

# Ozon toepassing bij de lange bewaring van Rode bes

Financiering van:

Productschap Tuinbouw (PT nr. 14041), Koninklijke Fruitmasters, The  
Greenery, Veiling Zaltbommel, BerryBrothers

Auteur(s)

Frank van de Geijn

Marcel Staal

Rapport nummer 1320

## Colofon



Titel	Ozon toepassing bij lange bewaring van Rode bessen
Auteur(s)	Frank van de Geijn, Marcel Staal
Nummer	Food & Biobased Research 1320
ISBN-nummer	978-94-6173-261-3
Publicatiedatum	april 2011
Vertrouwelijk	nee

Wageningen UR Food & Biobased Research  
P.O. Box 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 480 084  
E-mail: [info.fbr@wur.nl](mailto:info.fbr@wur.nl)  
Internet: [www.wur.nl](http://www.wur.nl)

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.*

# Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2 Methode</b>	<b>5</b>
2.1 Technische inrichting	5
2.1.1 Ozone Tech ACT5000 generator, capaciteit 0-2 g/uur (125 Watt)	5
2.1.2 Ozon generator TOG-C2, capaciteit 4 g/uur (105 Watt)	5
2.1.3 Conditionering CA	6
2.2 Uitgangsmateriaal product	6
2.3 Beoordeling	6
<b>3 Resultaten</b>	<b>8</b>
3.1 Techniek	8
3.2 Kwaliteit	8
<b>4 Conclusie</b>	<b>13</b>

# 1 Inleiding

Na een lang voortraject is in het bewaar seizoen 2010-2011 door het Productschap Tuinbouw een onderzoek toegekend naar de mogelijkheden van toepassing van Ozon in de lange bewaring van Rode bessen. Dit onderzoek zou in eerste instantie een jaar eerder met een alternatieve financiering (Fruitpact) al uitgevoerd worden.

Medio 2010 is door het Productschap Tuinbouw een zeker budget toegezegd. Met deze financieringsbasis kon alleen de arbeid worden gefinancierd en bleek onvoldoende budget om een locatie technisch in te richten met ozon meet- en regelapparatuur. Het originele plan om het ozon onderzoek in een praktijkcel op Veiling Zaltbommel uit te voeren is gewijzigd. Door aanvullende financiering van Koninklijke Fruitmasters Groep, The Greenery, Veiling Zaltbommel en Berrybrothers en de combinatie met het lopende pluktijdstip onderzoek is uiteindelijk op FBR een containercel technisch ingericht voor deze proef. De toepassing van ozon in een praktijkcel is vervangen door een reeks van ozonconcentraties en behandelingen in diverse containers.

Als uitgangspunt voor de proef zijn enkele herkomsten (4) uit het pluktijdstip onderzoek als basis genomen. Hiernaast is één herkomst van biologische origine in de proef opgenomen. Van diverse oogstmomenten (vroeg, commercieel en laat) zijn de bessen van de genoemde bedrijven in de container geplaatst.

Het technische realiseren en beheersen van een gewenste ozon concentratie zonder dat hierbij de gewenste CA condities verstoord worden blijkt gedurende de proef niet eenvoudig. De inschatting is dat deze problemen zich ook in praktijkcellen zullen voordoen. Uiteindelijk is een toepassing gekozen waarbij in ieder geval de CA condities (3 % O<sub>2</sub>, 20 % CO<sub>2</sub>) worden gehandhaafd. Hierbij is door middel van tijdelijke injectie van ozon een oplossing gevonden voor het verdringen van container lucht door injectie van ozon.

Medio februari zijn de bessen beoordeeld op de kwaliteit.

## 2 Methode

### 2.1 Technische inrichting

Voorafgaande aan de proef is meer duidelijkheid verkregen over de invloed van ozon op de condities in de bewaarcontainer. De ozon apparatuur gebruikt in deze proef bestaat uit de volgende onderdelen:

#### 2.1.1 *Ozone Tech ACT5000 generator, capaciteit 0-2 g/uur (125 Watt)*

Deze generator (Lenntech) werkt volgens het UV principe. De generator is noodzakelijkerwijs in de container geplaatst om vanuit de hier beschikbare (3%) zuurstof ozon te genereren. De plaatsing in het gasdichte systeem is noodzakelijk omdat het apparaat zelf niet gasdicht is. Door de plaatsing in een omgeving met beperkt zuurstof is de productie ook navenant lager dan de opgegeven maximale 2 g/h. Voor de proefcontainers was de productie overigens voldoende om een gewenste ozon concentratie te behalen.

Naast de ozon productie heeft de generator met zijn 125 Watt opgenomen vermogen ook een zekere warmte productie.



Deze ozon techniek wordt in één van de containers (41) toegepast. Om een te hoge concentratie te voorkomen is uiteindelijk een evenwicht gevonden bij een 1 minuut aan per 20 minuten. Hiermee lag het ozon niveau rond de 100-120 ppb.

#### 2.1.2 *Ozon generator TOG-C2, capaciteit 4 g/uur (105 Watt)*

Deze ozon generator (Van Antwerpen) is een zogenaamde Corona Discharge unit. Deze unit wordt buiten de gekoelde ruimte geplaatst waar het een hoge concentraat (te beïnvloeden) ozon genereert.



De volume stroom lucht (met ozon) die nodig is om de gewenste concentratie ozon in de container te bereiken blijkt zodanig hoog dat hierdoor het CO<sub>2</sub> in de container wordt verdrongen. Het maximaliseren van de concentratie (minder volume nodig) en het beperken van de volume stroom verhelpen dit probleem niet. Mogelijk kan een toevoer van zuiver O<sub>2</sub> als bron voor ozonproductie dit probleem wel verkleinen. In deze proef was dit technisch niet realiseerbaar.

Besloten wordt deze ozongenerator pulserend ozon te laten injecteren. Dit is bereikt door op vaste momenten met aangegeven frequentie een regelkraan te openen en een niveau van minimaal 100 ppb te realiseren. Hierbij is gekozen voor de volgende toepassingen:

Container	Methode	Frequentie
42	Puls	2 x per week
43	Puls	1 x per week
44	Puls	1 x per 2 weken

Na injectie moment daalt de ozon als gevolg van correcties van de luchtsamenstelling door CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> of N<sub>2</sub> injectie.

### 2.1.3 Conditionering CA

De conditionering van de containers wordt op praktijk condities uitgevoerd. Samenvatten betekent dit:

- Inkoeling op dag van oogst
- Temperatuur 0°C
- Week 2 t/m 5: 3% O<sub>2</sub> / 20% CO<sub>2</sub>
- Week 6 tot eind: 3% O<sub>2</sub> / 25% CO<sub>2</sub>
- De luchtvochtigheid was hoog en vergelijkbaar met hoesebewing. De gebruikte proefcontainers van ca. 0.5m<sup>3</sup> worden evenals een hoese indirect gekoeld waardoor er geen vocht aan de bessen onttrokken wordt via de koelinstallatie.
- bewaring begin februari (5,5 maanden gemiddeld)

## 2.2 Uitgangsmateriaal product

Het product dat voor deze proef is gebruikt is gelijk aan de herkomsten die ook in het pluktijdstip 2010-2011 worden gebruikt. Hierbij is wel een selectie gemaakt (specifieke herkomsten en oogstmomenten. Hiernaast is ook een herkomst van biologische productie meegenomen in de proef. De aanlevering van monsters is verzorgd door een medewerker van René Simons die ook de monsters voor het pluktijdstip onderzoek uitvoert.

Herkomst <sup>1)</sup>	Pluktijdstip		
	Vroeg 2/8/2010	Commercieel 16/8/2010	Laat 30/8/2010
A	x	x	x
C	x	x	x
D	x	x	x
E	x		
Biologisch			x

<sup>1)</sup> Telersnamen op navraag

## 2.3 Beoordeling

Na bewaring is de kwaliteit van de bessen beoordeeld door het % goed (bessen zonder afwijkingen), het % roze bessen, het % rot (schimmel) en het % losse bessen te wegen. Alle

percentages zijn op dus gewichtsbasis. De kleur van de steel op het oog te bepaald en gescoord. Hierbij is een rapportcijfer-schaal van 1-10 gebruikt: 1=geel 10=groen.

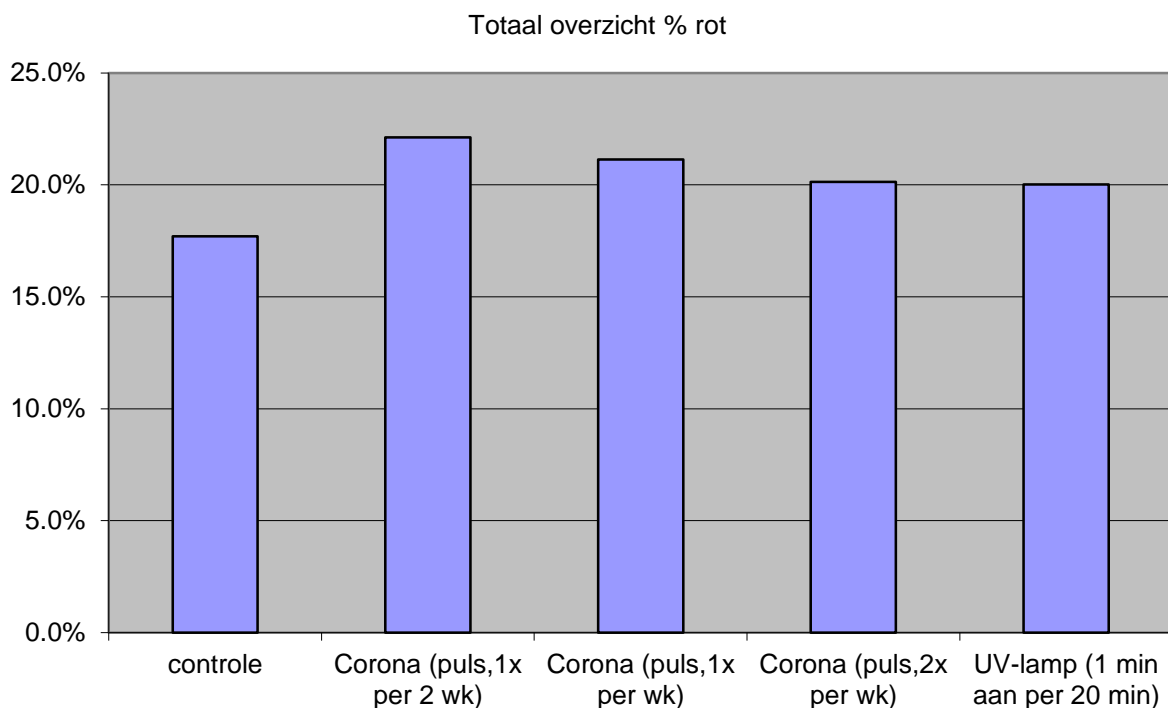
### 3 Resultaten

#### 3.1 Techniek

In de praktijk lijkt ozon geen makkelijke techniek om toe te passen. Het is min of meer ongrijpbaar. Wel is het zeer goed te ruiken, wat bij menigeen tot onrust leidt omdat door de arbeidsinspectie immers ook normeringen aan het niveau van ozon wordt toegeschreven. In combinatie met CA bewaring geeft ozon toepassing enerzijds problemen doordat de ozongenerator geplaatst in de cellucht over minder zuurstof beschikt om ozon van te maken waardoor het apparaat zwaar over gedimensioneerd moet worden. Anderzijds levert het injecteren van ozon in een CA ruimte specifiek in bessenbewaring met verhoogd CO<sub>2</sub> een verdringing op van deze CO<sub>2</sub> waardoor vervolgens bij het injecteren van CO<sub>2</sub> de ozon weer verdrongen wordt. Alleen een beperkte of pulsmatige injectie van ozon lijkt dus bij de bessen te kunnen werken. Het plaatsen van ozon generators in de celruimte zal waarschijnlijk vanwege de kosten niet haalbaar blijken.

#### 3.2 Kwaliteit

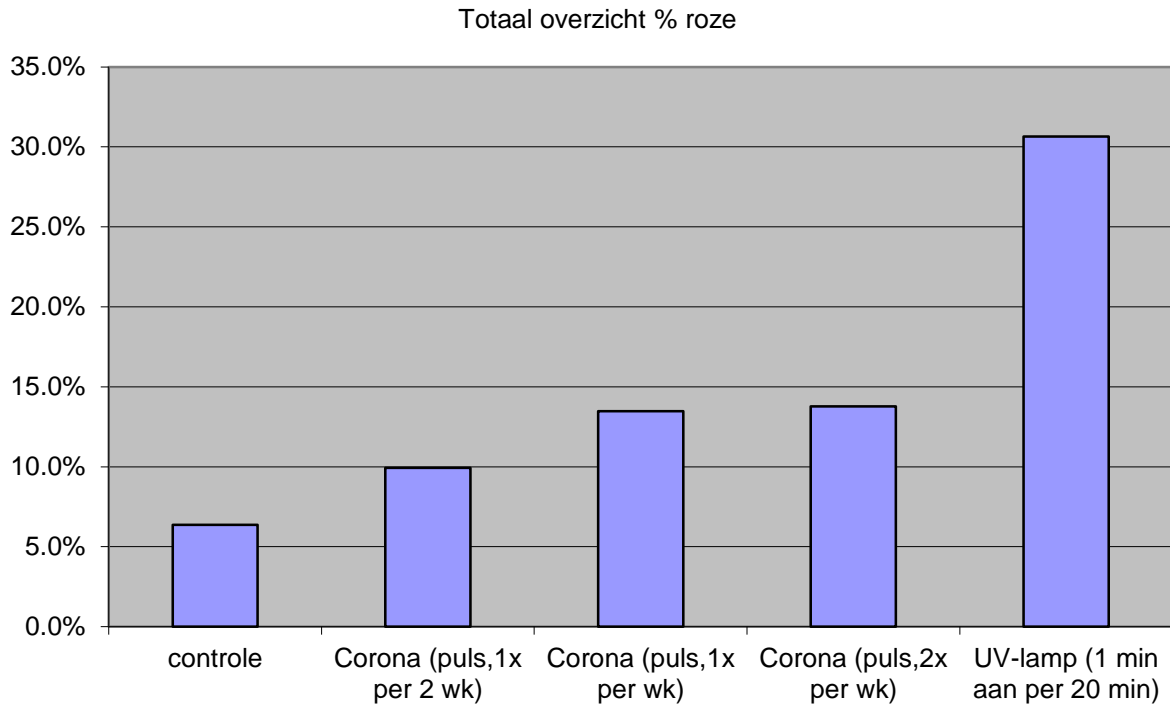
Ozon toepassing moet natuurlijk ook een duidelijk effect op de productkwaliteit hebben. In onderstaande tabel wordt eerst een algemeen beeld gegeven van de belangrijkste kwaliteit items bij rode bessen.



Figuur 1 Totaaloverzicht rot in procenten per behandeling

Het percentage rot ligt in vergelijking met onbehandeld over alle herkomsten en pluktijdstoppen door het toepassen van ozon hoger. Wel lijkt de intensievere ozon behandeling (UV lamp) het minst nadelig.

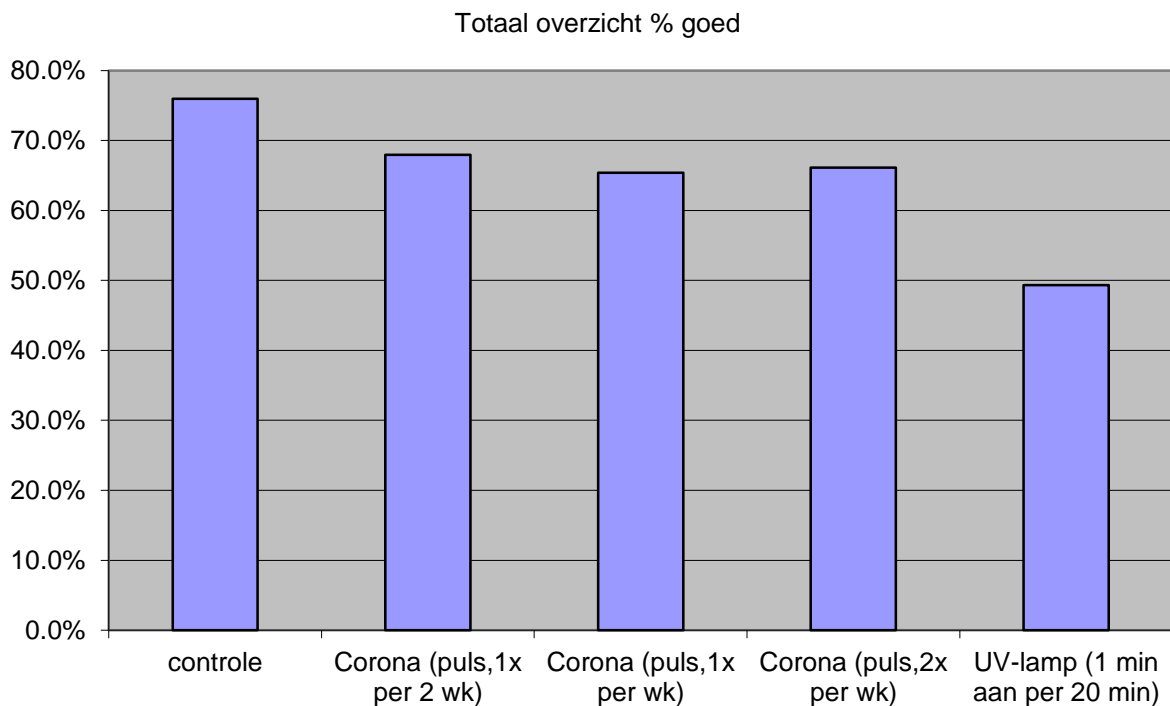




**Figuur 2** Totaaloverzicht roze bessen in procenten per behandeling

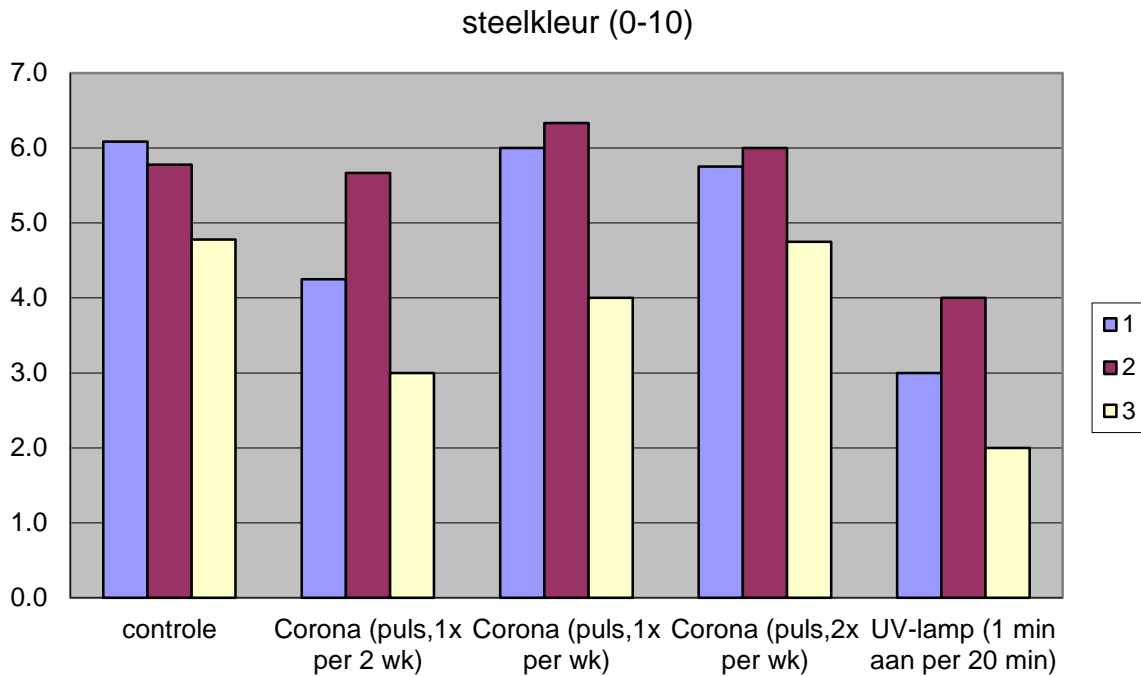
Het percentage roze wordt volgens bovenstaande grafiek nadelig beïnvloed door het toepassen van ozon. Hoe intensiever de behandeling met ozon hoe hoger het percentage roze. Genoemde grafiek is op basis van alle herkomsten en plukmomenten.

Op basis van bovenstaande informatie ontstaat onderstaande grafiek met het percentage goede bessen.



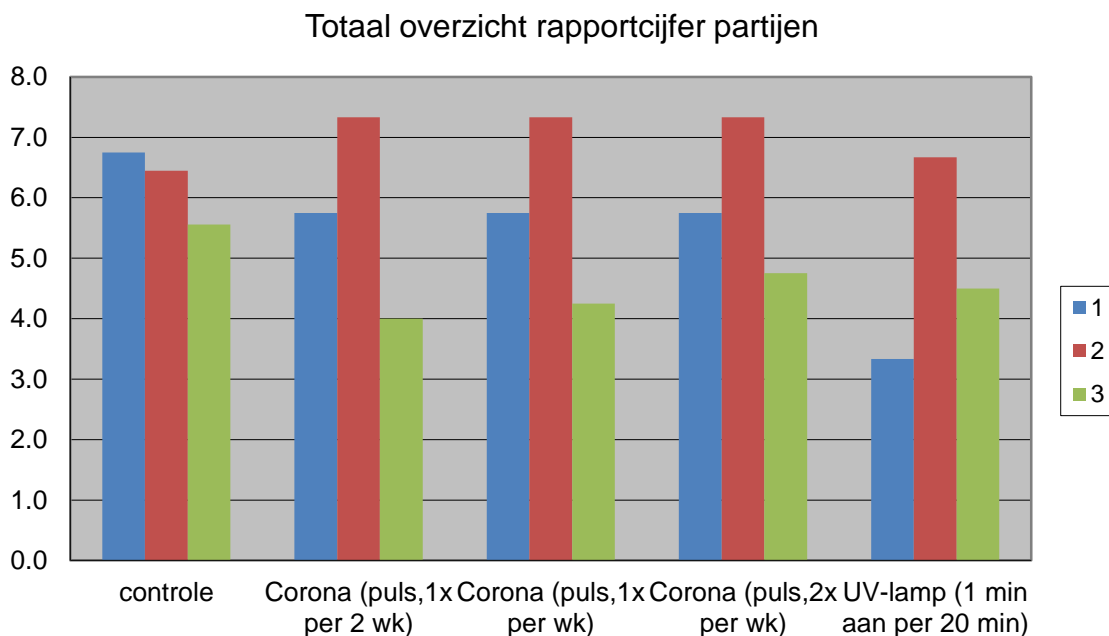
**Figuur 3** Totaaloverzicht gezonde bessen in procenten per behandeling

Naast de bessen kwaliteit is ook de steelkwaliteit beoordeeld. In onderstaande grafiek valt vooral de matige score van de UV lamp (1 min aan per 20 minuten). Door de warmteproductie van deze generator zijn de stelen sterk verdroogt en zeer matig van kwaliteit. Hiernaast is de invloed van plukmoment terug te vinden. Door het latere oogstmoment (3) is de steel vooral veel geler.



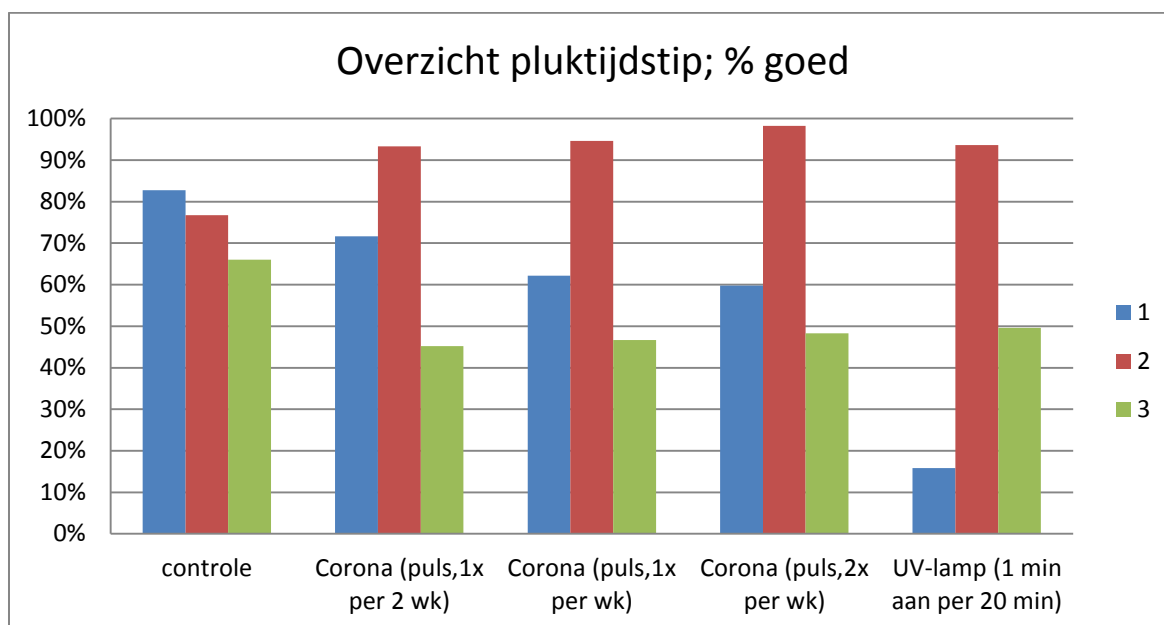
**Figuur 4** Steelkleur (0-10) per behandeling voor de 3 plukmomenten

Naast de min of meer objectieve getallen zoals in bovenstaande grafieken is weergegeven, is ook per herkomst een beoordeling gegeven van de algemene kwaliteit van de bessen. Per plukmoment is hier een onderscheidt gemaakt. Het is opvallend dat bij pluk 2 in tegenstelling tot pluk 1 en 3 een betere score behaald wordt bij de ozon behandelde bessen.

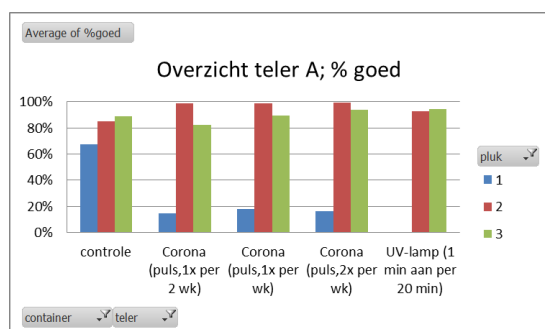


**Figuur 5** Rapportcijfer (0-10) per behandeling voor de 3 plukmomenten

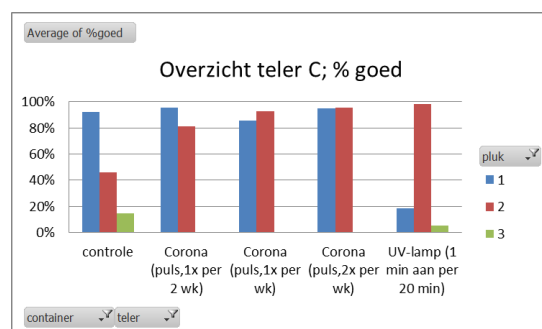
Wordt binnen de resultaten ingezoomd op herkomsten en pluktijdstoppen dan worden een aantal zaken anders belicht. In onderstaande grafiek is het % goed bessen uitgesplitst per plukmoment. Hierbij valt allereerst de invloed van het pluktijdstop op. Vroeger plukken geeft in de onbehandelde bessen een betere kwaliteit bij deze herkomsten. Bij ozon toepassing komt de tweede pluk het beste uit de bus.



Figuur 6 Percentage gezonde bessen (goed) per behandeling voor de 3 plukmomenten voor alle herkomsten

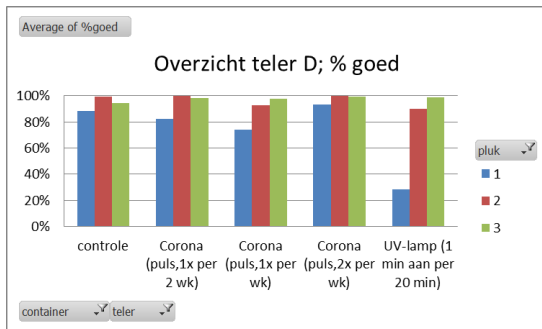


Figuur 7 Percentage gezonde bessen per behandeling voor de 3 plukmomenten teler A

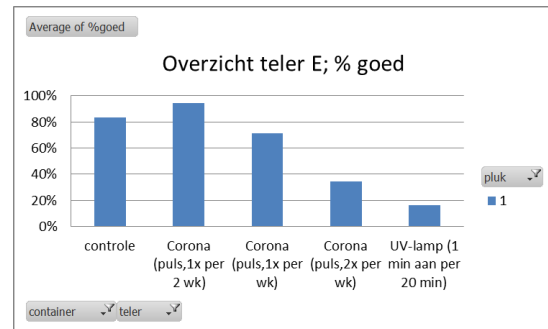


Figuur 8 Percentage gezonde bessen per behandeling voor de 3 plukmomenten teler B

Opvallend is de matige kwaliteit van de bessen van herkomst A, plukmoment 1 (droog geogst) behandeld met ozon. Plukmoment 2 (droog geogst) lijkt juist voordeel te hebben bij de behandeling. Plukmoment 3 (nat geogst) geeft geen duidelijk beter beeld van de kwaliteit. Bij herkomst C wordt bij plukmoment 1 (droog) weinig voordeel gevonden van ozon behandeling, met zelfs een sterk negatief effect bij de UV-lamp. Plukmoment 2 (nat) lijkt zeer positief beïnvloed te worden door de ozon behandelingen. De al matige kwaliteit van plukmoment 3 (nat) wordt door ozon behandeling niet verbeterd.



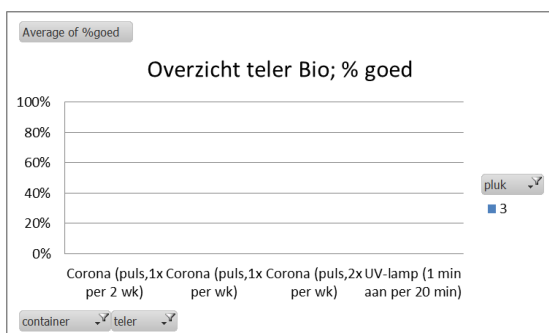
**Figuur 9** Percentage gezonde bessen per behandeling voor de 3 plukmomenten teler D



**Figuur 8** Percentage gezonde bessen per behandeling voor de 1 plukmoment teler E

Bij herkomst D wordt gelijk aan herkomst C bij plukmoment 1 (droog geoogst) weinig voordeel gevonden van ozon behandeling, met zelfs een sterk negatief effect bij de UV-lamp. Bij plukmoment 2 (droog geoogst) en 3 (nat geoogst) is weinig effect gevonden.

Herkomst E is alleen op oogstmoment 1 (droog) geplukt. Naarmate er op intensievere wijze met ozon wordt gewerkt wordt het effect op de productkwaliteit minder. Alleen de ozon behandeling 1 maal puls per 2 weken lijkt een positief effect te geven.



**Figuur 10** Percentage gezonde bessen per behandeling voor het laatste plukmoment teler Bio

Herkomst Biologisch van het laatste plukmoment laat bij alle ozon behandelde cellen een minimale kwaliteit zien. De matige uitgangskwaliteit kan dus niet door het toepassen van ozon worden verbeterd.

## 4 Conclusie

Op basis van dit semi praktijk onderzoek hebben we het nodige geleerd over het werken met ozon het de complexiteit van effecten op de productkwaliteit. Juist door in deze proef naar verschillende plukmomenten en herkomsten te kijken hebben we inzicht gekregen. Hiernaast is ook door de variatie in ozon behandeling meer inzicht ontstaan. Dit alles leidt tot de volgende conclusies.

- 1) Het kwaliteitseffect van ozon is zeer grillig van zeer nadelig tot positieve kwaliteitseffecten. De ene herkomst reageert niet of positief op ozon behandeling, de andere juist alleen maar negatief of negatief bij een zekere rijpheid.
- 2) De indruk ontstaat dat rijpheid een belangrijke factor is bij het effect van ozon. Onrijpe of juist te rijpe herkomsten reageren overwegend negatief. Het middelste plukmoment geeft bij alle herkomsten de beste resultaten behandeld door ozon.
- 3) De wijze van ozon toepassen heeft een zeker effect. Het min of meer continu doseren van ozon (UV lamp) komt meest negatief naar voren. Dit hangt echter sterk samen met de warmte productie van de lamp. Gekeken naar plukmoment 2 over de herkomsten A, C en D geeft ozon hier een gelijk of positief kwaliteits effect.
- 4) Ozon onderzoek is complex. Het inrichten van een goede proeflocatie waarbij door juist het toepassen van ozon geen afwijkingen in conditioneringen ontstaat (CO<sub>2</sub> verdringing) blijkt zeer lastig
- 5) Ozon is geen herstelmethode voor zeer matige kwaliteit (biologische herkomst).
- 6) Er lijkt geen effect van nat of droog plukken.