

단감 ‘부유’의 과실 비대와 착색에 대한 결박 처리 영향

김호철 · 배현주 · 김태춘*
원광대학교 원예 · 애완동식물학부

Effects of Binding Treatment of Branch on Fruit Enlargement and Coloring of ‘Fuyu’ Persimmon Fruits

Ho Cheol Kim, Hyun Ju Bae, and Tae-Choon Kim*

Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

Abstract. To investigate effects of binding treatments of branches (FMB, fruiting mother branch; PSB, secondary scaffold branch; SSB, primary scaffold branch) on enlargement and coloring of persimmon ‘Fuyu’ fruits in ripening period, the branches were bound by steel wire. For eight weeks after binding treatments, Hunter a* of fruit peel in FMB and SSB binding treatments was more increased than in the others. In fruit characteristics harvested at eight weeks after the binding treatments, the fruit weight was heavier in the binding treatments than in control, the first of those was in SSB binding. The fruit height was higher in SSB binding than in the others, but the fruit diameter was longer in FMB and SSB binding treatments. Solid soluble content was higher in FMB and PSB binding treatments. Chroma* of the fruit peel was higher in FMB and PSB binding treatments as Hunter a* and b* values were higher and lower in FMB and SSB binding treatments, respectively. Lycopene and β -carotene content in the fruit peel were higher significantly in PSB and SSB binding treatments, total chlorophyll content in all the binding treatments was lower than in control.

Key words : binding treatment, β -carotene, coloring, lycopene

서 론

국내 감 재배면적은 30,347ha 정도로 경남과 전남을 중심으로 재배되고 있다(MFAFF, 2009). 특히, 단감 ‘부유’는 수출 품종으로써 과실류 전체 수출량의 6.2%를 차지하고 있다(KAFTC, 2010). 과실류의 상품성에는 다양한 요인들이 관여하지만 과실 크기와 착색 정도는 소비자의 구매 욕구에 직접적인 영향을 주는 외적 요인으로써 중요하게 작용한다. 감의 과실비대는 3기로 구분되는 이중 S자 곡선을 나타내며, 세포분열기 직후와 성숙기가 동반되는 10월 상순 이후에 크게 증가한다(Rho, 2000). 특히, 10월 상순부터 시작되는 과실 비대 3기에는 과실 무게도 큰 영향을 받는다(Sugiura 등, 1991). 감의 착색은 성숙 진행 과정 중 초기에 크립토크산틴, 후기에 붉은색소인 라이코펜 등

카로테노이드계 색소 발현 정도에 의해 결정된다(Ebert와 Gross, 1985; Gross 등, 1984). 감을 비롯한 과수 분야에서 과실 비대나 착색 향상을 위한 재배 기술은 다양하게 보고되고 있다. 특히, 수확전·후 처리 시 과실 비대 및 착색을 향상시키는 것으로 보고되고 있는 에틸렌은 처리 후 과실 연화가 촉진되는 문제점으로 거의 이용되지 않고 있다. 이에 따라 환상박피 처리(Agusti 등, 2006; Mataa 등, 1998)가 ‘서촌조생’을 중심으로 많이 활용되고 있다(SPRI, 2009). 환상박피 처리는 광합성 산물의 하부 이동을 억제하여 과실 비대와 착색을 촉진시킬 뿐만 아니라(Agusti 등, 2006; Mataa 등, 1998), 과실당도도 향상시키는 것으로 보고되고 있다(Agusti 등, 1998; Harima 등, 2006). 그러나 환상박피 처리의 시기 및 적용기술이 부적합할 시 다양한 요인에 의해 상처 부위의 유합이 잘 이루어지지 않아 이듬해에 수세 약화가 나타나 생산성을 저하시킬 우려가 있는 것으로 보고되고 있다(Choi 등, 2009; Fumuro, 1997). 이러한 우려점을 다소 감소시

*Corresponding author: kitmote@wonkwang.ac.kr
Received April 19, 2010; Revised May 20, 2010;
Accepted June 4, 2010

키고 동일한 효과를 가져 올 수 있는 방법으로 가지 결박 처리가 소개되고 있지만 연구가 미흡하여 현장에서는 많이 활용되지 못하고 있다(SPRI, 2009).

이에 본 연구는 단감 수출 단지 내 '부유'를 대상으로 수확전 가지 종류별로 결박 처리를 하여 성숙기의 과실 비대 및 착색 향상에 대한 효과를 구명하기 위해서 수행하였다.

재료 및 방법

충남 서천에서 재배되고 있는 단감 '부유(*Diospyros kaki*)'를 대상으로 과실의 왕성한 비대와 성숙을 동반하는 과실 생장 3기 직전인 2009년 9월 중·하순에 결과모지, 부주지 및 주지를 대상으로 완전임의배치 3반복으로 결박처리를 수행하였다. 결박 처리는 분지점으로부터 결과모지에서는 5cm, 주지와 부주지에서는 15cm 정도 선단부를 철사(No. 18)로 수피에 들어갈 정도로 결박하였다. 그리고 철사 결박 후 바로 테이프를 부착하여 외부의 영향을 최소화하였고, 2주 후 결부된 철사를 제거하였다.

결박 처리 8주 후 수확과를 대상으로 과중, 과고, 과경, L/D율, 당도, 과피색 a값, b값 및 Chroma값, 과피 내 베타 카로틴, 라이코펜, 엽록소 a와 b 함량을 조사하였다. 조사 기간 중 착색 변화를 알아보기 위해 처리 직전과 처리 8주 후 과실의 과피색 a값(x축)과 b값(y축)을 조사하여 좌표상에 나타내었다. 과중은 전자저울, 과고 및 과경은 캘리퍼스, 과피색은 색차계(CR-200, Minolta Co., Ltd., Japan), 당도는 디지털 굴절 당도계(PR-100, Atago Co., Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다. 색소 중 β-카로틴과 라이코펜 함량은 과정부에서 1mm로 얇게 박피한 과피 0.5g에 acetone : ethanol : hexane(250 : 250 : 500, v/v/v) 추출용액을 25mL 가하여 homogenizer로 마쇄한 후 4°C에서 2,000rpm으로 10분간 원심분리하여 얻은 상정액을 각각 448nm와 472nm에서 비색계(UV/Visible Spectrophotometer, V-560, JASCO Co., Japan)로 측정하였고(Park과 Kim, 2002), 표준품으로 각각 lycopene(Sigma, 9879)와 β-carotene(Sigma, C 4582)을 이용하였다. 그리고 엽록소(Chlorophyll) a 및 b 함량은 1mm로 과정부를 얇게 박피한 과피 100mg을 dimethyl sulphoxide(DMSO) 7mL에 넣어 65°C 온탕

기에 30분간 증탕하여 10mL로 정용한 후 645nm와 663nm에서 비색정량(UV/Visible Spectrophotometer, V-560, JASCO Co., Japan)으로 측정하였다(Hiscox와 Israelstam, 1979). Chlorophyll 함량(mg · cm⁻²)은 Arnon (1949)의 방법으로 구하였다.

$$\text{Chlorophyll a} = 0.0127 \cdot A_{663} - 0.00269 \cdot A_{645}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 0.0229 \cdot A_{645} - 0.00468 \cdot A_{663}$$

통계분석은 SPSS 11.5 version을 이용하여 Duncan의 다중검정으로 수행하였다.

결과 및 고찰

가지 종류별 결박 처리에 따른 과실의 착색 정도를 알아보기 처리 직전과 처리 8주 후 과피색 a값과 b값을 측정하여 좌표상에 나타내었다(Fig. 1). 처리 전 전체적인 경향은 아래를 향한 직사각형 모양으로 과피색 a값보다는 과피색 b값이 처리 간 차이를 나타내었다. 결박 처리 8주 후에는 전체적으로 정사각형 형태를 나타내어 과피색 a값 및 b값 모두가 처리 간 차이를 나타내었는데, 과피색 b값은 주지 결박처리에서 가장 증가폭이 작았고 과피색 a값은 부주지 결박처리에서 증가폭이 가장 작았다. 특히, 처리 전 과피색 b값이 높고 낮았던 처리들 간에 처리 후 과피색 a값은 반대 경향을 나타내었다. 무처리구와 결과모지 및 주지 결박 처리 간에 처리 전 편차를 고려하여도 이 결과는 결

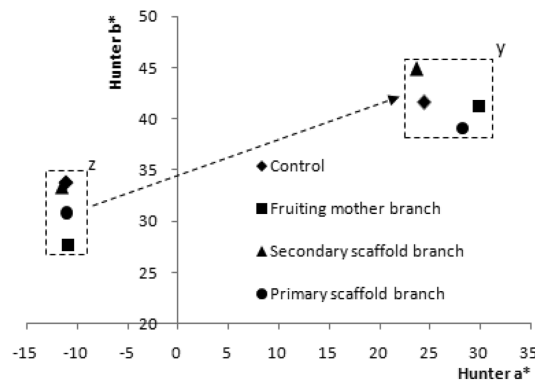


Fig. 1. Change of 'Fuyu' persimmon fruits coloring for eight weeks after binding treatment. Dotted box show tendency on coloring of fruit peel among treatments: z, fruits before treatments; y, fruits produced after eight weeks from treatment's date.

단감 ‘부유’의 과실 비대와 착색에 대한 결박 처리 영향

박 처리가 과피색 a값을 증진시키는 데에 분명한 효과가 있다는 것을 보여주는 것으로 생각된다. 그러나 과피색 a값이 무처리와 비교하여 부주지 결박처리에서는 차이를 나타내지 않았다. 이는 성숙기 초기 무결박에 따라 지속적인 광합성이 진행되는 무처리에 비해 부주지 결박처리에서는 기존 가지 내 무기성분 함량이나 엽과비가 낮아 가지나 과실로의 동화산물 축적량이 적었고, 이와 함께 무처리에서는 성숙기 중반으로 들어가면서 잎의 광합성 능력이 떨어지고 생성된 동화산물의 하부 이동이 많아짐으로써 두 처리 간 성숙기 초기의 과실로의 동화산물 축적량 차이가 적어지고 이에 따른 착색 발현을 위한 적정 수준의 당 생성량에서도 차이를 나타내지 않았기 때문으로 생각된다. Cho와 Yoon (2006)은 사과 ‘홍로’에서 착과수준이 낮을수록 과실 비대와 과피색 a값이 향상되고, Lee와 Tomana(1979)는 포도의 세포배양 시 안토시아닌의 증가에 당 첨가가 효과를 나타내어 색소의 생성에 당이 촉진제로써 작용할 가능성이 크다고 보고하였다.

가지 종류별 결박 처리 8주 후 수확된 과실의 특성을 조사하였다(Table 1). 과중은 무처리보다 모든 결박 처리에서 무거웠는데, 그 중 주지 결박처리에서는 229.8g으로 무처리의 207.2g보다 월등히 무거웠다. 과고도 과중과 동일한 결과였지만, 과정은 무처리와 결박 모지 및 주지 결박처리에서는 유의한 차이를 나타내지 않았고, 부주지 결박처리에서 79.3mm로 가장 짧았다. 이에 따라 과형지수는 부주지 결박처리에서 유의하게 높아 원형에 가까운 형태를 나타내었고, 다른 처리 간에는 차이를 나타내지 않았다. 가용성 고형물 함량은 결과모지 및 부주지 결박처리에서 각각 17.8°Brix와 16.4°Brix로 무처리보다 높거나 비슷하였으나, 주지 결박처리에서는 15.6°Brix으로 무처리보다 낮게 나타나 환상박피가 당도를 향상시키는 효과가 있다는(Agustí 등, 1998; Harima 등, 2006) 기존 연구결과와는 다소 상의하게 나타났다. 이는 성숙기 후기까지 결박에 따른

Table 2. Coloring of ‘Fuyu’ persimmon fruits peel harvested at eight weeks after binding treatment.

Kind of branch	Hunter a*	Hunter b*	Chroma ^y
Control	24.3 b ^z	41.6 ab	48.6 ab
Fruiting mother	29.7 a	41.4 ab	51.1 a
Secondary scaffold	23.6 b	44.9 a	50.9 a
Primary scaffold	28.1 a	39.2 b	48.2 b

*Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% levels.

^yChroma = (a² + b²)^{1/2}.

동화산물의 하부 이동 억제와 더불어 지속적인 동화산물 생성 및 과실로의 축적량이 당으로의 분해량보다 많이 존재함으로써 낮게 측정된 것으로 생각된다.

특히, Fig. 1의 과피색 a값이 무처리와 부주지 결박 처리 간 차이를 나타내지 않았으나, 과중이 큰 차이를 나타내었다. 이로 보아 두 처리 간 착색 경향의 차이를 나타내지 않았던 원인과 더불어 성숙기 후기에 무처리에서 생성된 동화산물이 과실로의 축적보다는 뿌리나 가지 등 하부이동이 집중적으로 이루어진 반면, 결박처리를 한 부주지에서는 적으나 과실로의 동화산물 축적이 지속적으로 이루어진 것으로 생각된다.

가지 종류별 결박 처리 8주 후 수확된 과실의 착색 정도를 조사하였다(Table 2). 과피색 a값은 결과모지 및 주지 결박처리에서 29.7과 28.1로 다른 두 처리보다 유의하게 높았다. 하지만 과피색 b값은 결과모지 및 주지 결박처리에서 낮고 부주지 결박처리에서 높게 나타났다. 이에 과색의 선명도를 나타내는 Chroma값은 결과모지 결박처리에서 가장 높았고, 다음으로 부주지 결박처리에서 높게 나타났다.

가지 종류별 결박 처리 8주 후 수확된 과실에서 과피 내 라이코펜, 베타 카로틴 및 엽록소 함량을 조사하였다(Table 3). 라이코펜 및 베타 카로틴 함량은 무처리보다 부주지 및 주지 결박처리에서 유의하게 높았지만, 결과모지 결박처리에서는 차이를 나타내지 않았다. 엽록소 a 함량은 무처리와 주지 결박처리에서 높

Table 1. Characteristics of ‘Fuyu’ persimmon fruits harvested at eight weeks after binding treatment.

Kind of branch	Fruit weight (g)	Fruit height (mm)	Fruit diameter (mm)	L/D ratio	Soluble solid of fruit (°Brix)
Control	207.2 c	56.0 b	82.1 a	0.71 b	16.6 ab
Fruiting mother	222.0 b	60.4 ab	81.6 a	0.74 b	17.8 a
Secondary scaffold	223.4 ab	65.2 a	79.3 b	0.82 a	16.4 ab
Primary scaffold	229.8 a	58.7 b	83.2 a	0.71 b	15.6 b

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

Table 3. Pigments concentration of persimmon ‘Fuyu’ fruits peel harvested at eight weeks after binding treatment.

Kind of branch	Lycopene (mg · L ⁻¹)	β-carotene (mg · L ⁻¹)	Chlorophyll (mg · cm ⁻²)		
			a	b	Total (a + b)
Control	90 b ²	335 b	0.037 a	0.017 a	0.054 a
Fruiting mother	90 b	331 b	0.032 b	0.014 ab	0.046 b
Secondary scaffold	103 ab	380 a	0.033 ab	0.013 b	0.046 b
Primary scaffold	107 a	384 a	0.035 a	0.013 b	0.048 b

²Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

있고, 엽록소 b 함량은 무처리구와 결과모지 결박처리에서 높았다. 이에 총 엽록소 함량은 무처리보다 모든 결박 처리에서 낮은 경향을 나타내었다.

과피색 a 및 b값(Table 2)과 색소 함량(Table 3)의 결과를 비교하면 결과모지 및 부주지 결박처리에서 붉은 색을 나타내는 과피색 a값과 붉은 색소인 라이코펜 함량 간 반대의 결과를 나타내었다. 기존 연구(Kon과 Shimba, 1987; Park과 Kim, 2002)에서도 감의 성숙이나 저장 중에 초기에는 라이코펜과 과피색 a값이 동시에 증가하지만, 라이코펜 함량이 일정 수준에 도달하면 이에 대해 과피색 a값이 오히려 낮아지거나 또는 일정한 상관관계를 갖지 않는다고 보고되어 있다.

상기 결과들을 종합하여 보면, 무처리에 비해 결과모지 결박처리에서는 과실 비대, 과피색 a값 및 Chroma 값, 부주지 결박처리에서는 Chroma값과 색소 함량, 그리고 주지 결박처리에서는 과실비대, 과피색 a 값 및 색소 함량의 향상에 뚜렷한 효과를 나타내었다. 하지만 결과모지 결박처리는 재배 과정 중 실질적으로 적용하기가 어려우며, 부주지 결박처리는 과실비대나 과피색 a값 증진 효과가 명확하지 않았다. 그러나 본 연구의 처리에 한하여 판단하면 단감 ‘부유’의 성숙기 과실 비대 및 착색 증진을 위한 결박 처리 시 주지를 결박하는 것이 가장 적합할 것으로 생각된다. 그리고 성숙기 직전 결박 처리에 따른 초기의 과실 특성 변화가 후기의 변화까지 뚜렷하게 관여하는지는 더 세밀한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

적 요

단감 ‘부유’를 대상으로 과실 비대 및 착색 증진을 위한 결박 처리 시 가지 종류에 따른 효과를 비교하고자 결과모지, 부주지 및 주지에 철사를 이용하여 결박 처리하였다. 철사 제거 직후 6주 동안 과실 직경과

과피색 a값은 무처리에 비해 결과모지 및 주지 결박 처리에서 더 많이 증가하였지만 부주지 결박처리에서는 효과를 나타내지 않았다. 결박 처리 8주 후 수확된 과실을 처리하지 않은 과실과 비교하면, 과중은 모든 결박처리에서 더 무거웠는데 특히, 주지 결박처리에서는 월등히 무거웠다. 과고는 주지 결박처리에서만 더 높았고, 과경은 결과모지 및 주지 결박처리에서 더 길었다. 과실 당도는 결과모지 및 부주지 결박처리에서 다소 높거나 비슷하였으나, 주지 결박처리에서는 낮게 나타났다. 과피색 a값은 결과모지 및 주지 결박처리에서 유의하게 높았지만, 이와 반대로 과피색 b값은 낮게 나타남으로써 Chroma값은 결과모지 및 부주지 결박처리에서 높게 나타났다. 과피 내 라이코펜 및 베타 카로틴 함량은 부주지 및 주지 결박처리에서 유의하게 높게 나타났지만, 결과모지 결박처리에서는 차이를 나타내지 않았다. 총 엽록소 함량은 모든 결박 처리에서 낮게 나타났다.

주제어 : 결박처리, 라이코펜, 베타 카로틴, 착색

사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업연구개발사업의 지원에 의해 수행된 것임.

인 용 문 헌

1. Agustí, M., I. Andreu, M. Juan, V. Almela, and L. Zacarias. 1998. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 73:537-540.
2. Cho, K.H. and T.M. Yoon. 2006. Fruit quality, yield, and profitability of ‘Hongro’ apple as affected by crop load. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24:210-215.
3. Choi, S.T., W.D. Song, D.S. Park, and S.M. Kang.

단감 ‘부유’의 과실 비대와 착색에 대한 결박 처리 영향

2009. Effect of girdling dates on dry matter increase and reserve accumulations in permanent parts of 'Nishimurawase' persimmon trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:218-225.
4. Ebert, G. and J. Gross. 1985. Carotenoid changes in the peel of ripening persimmon (*Diospyros kaki*) cv Triumph. *Phytochemistry* 24:29-32.
 5. Fumuro, M. 1997. Trunk girdling at an early stage of shoot elongation affects dry matter production and partitioning of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.) cv. Tonewase. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 66:481-488.
 6. Gross, J., H. Bazak, A. Blumenfeld, and R. Ben-Arie. 1984. Changes in chlorophyll and carotenoid pigments in the peel of 'Triumph' persimmon (*Diospyros kaki* L.) induced by pre-harvest gibberellin (GA_3) treatment. *Scientia Hort.* 24:305-314.
 7. Harima, S., R. Nakano, A. Inaba, and Y. Kubo. 2006. Effect of trunk girdling and mulching with reflective plastic film on postharvest fruit softening of 'Tonewase' Japanese persimmon. *Hort. Res.* 5:185-191.
 8. Hiscox, J.D. and G.F. Israelstam, 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Can. J. Bot.* 57:1332-1334.
 9. Kon, M. and R. Shimba. 1987. Changes of carotenoids in Japanese persimmon (Yotsumizo) during maturation, storage and drying process. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 34:155-162.
 10. Korea Agri-Fisheries Trade Corporation (KAFTC). 2010. Information of agri-fisheries trade.
 11. Lee, J.C. and T. Tomana. 1980. Physiological study on the coloration in grape. II. Effects of sucrose, abscisic acid, and indoleacetic acid on the anthocyanin development in 'Kyoho' grape (*Vitis labruscana*). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 21:158-163.
 12. Mataa, M., S. Tominaga, and I. Kozaki. 1998. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Scientia Hort.* 73:203-211.
 13. Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2009. Agricultural and Forestry Statistical Yearbook.
 14. Park, Y.S. and S.R. Kim. 2002. Effects of prestorage conditioning and hot water dip on fruit quality of non-astringent Fuyu persimmons during cold storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:58-63.
 15. Roo, C.W. 2000. Studies on tree growth and fruit characteristics as affected by cultivation environment in persimmon 'Fuyu' (*Diospyros kaki* Thunb.). PhD Diss., Dong-A Univ. Pusan Korea.
 16. Sugiura, A., G.H. Zheng, and K. Yonemori. 1991. Growth and ripening of persimmon fruit at controlled temperatures during growth stage III. *HortScience* 26:574-576.
 17. Sweet Persimmon Research Institute (SPRI). 2009. Information of variety.