

감 ‘부유’의 과실 비대 및 착색 증진에 대한 과실 성숙기에 결과지의 잎 제거 효과

김호철 · 배현주 · 김태춘*
원광대학교 원예 · 애완동식물학부

Effect of Leaf Removal Fruit Bearing Branch in Maturation Stage on Fruit Enlargement and Coloring of Persimmon

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 the effect of leaf removal on enlargement and coloring of persimmon fruits (*Diospyros kaki* L. cv. ‘Fuyu’), four treatments control (0%), 20%, 50%, and 100% depend on leaf removal of fruit bearing branch were applied to persimmon trees. Sunlight intensities around fruits with treatments depend on removal level, compared with natural sunlight intensity (100 percentage level), was 7.9%, 13.6%, 16.4%, and 30%, respectively. Hunter a* of the fruit with control and 20% removal treatments to harvest season increased continuously. Chroma* of the fruit since the removal treatments of leaves increased continuously in all treatments, but from seventh week that had a decreasing tendency. The fruit weight and diameter were significantly heavy and short in treatments with 100% removal level. L/D ratio of the fruits had a significant difference between control and the other treatments. Soluble solids of the fruits lowed significantly in treatment with 50% removal level. Hunter a* of the fruits was better in treatments with control and 20% removal levels, Hunter b* and Chroma* lowed significantly in treatment with 20% removal level. β -Carotene and lycopene concentration of the fruits lowed in treatment with the higher of removal level, total chlorophyll contents had the opposite tendency to the pigments. All results considered, removal level of leaves around fruit on bearing branch in fruit maturation stage had effect on fruit coloring improvement.

Key words : coloring, leaves removal, lycopene, persimmon, ripening period, β -carotene

서 론

과실 크기와 착색 정도는 소비자의 구매 욕구에 직접적인 영향을 주는 외적 요인으로 중요하다. 감의 생장은 이중 S자 곡선으로 결실 후 세포분열기 직후와 10월 상순 이후에 급격히 증가하고(Rho, 2000), 착색은 성숙 기간 중 크립토크산틴, 라이코펜 등 카로테노이드계 색소의 생성 정도에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다(Ebert와 Gross, 1985; Gross 등, 1984). 감의 성숙 및 착색 증진을 위해서 에테폰이나 에틸렌 등 식물생장조절제를 이용한 연구가 진행되었으나 연

화를 촉진시키고 저장성을 저하시키는 문제점이 발생되면서 현장에서 활용되지 못하고 있다(Lee와 Chujo, 1991; Park과 Kim, 2002). 이에 따라 재배 현장에서는 시비 조절, 광 환경 개선, 동화양분의 하부 이동 억제 등 수체 관리 측면에서 개발된 기술들이 적용되고 있다. 이중 광 환경 개선법으로 반사필름을 이용하여 과원 바닥을 피복하거나, 전정이나 잎 제거를 통하여 엽과비를 조절하거나 과실 주변의 수광량을 향상시키는 방법이 이용되고 있다. 이러한 광 환경은 생육 중 잎의 크기나 잎의 엽록소 a 및 b 생성량과 이에 따른 식물의 양적 성장과 발육에 관여하여(Kappel과 Flore, 1983; Smith, 1982), 과실 품질의 차이를 가져오는 것으로 알려져 있다(Autio 등, 1990; Day와 Dejong, 1989; Marini, 1985). 특히, 과실 성숙기 전

*Corresponding author: kitmote@wku.ac.kr
Received September 2, 2010; Revised September 16, 2010;
Accepted September 24, 2010

에 지나치게 잎을 제거하는 것은 수광량을 증가시키기는 반면 수체 내 동화양분의 생성 및 과실로의 축적량을 감소시켜(Gifford 등, 1984) 과실의 비대, 무게, 당도 및 착색 등 품질을 저하시키고 뿌리로의 동화양분 이동량이 감소되어 내동성 및 이듬해 과실 생산량을 저하시킬 수 있다고 보고되었다(Choi, 2004; Park, 2002).

이에 본 연구는 단감 '부유'의 과실 품질을 향상시키기 위해 결과지의 잎 제거 정도가 과실 착색에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 과실 생장 3기 직전으로 예상되는 2009년 9월 16일에 충남 서천에서 재배되고 있는 단감 '부유'를 대상으로 잎 제거 정도에 따른 과실 비대 및 착색 증진 효과를 구명하기 위해 수행하였다. 잎 제거 처리는 결과지당 과실 2개만 남기고 적과한 후 잎을 전혀 제거하지 않은 무처리, 과실을 덮거나 접해 있는 양쪽의 잎을 제거한 20% 처리, 과실을 덮거나 접해 있는 양쪽의 잎 2장을 남기고 나머지 잎을 1장 간격으로 씩음 제거한 50% 처리, 그리고 모든 잎을 완전히 제거한 100% 처리 등으로 하였다. 처리구 배치는 난괴법 3반복으로 주당 남향의 주지 1개를 선택한 후 주지 내에 있는 부주지 3개를 선택하여 각각 처리하였다. 이에 잎 제거 정도에 따른 과실 주변의 수광량을 디지털조도계(DX-100, INS Co., Taiwan)를 이용하여 측정하였다.

시험 처리 9주 후인 11월 12일에 수확한 과실을 대상으로 과중, 과고, 과경, L/D율, 당도, 과피색 a값, b값 및 Chroma값, 과피 내 베타 카로틴, 라이코펜, 엽록소 a와 b 함량 등을 조사하였다. 조사 기간 중 착색 변화를 알아보기 위해 처리 후 2주마다 가지에 부착된 상태의 과실을 대상으로 과피색을 측정하여 과피색 a값과 Chroma 값의 변화를 알아보았다. 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. β-카로틴과 라이코펜 함량은 과정부에서 1mm로 얇게 박피한 과피 0.5g에 acetone : ethanol : hexane(250 : 250 : 500, v/v/v) 추출용액을

25mL 가하여 균질기로 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, 2002b), 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 온탕기에 30분간 중탕하여 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

결과지의 잎 제거 정도에 따른 과실 주변의 조도를 측정하였다(Table 1). 수관 내 과실 주변의 조도는 잎의 제거 정도에 관계없이 자연광의 70.1klux에 비해 수관 중앙부는 0.7%, 무처리구는 7.9%, 20% 처리구는 13.6%, 50% 처리구는 16.4%, 그리고 100% 처리구는 30.0%로 낮게 나타났다. 단감 '부유'의 광보상점이 0.3klux, 광포화점이 40klux 정도인 것을 고려하면 처리 초기에는 모든 수관 부위에서 동화산물 생성이 이루어질 것으로 생각되나 그 양에서 큰 차이를 나타내고, 잎 제거 정도 간에 다소 뚜렷한 차이를 나타낼 것으로 생각된다.

결과지의 잎 제거 정도에 따른 과실의 착색 변화를 알아보기 위해 처리 후 2주마다 착과된 상태로 과피색을 측정하여 과피색 a값과 Chroma 값으로 나타내었다(Fig. 1). 과피색 a값은 잎 제거 후 1주 및 3주째 조사에서는 100% 처리구에서 다소 높았지만 처리구들 간 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 5주째 조사에서는 무처리구 및 20% 처리구에서 50% 및 100% 처리구보다 월등히 높았다. 7주째 조사에서는 5주째 조사 이후

감 ‘부유’의 과실 비대 및 착색 증진에 대한 과실 성숙기에 결과지의 잎 제거 효과

Table 1. Sunlight intensity around persimmon ‘Fuyu’ fruits according to leaf removal of fruit bearing branch in September 16.

Measuring place of sunlight intensity	Leaf removal (%)	Sunlight intensity (klux)	Percentage on natural sunlight intensity (%)
Natural light	-	70.1 ± 1.20 ^z	100.0
Inside center of tree	-	0.5 ± 0.08	0.7
Around fruits	Control	5.6 ± 1.71	7.9
	20	9.5 ± 2.02	13.6
	50	11.5 ± 3.51	16.4
	100	21.0 ± 4.46	30.0

^zMean ± SD (n = 3).

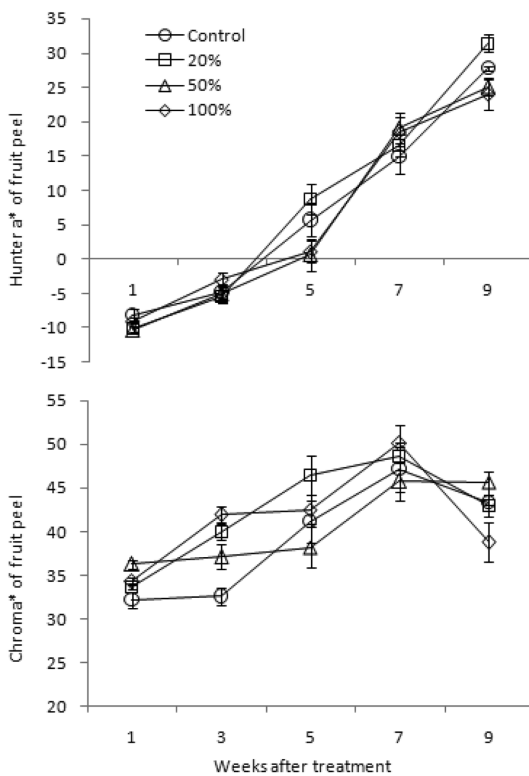


Fig. 1. Coloring change of persimmon ‘Fuyu’ fruits according to leaf removal of fruit bearing branch in maturation stage. Vertical bars presented ± SD of means (n = 3).

50% 및 100% 처리구에서 그 증가량이 많아 다른 처리구들 간 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 농가 수확시기인 9주째 조사에서는 7주째 조사 이후 무처리구 및 20% 처리구에서 그 증가량이 많아 50% 및 100% 처리구보다 높게 나타났다. 이러한 경향은 처리 초기부터 5주째 조사까지는 잎을 적게 제거한 처리구에서 동화양분 생성량 및 과실로의 전류량이 많았

고, 이후 2주간 잎을 많이 제거한 처리구들에서도 과실로의 동화양분 전류량이 계속 축적되었을 것으로 생각된다. 그러나 이후 기온이 낮아지고 엽록소의 파괴가 급격히 빨라지는 11월 중순(9주째)으로 오면서 잎을 적게 제거한 처리구들에서 잎이나 가지 내에 보유하고 있던 동화양분의 축적량이 많아 잎을 많이 제거한 처리구들에 비해 수확 전까지 과실로의 동화양분 전류가 오래 지속되어 높아진 것으로 생각된다.

과피의 Chroma 값은 잎 제거 처리 후 3주째 조사까지는 무처리구와 다른 처리구들 간 차이를 나타내었으나, 5주째 조사에서는 50% 및 100% 처리구에서 그 증가량이 다른 처리구들에 비해 적었다. 이후 농가 수확시기인 9주째 조사에서는 100% 처리구에서 다른 처리구들보다 유의하게 낮은 경향을 나타내었다. Chroma 값이 7주째 조사에 비해 9주째 조사에서 대부분의 처리구에서 낮아지는 경향이었는데 이는 초기 황색 색소의 증가와 더불어 과정부에 붉은 색소의 집중적인 생성에 따라 측정 부위의 명도가 어두워져 낮게 측정되었기 때문으로 생각된다. Park과 Kim(2002)도 조기 수확한 ‘청도반시’에 에틸렌 처리를 하여 성숙을 촉진시켰을 때 일정 기간이 지나면 과피색 a값이 오히려 감소한다고 보고하였다.

결과지의 잎 제거 처리 9주 후 수확된 과실의 특성을 조사하였다(Table 2). 과중은 100% 처리구에서 195.4g으로 다른 처리구들에 비해 유의하게 가벼웠다. 과고는 모든 처리구의 과실 간 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 과경과 과형지수는 무처리구와 다른 처리구들 간 유의한 차이를 나타내었다. 과실 당도도 무처리구 및 20% 처리구에서 50% 및 100% 처리구에 비해 높은 경향으로 나타났다. 감의 후기 과실 비대가 주로 기부의 성장에 의한 횡경비대인 만큼(Rho,

Table 2. Characteristics of persimmon ‘Fuyu’ fruits harvested at eight weeks according to leaf removal of fruit bearing branch in maturation stage.

Leaf removal (%)	Fruit weight (g)	Fruit height (mm)	Fruit diameter (mm)	L/D ratio	Soluble solid of fruit (°Brix)
Control	214.8 a ^z	54.3 a	82.3 a	0.69 a	17.4 a
20	220.1 a	56.9 a	82.6 a	0.69 a	16.3 ab
50	218.4 a	56.5 a	82.7 a	0.68 a	15.9 b
100	195.4 b	55.2 a	79.7 b	0.66 b	16.5 ab

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

Table 3. Coloring of persimmon ‘Fuyu’ fruits harvested at eight weeks according to leaf removal of fruit bearing branch in maturation stage.

Leaf removal (%)	Hunter a*	Hunter b*	Chroma ^x	SPRI coloring index ^y
Control	27.8 a ^z	42.3 ab	43.3 ab	4.6 ab
20	31.4 a	37.8 b	38.8 b	5.0 a
50	25.1 ab	44.6 a	45.6 a	4.3 b
100	23.9 b	42.0 ab	43.0 ab	4.2 b

^xChroma = (a*² + b*²)^{1/2}.

^yColoring board developed in Sweet Persimmon Research Institute for decision of harvesting date in persimmon ‘Fuyu’ and ‘Jiro’ cultivars (optimum coloring index for harvest is beyond 4 of 7, Hunter a* of 4-7 index is 21.78, 31.93, 36.33, and 43.26, respectively).

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

2000) 엽과비를 고려한 동계 및 하계 전정 후 지나친 잎의 제거 또는 손실은 기존 연구 결과들과 마찬가지로 과실의 비대, 무게 및 당도를 저하시키는 결과를 나타내었다(Choi 등, 2002; Choi, 2004).

결과지의 잎 제거 처리 9주 후 수확된 과실의 착색 정도를 조사한 결과(Table 3), 과피색 a값은 20% 처리구에서 31.4로 가장 높았고 다음으로 무처리구에서 높은 경향이었다. 그러나 과피색 b값과 Chroma 값은

20% 처리구에서 유의하게 낮게 나타났다. ‘부유’의 수확 적기를 판정하기 위해 경남농업기술원 단감시험장에서 개발된 단감색도계로 과피색 a값을 환산하여 보면 모든 처리구에서 적정 수확기에 있는 것으로 나타났다. 그러나 육안에 의해 판단하는 구입자 측면에서 고려하면 50% 이상 처리구의 과실 착색은 다소 부족한 것으로 생각된다.

수확된 과실의 색소 함량을 조사한 결과(Table 4), 베타카로틴 및 라이코펜 함량은 잎을 적게 제거한 처리구들에서 높은 경향을 나타내었는데, 20% 처리구에서 가장 높게 나타났다. 그리고 총 엽록소 함량은 50% 처리구에서 유의하게 높았고 무처리구 및 20% 처리구에서 낮은 경향이었다. 일반적으로 감의 카로티노이드 색소는 온도의 영향을 많이 받는데 ‘부유’는 22°C 정도에서 가장 많이 증가하는 것으로 알려져 있다(Sugiura 등, 1991). 이를 고려하면 50% 이상 처리구에서 색소 발현이 낮았던 것은 동화산물 생성량 및 과실로의 전류량이 낮았을 뿐만 아니라 잎의 제거 정도가 많아 과실 표면이 직사광선의 영향을 크게 받아 (Table 1) 과실의 온도가 상승함으로써 라이코펜의 생성이 억제되었기 때문으로도 생각된다.

본 시험 결과는 전반적으로 과실 비대는 100% 처리구를 제외하고는 다른 처리구들 간에 뚜렷한 차이를

Table 4. Pigments concentration of persimmon ‘Fuyu’ fruits harvested at eight weeks according to leaf removal of fruit bearing branch in maturation stage.

Leaf removal (%)	β-Carotene (mg · L ⁻¹)	Lycopene (mg · L ⁻¹)	Chlorophyll (μg · cm ⁻²)		
			a	b	Total (a + b)
Control	405.7 a ^z	112.0 a	20.0 a	8.0 b	28.0 b
20	416.4 a	114.9 a	27.2 a	9.7 ab	36.9 ab
50	377.5 b	100.5 b	29.7 a	13.5 a	43.2 a
100	392.8 ab	109.9 ab	28.2 a	10.5 a	38.7 a

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

나타내지 않았다. 그러나 착색 정도는 무처리구 및 20% 처리구와 50% 및 100% 처리구 간 다소 뚜렷한 차이를 나타내었다. 따라서 과실의 착색 증진을 도모하기 위해서는 우선적으로 동·하계 전정 시 과실 당 적정 수준 이상의 잎 수를 남기고 실시한 후 과실 성숙기에 과실의 주변을 중심으로 20% 정도의 잎을 제거하여 광 환경을 개선하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 단감 ‘부유’ 품종을 대상으로 과실 비대 및 착색에 대한 성숙기에 결과지의 잎 제거 정도의 영향을 구명하기 위해 수행하였다. 잎 제거 정도에 따라 과실 주변의 조도는 자연광의 70.1klux에 대하여 무처리구에서는 7.9%, 20% 처리구에서는 13.6%, 50% 처리구에서는 16.4%, 그리고 100% 처리구에서는 30.0% 수준이었다. 과피색 a값은 무처리구 및 20% 처리구에서 수확직전까지 일정 수준으로 꾸준히 증가하였고, Chroma 값은 모든 처리구에서 증가하다가 처리 7주 이후 떨어지는 경향을 나타내었다. 수확된 과실의 무게와 직경은 100% 처리구에서 유의하게 가볍고 짧았다. 과형지수는 무처리구와 다른 처리구들 간 유의한 차이를 나타내었다. 과실 당도는 무처리구보다 다른 처리구들에서 낮은 경향으로 50% 처리구에서 유의하게 낮았다. 과피색 a값은 무처리구 및 20% 처리구에서 높았고, 과피색 b값과 Chroma 값은 20% 처리구에서 유의하게 낮았다. 과피 내 베타 카로틴 및 라이코펜 함량은 잎의 제거 비율이 높은 처리구일수록 낮은 경향이었고, 총 엽록소 함량은 이와 반대의 경향을 나타내었다. 따라서 과실 성숙기에 과실 주변 잎을 제거하는 처리는 과실 착색 증진에 다소 효과가 있는 것으로 생각된다.

주제어 : 감, 라이코펜, 베타 카로틴, 성숙기, 잎 제거, 착색

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ005920201003)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

1. Autio, W.R. and D.W. Greene. 1990. Summer pruning affects yield and improves fruit quality of ‘Mechintosh’ apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:356-359.
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. 2004. Tree responses of ‘Fuyu’ persimmon to various degrees of autumnal leaf loss and subsequent thinning on fruit growth and reserve accumulation at harvest and tree development the next season. PhD Diss., Gyeongsang National Univ. Jinju, Gyeongnam, Korea.
4. Choi, S.T., S.M. Kang, D.S. Park, W.D. Song, and K.K. Seo. 2002. Thinning effect on fruit characteristics and reserve accumulation of persimmon trees defoliated in early autumn. Hort. Environ. Biotechnol. 43:660-665.
5. Choi, S.T., W.D. Song, D.S. Park, and S.M. Kang. 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.
6. Day, K.R. and T.M. Dejong. 1989. Postharvest and preharvest summer pruning of ‘Firebride’ nectarine trees. Hortscience 24:238-240.
7. Ebert, G. and J. Gross. 1985. Carotenoid changes in the peel of ripening persimmon (*Diospyros kaki*) cv Triumph. Phytochemistry 24:29-32.
8. Gifford, R.M., J.H. Thorne, W.D. Hitz, and R.T. Giaquinta. 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. Science 225:801-808.
9. 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 (GA₃) treatment. Scientia Hort. 24:305-314.
10. 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.
11. Kappel, F. and J.A. Flore. 1983. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight, leaf chlorophyll content, and morphology of young peach trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:541-544.
12. Lee, Y.M. and T. Chujo. 1991. Effect of growth regulators on ripening and storage life in sweet persimmon (*Diospyros kaki* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 32:66-72.
13. Marini, R.P. 1985. Vegetative growth, yield, and fruit quality of peach as influenced by dormant pruning, summer pruning, and summer topping. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:133-139.
14. Park, S.J. 2002. Effect of different degrees of defolia-

- tion on fruit quality, reserve accumulation and early growth of young Fuyu persimmon. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20:110-113.
15. Park, S.J. and C.C. Kim. 2002. Influence of ethylene generator on fruit color in 'Cheongdobansi' Persimmon (*Diospyros kaki*). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:725-727.
16. Rho, 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.
17. Smith, H. 1982. Light quality, photoperception, and plant strategy. Annu. Rev. Plant Physiol. 33:481-518.
18. 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.