

Research Article

Open Access

조기낙엽이 참다래 ‘헤이워드’ 과실 바람들이와 품질에 미치는 영향

곽용범,¹ 김홍림,¹ 최영하,¹ 이재한,¹ 김진국,² 이용복^{3*}

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 남해출장소, ²국립경상대학교 원예학과, ³국립경상대학교 농업생명과학원

Fruit Quality and Fruit Locule Air Hole of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) Affected by Early Defoliation

Yong-Bum Kwack,¹ Hong Lim Kim,¹ Young Hah Choi,¹ Jae Han Lee,¹ Jin Gook Kim² and Yong Bok Lee^{3*}
(¹Namhae Sub-Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Namhae 668-812, Korea, ²Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, ³Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea)

Received: 8 September 2012 / Accepted: 21 September 2012
© 2012 The Korean Society of Environmental Agriculture

Abstract

BACKGROUND: The fruit quality and flowering characteristics of Kiwifruit (*A. deliciosa* cv. Hayward) in the following year is known to be affected by the extent and timing of defoliation of the current year. In Korea, the production of kiwi, which is a perennial, straggling deciduous warm-temperate fruit, is often restricted by wind damage due to typhoons resulting to defoliation at the middle season of its growing period. In this paper, we report the effect of the different timing of defoliation and severities at the current season to the kiwifruit quality.

METHODS AND RESULTS: Twenty seven-year-old ‘Hayward’ trees grown under polyethylene film rain-shelter were defoliated in different days from August to September at seven day-intervals. In each day, 0, 25, 50, 75 and 100% of leaves were removed from the trees. Fruits from each treatment were classified into four floating types (L: lying in bottom, S: standing on bottom, F: floating and SF: floating at the surface of water) by submerging them into tap water. Defoliation of kiwifruit trees in August and September caused air holes in locules of inner pericarp. Increased number of air hole in locules of a fruit was

observed in floating types F and SF, and most of the air holes were located in stem end. The defoliation of trees in August significantly reduced the ratio of L-floating type fruits, which have the least number of locule air holes. The extent of defoliation also affected the distribution of the four types, the more leaves removed, the less L-floating type fruits harvested. The weight of fruits from trees defoliated in August was lower than that of fruits from September. Soluble solids content decreased as the number of locule air holes increased. Negative correlations were observed between the extent of defoliation and the weight and soluble solids content of fruits.

CONCLUSION: Early defoliation effect on kiwifruit locule air hole occurrence and fruit quality were more severe in August than in September. And also if the defoliation severity is over 25%, severe fruit quality reduction expected to happen due to increase of fruit locule air hole in the inner pericarp.

Key Words: Defoliation, Fruit quality, Kiwifruit, Locule air hole, Typhoon

서론

덩굴성 낙엽과수인 참다래(*Actinidia deliciosa* [A. Chev.] C.F. Liang et A.R. Ferguson)는 20세기에 뉴질랜드에서 상품화된 중국원산의 다래나무속 온대과수이다(Ferguson,

*교신저자(Corresponding author),
Phone: +82-55-772-1967; Fax: +82-55-772-1969;
E-mail: yblee5467@gnu.ac.kr

1990, 1999; Huang *et al.*, 2004). 국내에는 1978년 뉴질랜드로부터 처음 도입되었으며, 전남 고흥, 보성과 경남 고성, 사천 및 제주도 등 남부 해안지대를 중심으로 현재 약 1,000-1,200ha가 재배되고 있다(Kwack and Park, 2007; Kwack *et al.*, 2009).

세계적으로 주로 재배되고 있는 우점 품종은 녹색과육의 헤이워드(Hayward)이며, 한국에서 안정적으로 재배, 생산하기 위해서는 2가지 제한요인의 영향을 받는다. 첫째, 겨울철 최저기온으로 동해를 받지 않는 한계온도가 영하 10-12°C라는 것으로 겨울철이 따뜻한 남부 해안지대에 재배가 국한되는 이유이다. 둘째, 바람으로 참다래 나무의 특성상 매우 넓은 잎을 가지고 있어 4-5월 계절풍에 의해 결과지가 탈락되기 쉬우며, 7-9월 사이에 한반도에 주로 영향을 미치는 태풍(기상청 국가태풍센터 태풍백서, 2011)에 의한 낙엽피해이다. 따라서 국내 재배 농가에서는 이러한 바람에 의한 피해를 예방하기 위해 다양한 종류의 바람을 쪼개는 파풍망 재배가 시도되고 있으나 많은 과수원이 여전히 바람피해의 위협에 노출되어 있다. 실제로 90년대 후반과 2000년대 초반 태풍 '올가', '매미', '루사'에 의해 많은 참다래 과수원에서 낙엽피해가 발생하였다.

태풍에 의한 낙엽피해 양상은 감나무의 경우, 바람에 의해 잎이 정상적인 낙엽시기보다 일찍 낙엽되면 당해 연도의 과실크기, 색도 및 당도를 감소시켜 과실의 품질을 저하시켰다(Choi *et al.*, 2002). 또한 사과나무의 경우, 조기 낙엽에 따른 엽 액아의 당년 2차 생장 비율은 낙엽시기가 빠르고 낙엽 정도가 클수록 증가하는 경향이였으며, 과실품질은 7월 상순 낙엽처리는 영향이 미미하였지만 8월 낙엽은 낙엽 정도가 클수록 품질이 저하되었다(농촌진흥청 연구개발보고서, 2005). 참다래의 경우 태풍 등에 의해 조기낙엽이 발생했을 때 수확 후 과실내부에 바람들이 현상이 발생하며, 당도저하와 같이 과실품질이 나빠지는 것으로 알려져 있다(Tanhora, 1988). 하지만 이런 연구는 일본에서만 극히 부분적으로 이루어졌으며 같은 태풍의 영향권에 있는 국내에서는 이에 대한 연구실적이 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 태풍에 의해 참다래 나무에서 조기 낙엽이 발생했을 때 낙엽시기와 정도가 과실 바람들이와 품질에 미치는 영향을 구명코자 하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 낙엽처리

농촌진흥청 국립원예특작과학원 남해출장소 시험포에서 재배되고 있는 27년생 '헤이워드(Hayward)' 품종을 대상으로 완전임의배치 3반복으로 수행하였다. 시험포는 하우스 골조식 비가림 연동으로 지붕의 양 측면에 천창이 있으며, 사방 측면은 직경 4mm 그물망으로 되어 있었다. 나무의 재식거리는 주간거리 5m, 열간거리 5m의 평터식 재배였다.

낙엽시기 실험의 경우, 8월 낙엽은 8월 6일부터 27일까지 7일 간격으로 4시기에 처리하였으며, 9월 낙엽은 9월 7일부

터 28일까지 7일 간격으로 4시기에 적엽처리하였다. 또한 낙엽의 정도가 과실 바람들이 및 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 각각의 낙엽 시기에 적엽정도를 25%씩 차이를 두어 25%, 50%, 75%, 100% 낙엽처리하였다. 낙엽의 방법은 전정가위를 이용하여 엽병부위를 절단하였다. 실험에 이용된 나무의 수는 낙엽시기 8시기와 낙엽정도 4수준에 3주씩 96주였으며, 대조구로서 무처리는 낙엽 시기와 정도 실험에 공통적으로 3주를 부여하였다.

과실 바람들이 및 과실특성 조사

11월 수확기에 수확된 처리별 전체 과실은 먼저 수돗물을 넣은 5L 비커에 담가 낙엽시기와 정도별로 물속에서의 과실의 자세를 조사, 분류하였다. 물속에서의 자세는 바닥에 수평으로 눕는 것(L), 바닥에 닿아 서는 것(S), 바닥에서 뜨는 것(F), 그리고 수면 가까이 뜨는 것(SF)의 4가지로 분류하였다. 조사된 과실의 수중자세별로 20개의 과실을 횡으로 절단하여 바람들이 수와 바람들이의 주 분포 위치를 조사하였다.

과실내 바람들이 조사가 완료된 과실은 바닥에 수평으로 눕는 것을 중심으로 저온 저장고(1°C, 상대습도 80-90%)에서 1개월간 저장 후 15°C에서 다시 후숙 처리하여 과실특성을 조사하였다. 이때 당도는 굴절당도계(ATAGO PR-32 Refractometer)를 이용하였고, 산함량은 자동적정기(SCHOTT TitroLine easy)를 이용하여 0.1N NaOH(End point pH 8.20)를 투여하여 구연산으로 환산하였다.

통계분석

조사된 데이터는 통계분석 패키지인 SAS Enterprise 4.3(SAS Institute, Inc., Cary, N.C.)을 이용하여 분석, 비교하였다.

결과 및 고찰

과실 바람들이

국내에서 11월 상·중순이 수확기인 헤이워드 품종의 경우, 8-9월에 낙엽이 발생했을 때 수확 후 과실내부에 바람들이 현상이 발생하였다. Hallett 등(1992)에 의하면 참다래 과실의 조직은 크게 외과피, 내과피 및 과심의 3부분으로 나뉘며, 바람들이 현상은 내과피의 자실(Locule)에서 발생하였다(Fig. 1). 참다래 과실의 건물(Dry matter; DM)은 당과 전분이 주 구성 물질이며(Beever and Hopkirk, 1990), 이들의 밀도는 각각 1,530, 1,590kg/m³로 비슷하며 물의 밀도 1,000kg/m³보다 커 과실 내에 고형물이 많을수록 밀도가 증가한다(Jordan *et al.*, 2000). 따라서 과실내 바람들이로 인해 밀도가 감소하여 물속에서 바닥에 서거나 뜨는 등 수중자세가 달라지는 것으로 추정되었다.

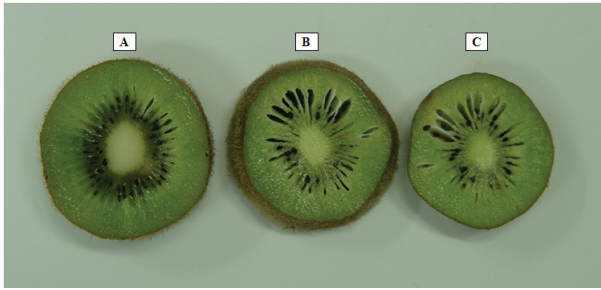


Fig. 1. Air holes in the locule of kiwifruit cultivar 'Hayward' when it was cut horizontally due to early defoliation in August or September. A, equator part; B and C, stem end part.

바람들이 과실의 수중 자세별로 한 과실당 바람들의 수를 조사한 결과, L은 2.4±0.4, S는 4.6±0.5, F는 16.3±1.9, 그리고 SF는 23.6±1.4개로 물속에서 뜨는 과실일수록 바닥에 눕거나 서는 과실에 비해 바람들의 수가 현저히 증가하였다(Fig. 2). 일반적으로 정상적인 참다래 과실도 세포간 공극이 과실부피의 3%를 초과할 수 있으며(Hallet *et al.*, 1992), 세포간 공극의 비율과 비례하여 과실의 밀도가 감소하지만 물속에서 뜨지는 않는다(Wilson and Lindsay, 1969). 따라서 조기낙엽에 의해 과실내부 자실(Locule)에 바람들이 구멍이 생겨 물속에서 뜨는 과실은 그 밀도가 현저히 감소되었을 것으로 추정되며 정상적인 품질의 과실이 아닌 것으로 판단되었다.

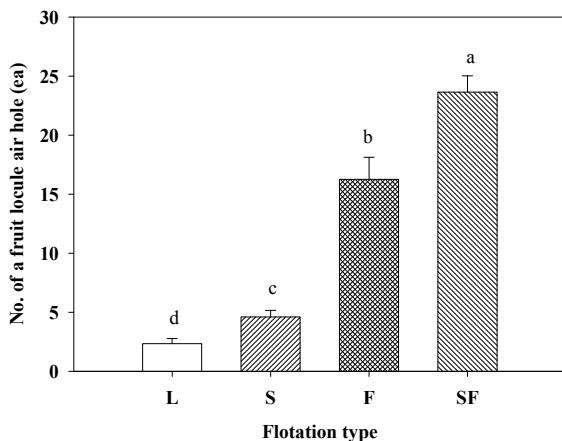


Fig. 2. The number of air holes in the locule of a fruit depending on flotation types in tap water of the early defoliated (August or September) kiwifruit 'Hayward' after harvest. L, lying in bottom; S, standing onto bottom; F, floating; SF, floating at the surface of water. Bars labeled with the same letter are not significantly different at $P>0.05$. Vertical bars indicate standard error of the means.

조기낙엽에 의해 참다래 과실 내부에 발생한 바람들의 위치를 물속에서의 자세별로 분류된 과실에 대하여 조사한 결과, 바람들이 구멍은 과경부 쪽에 주로 분포하였으며 물에

뜨는 과실일수록 과경부 쪽에 바람들이 구멍이 많이 발생하였다(Fig. 3). 이것은 조기낙엽에 의해 과실 생육기간에 직사광선에 노출될 경우 과경부 쪽에 주로 햇빛을 받아 과실 내부의 온도가 상승한 것에 기인한 것으로 추정되었다.

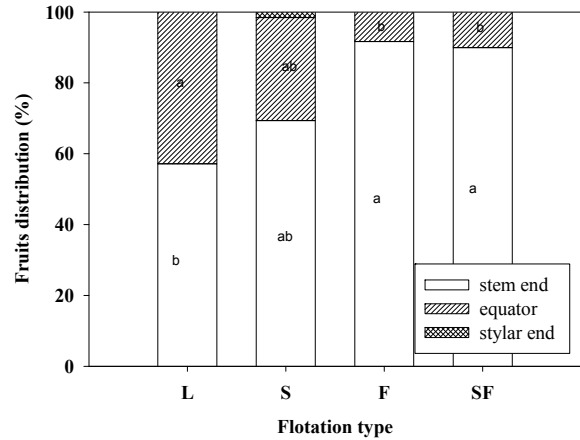


Fig. 3. Dimensional location of locule air holes in a fruit of the early defoliated, in August or September, kiwifruit 'Hayward' depending on flotation types in tap water after harvest. L, lying in bottom; S, standing onto bottom; F, floating; SF, floating at the surface of water. Bars labeled with the same letter are not significantly different at $P>0.05$.

물속에서의 과실의 자세별로 당도와 산 함량을 조사한 결과, 당도는 바람들이 수가 증가할수록 감소하였으며, 물속에서 뜨는 과실은 그 정도에 관계없이 동일한 수준으로 당도가 크게 감소하였다. 또한 산함량의 경우도 물속에서 뜨는 과실은 그 정도와 상관없이 산 함량이 증가하여 신맛이 강한 것으로 판단되며, 바닥에 드러누운 것과 바닥에 선 과실은 동일 수준의 산 함량을 나타냈다(Fig. 4). 따라서 바닥에 드러누운 정상과실에 비해 바닥에 서거나 뜨는 과실은 내부에 바람들이 구멍이 증가할수록 과실 품질이 저하됨을 알 수 있었다. 또한 과실품질의 저하는 당도와 직접적으로 상관이 있는 과실내 건물(DM) 함량(Jordan *et al.*, 2000)이 바람들이 구멍이 증가할수록 감소되었기 때문인 것으로 추정된다.

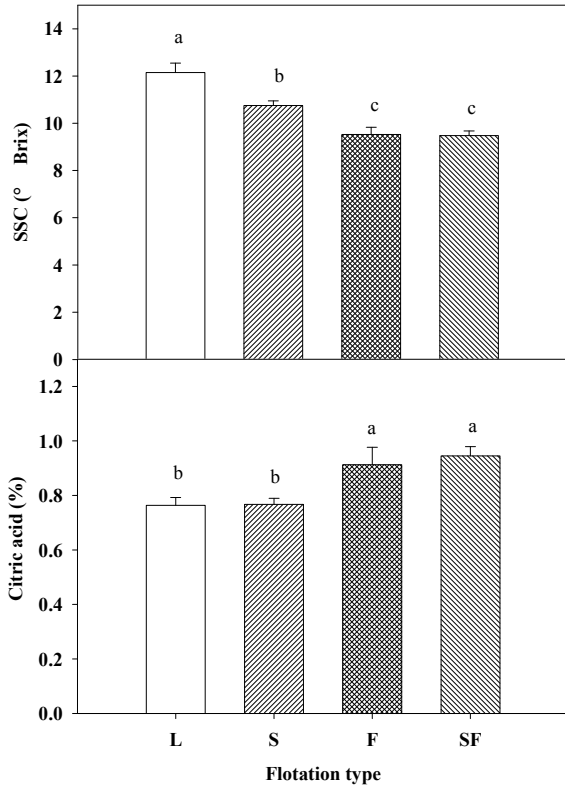


Fig. 4. Soluble solids content and citric acid of the early defoliated, in August and September, kiwifruit 'Hayward' depending on flotation types in tap water after harvest. L, lying in bottom; S, standing onto bottom; F, floating; SF, floating at the surface of water. Bars labeled with the same letter are not significantly different at $P>0.05$. Vertical bars indicate standard error of the means.

낙엽의 시기에 따른 수중 자세별 과실분포 비율을 조사한 결과, 8월에 조기낙엽이 된 경우 정상적인 과실로 판단되는 바닥에 드러눕는 과실(L)의 비율이 40% 미만으로 크게 감소하였고, 특히 8월 하순에 조기 낙엽이 될 경우 수확 후 수돗물을 이용한 과실선별시 물속에서 드러눕는 과실의 비율이 더욱 감소하여 피해가 클 것으로 판단되었다. 반면 9월에 조기 낙엽이 되었을 때는 바닥에 드러눕는 정상과실의 비율이 70% 정도로 양호하였으며 과실품질이 현저히 불량한 물에 뜨는 과실(F, SF)의 비율은 9월 하순으로 갈수록 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 5). 이는 참다래의 경우 9월, 가을에 접어들면 신초생장이 대부분 멈추기 때문에(Davison, 1990) 과실의 'Sink' 강도가 영양생장에 비해 강해 낙엽이 되더라도 정상과실의 비율이 높았던 것으로 추정된다. 반면 8월의 경우 신초생장이 멈추지 않은 시기로 영양생장의 'Sink'강도가 생식생장의 그것에 비해 강하였기 때문에 9월에 비해 정상과실의 비율이 낮았던 것으로 추정된다.

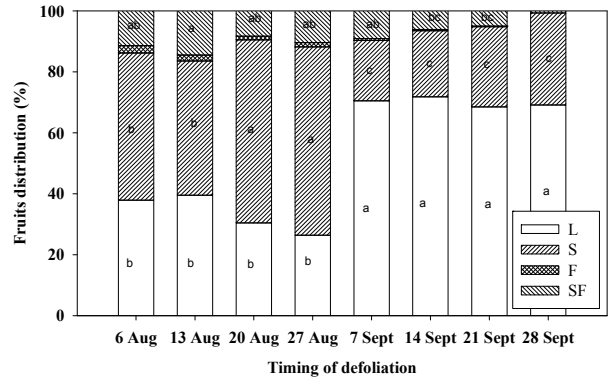


Fig. 5. Flotation type distribution of the early defoliated, in August or September, kiwifruit 'Hayward' from 27-year-old trees in tap water after harvest depending on defoliation timing. L, lying in bottom; S, standing onto bottom; F, floating; SF, floating at the surface of water. Bars labeled with the same letter are not significantly different at $P>0.05$.

낙엽의 정도에 따른 수중 자세별 과실분포 비율을 조사한 결과, 무처리의 경우 바닥에 드러눕는 정상과실의 비율이 71%였으며 뜨는 과실은 거의 없었다. 반면 25%, 50%, 75%, 100%까지 낙엽율이 증가할수록 정상과실의 비율이 무처리에 비해 12%, 23%, 36%, 66% 감소하였으며, 과실품질이 매우 불량한 물에 뜨는 과실의 비율이 낙엽율이 증가할수록 증가하여 100% 낙엽의 경우 25%까지 상승하였다(Fig. 6).

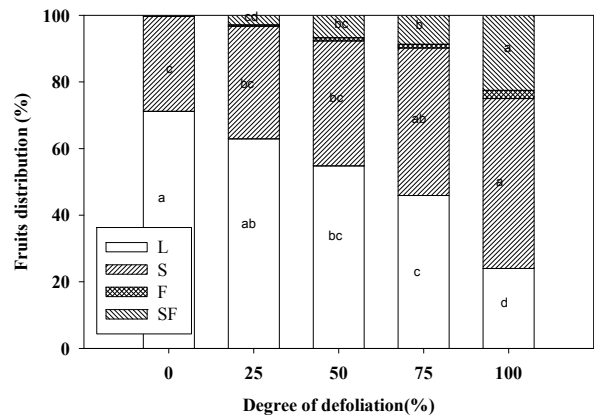


Fig. 6. Flotation type distribution of the early defoliated, in August or September, kiwifruit 'Hayward' from 27-year-old trees in tap water after harvest depending on defoliation degree. L, lying in bottom; S, standing onto bottom; F, floating; SF, floating at the surface of water. Bars labeled with the same letter are not significantly different at $P>0.05$.

과실품질

낙엽의 시기에 따른 과실품질을 조사한 결과, 과실크기의 지표인 과중의 경우 9월 14일 낙엽된 것이 111g으로 가장 컸으며, 8월 6일, 8월 20일, 8월 27일 낙엽된 것은 각각 97.7g, 97.3g, 97.6g으로 가장 적었다. 과중은 전체적으로 8월에 조

기 낙엽된 것이 9월 낙엽에 비해 적었다. 당도는 9월 28일과 8월 6일에 낙엽된 과실이 각각 13.8°Brix, 13.7°Brix로 가장 높았으며, 산 함량은 8월 27일 낙엽된 과실이 1.11%로 가장 높았으며 8월에 조기 낙엽된 처리구가 9월 낙엽에 비해 높게 나타났다(Table 1). 따라서 낙엽의 시기에 따른 과실품질의 영향은 9월 하순 이전에 낙엽이 될 경우는 품질저하가 많을 것으로 판단되며, 특히 8월에 낙엽될 경우 과중의 감소와 산 함량의 증가로 생산량의 감소와 함께 신맛이 강할 것으로 판단된다.

Table 1. The effect of defoliation timing on fruit characteristics of 27-year-old kiwifruit 'Hayward' defoliated in August and September

Defoliated timing	Fruit wt (g)		SSC (°Brix)		Citric acid (%)	
6 Aug	97.7	d	13.7	a	1.04	abc
13 Aug	101.1	c	13.3	b	1.07	ab
20 Aug	97.3	d	13.4	b	0.99	bcd
27 Aug	97.6	d	13.2	b	1.11	a
7 Sep	106.4	b	13.1	bc	0.94	cde
14 Sep	111.3	a	12.9	c	0.88	de
21 Sep	102.4	c	13.3	b	0.90	de
28 Sep	104.9	b	13.8	a	0.87	e

Mean values within a columns followed by the same letter are not significantly different ($P=0.05$) by Duncan multiple range test.

Table 2. The effect of defoliation degree on fruit characteristics of 27-year-old kiwifruit 'Hayward' defoliated in August and September²

Defoliated degree(%)	Fruit wt (g)		SSC (°Brix)		Citric acid (%)	
0	105.3	a	14.4	a	0.97	ab
25	100.6	b	13.4	b	0.94	b
50	101.5	b	12.6	c	1.06	ab
75	97.7	c	12.0	d	0.99	ab
100	98.3	c	10.7	e	0.93	b

Mean values within a columns followed by the same letter are not significantly different ($P=0.05$) by Duncan multiple range test.

낙엽의 정도에 따른 과실품질의 영향은 과중의 경우, 무처리구가 105.3g으로 가장 컸고 낙엽율이 증가할수록 과중이 감소되었는데, 무처리에 비해 25%, 50% 낙엽의 경우 3-5% 감소하였고 75%, 100% 낙엽의 경우는 6-8% 감소하였다. 당도의 경우, 무처리가 14.4°Brix로 가장 높고 100% 낙엽은 10.7°Brix로 매우 낮아 생식용으로는 부적합하였으며, 낙엽율이 증가할수록 당도는 감소하는 경향이 있었으며 25% 낙엽까지는 13.4°Brix로 준정상과로서 상품성이 있었으나 50%이상

낙엽이 될 경우는 12.6°Brix이하로 감미 측면에서 상품성이 현저히 감소하였다. 하지만 산 함량의 경우 무처리와 비교해 낙엽 정도에 따른 차이를 구분하기 어려웠다.

이상의 연구결과, 태풍에 의해 9월 이전에 50%이상 낙엽이 될 경우 과실내 바람들이의 증가로 과실품질이 현저히 저하될 것으로 예상되며, 조기낙엽이 발생했을 때 수확기까지 바람들이의 발생을 감소시킬 수 있는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요하리라 본다. 또한 Boldingh 등(2000)이 언급한 것처럼 다래나무속(*Actinidia* spp.)의 종마다 탄수화물 축적 양상이 다르기 때문에 최근에 보급되고 있는 황색과육의 품종에 대한 낙엽반응 연구도 추가적으로 필요하다고 본다.

감사의 글

This study was funded by a research program (PJ907013) of Rural Development Administration (RDA), Korea.

참고문헌

- Beever, D.J., Hopkirk, G., 1990. Fruit development and fruit physiology, in: Warrington, I.J., Weston, G.C. (Eds), *Kiwifruit: Science and management*, Ray Richards Publ., Auckland, New Zealand, pp. 97-126.
- Boldingh, H., Smith, G.S., Klages, K., 2000. Seasonal concentrations of non-structural carbohydrates of five *Actinidia* species in fruits, leaf and fine root tissue, *Ann. Bot.* 85, 469-476.
- Choi, S.-T., Kang, S.-M., Park, D.-S., Song, W.-D., Seo, G.-K., 2002. Thinning effect on fruit characteristics and reserve accumulation of persimmon trees defoliated in early autumn, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43, 660-665.
- Davison, R.M., 1990. The physiology of the kiwifruit vine, in: Warrington, I.J., Weston, G.C. (Eds), *Kiwifruit: Science and management*, Ray Richards Publ., Auckland, New Zealand, pp. 128-131.
- Ferguson, A.R., 1990. The genus *Actinidia*, in: Warrington, I.J., Weston, G.C. (Eds), *Kiwifruit: Science and management*, Ray Richards Publ., Auckland, New Zealand, pp. 15-35.
- Ferguson, A.R., 1999. New temperate fruits: *Actinidia chinensis* and *A. deliciosa*, in: Janick, J. (Ed), *Perspectives on new crops and new uses*, Amer. Soc. Hort. Sci. Press, Alexandria, VA, USA, pp. 342-347.
- Hallett, I.C., MacRae, E.A., Wegryzyn, T.F., 1992. Changes in kiwifruit cell wall ultrastructure and cell packing during postharvest ripening, *Int. J. Plant Sci.* 153, 49-60.

- Huang, H., Wang, Y., Zhang Z., Wang, S., 2004. *Actinidia* germplasm resources and kiwifruit industry in China, *HortScience* 39, 1165-1172.
- Jordan, R.B., Walton, E.F., Klages, K.U., Seelye, R.J., 2000. Postharvest fruit density as an indicator of dry matter and ripened soluble solids of kiwifruit, *Postharvest Biol. Tech.* 20, 163-173.
- Kwack, Y.B., Park, Y.S., 2007. Kiwifruit, in: Lee, J.-M., Choi, G.-W., Janick, J. (Eds), *Horticulture in Korea*, Kor. Soc. Hort. Sci. Press, Suwon, Korea, pp. 244-249.
- Kwack, Y.B., Kim, H.L., Choi, Y.H., Kim, H.D., Ma, K.C., 2009. Kiwifruit, Standard Crop Cultivation Manual Book 170, Rural Development Administration, Korea, pp. 20-22.
- Tanhora, K., 1988. Encyclopedia of kiwifruit, pp.150-152, Yaki Inc., Japan.
- Wilson, J.H., Lindsay, A.M., 1969. The relation between specific gravity and dry matter content of potato tubers, *Am. Potato J.* 46, 323-328.