

차광이 매실의 수량 및 품질에 미치는 영향

Effect of Shading on Japanese Apricot Fruit Yield and Quality

조정건¹

Jung Gun Cho
 국립원예특작과학원
 과수과

김승희²

Seung Heui Kim
 한국농수산대학교
 원예학부

강성구²

Sung Ku Kang
 한국농수산대학교
 원예학부

박상근²

Sang Kun Park
 한국농수산대학교
 원예학부

곽용범^{2*}

Yong Bum Kwack
 한국농수산대학교
 원예학부

¹ Fruit Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju 55365, Korea

² Department of Horticulture, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

ABSTRACT

Light is an important component among which plays a crucial role in determining the production and quality of fruit trees. Since the disturbance of light directly leads to reduced photosynthetic efficiency, their damage can be increased especially in fruit trees such as Japanese apricots with a short growing time. In this study, we investigated how the effects of shading condition can affect the production and quality of Japanese apricots according to increased damages by light disturbance in the main orchard complex. The average photosynthetically active radiation (PAR) level in Japanese apricots was rapidly dropped as the shading time was increased compared to the control (304 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) and the PAR level decreased to 142 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ after shaded for eight hours. The maximum photosynthetic efficiency, with a PAR value of 900 to 1,000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, corresponds to the time period without shading and the time period with 2 hours of shading, and these times range from 11 a.m. to 3 p.m. And the time period for shading for 4 hours was from 1:00 p.m. to 2:00 p.m., and under conditions of shading for 6 and 8 hours, the effect was a low amount of light. There was no difference in the weight of Japanese apricots during 2 hours shading time, however, it was significantly reduced as shading time were increased. The difference of the acid content and L/D ratio was not significant on shading time, but the SSC was decreased as times going on. In conclusion, our results indicate that the shading for more than 2 hours make negative effects to decrease the weight and SSC and the yield and affects directly to drop in fruit quality.

Key Words : Fruit quality, Japanese apricot, Photosynthetically active radiation, Shaded hour, Yield

Received Dec. 07 2023
 Revised Dec. 26. 2023
 Accept Dec. 26. 2023

*Correspondence
 Yong Bum Kwack
 kwack@korea.kr

서론

매실 (*Prunus mume* Siebold et Zucc.)은 장미과, 벚나

무속, 앵두나무아과에 속하는 과수로서 주로 중국, 한국, 일본 등에서 재배되고 있다 (Gae et al., 2004). 한국에서 매실은 오래전부터 기침이나 소화불량 해소에 효과가 있어 민



간요법에 활용되었으며, 최근에는 항산화 활성, 면역력 강화 등의 건강식품으로 수요도가 증가하고 있다 (Kim et al., 2014; Tsuji et al., 2011). 이러한 이유로 우리나라 매실 재배면적은 2007년 4,418ha에서 2015년 12,082ha까지 크게 증가되다 이후 감소하였으나 2022년 6,3927ha로 다시 증가 추세에 있다 (MAFRA, 2022). 또한, 매실의 재배기간이 90~100일 정도로 짧아 생력 과수로 인식되면서 과원 개식을 희망하는 농가가 많아지고 있다 (RAD, 2001).

매실의 생과는 강한 신맛 때문에 바로 먹을 수 없어서 보통은 성숙되기 전에 수확하여 차, 술, 음료, 농축과즙, 장아찌 등의 가공품 원료로 이용됨으로 병해충 피해 과실이 없고 단위 면적당 최대 생산량을 높이는 것이 최대 관건이다 (Jeong et al., 2009). 현재 우리나라에서 재배되고 있는 대부분 품종은 일본에서 육성되었거나 (Yamaguchi et al., 2002), 재래종으로 과실품질에 대한 용도와 특성이 명확히 정립되지 않은 실정이다. 최근에는 국내에서도 교배육종을 통한 내병성이면서 대과로 수확량이 많은 품종들이 육성되고 있다 (Jeong et al., 2009; Kim et al., 2014).

과수에서 생산량과 품질을 결정하는 조건 중 가장 중요한 것은 광이다. 광은 광합성작용에 필수적인 환경요인으로 식물체의 생장에 가장 큰 영향을 끼친다. 보통 양호한 과실 생산을 위해서는 성장 기간 광합성량이 30kcal/cm²가 필

요하며, 투광량이 좋은 곳이 3~4배 더 높다 (Cain, 1971). 일반적으로 자연광의 20% 미만을 받는 수관 내부의 잎들은 광합성 효율이 떨어지며, 만약 과실에 도달하는 빛의 양이 100%에서 과실의 크기가 100이라면 빛의 양이 39%일 때는 크기가 80으로 줄어든다 (Kim et al., 2003). 또한, 투광량의 감소는 잎의 책상조직의 견고성을 떨어져 잎의 두께는 얇아지지만 크기는 넓어지는 등 수체 내 기관의 조직학적 범위까지도 영향을 미친다. 보통 수관내부 엷은 2차 책상조직의 형성이 약하고 1차 책상조직도 치밀하지 못한 상태이며 큐티클 층의 두께도 얇다 (Oh et al., 1997). 이러한 조직학적 차이에 의해 광량이 적은 수관위치의 수체조직이 연화되어 병 저항성이 약화되며 영양생장이 촉진되어 신초의 길이는 길어진다 (Kim et al., 1990).

짧은 생육기간 동안 단위 면적당 최대 생산량을 높이는 것이 목표인 매실은 특히 광환경에 민감하며 광합성량이 생산량과 직접적인 상관관계가 있으며 일시적인 차광만으로도 광합성량은 현저히 저해될 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 최근 과수 주산단지에 늘어가는 고가도로, 교량 등의 구조물에 의한 과수 일조방해 피해가 증가함에 따라 매실에서 차광시간이 생산량과 품질에 미치는 영향을 조사하고자 수행하였다.



Fig. 1. Artificial Shading Treatment in Japanese apricot

재료 및 방법

실험품종 및 차광조건

실험품종은 매실 '청매' 3~4년생 포트묘를 이용하여 농촌진흥청 국립원예특작과학원 남해출장소 (34° 48'N; 127°

55'E) 비닐하우스에 95% 차광망을 자동 개폐장치를 이용하여 인공적인 차광환경을 설정하였다 (Fig. 1). 차광은 잎이 출현 후 생육기간인 2019년 2월부터 6월까지 시행하였고, 오전 8시부터 오후 4시까지 0, 2, 4, 6, 8시간 동안 인위적인 차광이 되도록 시험구를 설정하였다.

Table 1. Comparison of climate according to shaded hour in japanese apricot

Shaded Hour (h)	PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Average Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Humidity (%)
0	304	16.8	63.2
2	258	16.6	62.5
4	206	16.4	61.9
6	175	16.6	65.1
8	142	16.9	62.1

기상자료수집 및 품질분석

차광시간에 따른 기상자료를 수집하고자 기상관측장비 WatchDog 2550 (Spectrum Technologies, Inc. USA)를 시험구별로 설치하여 온도, 습도, 광합성 유효광선 (Photosynthetically Active Radiation, PAR) 조사량을 측정하였다. 과실 품질은 적숙기 (6월 20일) 수확하여 조사하였다. 과중은 전자저울 (KERN PBS/PBJ 6200-2M, Kern & Sohn, Germany)로 측정하였고, 디지털 캘리퍼스를 이용하여 종경과 횡경을 측정하여 과형지수를 비율로 계산하였으며, 당도는 굴절당도계 (ATAGO Palette PR-32 α), 산도는 산도계 (TitroLine 5000, SI Analytics, Germany)를 이용하여 측정하였다.

통계분석은 SAS Enterprise Guide 7.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석과 던칸의 다중검정을 통해 처리 간 유의성을 분석, 비교하였다.

결과 및 고찰

매실 ‘청매’ 품종의 잎 출현 후 생육기간 동안 (2019년 2월~6월) 차광 처리구별 기상환경을 비교해 보면 (Table 1), 차광시간에 따른 평균온도와 습도는 큰 차이가 없었다.

하지만, 평균 광합성 유효광선 (Photosynthetically Active Radiation, PAR) 조사량은 무처리구에서 $304\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 로 조사되었으나 차광시간이 증가함에 따라 급격히 감소하여 8시간 차광 처리구에서는 $142\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 로 나타났다. 이와같이 매실에서 차광시간과 PAR 조사량은 높은 음의 상관관을 보이며, 2시간 차광은 무처리에 비해 PAR 조사량이 24% 감소하며, 4시간 차광은 48%, 6시간과 8시간 차광은 각각 72% 그리고 96%가 감소되는 것을 알 수 있었다 (Fig. 2). PAR 조사량의 감소는 광합성 효율에 가장 큰 영향을 주어 과실 수확량에도 직접적인 영향을 미치며 (Jung, 2002), 조직의 연화로 병 저항성이 약화되는 원인이 된다 (Kim et

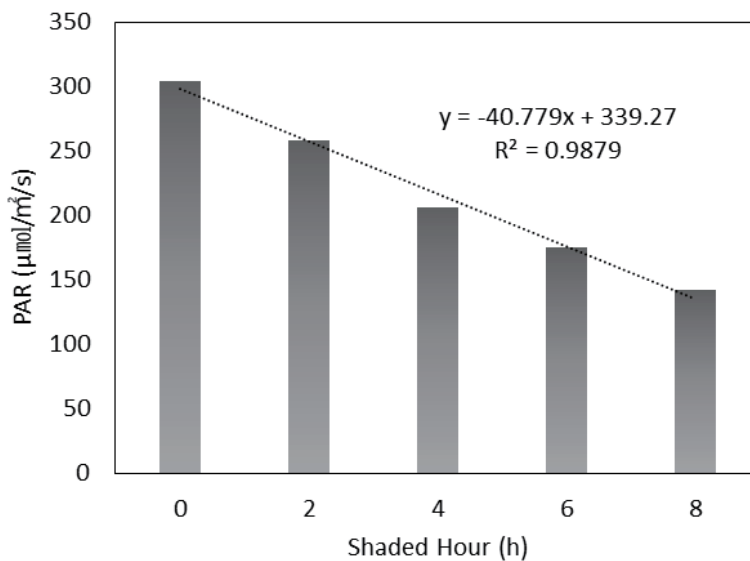


Fig. 2. Correlation between photosynthetically active radiation reduction and shaded hour in japanese apricot

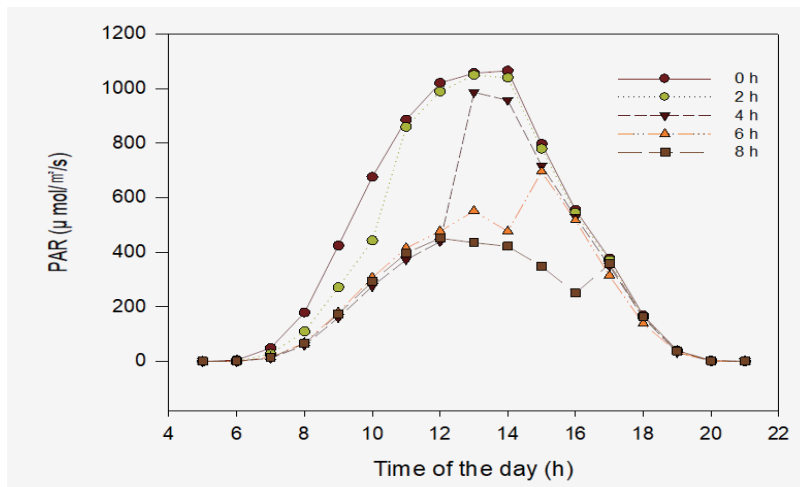


Fig. 3. Comparison of photosynthetically active radiation according to shaded hour on time of the day in japanese apricot

al., 1990). 또한, 수관 내부의 광량이 17% 이하로 낮아지면 개화에 큰 지장을 주고, 부분 차광만으로도 그 부위의 개화를 억제시킨다는 연구결과 (Auchter et al., 1926)로 볼 때 매실에서 8시간 차광은 당년 생산량 감소뿐만 아니라 이듬해 화아분화에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

또한, 차광시간에 따른 하루 중 시간대별 PAR 조사량 변화를 비교해 보면(Fig. 3), 무처리와 2시간 차광 처리구는 거의 비슷한 수준의 광량이 조사되었다. 이중 오전 11시~오후 3시까지 5시간 동안은 PAR 조사량이 900~1,000 μmol/m²/s를 넘어 광합성 효율이 가장 높은 시간으로 나타났다.

Table 2. Comparison of Fruit Characteristics According to Shaded Hour in Japanese apricot

Shaded Hour (h)	Weight (g/fruit)	L/D ratio	SSC (°Brix)	Titratable acidity (%)
0	16.8 a'	1.07 a	14.0 a	2.4 a
2	16.3 a	1.07 a	13.2 ab	2.2 a
4	12.5 b	1.10 a	13.6 ab	2.4 a
6	11.9 b	1.09 a	12.9 b	2.5 a
8	10.1 c	1.09 a	11.9 c	2.4 a

*Mean separation within each column by the Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

하지만, 4시간 차광 처리구에서는 오후 1시~2시까지 2시간 동안만 광합성 효율이 높은 900 μmol/m²/s 이상의 조사량이 측정되었고, 6시간 차광과 8시간 차광에서는 하루 종일 낮은 조사량으로 광합성 효율이 급격히 떨어짐을 알 수 있었다.

차광시간에 따른 매실의 수확 후 과실 특성을 조사한 결과 (Table 2), 과중은 차광시간이 길어짐에 따라 유의한 수준으로 감소하였다. 차광되는 시간이 2시간까지는 무처리구와 차이가 없었으나, 4시간 이상 6시간 차광 처리구는 무처리구에 비해 26~29%가 감소하였으며, 8시간 차광 처리구는 40% 감소하였다. 이러한 과중의 감소는 차광에 따른 광합성량의

감소로 인해 과실이 생장, 비대하지 못했기 때문에 나타나는 결과로 판단된다.

과실 산함량 및 과형지수는 차광시간에 따라 유의한 차이가 없었으나, 과실의 당도는 과중과 마찬가지로 차광시간이 증가함에 따라 유의하게 감소하였다. 차광시간에 따른 당도는 무처리구에 비해 2시간 차광에도 유의한 수준으로 감소하였고, 6시간 이상의 차광에서는 현저한 차이를 보였다. 이러한 결과는 차광에 의해 과실 중량, 착색 당도, 화아분화가 감소한다는 연구결과 (Palmer, 1999)와 일치하였다. 과실의 당도는 잎에 의한 광합성 작용뿐만 아니라 과실 자체도 광을

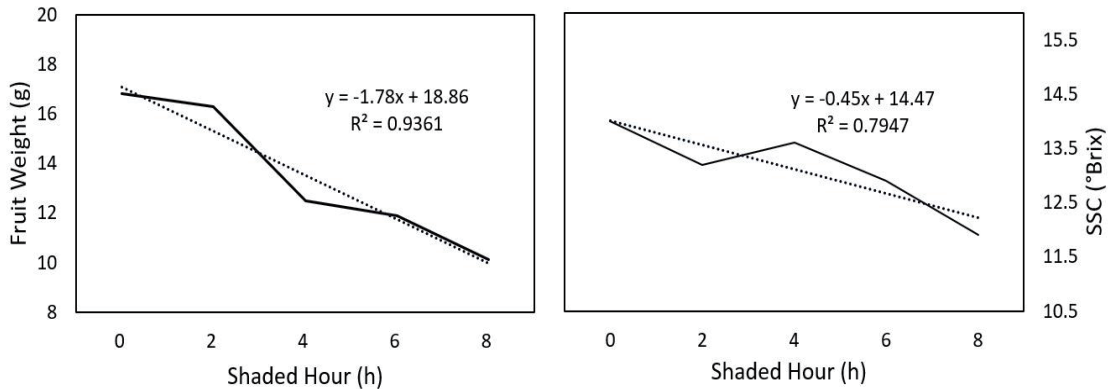


Fig. 4. Correlation between fruit characteristics and shaded hour in Japanese apricot

받아야 높아지며 (Jung, 2002), 과수에서 광투과율과 과실의 무게는 정의 상관관계를 보여 햇빛을 많이 받는 부위의 과실일수록 과중이 무겁고, 당도가 높으며 과피의 Hunter a 값이 증가하여 생산량과 상품성이 높아진다 (Han and Yoon, 2001). 이러한 결과를 통해 매실의 차광시간에 따른 과실의 수확량 감소율과 당도 감소율의 회귀식을 도출하였다 (Fig. 4).

결과적으로 매실은 4시간 이상의 차광에 의해 과실의 비대에 영향을 받아 수확량 감소하며, 2시간 이상의 차광에 의해 과실의 당도가 현저히 감소해 상품성 가치가 하락한다. 이러한 결과는 향후 여러 가지 원인으로 인한 과수 일조량에 피해를 산정시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

적 요

과수에서 생산량과 품질을 결정하는 조건 중 가장 중요한 것은 광이다. 차광은 광합성 효율을 떨어뜨리는 직접적인 원인으로 매실과 같이 생육기간이 짧은 과수에서 피해는 더 크게 나타난다. 본 연구에서는 최근 과수 주산단지에 일조량에 의한 피해가 증가함에 따라 매실에서 차광조건이 생산량과 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 차광시간이 증가함에 따라 매실의 평균 광합성 유효광선 (PAR) 조사량은 무처리 (304 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)에 비해 급격히 감소하여 8시간 차광에서는 142 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 로 나타났다. 하루 중 광합성 효율이 최대 (PAR 900~1,000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)인 시간은 무처리와 차광 2시간은 5시간(오전 11시~오후 3시), 차광 4시간은 2시간(오후 1시~2시)이었으며, 6시간, 8시간 차광은 하루 종일 낮은 광량이 조사되었다. 차광시간에 따른 매실의 과중은 차광 2시간까지는 차이가 없었으나, 차광시간이 길어짐에 따라 유의

하게 감소되었다. 산함량과 과형지수는 차광시간에 따라 유의한 차이가 없었으나 과실의 당도는 시간이 증가함에 따라 감소하였다. 결론적으로 매실의 2시간 이상의 차광은 과중과 당도를 떨어뜨리며 단위 면적당 생산량과 상품성 가치 하락에 직접적인 영향을 미친다.

참고문헌

1. Auchter EC, Shrader AL, Lagasse FS, Aldrich WW. 1926. The effect of shade on the growth, fruit bud formation, and chemical composition of apple trees. Proc Amer Soc Hort Sci 23: 368-382.
2. Cain JC. 1971. Effect of mechanical pruning of apple hedgerows with a slotting saw on light penetration and fruiting. J Amer Soc Hort Sci 96: 664-667.
3. Gao ZH, Shen ZJ, Han ZH, Fang JG, Zhang Z. 2004. Microsatellite markers and genetic diversity in Japanese apricot (*Prunus mume*). HortScience 39: 1571-1574.
4. Han SG, Yoon TM. 2001. Light distribution within the canopy and fruit quality in dwarf apple orchards. J Kor Soc Hort Sci 42: 78-82.
5. Jeong SB, Kim YK, Kang SS, Cho KS, Choi JJ. 2009. A new Japanese apricot (*Prunus mume*) cultivar, 'Okboseok' for high yield. Korean J Breed Sci 41: 534-538.
6. Jung SK. 2002. Effects of tree shape and light penetration on tree shape and productivity for

- 'Fuji' apple tress on M.26 rootstocks. M.A. Diss. Kongju Univ.
7. Kim JH, Kim JC, Ko GC, Park HS, Kim KR, Lee JC. 1990. Environment. Hyang Moon Ltd., Seoul. 47-81.
8. Kim MS, Jeong JK, Kim HY, Kwon SI, Kwon HJ, Bark BR, Park MY, Seo HH. 2003. The growth character of apple tree and orchard management. Rural Development Administration (RDA). 25-60.
9. Kim YK, Kang SS, Choi JJ, Cho KS, Won KH, Lee HC, Choi JH. 2014. Breeding of a New Japanese Apricot (*Prunus mume* Siebold et Zucc.) Cultivar 'Okjoo' with High Yields. *Kor J Hort Sci Technol* 32: 912-916.
10. Ministry for Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2012. Fruit census. MAFRA, Seoul, Korea.
11. Oh SD, Choi DG, Cho CH. 1997. Effect of different light conditions within canopy on growth and photosynthesis in apple tree. *J Kor Soc Hort Sci* 83: 391-395.
12. Palmer JW. 1999. Light, canopies, fruit and dollars. IDFTA Conference. 42th. Canada.
13. Rural Development Administration (RDA). 2001. Manual for agricultural investigation. RDA, Suwon, Korea.
14. Tsuji R, Koizumi H, Fujiwara D. 2011. Effects of a plum (*Prunus mume* Siebold and Zucc.) ethanol extract of the immune system in vivo and in vitro. *Biosci Biotechnol Biochem* 75: 2011-2013.
15. Yamaguchi M, Kyotani H, Yoshida M, Haji T, Nishimura K, Nakamura Y, Miyake M, Yaegaki H, Nishida T, Kakiuchi N, Tanaka K, Omiya A, Ishikawa Y, Kosono T, Kihara T, Suzuki K, Fukuda H, Asakura T. 2002. New Japanese apricot cultivar 'Kagajizou'. *Bull Natl Inst Fruit Tree Sci* 1: 23-33.