

ABA 처리를 통한 ‘홍이슬’ 포도의 착색향상 및 적정 수확기 설정

신경희 · 박희승*

중앙대학교 생명자원공학부 식물시스템과학전공

Fruit Color Improvement by ABA Treatment and Determination of Harvesting Time in ‘Hongisul’ Grapes

Kyoung-Hee Shin and Hee-Seung Park*

Department of Integrative Plant Science, School of Bioresource and Bioscience, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea

Abstract. This study was carried out to improve the fruit color through ABA treatment and to determine the optimum harvest time for producing high quality fruits in ‘Hongisul’ grapes. Spraying of 1000 mg·L⁻¹ exogenous ABA at early veraison (70 days after full bloom, DAFB) brought increase of endogenous ABA and soluble solid contents and enhanced fruit coloration. So, it was possible to harvest ABA treated fruits from 85 days after full bloom (15 days after treatment) by accelerated anthocyanin content which increased continuously until 110 DAFB. An increase of soluble solid and decrease of total acidity appeared steadily with the onset of berry ripening. After 100 DAFB, soluble solid content and total acidity did not change significantly, but the berry firmness was suddenly decreased. Consequently, it was suggested that ABA treated fruits need to be harvested at about 100 DAFB because of their short period of marketing by over ripening. On the contrary, harvesting of untreated fruit was totally impossible at 85 DAFB because of their poor berry coloration. But it was possible to harvest them at 100 DAFB based on the soluble solid/acidity ratio, whereas the berry coloration was progressed poorly. On the other hand, the fruits harvested at 110 DAFB showed acceptable berry coloration but their berry firmness was dropped significantly coincide with overripening. Therefore, it was needed to develop an altered production system for improving coloration at around 100 DAFB in ‘Hongisul’ grapes.

Additional key words: anthocyanin, berry firmness, hunter value, soluble solid/acidity ratio

서 언

‘홍이슬’은 국립원예특작과학원에서 ‘Campbell Early’와 ‘Himrod seedless’를 교배하여 최종 선발한 국내 품종이다. ‘Campbell Early’에 비해 당도가 높고 산도는 낮아 식미가 우수할 뿐만 아니라 내한성과 병 저항성이 강하고, 수확기 간격이 길며 품질이 오랫동안 유지되는 장점이 있다. 반면 재배방법이 확립되지 않아 ‘Campbell Early’와 같은 방법으로 재배되고 있으나, ‘Campbell Early’와 같은 단초전정 시, 수량 확보가 어려워 전정방법 개선을 통해 착과율을 높인 바 있다(Yoon et al., 2010). 또한 착색 불량 등의 문제가 제기되어 우수한 품질에도 불구하고 널리 보급되지 못하고 있어

다양한 각도에서 재배방법에 대한 연구가 요구된다.

포도의 착색은 과실의 성숙을 나타내는 지표로 이용될 뿐만 아니라 과실 품질을 결정하는 중요한 인자이며, 다양한 환경과 재배적 요인의 영향을 받는다(Oanh et al., 2010; Taiz and Zeiger, 1991). 질소 과다, 야간 고온(Mori et al., 2005), 과다 착과(Choi et al., 1996; Shim et al., 2007) 등은 착색뿐만 아니라 전반적인 과실의 성숙에 관여하는 환경적·재배적 요인들로, 과실 성숙에 중심적인 역할을 수행하는 ABA의 수준을 높여줌으로써 착색을 증진시키고자 하는 연구들이 수행되었다(Hale and Coombe, 1974; Kataoka, 1986). 이와 같은 연구들은 대부분 ABA의 외생적 처리가 착색 증진에는 효과가 있으나, 당의 증가, 산의 감소와 같은 과실의

*Corresponding author: koussa@cau.ac.kr

※ Received 22 March 2012; Revised 28 March 2012; Accepted 6 April 2012. 이 논문은 2010년도 중앙대학교 신진우수연구자지원사업에 의한 것임.

내적 성숙에는 영향을 미치지 않거나 효과가 미비하다고 보고하였으며(Han, 2005a, 2005b; Lee et al., 1996), ABA 처리뿐만 아니라 온도 조절, 환상박피(Koshita et al., 2011), 착과량 조절(Yamane and Shibayama, 2006) 등 착색에 초점을 맞춘 여러 연구들에서도 같은 결과를 보였다. 반면 Park et al.(2009)은 ‘Campbell Early’ 품종에서 환상박피가 착색뿐만 아니라 숙기 촉진에도 효과가 있고, 수확 기준 이상으로 착색된 이후에도 당·산의 변화가 진행되므로 적정 수확기를 구명하기 위해서는 착색과 과실의 내적 성숙간의 시기적인 차이를 고려해야 한다고 하였으며, Park et al.(2008)도 수확기 결정을 위해서는 과실의 성숙도가 반영되어야 한다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 ABA 처리가 ‘홍이슬’ 포도의 착색 증진 및 과실 성숙에 미치는 영향을 구명하고, 고품질 과실 유통을 위한 적정 수확시기를 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 천안시 입장면 소재의 개인농가에서 재식거리 $6 \times 2.5\text{m}$ 로 재식된 4년생 ‘홍이슬’ 품종을 사용하였다. ABA는 포도 착색향상을 위해 많이 사용되는 ABA 10%를 함유하는 제재를 이용하였으며 증류수에 5배로 희석하여, 초기 변색기인 만개 후 70일에 ABA $1000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 희석액을 과방에 직접 분무 처리하였다. ABA 처리 시 관행수확기인 처리 후 15일과 만개기인 2011년 6월 1일을 기준으로 ‘홍이슬’ 포도의 관행 수확인 만개 후 100일, 지연수확기인 만개 후 110일에 시험수당 10송이씩 무작위로 선발하여 수확하였다. ABA의 추출 및 측정은 Hou et al.(2008)의 분석방법을 응용하였다. 건조 시료 2g에 80% MeOH을 가하여 4°C, 암조건에서 12시간 추출하였으며, 감압 여과, 농축의 과정을 거쳐 얻어진 상정액을 C18 sep-pak에 통과시킨 후 20% MeOH (water containing 0.1% F.A)와 80% MeOH로 회수하고 $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter로 filtering하여 HPLC(Hewlett-Packard, Agilent 1200series, USA)로 분석하였다. 전처리 과정은 빛에 의한 변화를 최소화하기 위해 빛을 차단한 상태에서 진행하였다. 과실품질 조사를 위하여 과방중, 과립중 및 과립의 종경, 횡경을 측정하였으며, 당도와 적정 산도를 측정하였다. 과방에서 10과립씩 무작위로 선발하여 과육 경도를 측정하였으며, 과립 적도부의 과피를 제거한 후 직경 2mm plunger가 장착된 물성분석기를 이용하여 $2\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ 속도로 5mm 깊이까지 압축강도를 측정하였고 N으로 표기하였다. 과피 내 안토시아닌 함량 측정을 위하여 각 과방에서 10과립을 무작위로 선발하였으며, 1.1cm의 cork borer를 이용하여

disk를 제작하였다. 제작된 시료는 0.1N HCl과 MeOH (85:15 v:v)로 혼합된 침출액에 담근 뒤 암소에서 24시간 추출한 후 Spectrophotometer(Shimadzu., UV mini 1240, Japan)를 이용하여 530nm 파장에서 흡광도를 측정하였으며, Siegelman and Hendricks(1958)의 방법으로 환산하여 안토시아닌 함량을 측정하였다. 과실의 착색도는 색차계(Minolta, CM-508i, Japan)를 이용하여 각 과방에서 무작위로 선발된 10개의 과립의 적도부위의 Hunter value(L, a, b)를 측정하였다. 수집된 데이터의 통계 분석은 SPSS(SPSS Inc., ver. 12.0 K, USA) 프로그램을 이용하여 Duncan 다중검정($P = 0.05$)을 실시하였다.

결과 및 고찰

‘Campbell Early’와 ‘Black Olympia’(Lee et al., 1996) 및 ‘Kyoho’(Kataoka, 1986) 품종의 ABA 적정 처리농도는 $1000\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 적정 처리시기는 변색 개시 후 10일(Han, 2005b)로 제시된 바 있어 본 시험에서도 ABA $1,000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 희석액을 착색이 20% 정도 진행된 변색 개시 후 10일에 과방에 분무 처리하였으며, 수확시기를 달리하여 과실 품질을 비교한 결과는 다음과 같다.

ABA 처리에 따른 내생 ABA 함량 변화

만개 후 85일의 내생 ABA 함량은 ABA 처리구가 $15.70\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 로 무처리구의 $0.48\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 과 큰 차이를 보였으며, 만개 후 100일과 110일에도 ABA처리구 7.93, $10.38\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, 무처리구 0.31, $0.55\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 로 20배 이상 높게 조사되어 ABA의 외생적 처리는 내생 ABA 수준을 높인다는 Kataoka(1986)의 보고와 일치하였다(Fig. 1).

포도 과실의 ABA 함량은 초기 변색기에 급격하게 증가하고(Coombe and Hale, 1973), 성숙 초기에 최대치를 보인 후 감소하여, 이후에는 낮은 수준으로 유지된다고 보고되었

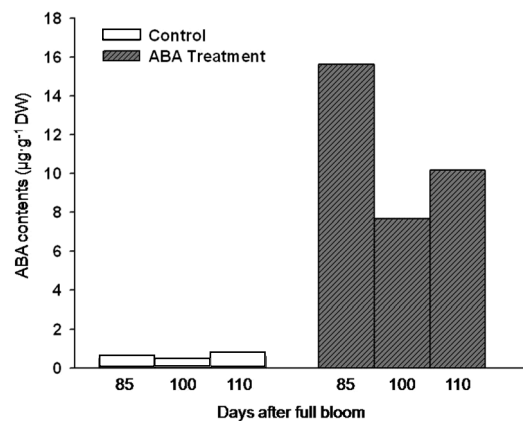


Fig. 1. Changes in endogenous ABA contents during fruit development in ‘Hongisul’ grapes treated with ABA.

다(Koshita et al., 2007). 본 연구에서는 수확을 기준으로 ABA 함량을 측정하여 수확 이전의 성숙단계를 정확하게 확인할 수 없어 만개 후 85일이 ABA 함량이 가장 높은 성숙 초기라고 판단하기에는 어려움이 있으나, 만개 후 85일에 각 처리구의 ABA 함량이 가장 높고 이후 급격하게 감소하여 성숙이 진행되는 동안 ABA 함량이 낮아진다는 기존 연구 결과와 일치하였다.

ABA 처리에 따른 착색 촉진

ABA 처리 15일 후인 만개 후 85일의 안토시아닌 함량은 ABA 처리구 $3.58\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, 무처리구 $0.44\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ 로 ABA 처리구가 무처리구에 비해 8배 이상 높았으며, 만개 후 100일과 110일에도 ABA 처리구의 안토시아닌 함량이 각각 5.43 , $7.88\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ 로 무처리구의 0.81 , $3.60\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ 에 비해 월등히 높아 ABA 처리구의 안토시아닌 축적이 따른 착색이 우수하여 변색기 ABA 처리가 착색을 증진시킨다는 보고와 일치하였다(Hale and Coombe, 1974; Kataoka, 1986).

이러한 착색의 변화는 ABA 처리 후 육안으로도 쉽게 변화를 확인할 수 있을 만큼 빠르게 촉진되었는데(Fig. 2), 만개 후 85일에 국립원예특작과학원(Park et al., 2009)에서 제시한 ‘포도 홍이슬 품종의 칼라차트’의 수확기준 이상으로 착색되었으므로 만개 후 85일 이후의 착색 변화는 착색을 기준으로 한 수확시기 결정에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각되었다. 반면에, 무처리구의 안토시아닌 함량은 만개 후 110일에 $3.60\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ 로 축적이 매우 느리게 진행되며 무처리구의 수확은 만개 후 110일에 이르러야 가능하였다.

ABA 처리에 따른 과실품질

과방중은 ABA 처리 및 수확시기에 따른 일정한 경향을 보이지 않았으나, 과립중은 ABA 처리구와 무처리구에 있어 만개 후 85일에 각각 5.2 및 4.8g , 만개 후 100일에 5.4 및 5.0g , 만개 후 110일에 5.5 및 5.0g 으로 ABA 처리구가 무처리구에 비해 높게 조사되었으며, 중경 및 횡경 또한 무처리구에 비해 높은 것으로 조사되었다. 반면에 그 차이가

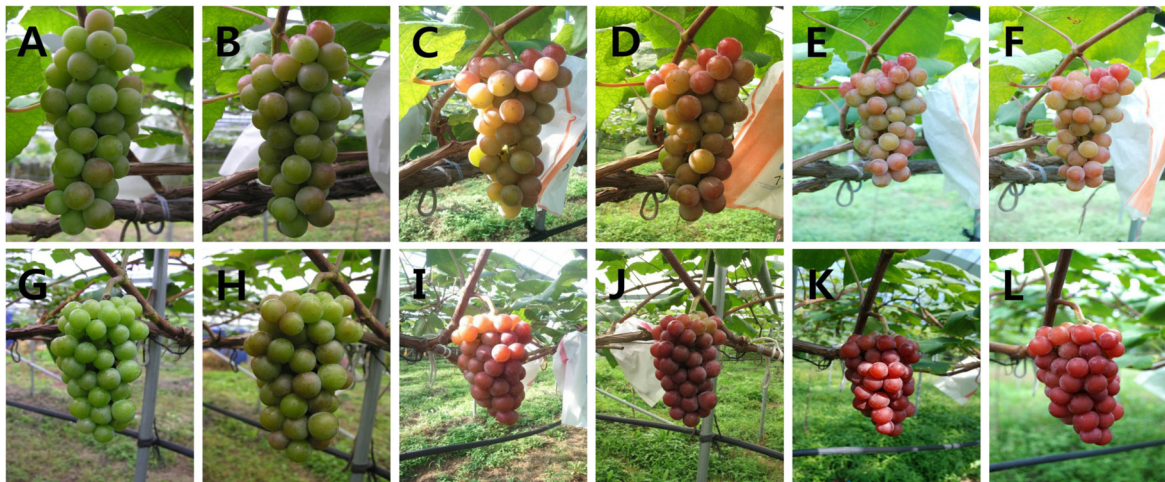


Fig. 2. The comparison of seasonal changes of coloration between control (upper) and ABA treatment (lower) in ‘Hongisul’ grapes. A and G: 71 days after full bloom (DAFB), B and H:78 DAFB, C and I: 85 DAFB, D and J: 92 DAFB, E and K: 100 DAFB, F and L: 110 DAFB.

Table 1. Comparison of fruit coloration at different harvest time of ‘Hongisul’ grapes with ABA treatment.

Treatment	Harvest time (DAFB ^z)	Anthocyanin ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	Hunter value ^y		
			L	a	b
Control	85	0.44 d ^x	36.75 a	-0.22 b	6.73 a
	100	0.81 d	34.75 b	0.52 b	6.81 a
	110	3.60 c	31.45 c	1.24 b	4.91 b
ABA 1,000 mg·L ⁻¹	85	3.58 c	26.59 d	5.43 a	2.89 c
	100	5.43 b	25.78 d	6.02 a	2.13 c
	110	7.88 a	23.71 e	5.19 a	1.22 d

^zDAFB, days after full bloom.

^yL, 0 (dark)-100 (light); a, -60 (green)-60 (red); b, -60 (blue)-60 (yellow).

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

안토시아닌 함량이나 육안 관찰시의 착색도와는 다르게 크지 않을 뿐만 아니라 과립중 증가에 따른 과방중 증가가 일정한 경향을 보이지 않아 그 차이가 과립수가 적은 과방에서의 과립비대 효과인지 ABA 처리에 따른 과립비대인지를 확인하기는 어려웠다. 다만 Coombe and Hale(1973)이 ABA가 가용성고형물 함량 증가에 영향을 미친다고 보고하였으며 본 연구에서도 무처리구 과실의 가용성고형물 함량은 만개 후 85일 이후에는 변화가 없어(Table 2), 2차 과실비대기의 대사산물 축적에 따라 액포 내로의 수분유입에 의한 팽압이 세포 크기 증가에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 생각할 때, ABA 처리가 과립비대를 촉진할 수도 있는 가능성을 확인하였다. 반면에 당 축적 양상은 품종에 따라 달라 ABA가 과실의 무게 및 크기 변화에 직접적으로 관여하는지에 대해서는 보다 세밀한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

과실의 당도는 만개 후 85일에는 ABA 처리구 13.8°Brix, 무처리구 13.4°Brix로 유의성이 없었으나 만개 후 100일과 110일에는 각각 ABA 처리구가 15.7, 15.9°Brix로 무처리구의 13.8, 13.6°Brix에 비해 월등히 높았다. 산도는 만개 후 100일까지 처리구간 유의성이 인정되지 않았으며, 두 처리구 모두 수확시기가 경과할수록 산도가 감소하여 2차 수확시 일반적으로 제시되는 홍이슬 포도의 적정 산도인 0.24% (Park et al., 2006) 이하까지 감소하였고, 만개 후 110일에는 ABA 처리구 0.15%, 무처리구 0.19%로 처리구 간 차이가 없었다. 따라서 무처리구의 가용성고형물 함량은 착색불량과 더불어 만개 후 85일 이후 변화를 보이지 않았으나 ABA 처리구에서는 가용성고형물도 증가하는 양상을 보여 ABA는 착색증진과 더불어 가용성고형물 증가에도 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 반면에 온도의 영향을 크게 받는 것으로 알려진 산도의 경우(Koshita et al., 2011)에는 무처리구와 ABA 처리구 사이에 차이가 없거나 매우 적은 차이만이 존재하였다. 당산비는 만개 후 85일에는 처리구 간 차이가 없었고, 이후 두 처리구 모두 당산비가 증가하였으며

ABA 처리구의 급격한 당 함량의 변화로 당산비가 크게 증가하여 2차 수확부터 처리구간 유의성이 인정되었다. 이와 같은 경향은 환상 박피된 'Campbell Early'에서도 관찰되어 착색을 기준으로 한 수확 시 미숙과 상태의 과실이 생산되어 소비자가 외면하고 있다고 보고된 바 있어(Park et al., 2009), 과실 품질의 향상을 위해서는 착색과 당·산 변화의 시기적인 차이를 고려해야 할 것으로 생각된다. Coombe and Hale(1973)은 당의 증가 및 산 함량의 감소는 안토시아닌 축적으로 인한 착색과 더불어 과실의 성숙에 수반되는 현상으로 ABA와 밀접한 관련이 있다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였으며, ABA 처리구의 과실 품질이 향상된 것은 ABA의 외생적 처리를 통해 축적된 내생 ABA의 영향을 받은 것으로 생각된다. 반면에, Kataoka et al.(1982)은 ABA 처리는 과즙의 가용성 고형물이나 산 함량에는 거의 영향을 미치지 않고 성숙을 촉진한다고 보고하였으며 Lee et al.(1996)과 Han(2005a)도 'Campbell Early'와 'Black Olympia' 및 'Kyoho' 품종에서 유사한 결과를 보고하였다. 이러한 차이는 품종별 또는 재배환경에 따라 포도의 품종 특성이 제대로 발휘되지 못할 경우 외부에서의 약제처리가 더욱 큰 효과를 나타내기 때문인 것으로 생각되며 '홍이슬' 포도의 경우 만개 후 85일에 착색이 불량한 상태로 성숙이 매우 느리게 진행되어 ABA 처리효과가 착색뿐만 아니라 가용성고형물 함량 증가에서도 발현되었기 때문으로 생각된다.

과육의 경도는 모든 수확시기에서 무처리구가 ABA 처리구에 비해 높게 조사되었으며, ABA 처리가 과실 성숙을 촉진시켜 ABA 처리구의 과육연화가 무처리구에 비해 빠르게 진행된 것으로 판단된다. 또한 두 처리구 모두 만개 후 100일까지 높은 경도 수준을 유지하다가 만개 후 110일에 급격히 감소하여 만개 110일 이후의 수확은 과숙의 위험이 있는 것으로 생각된다.

따라서, 착색과 더불어 과실의 전반적인 성숙 정도를 고려하였을 때, ABA 처리구는 만개 후 100일을 전후하여 수

Table 2. Comparison of fruit quality at different harvest time of 'Hongisul' grapes with ABA treatment.

Treatment	Harvest time (DAFB ²)	Cluster weight (g)	Berry weight (g)	Berry length (mm)	Berry diameter (mm)	Soluble solid (°Brix)	Acidity (%)	Soluble solid /Acidity	Firmness (N/2.0 mm ²)
Control	85	331.7 ab ^y	4.8 d	20.17 b	19.40 b	13.4 b	0.31 a	43.7 d	138.8 a
	100	333.1 ab	5.0 cd	20.56 ab	19.95 a	13.8 b	0.20 b	69.1 c	127.2 ab
	110	315.0 b	5.0 cd	20.07 b	19.29 b	13.6 b	0.18 b	73.6 c	27.4 d
ABA 1000 mg·L ⁻¹	85	352.4 a	5.2 bc	20.99 a	20.13 a	13.8 b	0.32 a	45.9 d	116.5 b
	100	311.6 b	5.4 ab	21.06 a	20.05 a	15.7 a	0.19 b	85.6 b	88.2 c
	110	326.6 b	5.5 a	20.85 a	20.13 a	15.9 a	0.15 c	110.1 a	25.0 d

²DAFB, days after full bloom.

^yMean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

확하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 무처리구는 만개 후 100일과 110일 사이에는 당, 산 및 당산비의 차이가 없어 당산비를 기준으로 한 수확은 만개 후 100일에 가능하나 착색이 불량하였으며 만개 후 110일에는 경도가 낮아져 과숙의 위험이 있어 만개 후 100일을 기준으로 착색을 증진시키는 방법이 요구되었다.

초 록

본 연구는 ABA 처리를 통해 ‘홍이슬’ 포도의 착색을 증진시키고자 하였으며 고품질 과실을 생산할 수 있는 적정 수확 시기를 밝히고자 하였다. 변색 초기에 $1000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 외생 ABA 처리는 내생 ABA와 당함량 증가를 가져왔으며 착색증진에 효과가 있는 것으로 조사되었다. ABA 처리 시 착색이 촉진되어 처리 후 15일인 만개 후 85일부터는 수확이 가능한 정도까지 착색되었으며 이후에도 계속적으로 안토시아닌 함량이 증가하였다. 과립성숙에 따른 가용성고형물의 증가와 산의 감소도 꾸준히 진행되었다. 만개 후 100일 이후에는 당도가 높고 산도는 낮은 수준으로 변화가 없으나 경도가 급격히 감소하였다. 따라서 지연 수확 시 과숙의 위험이 있어 과실의 상품성을 높이기 위해서는 만개 후 100일을 전후하여 수확하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 반면 무처리구의 경우에는 착색이 불량하여 만개 후 85일에는 수확이 불가능하였다. 만개 후 100일에도 당산비를 기준으로 한 수확은 가능하였으나 여전히 착색이 불량하였다. 착색을 기준으로는 만개 후 110일에서야 수확이 가능하였으나 과숙과 동시에 경도가 현저하게 낮았다. 따라서 무처리구의 경우 만개 후 100일을 기준으로 착색을 증진시키는 방법이 요구되었다.

추가 주요어 : 안토시아닌, 과립경도, 현타값, 당산비

인용문헌

Choi, I.M., H.C. Lee, C.J. Yun, and C.H. Lee. 1996. Effects of number of cluster per grapevine on coloration and fruit quality of 2-year-old ‘Kyoho’ grape (*Vitis labrusca* L.). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 14:364-365.

Coombe, B.G. and C.R. Hale. 1973. The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. Plant Physiol. 51:629-634.

Hale, C.R. and B.G. Coombe. 1974. Abscisic acid: An effect on the ripening of grapes. The Royal Soc. Hor. New Zealand 12:831-836.

Han, D.H. 2005a. Influence of exogenous abscisic acid concentration on the coloration of ‘Kyoho’ grapes. J. Life Sci. 15:293-297.

Han, D.H. 2005b. The effects of abscisic acid application time and times on fruits coloration of ‘Kyoho’ grapes. J. Life Sci.

15:298-303.

Hou, S., J. Zhu, M. Ding, and G. Lv. 2008. Simultaneous determination of gibberellic acid, indole-3-acetic acid and abscisic acid in wheat extracts by solid-phase extraction and liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. Talanta 76:798-802.

Kataoka, I. 1986. Studies on the coloration of grape berries with special reference to the regulation of color development by abscisic acid. Tech. Bull. Fac. Agri. Kagawa Univ. 45:1-48.

Kataoka, I., A. Sugiura, N. Utsunomiya, and T. Tomana. 1982. Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin acculation in Kyoho grapes (*Vitis Vinifera* L. × *V. labruscana* Bailey). Vitis 21:325-332.

Koshita, Y., T. Asakura, H. Fukuda, and Y. Tsuchida. 2007. Nighttime temperature treatment of fruit clusters of ‘Aki Queen’ grapes during maturation and its effect on the skin color and abscisic acid content. Vitis 46:208-209.

Koshita, Y., T. Yamane, H. Yakushiji, A. Azuma, and N. Mitani. 2011. Regulation of skin color in ‘Aki Queen’ grapes: Interactive effects of temperature, girdling, and leaf shading treatments on coloration and total soluble solids. Sci. Hort. 129:98-101.

Lee, S.M., D.H. Han, C.H. Lee, and S.B. Kim. 1996. Effects of ABA and Kinetin treatment on the coloration and quality of ‘Campbell Early’ and ‘Black Olympia’ grapes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:263-268.

Mori, K., S. Sugaya, and H. Gemma. 2005. Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. Sci. Hort. 105:319-330.

Oanh, V.T.K., K. Matsumoto, Y.S. Hwang, and J.P. Chun. 2010. Changes of cell wall polysaccharides during berry ripening in grapes (*Vitis* spp.). Hort. Environ. Biotechnol. 51:513-519.

Park, K.S., H.K. Yun, and H.S. Suh. 2006. Red table grape ‘Hongisul’. J. Amer. Pom. Soc. 60:28-29.

Park, S.J., S.M. Cheong, S.H. Kim, M.S. Ryou, H.C. Lee, and S.T. Jeong. 2009. Establishment of minimum harvesting time for the girdled ‘Campbell Early’ grape. J. Bio-Environ. Control. 18:502-507.

Park, S.J., S.M. Jung, J.B. Kim, I.M. Choi, and G.C. Song. 2009. Marking Hongisul grape color chart for determinate maturation. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27(Suppl. I):100. (Abstr.)

Park, Y.M., S.Y. Ha, and Y.J. Yang. 2008. Storage potential of ‘Kyoho’ grape as influenced by harvest date and temperature during storage and marketing simulation. Hort. Environ. Biotechnol. 49:314-319.

Shim, S.B., Y.H. Kwon, Y.P. Hong, and H.S. Park. 2007. Comparison of fruit quality and vegetative growth in ‘Kyoho’ grape by crop load and thinning. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 25:389-393.

Siegelman, H.W. and S.B. Hendricks. 1958. Photocontrol of alcohol, aldehyde and anthocyanin production in apple skin. Plant Physiol. 33:409-413.

Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. Plant physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Company. Inc., California. p. 473-489.

Yamane, T. and K. Shibayama, 2006. Effect of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in ‘Aki Queen’ grapevines. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75:439-444.

Yoon, H.G., J.Y. Lee, J.T. Jang, and E.M. Lee. 2010. Pruning method of young tree season in ‘Hongisul’ grape. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(Suppl. I):96. (Abstr.)