



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

‘타로코’ 적육오렌지의 조기 수확 후
저온 저장에 의한 과실 품질의 개선

제주대학교 대학원

원예학과

고 현 석

2022년 2월

‘타로코’ 적육오렌지의 조기 수확 후 저온 저장에 의한 과실 품질의 개선


지도교수 송관정

고현석

이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함

2021년 12월

고현석의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 한상진 

위 원 송관정 

위 원 조영열 

제주대학교 대학원

2021년 12월

Improvement of Fruit Quality by Cold Storage
after Early Harvesting in ‘Tarocco’ Blood
Orange

Hyunseok Ko
(Supervised by professor Kwan Jeong Song)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement
for the degree of Master of Science in Agriculture

2021. 12

This thesis has been examined and approved.

Department of Horticulture
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차.....	i
List of Tables	ii
List of Figures	iii
Abstract	iv
I. 서언	1
II. 재료 및 방법	3
1. 시험재료 및 처리.....	3
2. 과실 내외부 품질 특성조사	3
3. 통계분석	5
III. 결과 및 고찰	6
IV. 초록	21
인용문헌	22

LIST OF TABLES

Table 1. Changes in external and internal quality characteristics according to the harvest time by days after anthesis (DAA)	7
Table 2. Changes of external fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at 40 days early (280 DAA)	8
Table 3. Change of internal fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at 40 days early (280 DAA)	9
Table 4. Change of external fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at 20 days early (300 DAA)	12
Table 5. Change of internal fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at 20 days early (300 DAA)	13
Table 6. Change of external fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at conventional period (320 DAA)	14
Table 7. Change of internal fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at conventional period (320 DAA)	15

LIST OF FIGURES

Fig 1. Changes of internal appearance during storage at 8°C in ‘Tarocco’ orange fruit	18
Fig 2. Changes of internal appearance during storage at 18°C in ‘Tarocco’ orange fruit	19

ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the possibility of early harvest by analyzing the change in 'Tarocco' orange fruit quality and anthocyanin content. Harvest times were set at 40 days, and 20 days earlier than the conventional harvest, 320 days after anthesis. The fruits were classified into those with an intense reddish color and a yellow-orange color in the rind. It was stored for 45 days at a storage temperature of 8°C at low temperature or 18°C at room temperature in winter, and changes in fruit quality were measured at 15-day intervals. The reddish rind fruit had a slightly higher sugar content than the yellow-orange rind fruits but had very similar acidity. A sugar-acid ratio of 13.0 or more was reached for the 40 days early harvest after 45 days of low-temperature storage but did not reach in room temperature storage even after 45 days. And it was achieved after 30 days in both low and room temperature storage for the 20 days early harvest, and after 45 days for the conventional harvest. Anthocyanin content improved with the later harvest time and the longer storage period in both low and room temperature storage. There was a slight change of juice color intensity in conventional harvest, whereas it increased and remained constant regardless of storage temperature in the early harvest. The result indicated that the fruit quality and anthocyanin content can be improved beyond the conventional harvest by harvesting 20 days earlier and stored 30 days at 8°C.

I. 서 언

적육 오렌지(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)는 안토시아닌 성분을 다량 함유하는 오렌지로서 붉은색의 과육과 과피를 가지고 있으며 일반 오렌지와 다른 독특한 풍미를 지닌다 (Maccarone et al., 1983). 특히, 비타민 C 와 미네랄은 물론 안토시아닌 계열의 플라보노이드와 카로티노이드의 함량이 높아 항염, 항산화 및 항암의 생리 활성 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Panche et al., 2016). 적육 오렌지는 이탈리아 시칠리아 지역에서 처음 선발되어 세계적으로 널리 보급 재배되고 있는데, ‘타로코’ (Tarocco), 상귀넬리(Sanguinello)와 모로(Moro)가 대표적인 품종이다(Rapisarda and Giuffridat, 1992). 이 중에서도 ‘타로코’ 오렌지는 껍질이 쉽게 벗겨지며, 타 적육 품종에 비해 색과 맛이 좋아 가장 많이 재배되고 있다(Rapisarda and Russo, 2000). ‘타로코’ 오렌지의 주 생산지인 이탈리아 시칠리아의 경우 적숙기는 1 월 말, 평균 과중 200g, 당도 약 11° Brix, 산도 0.9%, 당산비가 12.2 내외로 알려져 있으며, 12 월부터 2 월까지 폭넓게 수확하여 공급되고 있다(Rapisarda et al., 2001; Continella et al., 2018).

제주 지역에서도 최근 소비자들의 다양한 수요 증가와 지구온난화에 의한 기온 상승효과로 생산자들의 감귤 품목 및 품종의 다양화에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 제주 지역에서는 2010 년경에 ‘타로코’ 오렌지를 도입하여 재배가 시작되었다(Park, 2011). ‘타로코’ 오렌지는 성숙도와 안토시아닌 함량이 높을수록 고품질로 인정받을 수 있다(Butelli et al., 2012; Continella et al., 2018). 제주의 ‘타로코’ 오렌지는 이탈리아 지역과 비교할 때 산도 감소와 적육 착색이 늦게 진행되는 경향을 보여 이탈리아 지역보다 약 50 일 느린 3 월 중순에 수확하고 있는 실정이다. 감귤에서 과실의 수확

시기가 늦어지면, 화아분화 저하에 따른 착과 부족으로 수량이 감소된다고 알려져 있다(Valiente and Albrigo, 2004). 또한 수량이 감소하면 수세는 강해지고 화아분화가 저해되며 과실의 품질도 저하되어(Iglesias et al., 2007), 농가들은 일괄된 품질의 과실을 생산하지 못하고, 효율적인 재배 관리에 어려움을 겪게 될 것이다. 그러므로 과실의 품질을 개선하여 수확기를 앞당길 수 있는 재배기술의 도입이 매우 시급한 실정이다.

한편, 제주 지역에서의 ‘타로코’ 오렌지 과실은 과피와 과육의 착색이 모두 균일하지 않은 특성을 보이고 있다. 그럼에도 불구하고 과피의 착색이 이루어지는 과실과 착색이 이루어지지 않은 과실 간의 품질 특성의 차이가 어느 정도인지와 이들 요인 간의 상관에 대해서도 아직 보고된 바 없는 실정이다. 최근 스페인 등에서 ‘타로코’ 오렌지를 저온 저장하는 경우 품질이 개선되는 연구들이 보고되어 왔다(Crifo` et al., 2011; El-Otmani et al., 2011). 저온 저장의 경우 과즙의 산을 감소시키고, 안토시아닌 함량은 증가하였다. 그러나 수확 시기에 따른 저온 저장의 효과에 대해서는 아직 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 제주 지역에서 재배되고 있는 ‘타로코’ 오렌지 과실의 수확 시기에 따른 품질 특성과 저온 저장의 효과를 분석하여 조기 수확 가능 여부를 판단하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료 및 처리

제주특별자치도 서귀포시 안덕면 개인농가(33.29104,126.31099)에서 재배 중인 탱자 접목의 15년생 ‘타로코’ 오렌지(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)를 실험 재료로 이용하였다. 시험 처리는 수확 시기에 따라 과피의 착색 여부를 구분하고 저장 온도와 기간을 달리 설정하였다. 수확 시기는 관행 수확 시기인 3월 중순(만개 후 320일)보다 40일 조기 수확(만개 후 280일), 20일 조기 수확(만개 후 300일) 및 관행 수확으로 구분하였다. 수확한 ‘타로코’ 오렌지를 즉시 종이 타월로 닦아내고 과피에 오렌지색 바탕에 일부 적색으로 착색된 홍피 과실과 그렇지 않은 비홍피 과실 그룹으로 나눈 후 종이 박스에 무작위로 20개씩의 과실을 담아 8°C 또는 18°C의 암 상태 인큐베이터에 넣어 45일 동안 저장하였다. 처리 후 과실의 품질 특성은 매 15일 간격으로 분석하였다.

2. 과실 내외부 품질 특성 조사

‘타로코’ 오렌지 과실의 외부 품질 특성으로는 과중, 횡경, 종경, 과형, 과피의 비율 및 과피의 착색도를 분석하였다. 과중의 측정은 전자저울(EL-2000S, Setra Inc., Us)을 이용하였으며, 과실의 크기를 버니어캘리퍼스(CD-20PSX, Mitutoyo Corp., Japan)을 사용하여 측정한 후 과실 길이(L)/과경(D)를 산출하였다. 과실 껍질의 비율은 과실 껍질의 무게를 과실 무게로 나누어 계산하였다. 과피색 정도는 색차계(Minolta

Chromameter CR-400, Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter a 값을 측정하여 redness로 나타내었다.

과실의 내부 품질 특성으로는 당도, 산도, 당산비(성숙도), 과즙 색 강도 및 안토시아닌 함량을 분석하였다. 당도와 산도를 디지털 당산 분석기(GMK-707R, G-won Hitech Co. Ltd., Seoul, Korea)를 사용하여 분석한 후 당산비를 산출하였다. 과즙 색 강도는 천으로 과즙을 걸러 착즙한 후 과즙:증류수를 1:3으로 혼합한 다음 비색계(UV-1650PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 420nm, 520nm 및 620nm에서 흡광도를 측정한 후 Kelebek et al. (2008)의 방법에 따라 산출하였다.

총 anthocyanin 함량 분석은 Neff and Chory (1998)의 방법에 따라 수행하였다. 착즙한 과즙 2.5mL를 acidified methanol (methanol containing 1% HCl) 7.5ml과 혼합한 후 60°C에서 20분간 water bath에 진탕한 다음 2,000 rpm에서 10분간 원심 분리하였다. 상층액을 옮겨 동량의 chloroform을 첨가한 후 vortexing 하였다. 분리된 상층액의 일부를 비색계 (UV-1650PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 530nm와 657nm에서 흡광도를 측정한 후 Murray and Hackett (1991)의 계산식(1)에 따라 총 안토시아닌 함량을 산출하였다.

$$\text{안토시아닌 함량} = \frac{530\text{nm}(\text{흡광도}) \times 449.2(\text{안토시아닌 분자량}) \times \text{희석농도} \times 1000}{26,900(\text{안토시아닌 흡광계수})} \quad (1)$$

3. 통계분석

본 실험에서 처리당 3반복으로 수행한 분석의 결과를 SAS 프로그램(SAS, 9.2, Institute Inc, USA)을 이용하여 5% 유의수준에서 통계분석 처리하였으며, 처리의 평균 간 비교는 Duncan's multiple range test로 수행하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

‘타로코’ 오렌지에서 수확 시기에 따른 과실의 품질 특성을 Table 1에 나타내었다. 과중은 수확 시기가 늦을수록 조금씩 증가하였으나, 만개 후 300일과 320일간에 통계적 유의차는 없었다. 과형 지수와 당도는 수확 시기와 관계없이 거의 변화가 없었다. 과피 색 강도는 수확 시기가 늦어질수록 홍색이 증가하였다. 또한 수확 시기가 늦을수록 적정산도는 감소한 반면, 당산비, 과즙 색 강도 및 안토시아닌 함량은 증가하였으나, 만개 후 300일과 320일 간 차이는 거의 나타나지 않았다. 오렌지의 경우 당도가 높고 산도가 낮은 시기가 적정 숙기로 알려져 있으므로(Lo Piero et al., 2005), 제주지역에서의 ‘타로코’ 오렌지의 적정 숙기는 만개 후 300일 전후인 2월 말로 판단되었다. 이는 관행적 수확 시기인 3월 중순보다는 20일 정도 빠른 것이다. 그러나 ‘타로코’ 오렌지의 주 생산지인 이탈리아 시칠리아와 비교하면 숙기는 1개월 정도 늦은데, 과실 크기가 작고 당도는 낮으며, 산도가 높아 품질을 향상시킬 수 있는 재배법 개선이 필요해 보였다(Rapisarda and Russo, 2000).

‘타로코’ 오렌지를 관행 수확 시기보다 40일 앞당겨 2월 초(만개 280일)에 조기 수확하고 과피 홍색의 유무에 따라 구분한 후 저장 온도와 저장 기간에 따른 과실의 외관 및 내부 품질 특성을 분석하였다. 수확기 과실의 과피 홍색의 유무에 따른 과중, 크기, 과형 지수, 과피율 및 과피 홍색 강도의 외관적 품질 특성은 물론 당도, 산도, 당산비, 과즙 색 강도 및 안토시아닌 함량의 내부 품질에 있어서도 거의 차이가 없었다(Table 2 and 3). 그러나 과형 지수를 제외한 내외부 품질은 저장 기간, 저장 온도, 홍피 유무는 물론 이들 간의 상호작용에 따라서도 영향을 받는 것으로 나타났다.

Table 1. Changes in external and internal quality characteristics according to the harvest time by days after anthesis (DAA)

Harvest time (DAA)	Fruit weight (g)	L/D ratio	Peel color intensity (a*)	Soluble solid (°Brix)	Titration acidity (%)	Maturation index ^z (%)	Juice color intensity (mg.L ⁻¹)	Anthocyanin content (mg.L ⁻¹)
280	185.3±5.1 ^y b ^x	0.96±0.01	22.9±1.3b	11.6±0.3	1.5±0.06a	7.9±0.3b	1.1±0.06b	35.7±4.6b
300	197.4±4.7ab	0.96±0.01	24.7±1.3ab	11.9±0.3	1.3±0.07b	9.3±0.5a	1.6±0.10a	65.3±7.2ab
320	206.3±4.4a	0.95±0.01	26.2±1.4a	11.9±0.8	1.3±0.06b	9.7±0.8a	1.7±0.07a	73.5±6.9a
Significance	*	ns	*	ns	*	*	*	*

^zBrix/acidity ^yMean ±SE (n=10).

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Change of external fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at 40 days early (280 DAA)

Storage period (days)	Storage temp. (°C)	Peel coloration	Fruit weight (g)	Fruit length (L) (mm)	Fruit diameter (D) (mm)	L/D ratio	Fruit peel ratio ^z	Peel color intensity (a*)
0	-	Red	182.8±5.4 ^y ab ^x	68.1±1.3a	70.5±1.0ab	0.97±0.02a	0.26±0.01	25.5±1.0def
		Orange	187.4±5.6a	68.5±0.8a	71.6±0.6a	0.96±0.01a	0.26±0.01	20.3±0.9g
15	8	Red	181.7±7.7ab	66.1±1.1ab	68.4±1.3bc	0.97±0.03a	0.27±0.01	28.5±1.5abc
		Orange	183.5±5.0ab	66.9±1.5ab	70.1±1.6ab	0.96±0.03a	0.26±0.01	24.1±1.1ef
	18	Red	180.2±8.0ab	62.8±0.7ab	65.9±0.9d	0.95±0.01a	0.28±0.01	27.6±1.1bcd
		Orange	181.9±8.6ab	65.5±1.0ab	68.5±1.8bc	0.96±0.02a	0.26±0.01	23.0±1.0fg
30	8	Red	179.3±5.5abc	66.0±0.7ab	68.5±0.6bc	0.97±0.02a	0.25±0.02	30.8±0.8ab
		Orange	179.8±2.4abc	65.8±0.7ab	68.3±0.6bc	0.96±0.01a	0.25±0.01	26.9±0.5cde
	18	Red	168.6±4.1cd	64.8±1.1ab	67.2±0.4cd	0.96±0.02a	0.24±0.01	28.4±1.4abc
		Orange	177.5±7.8bc	65.4±1.1ab	67.6±0.8cd	0.97±0.01a	0.23±0.01	24.9±0.8def
45	8	Red	178.1±7.8bc	65.4±1.7ab	67.3±1.0cd	0.97±0.03a	0.25±0.01	31.4±1.2a
		Orange	178.6±5.0bc	65.2±0.8ab	68.5±0.7bc	0.95±0.01a	0.26±0.01	28.5±0.8abc
	18	Red	162.5±5.2d	61.9±2.4b	68.7±1.4bc	0.89±0.02b	0.23±0.01	28.5±1.3abc
		Orange	174.9±1.5bc	64.1±1.0ab	67.4±0.5cd	0.95±0.01a	0.24±0.01	25.1±0.4def
Significance								
Storage period (A)			*	*	*	*	ns	*
Storage temp (B)			*	*	*	*	ns	*
Peel color (C)			*	*	*	*	ns	*
A x B			*	*	*	*	ns	*
B x C			*	*	*	*	ns	*
A x B x C			*	*	*	*	ns	*

^z(Fruit weight – Juice weight)/ fruit weight

^yMean ±SE (n=10)

^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

Table 3. Change of internal fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange harvested at 40 days early (280 DAA)

Storage period (days)	Storage temp. (°C)	Peel coloration	Soluble solid (°Brix)	Titration acidity (%)	Maturation index ^z (%)	Juice color intensity (mg.L ⁻¹)	Anthocyanin content (mg.L ⁻¹)
0	-	Red	11.9±0.3 ^y cd ^x	1.5±0.07a	8.1±0.3de	1.1±0.05g	40.9±5.5ef
		Orange	11.3±0.1e	1.5±0.05a	7.6±0.3e	1.0±0.07g	30.6±3.0f
15	8	Red	12.1±0.2bc	1.4±0.05ab	8.6±0.3cde	1.7±0.08de	52.2±4.7de
		Orange	11.4±0.2de	1.4±0.03ab	8.0±0.3de	1.7±0.06de	41.9±2.5ef
	18	Red	12.1±0.2bc	1.5±0.04a	8.4±0.3cde	1.7±0.08de	46.1±3.3ef
		Orange	11.6±0.2de	1.4±0.02ab	8.6±0.3cde	1.5±0.04f	32.4±3.2f
30	8	Red	12.9±0.2ab	1.2±0.04cd	11.3±0.5ab	1.9±0.10bc	83.5±4.5ab
		Orange	11.7±0.2cde	1.2±0.09cd	10.5±0.7bc	1.9±0.07bc	64.3±5.5cd
	18	Red	12.5±0.3ab	1.3±0.11bc	9.9±0.8bcd	1.8±0.01cde	74.3±5.2bc
		Orange	12.2±0.2bc	1.2±0.07cd	10.1±0.5bc	1.8±0.05cde	55.4±4.8de
45	8	Red	13.2±0.3a	1.1±0.08d	13.1±1.6a	2.2±0.07a	93.1±5.5a
		Orange	12.2±0.2bc	1.1±0.06d	11.3±0.7ab	2.0±0.08b	83.6±7.4ab
	18	Red	12.7±0.1ab	1.1±0.06d	11.8±0.5ab	1.9±0.04bc	83.2±4.1ab
		Orange	12.3±0.3bc	1.1±0.06d	11.5±0.9ab	1.9±0.05bc	82.5±8.2ab
Significance							
Storage period (A)			*	*	*	*	*
Storage temp (B)			*	*	*	*	*
Peel color (C)			*	*	*	*	*
A x B			*	*	*	*	*
B x C			*	*	*	*	*
A x B x C			*	*	*	*	*

^zBrix/acidity ^yMean ±SE (n=10) ^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

저장 기간이 증가할수록 과중, 과실 크기 및 과피율은 함께 감소하여 과형의 변화는 없었으나, 저장 온도가 낮을수록 감소 정도는 적었다(Table 2). 반면 과피의 착색 정도는 저장 기간이 길어지고, 저장 온도가 낮을수록 증가하는 경향을 나타내었다. 저장 기간이 길어질수록 당도는 증가하였고, 적정 산도는 감소하였으나, 저장 온도 및 홍피 유무의 영향은 적은 편이었다(Table 3). 반면 당산 비와 과즙 색 강도는 저장 기간이 길어질수록 증가하였으며, 상온보다 저온에서 더 높게 나타났으나, 홍피 유무의 영향은 적은 편이었다. 안토시아닌 함량은 저장 기간이 증가할수록 상온보다 저온 저장에서, 그리고 홍피에서 더 증가하는 경향을 나타내었다.

관행 수확 시기보다 20일 앞당겨 2월 말(만개 후 300일)에 조기 수확하고 과피 홍색의 유무에 따라 구분한 후 저장 온도와 저장 기간에 따른 과실의 외관 및 내부 품질 특성의 변화를 각각 Table 4와 5에 나타내었다. 40일 조기 수확(만개 후 280일)에서는 저장 기간, 저장 온도, 홍피 유무에 따라 과형을 제외한 과실 내외부의 다른 모든 품질특성에서 처리 및 처리 간 상호작용의 영향이 나타난 것과 달리, 20일 조기 수확에서는 과피율을 제외한 다른 모든 품질특성에서 처리 및 처리 간 상호작용의 효과를 보였다. 그러나 저장 기간, 저장 온도 및 홍피 유무에 대한 이들 품질특성의 변화 정도와 경향은 40일 조기 수확과 매우 유사하게 나타났다. 특히 저장 기간이 증가함에 따라 과피 색 강도(hunter a value)는 40일 조기 수확 시보다 15일 정도 더 빠르게 30에 도달하였다(Table 4). 또한 당도의 증가와 산도의 조기 감소로 당산비는 저장 온도에 관계없이 저장 30일 후에 13.0 이상을 나타내었으며, 저장 기간의 증가와 함께 계속하여 증가하였다. 과즙의 안토시아닌 함량은 저장 기간이 길어짐에 따라 8℃의 저온과 홍피 과실에서 빠르게 증가하였으며, 최대 함량은 100 mg·L⁻¹ 내외를 나타내어 더 이상의 함량 증가는 나타나지 않았다(Table 5).

기존 관행 수확 시기인 3월 중순(만개 후 320일)에 수확하여 저장한 과실의 내외부 품질특성 변화를 Table 6 및 Table 7에 나타내었다. 조기 수확의 과실과 비교하여 크기가 증가하고 과중이 증가하

는 것으로 나타났다. 또한 과육 색 강도 및 과즙의 안토시아닌 함량도 증가하는 경향이였다. 반면, 당도, 산도 및 과피색 강도는 관행 수확 20일 조기 수확(만개 후 300일 수확)과 차이가 없었다. 저장 후 과실 품질특성의 변화에서 과형 지수를 제외한 다른 모든 내외부 품질특성 요인들은 저장 기간, 저장 온도 및 홍피 유무에 따라 유의하게 영향받는 것으로 나타났다. 특히 관행 수확 20일 전 조기 수확의 과실에서는 저장 15일 후 당산비가 12.0 이상에 도달하였는데, 관행 수확의 저장에서는

Table 4. Change of external fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at 20 days early (300 DAA)

Storage period (days)	Storage temp. (°C)	Peel coloration	Fruit weight (g)	Fruit length (L) (mm)	Fruit diameter (D) (mm)	L/D ratio	Fruit peel ratio ^z	Peel color intensity (a*)
0	-	Red	195.3±4.8 ^y a ^x	69.6±0.8a	71.9±0.8a	0.97±0.02	0.20±0.01	28.0±0.8bc
		Orange	199.3±4.1a	69.1±1.2a	71.9±1.3a	0.96±0.01	0.20±0.01	21.4±0.8g
15	8	Red	192.5±5.2ab	67.8±1.0ab	70.1±0.9ab	0.97±0.01	0.21±0.01	30.0±0.7ab
		Orange	193.7±3.6ab	68.5±0.8ab	71.4±0.9a	0.96±0.01	0.23±0.01	25.2±0.5def
	18	Red	188.5±3.8abc	67.9±1.0ab	71.6±0.8a	0.95±0.01	0.21±0.02	28.5±1.0bc
		Orange	190.5±9.1ab	68.4±0.8ab	71.4±0.6a	0.96±0.01	0.20±0.02	23.2±1.0fg
30	8	Red	189.1±5.6abc	68.4±0.9ab	72.1±1.1a	0.95±0.01	0.23±0.01	30.4±1.4ab
		Orange	191.6±5.5ab	68.7±0.9ab	71.1±0.9a	0.96±0.01	0.21±0.01	25.8±0.5def
	18	Red	179.5±7.5bcd	67.6±0.9ab	69.7±1.5bc	0.97±0.01	0.22±0.01	29.0±1.0bc
		Orange	180.1±5.2bcd	67.1±1.2ab	68.7±1.1c	0.98±0.01	0.20±0.01	24.7±1.1ef
45	8	Red	179.7±4.8bcd	66.5±1.3abc	69.3±1.2bc	0.96±0.01	0.20±0.01	31.1±0.8a
		Orange	184.6±4.6abcd	67.7±1.0ab	70.5±0.9ab	0.96±0.01	0.21±0.01	26.4±0.5cde
	18	Red	169.8±3.2d	63.8±1.1c	68.4±1.2c	0.94±0.02	0.22±0.01	30.2±0.9ab
		Orange	175.9±2.8cd	65.9±1.1bc	69.7±1.0bc	0.95±0.01	0.22±0.01	25.4±0.5def
Significance								
Storage period (A)			*	*	*	ns	ns	*
Storage temp (B)			*	*	*	ns	ns	*
Peel color (C)			*	*	*	ns	ns	*
A x B			*	*	*	ns	ns	*
B x C			*	*	*	ns	ns	*
A x B x C			*	*	*	ns	ns	*

^z(Fruit weight – Juice weight)/ fruit weight

^yMean ±SE (n=10)

^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

Table 5. Change of internal fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange harvested at 20 days early (300 DAA)

Storage period (days)	Storage temp. (°C)	Peel coloration	Soluble solid (°Brix)	Titration acidity (%)	Maturation index ^z (%)	Juice color intensity (mg.L ⁻¹)	Anthocyanin content (mg.L ⁻¹)
0	-	Red	12.2±0.3 ^y def ^x	1.3±0.10a	9.4±0.6f	1.6±0.02d	76.7±7.7bcd
		Orange	11.6±0.2g	1.3±0.05a	9.1±0.4f	1.3±0.01e	53.9±4.6e
15	8	Red	13.1±0.2a	1.1±0.10b	12.7±0.6cde	1.9±0.07bc	87.5±5.6b
		Orange	11.8±0.1fg	1.0±0.07bc	12.2±0.6cde	1.7±0.06cd	66.2±6.9cde
	18	Red	12.6±0.3bcde	1.2±0.05ab	10.3±0.6def	1.9±0.06bc	80.6±4.2bc
		Orange	12.0±0.2efg	1.2±0.05ab	10.6±0.5def	1.6±0.04d	57.2±4.5de
30	8	Red	13.2±0.2a	1.0±0.10bc	13.4±0.8bc	2.2±0.10a	106.4±5.9a
		Orange	12.3±0.2def	1.0±0.04bc	12.3±0.8cde	1.8±0.03bcd	67.8±4.6cde
	18	Red	12.7±0.2bcd	1.0±0.09bc	13.1±1.0bc	1.9±0.10bc	85.4±8.7bc
		Orange	12.4±0.3bcde	1.0±0.06bc	13.0±0.8bcd	1.7±0.05cd	69.3±6.8cde
45	8	Red	13.5±0.2a	0.8±0.05d	17.2±0.9a	2.2±0.07a	108.1±8.9a
		Orange	12.5±0.2bcd	0.8±0.05d	16.5±1.1a	1.9±0.05bc	83.5±5.4bc
	18	Red	12.8±0.1bc	0.8±0.06d	15.9±1.2ab	2.1±0.06a	87.0±8.2b
		Orange	12.6±0.3bcde	0.8±0.05d	15.2±1.1ab	1.8±0.05bcd	81.±5.0bc
Significance							
Storage period (A)			*	*	*	*	*
Storage temp (B)			*	*	*	*	*
Peel color (C)			*	*	*	*	*
A x B			*	*	*	*	*
B x C			*	*	*	*	*
A x B x C			*	*	*	*	*

^zBrix/acidity ^yMean ±SE (n=10) ^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

Table 6. Change of external fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange fruits harvested at conventional period (320 DAA)

Storage period (days)	Storage temp. (°C)	Peel coloration	Fruit weight (g)	Fruit length (L) (mm)	Fruit diameter (D) (mm)	L/D ratio	Fruit peel ratio ^z	Peel color intensity (a*)
0	-	Red	204.8±5.2 ^y a ^x	69.0±0.8a	73.0±0.7a	0.95±0.01	0.28±0.02	28.3±1.5bcd
		Orange	206.7±2.4a	69.6±1.0a	73.8±0.8a	0.94±0.02	0.28±0.02	24.1±1.0f
15	8	Red	192.5±5.4abc	67.0±0.9abc	72.0±0.7ab	0.94±0.01	0.24±0.01	28.9±1.2bcd
		Orange	198.3±4.9ab	66.9±1.0abc	71.1±0.5abc	0.94±0.02	0.26±0.01	25.2±1.1ef
	18	Red	190.3±4.9abc	66.4±1.2abc	69.5±1.0bcd	0.96±0.02	0.26±0.02	29.1±0.2abc
		Orange	191.6±7.4abc	67.4±0.9abc	68.9±1.0cd	0.98±0.02	0.27±0.01	26.0±0.7def
30	8	Red	187.1±3.7bc	65.7±1.1bc	68.2±0.6cd	0.96±0.01	0.27±0.01	30.5±0.7ab
		Orange	191.0±10.1abc	66.6±1.3abc	69.4±1.5bcd	0.96±0.01	0.27±0.01	26.4±0.5def
	18	Red	187.1±4.9bc	65.3±1.2c	68.6±0.9cd	0.95±0.01	0.26±0.02	29.8±1.0abc
		Orange	189.7±6.9abc	67.5±0.9abc	68.9±1.0cd	0.98±0.01	0.27±0.01	27.2±0.7cdef
45	8	Red	174.8±7.1cd	64.4±1.1c	69.1±0.9cd	0.93±0.01	0.25±0.01	31.7±0.8a
		Orange	186.5±4.3bc	65.7±1.2bc	68.9±1.1cd	0.95±0.01	0.27±0.02	28.1±0.9bcd
	18	Red	163.0±4.3d	64.5±0.7c	66.7±0.8d	0.97±0.01	0.26±0.01	30.1±1.0ab
		Orange	176.6±6.4cd	65.4±1.0c	68.2±1.2cd	0.95±0.01	0.25±0.01	26.9±0.8cdef
Significance								
Storage period (A)			*	*	*	ns	ns	*
Storage temp (B)			*	*	*	ns	ns	*
Peel color (C)			*	*	*	ns	ns	*
A x B			*	*	*	ns	ns	*
B x C			*	*	*	ns	ns	*
A x B x C			*	*	*	ns	ns	*

^z(Fruit weight – Juice weight)/ fruit weight

^yMean ±SE (n=10)

^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

Table 7. Change of internal fruit quality by storage in ‘Tarocco’ orange harvested at conventional period (320 DAA)

Storage period (days)	Storage temp. (°C)	Peel coloration	Soluble solid (°Brix)	Titration acidity (%)	Maturation index ^z (%)	Juice color intensity (mg.L ⁻¹)	Anthocyanin content (mg.L ⁻¹)
0	-	Red	11.9±1.2 ^y de ^x	1.3±0.08a	9.9±0.5e	1.6±0.10efg	84.6±7.1bcd
		Orange	11.8±0.2e	1.3±0.04a	9.5±0.3e	1.5±0.05g	62.3±4.7d
15	8	Red	12.7±0.2abcd	1.2±0.06ab	11.0±0.6cde	1.8±0.06cdef	87.9±12.9abc
		Orange	12.3±0.2cde	1.2±0.05ab	10.3±0.5de	1.5±0.06g	63.1±5.2d
	18	Red	12.6±0.3abcd	1.2±0.04ab	10.8±0.5de	1.8±0.04cdef	84.2±5.3bcd
		Orange	12.1±0.2de	1.1±0.03bc	10.6±0.4de	1.7±0.07defg	76.0±6.2cd
30	8	Red	13.1±0.1ab	1.0±0.06c	12.8±0.7abc	2.0±0.08abc	95.1±11.0abc
		Orange	12.4±0.1bcde	1.1±0.04bc	12.0±0.6bcd	1.8±0.06cdef	81.0±7.6bcd
	18	Red	12.9±0.1abc	1.1±0.03bc	12.0±0.4bcd	1.9±0.06bcde	85.3±5.1bcd
		Orange	12.6±0.1abcd	1.1±0.05bc	11.8±0.7bcd	1.8±0.07cdef	78.4±9.2cd
45	8	Red	13.2±0.2a	1.0±0.04c	14.0±0.6a	2.2±0.08a	109.8±5.3a
		Orange	13.1±0.2ab	1.0±0.04c	12.7±0.5abc	2.0±0.06abc	89.9±3.9abc
	18	Red	13.3±0.2a	1.0±0.05c	13.4±0.6ab	2.1±0.07ab	100.4±3.6ab
		Orange	12.6±0.2abcd	1.0±0.04c	13.1±0.5ab	2.0±0.08abc	87.9±7.9abc
Significance							
Storage period (A)			*	*	*	*	*
Storage temp (B)			*	*	*	*	*
Peel color (C)			*	*	*	*	*
A x B			*	*	*	*	*
B x C			*	*	*	*	*
A x B x C			*	*	*	*	*

^zBrix/acidity ^yMean ±SE (n=10) ^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

과실 당도와 산도의 변화가 완만하여 저장 30일 후 에야 당산비가 12.0 수준에 도달하였으며, 이후에도 증가는 완만하게 진행되었다. 과즙의 안토시아닌 함량은 수확 시기에 $80 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 내외로 이미 높은 수준에 이르고 있어서, 이후 저장 기간 동안의 변화는 적은 편이었다.

과육에 안토시아닌을 합성하여 붉은색을 나타내는 적육오렌지의 재배에는 안토시아닌 합성과 관련하여 성숙기 저온과 큰 일교차를 나타내는 기상조건이 매우 중요하게 작용하기 때문에 세계적으로는 이탈리아 시칠리아 지역이 재배적지로 알려져 있다(Butelli et al., 2012). 기상 조건 외에도 다양한 품종들이 선발되었으며, 대목의 종류에 따라서도 당도, 산도, 당산비, 안토시아닌 함량 등이 달라지는 것으로 보고되어 왔다(Continella et al., 2018). 그럼에도 불구하고 성숙기 저온 및 일교차가 충분하지 않은 지역에서는 여전히 당산비가 낮고 안토시아닌 합성의 미흡으로 과육 색 발현도 부족하여, 저온 저장에 의한 품질 개선 연구가 수행되어 왔다(Rapisarda et al., 2001; Lo Piero et al., 2005; Crifo` et al., 2012). 저온 저장의 경우에는 8°C 이하의 저온에서 장기 저장하게 되면 저온 장해가 발생하거나 vinylphenol의 축적에 의한 이취 발생의 가능성이 높은 것으로 알려져 있다(Rapisarda et al., 2001). 그러므로 ‘타로코’ 외의 적육오렌지의 경우에도 품질 개선의 저장은 $4-9^{\circ}\text{C}$ 의 저온에서 연구되고 있다(Carmona et al., 2017; Carmona et al., 2021).

시칠리아 지역에서 ‘타로코’ 오렌지를 1월 말-2월 초 수확한 경우의 당도, 산도 및 당산비 각각 11°Brix , 0.9% 및 12.2 내외를 나타내는 것과 달리(Rapisarda et al., 2001; Continella et al., 2018), 제주지역은 산도가 높아 당산비가 낮은 편이었고, 당도와 안토시아닌 함량은 각각 11°Brix 및 $40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 내외로 비슷하였다. 그러나 8°C 저온 저장할 경우 당산비 12.0 및 안토시아닌 함량 $80 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 내외로 증가하는데 45일 이상이 걸렸다는 이전 보고(Rapisarda et al., 2001; Lo Piero et al., 2005)와는 달리, 본 연구에서는 20일 조기 수확(2월 말, 만개 후 300일)의 경우 15일, 그리고 관행 수확(3월 중순, 만개 후 320일)의 경우 30일로 단축되었다(Table 5 and 7). 한편 40일 조기 수확(2

월 초, 만개 후 280일)의 경우는 45일 이상이 소요되는 것으로 나타났다(Table 3). 이들의 안토시아닌 함량 증가에 따른 과육색 변화는 육안으로도 구분될 정도로 분명하게 나타났다(Fig. 1 and 2). 또한 저온 저장의 반응이 저장 6일 경에 높게 나타나지만, 이보다 더 길게 저장하면 품질은 오히려 다시 낮아진다는 연구도 보고된 바 있다(Crifo` et al., 2011). 그러므로 저온 저장에 의한 품질 개선의 효과는 수확 시기의 과실 품질과 관계되어 나타나는 것으로 사료되었다. 또한 저온 저장은 상온 저장에 비해 안토시아닌 함량의 증가뿐만 아니라 당도를 높이고 산도를 낮추어 당산비도 높이는 효과를 보여주었는데, 이는 안토시아닌 합성 등 물질대사의 활성화와 관계되는 것으로 추정되었으며(Rapisarda et al., 2001), 추후 상세한 연구가 필요하다고 생각되었다.

과실 저장 기간의 증가에 따라 과실의 중량 및 크기가 감소하는 경향을 나타냈는데, 수확 시기와 저장 온도에 따라 그 정도는 다르게 나타났다. 평균적으로 관행 대비 40일 조기 수확에서는 저장 45일 후 16.4g, 20일 조기 수확에서는 24.5g, 그리고 관행 수확에서는 36g까지도 상당히 큰 편으로 중량 감소가 나타났다(Table 2, 4 and 6). 이는 오렌지의 경우 저장 기간이 길어질수록 과중이 감소하지만, 감모율은 그리 높지 않았다는 보고와는 차이가 있었다(Baldwin et al., 1995). 이는 노지와 시설 재배의 재배환경에 따른 과피의 발달 정도의 차이와 관계되는 것으로 보이며, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다고 사료되었다. 한편 ‘타로코’ 오렌지는 모로 등의 다른 적육오렌지와는 달리 과피에 홍색 착색이 거의 나타나지 않은 것으로 알려져 있다(Saunt, 2000). 그러나 제주 지역에서는 과피에 홍색 착색이 나타나는 것이 약 30% 정도를 차지하고 있었다. 이들 홍피 착색의 과실은 과피 색 강도가 높을 뿐만 아니라 당도와 과즙 색 강도가 높고 안토시아닌 함량이 높았다(Table 2, 3, 4, 5, 6 and 7). 또한 저장에 의한 품질 개선의 효과가 비홍피 과실보다도 빠르게 나타났다. 그러므로 홍피 착색은 고품질 과실의 선별 조건이 충분히 될 수 있을 것으로 판단되었으며, 구분 수확 및 저장으로 품질 관리를 할 수 있을 것으로 생각되었다.

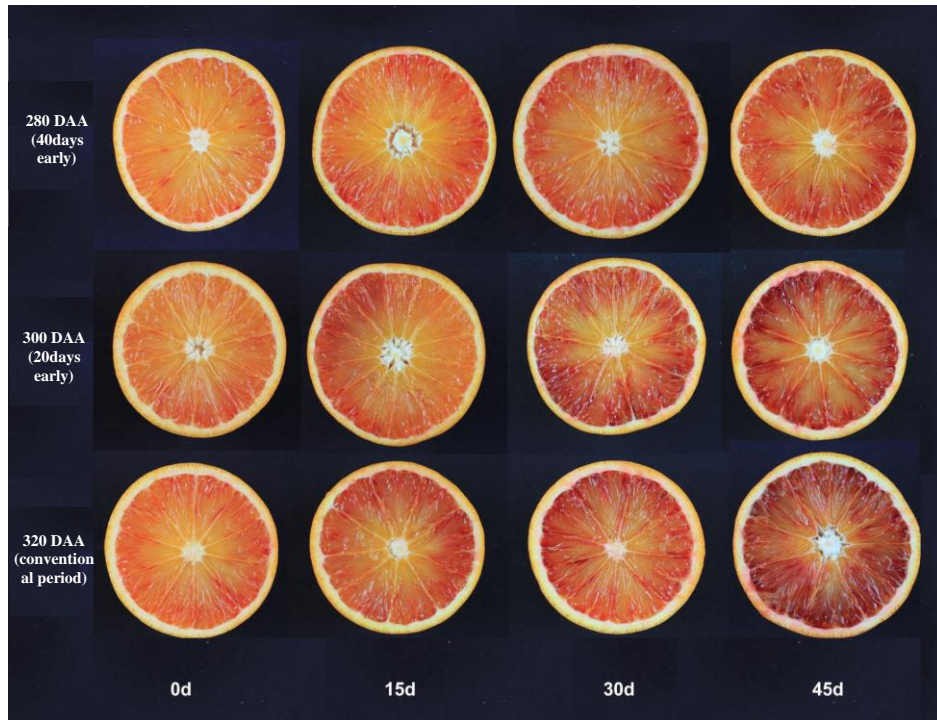


Figure 1. Changes of internal appearance during storage at 8°C in ‘Tarocco’ orange fruit

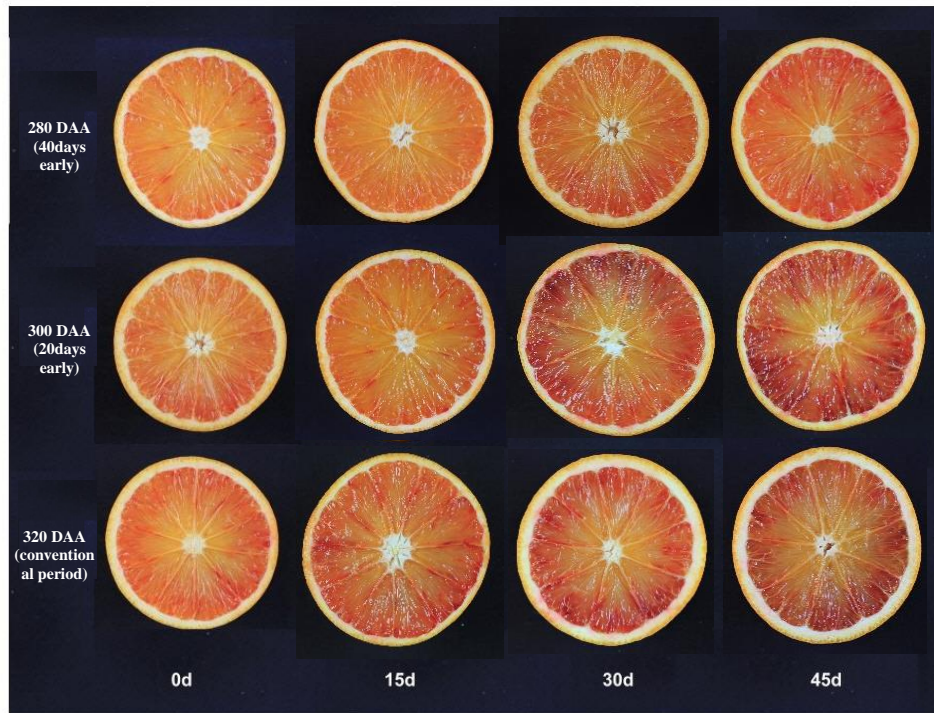


Figure 2. Changes of internal appearance during storage at 18°C in 'Tarocco' orange fruit

본 연구 결과 제주 지역에서의 ‘타로코’ 오렌지는 2월 말(만개 후 300일)과 3월 중순(만개 후 320일) 수확한 과실 간 품질 차이가 거의 없는 것으로 나타나, 2월 말(만개 후 300일)이 적정 숙기로 판단되었으며, 관행보다 20일 정도의 조기 수확이 가능함을 알 수 있었다. 또한 관행보다 20일 정도 조기 수확하고 저온(8°C)에서 15일 또는 상온(18°C)에서 30일 정도 저장하면 당산비, 과육 색 및 안토시아닌 함량 모두 1.2배 이상의 수준으로 품질을 향상하는 효과가 있음을 보여주었다.

IV. 초록

본 연구는 ‘타로코’ 오렌지 과실의 품질변화와 안토시아닌 함량 변화를 분석하여 조기 수확 가능성을 평가하고자 수행하였다. 수확 시기는 관행의 (개화 후 320일)에 비해 40일 및 20일 전인 개화 후 280일 및 300일로 각각 설정되었다. 수확 후 과실은 과피 색에 홍색이 나타나는 것과 그렇지 않은 것으로 구분하였다. 저장 온도를 저온의 8°C와 겨울철 상온의 18°C로 구분하여 45일간 저장하였으며, 15일 간격으로 과실 품질의 변화를 측정하였다. 수확 시 홍색 과피의 과실의 경우 비홍색의 과실에 비해 당도는 약간 높았으나 산도는 매우 비슷한 수준이었다. 40일 조기 수확의 경우, 당산비 13.0 이상을 저온 저장은 45일 후에 도달하였으나, 상온 저장은 45일 후에도 도달하지 못하였다. 20일 조기 수확의 경우, 저온 및 상온 저장 모두에서 30일 후에 도달하였으며, 관행 수확의 경우, 45일 후에 도달하였다. 안토시아닌 함량은 수확기가 늦을수록 증가하였으며, 저온 및 상온 저장 모두에서 저장 기간이 길수록 증가하였다. 과즙 색 강도의 경우, 관행 수확에서는 저장 온도 및 기간에 거의 변화가 없었으나, 조기 수확에서는 저장 온도에 관계없이 저장 기간에 따라 증가하여 거의 일정하게 유지되었다. 본 연구결과 관행 수확보다 20일 조기 수확하여 8°에서 30일 저장으로 관행 수확 시의 품질 수준 이상으로 개선될 수 있음을 확인하였다.

인 용 문 헌

- Baldwin E, Nisperos-Carriedo M, Shaw P, Burns J** (1995) Effect of coatings and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees Brix, and ascorbic acid levels. *J Agri Food Chem* 43:1321-1331
- Butelli E, Licciardello C, Zhang Y, Liu J, Mackay S, Bailey P, Reforgiato-Recupero G, Martin C** (2012) Retrotransposons control fruit-specific, cold-dependent accumulation of anthocyanins in blood oranges. *Plant Cell* 24:1242–1255
- Carmona L, Alquezar B, Diretto G, Sevi F, Malara T, Lafuente MT, Pena L** (2021) Curing and low-temperature combined post-harvest storage enhances anthocyanin biosynthesis in blood oranges. *Food Chem* 342:128334
- Carmona L, Alquezar B, Marques VV, Pena L** (2017) Anthocyanin biosynthesis and accumulation in blood oranges during postharvest storage at different low temperatures. *Food Chem* 237:7-14
- Continella A, Pannitteri C, La Malfa S, Legua P, Distefano G, Nicolosi E, Gentile A** (2018) Influence of different rootstocks on yield precocity and fruit quality of Tarocco Scire pigmented sweet orange. *Sci Hort* 230:62-67
- Crifò T, Puglisi I, Petrone G, Recupero G, Lo Piero A** (2011) Expression analysis in response to low temperature stress in blood oranges: Implication of the flavonoid biosynthetic pathway. *Gene* 476:1-9

- Crifò T, Petrone G, Lo Cicero L, Lo Piero A** (2012) Short cold storage enhances the anthocyanin contents and level of transcripts related to their biosynthesis in blood oranges. *J Agri Food Chem* 60:476–481
- El-Otmani M, Ait-Oubahou A, Zacarias L** (2011) Citrus spp.: Orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon, and lime. *In* EM Yahia, ed, Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits, Woodhead Publishing Limited, Sawston, UK, pp 437–516
- Iglesias DJ, Cereos M, Colmenero-Flores JM, Naranjo MA, Rios G, Carrera E, Ruiz-Rivero O, Lliso I, Morillon R, et al.** (2007) Physiology of citrus fruiting. *Braz J Plant Physiol* 19:333-362
- Kelebek H, Canbas A, Selli S** (2008) Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) grown in Turkey. *Food Chem* 107:1710-1716
- Lo Piero A, Puglisi I, Rapisarda P, Petrone G** (2005) Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature. *J Agri Food Chem* 53:9083-9088
- Maccarone E, Maccarrone A, Perrini G, Rapisarda P** (1983) Anthocyanins of the Moro orange juice. *Ann Chim* 73:533-539
- Murray J, Hackett W** (1991) Dihydroflavonol reductase activity in relation to differential anthocyanin accumulation in juvenile and mature phase *Hedera helix* L. *Plant Physiol* 97:343-351
- Neff M, Chory J** (1998) Genetic interactions between phytochrome A, phytochrome B, cryptochrome during arabidopsis development. *Plant Physiol* 118:27-35
- Park YC** (2011) Citrus cultivars and characteristics in Jeju. Jeju Special Self-Governing Prov Agri Res Ext Ser, Korea

Panche A, Diwan A, Chandra S (2016) Flavonoids: an overview. *J Nutr Sci* 5

Rapisarda P, Giuffrida A (1992) Anthocyanin level in Italian blood oranges. *Proc Int Citriculture* 1130-1133

Rapisarda P, Bellomo S, Intelisano S (2001) Storage temperature effects on blood orange fruit quality. *J Agri Food Chem* 49:3230-3235

Rapisarda P, Russo G (2000) Fruit quality of five ‘Tarocco’ selections grown in Italy. *Proc Int Soc Citriculture* 2:1149–1153

Saunt J (2000) *Citrus varieties of the world*. Sinclair International, UK

Valiente JI, Albrigo LG (2004) Flower bud induction of sweet orange trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]: Effect of low temperatures, crop load, and bud age. *J Amer Soc Hort Sci* 129:158-164

감사의 글

어느 새 제주대학교 대학원에서 2 년이라는 시간이 지나 석사 학위 논문을 마치게 되었습니다. 비록 미흡하지만 논문을 쓰기까지 고마운 분들께 감사의 말씀을 전하고자 글을 남깁니다.

먼저 부족했던 저에게 대학원 생활 초반부터 연구의 시작, 학위 논문 작성까지 많은 도움을 주시고, 세심한 가르침을 주신 송관정 지도교수님께 진심으로 감사의 인사를 드립니다. 또한 석사 교육 과정에 있어서 많은 지도와 가르침을 주신 한성현 교수님, 조영열 교수님께도 감사의 인사를 드립니다. 새로운 곳에서 잘 적응할 수 있도록 많은 도움을 주시며 곁에서 챙겨 주신 오은의 박사님, 석사기간 동안 실험에서 논문을 쓰기까지 많은 도움을 준 과수육종 학우들에게도 감사의 말을 전합니다. 대학원 기간 동안 연구에 집중할 수 있도록 도움을 주신 한농바이오산업(주) 김시현 대표님과, 논문에 대해 많은 가르침을 주신 박영철 박사님께도 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 저의 인생에 있어서 언제나 든든한 버팀목으로 큰 힘을 주시는 존경하고 사랑하는 아버지, 어머니에게 감사의 마음을 전합니다.

미처 이름을 적지 못했지만, 학위논문을 쓰기까지 많은 분들의 도움이 있었기 때문에 무사히 대학원을 마칠 수 있었습니다. 도움을 주신 분들께 감사의 뜻을 전하며, 이번 논문을 통해 얻게 된 다양한 지식을 바탕으로 한국의 감귤 산업의 발전에 도움이 될 수 있도록 노력하겠습니다.