. (2019). Combination of shape and X-ray inspection for apple internal quality control: in silico analysis of the methodology based on X-ray computed tomography. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY, 148, 218-227.
- Wang, Z., Van Beers, R., Aernouts, B., Watté, R., Verboven, P., Nicolaï, B., Saeys, W. (2019). Microstructure affects light scattering in apples. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY, 159. doi: 10.1016/j.postharvbio.2019.110996

DOCTORATEN

- Diels, E. (2019). Modelling fruit bruise damage from the macro- to the microscale using the Discrete Element Method.
- Gruyters, W. (2019). Advanced Computational Fluid Dynamics modelling for a more sustainable and energy efficient postharvest cold chain of pome fruit.
- Jacobs, B. (2019). Non-destructive measurement of postharvest changes in lamb's lettuce.
- Vendel, I. (2019). A black box or a red strawberry? The use of SIFT MS in aroma analysis.
- Vicent, V. (2019). Imaging and modeling of the microstructure of frozen foods during recrystallization and sublimation: A case study on plant-based products.
- Wang, Z. (2019). Contrast-enhanced 3D micro-CT imaging of plant anatomy.

VLAAMS CENTRUM VOOR BEWARING VAN TUINBOUWPRODUCTEN VZW - FLANDERS CENTRE OF POSTHARVEST TECHNOLOGY

Willem De Croylaan 42, Box 2428,
B-3001 Leuven (Heverlee), Belgium
BE 460.704.171 - RPR Leuven
Tel. +32 - 16 - 32 27 32
ann.schenk@vcbt.be - www.vcbt.be

AN•HO design

www.vcbt.be