



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박사학위논문

‘제시골드’ 참다래의 수관관리 방법에
따른 과실품질과 수체생장의 반응

제주대학교 대학원

원예학과

임찬규

2016년 8월



‘제시골드’ 참다래의 수관관리 방법에 따른 과실품질과 수체생장의 반응

지도교수 송 관 정

임 찬 규

이 논문을 농학 박사학위 논문으로 제출함

2016년 6월

임찬규의 농학 박사학위 논문을 인준함

심사위원장_____

위 원_____

위 원_____

위 원_____

위 원_____

제주대학교 대학원

2016년 6월

Fruit Quality and Vegetative Growth Response
to Canopy Management Practices in 'Jecy
Gold' Kiwifruit

Chan Kyu Lim

(Supervised by Professor Kwan Jeong Song)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Doctor of Agriculture

2016. 6

Department of Horticulture
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
Abstract	iii
List of Tables	vii
List of Figures	x
I. 서 언	1
인용문헌	3
II. 연구사	5
1. 참다래의 일반적인 생리·생태 특성	5
2. 키위 재배의 광환경과 수체 및 과실 생육 특성	9
3. 광 환경 개선과 수체 및 과실 생육 반응	11
4. 인용문헌	14
CHAPTER I: ‘제시골드’ 참다래의 과실 특성 변화와 후숙 후 당도 예측	20
Abstract	20
1. 서 언	21
2. 재료 및 방법	23
3. 결과 및 고찰	25
4. 인용문헌	35
CHAPTER II: 차광 정도가 ‘제시골드’ 참다래의 수체 생육 및 과실 품질에 미치는 영향	37
Abstract	37
1. 서 언	38
2. 재료 및 방법	39

3. 결과 및 고찰	42
4. 인용문헌	55
CHAPTER III: 결과지의 전정 방법과 시기가 ‘제시골드’ 참다래의 수체 생육 및 과실 품질에 미치는 영향	
Abstract	59
1. 서 언	60
2. 재료 및 방법	61
3. 결과 및 고찰	63
4. 인용문헌	74
CHAPTER IV: 예비 결과모지 수와 결과모지 굵기 별 적과 정도가 참다래의 신초 생장과 과실 특성에 미치는 영향	
Abstract	79
1. 서 언	80
2. 재료 및 방법	81
3. 결과 및 고찰	83
4. 인용문헌	93
III. 적 요	96

Abstract

The cultivation of golden kiwifruit (*Actinidia chinensis var chinensis*), that has yellow type flesh, is increased rapidly in Korea. Yellow type kiwifruit, such as 'Jecy Gold' kiwifruit, has more soluble solids content and fruit production, and the development stages (pollination, enlargement, maturation) of fruit is achieved early. And this development pattern is different from green type kiwifruit. Lately new kiwifruit cultivars are being developing continually, but the growth and development characteristics of each cultivars had not been investigated yet. So the cultivation manuals for high quality fruit is not established. That is, this study was conducted to establish the optimum tree canopy management of yellow type kiwifruit 'Jecy Gold', that is developed newly and distributed in Korea, by the analysis of the vine and fruit growth reactions under the different light conditions, the effect of pruning bearing branches and the adjustment of fruit setting, also the selection of reserve bearing branches.

The growth and development stage of 'Jecy Gold' was investigated to decide the proper harvesting stage. This study was conducted with 4-year old 'Jecy Gold' cultivar of overhead arbor vine in non-heated green house from 2011 to 2013. The growth and development stages of 'Jecy Gold' cultivar is expressed with Day after anthesis (DAA) and Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH) scale. The fruit enlargement phase of 'Jecy Gold' kiwifruit cultivar was at 70 BBCH scale (10 DAA), and the maturation phase was at 80 BBCH scale (140 DAA). The soluble solids content was increased rapidly at 83 BBCH scale (160 DAA), and the flesh was softened at 87 BBCH scale (190 DAA). The fruit senescence was occurred at 90 BBCH scale (210 DAA). Therefore the proper harvest time was able to decide at 83 BBCH scale (160 DAA). And the dry matter content (DM) was increased as the fruit ripens according to fruit

maturity and quality relationships. Also soluble solid content (SSC) was correlated with the fruit maturity after ripening. That is, the correlation between DM on unripe fruit and SSC after ripening was the equation below; $y(\text{SSC after ripening})=1.1841 \times (\text{DM before ripening})-3.5244 (r^2=0.9338)$.

And depending on shading net on 'Jecy Gold' kiwifruit in plastic greenhouse, the changes of photosynthesis, canopy formation, and fruit quality was investigated. 3-year old kiwifruit plants was applied after 1 year cultivation that was forming an umbrella-shape in plastic greenhouse. The shading net was treated as non-treated group, 30% and 60% shading net. Photosynthesis rate of non-treated group was $17.15 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and it was the highest value. Conductance to $\text{H}_2\text{O}(g_s)$ and intercellular CO_2 concentration(C_i) was decreased, as the shading net increased. But transpiration rate was increased. There was not significant differences on shoot length and thickness, leaf stalk length, leaf area by shading net, however chlorophyll content and DM was significantly different on treatment groups by shading net. and There was no differences on fruit weight, acidity, and organic acids by shading net. But fruit hardness, SSC, DM, flesh color, vitamin C, and total phenol were effected by shading net. And the effect of shading on return bloom in 'Jecy Gold' kiwifruit grown was not different on 3 groups. The number of flower per shoot was the most effective on no shade group, shoot length and shoot diameter were reduced on 30% and 60% shading groups.

Another treatment was conducted to develop the pruning manuals of bearing branches on 'Jecy Gold' kiwifruit cultivar to improve the growth and development, also produce high quality fruits. This research evaluated the pruning methods and periods of bearing branches on 5-year old 'Jecy Gold' trees cultivated overhead arbor type in plastic greenhouse. The percent of light penetration was high short pruning, long pruning,

non-pruning in order. Especially there were the significant differences on 3 treatments at early growth stages, but no significantly differences on 3 groups by the reduction of the light penetration after August. the photosynthesis, leaf area of bearing branches, dry matter, and leaf chlorophyll were higher on short and long pruning groups than non-pruning group. And the shoot growth of short pruning group was higher on length, diameter, number of leaf per shoot, leaf area, and petiole length than one of other groups. In case of fruit quality, the short and long pruning were also effective, soluble solids content was the highest on short pruning group. the short pruning time of current bearing shoots was effective in June. The chlorophyll content and dry matter also were higher on the short pruning in June. Consequently, the short pruning treatment in June was the most effective on the fruit growth and quality.

The research about the fruit load depends on the proper ratio of reserve bearing mother branches and the thickness of bearing branch was conducted to develop the management of bearing branches for the improvement of fruit quality and yield. 10-year old 'Jecy Gold' kiwifruit trees, cultivated by overhead arbor type in plastic greenhouse, was investigated. The treatments were 1.5, 2.0, 2.5 No./m² per cane for next season, and cane thickness was divided into less 10mm, 10~14mm, 15~18mm groups, and number of fruit set was treated with 2, 3, 5 fruits per bearing branch. As a results, bearing branch was more, net CO₂ assimilation rate, conductance to H₂O, intercellular CO₂ concentration and transpiration rate were less. And leaf area was increased, leaf chlorophyll was decreased, but dry matter was not different on the treated groups. On the harvested fruit characteristics, the fruit weight, soluble solid content, and flesh chromaticity were increased, but acidity was reduced. when cane thickness increased, bearing shoot thickness, leaf area, and dry matter was increased, but number of flowers per shoot was decreased, the mineral

content of N, P, and K was also decreased. The marketability of fruits was showed over 90% and produced about 90g of fruit weight on less 14mm of cane thickness and less 3 fruit set. And the fruits over 90g of fruit weight and over 90% of marketability were produced at 5 of fruit set group with 15~18mm of cane thickness.

List of Tables

Table 1. Growth stages for <i>Actinidia chinensis</i> var. 'Jecy Gold'.	29
Table 2. Comparison of the quality parameters in both unripe and ripe 'Jecy Gold' fruits with different harvesting times.	32
Table 3. Correlation coefficients among quality parameters of unripe fruits and between SSC of ripe fruits and quality parameters of unripe fruits in 'Jecy Gold' kiwifruit.	33
Table 4. Light intensity and penetration under different shading nets in plastic greenhouse cultivation.	44
Table 5. Effect of shading on photosynthetic parameters in the leaves of the bearing shoots of 'Jecy Gold' kiwifruit grown in plastic greenhouse.	44
Table 6. The growth and development of bearing shoots in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.	46
Table 7. Fruit quality at harvest in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.	48
Table 8. Fruit quality at ripe eating stage in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.	49
Table 9. Soluble sugar and organic acid content of fruits at ripe eating stage in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.	51
Table 10. Vit C and total phenolics content of fruits at ripe eating stage in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic	

greenhouse.	54
Table 11. Effect of shading on return bloom in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.	54
Table 12. Effect of pruning method on leaf photosynthetic parameters in the bearing shoots of 'Jecy Gold' kiwifruit vines.	65
Table 13. Effect of pruning method on leaf development in the bearing shoots of 'Jecy Gold' kiwifruit vines.	67
Table 14. Effect of the pruning method of current bearing shoots on the growth of axillary shoots trained for next season canes in 'Jecy Gold' kiwifruit vines.	68
Table 15. Effect of the pruning method of current bearing shoots on fruit quality at harvest in 'Jecy Gold' kiwifruit.	70
Table 16. Effect of the short pruning time of current bearing shoots on the growth of axillary shoots trained for next season canes in 'Jecy Gold' kiwifruit vines.	72
Table 17. Effect of the short pruning time of current bearing shoots on fruit quality at harvest in 'Jecy Gold' kiwifruit.	73
Table 18. Photosynthetic response of bearing shoots in 'Jecy Gold' kiwifruit vines with the different numbers of canes for next season.	85
Table 19. Leaf development in bearing shoots of 'Jecy Gold' kiwifruit vines with the different numbers of canes for next season.	86
Table 20. Quality characteristics of ripe fruits in 'Jecy Gold' kiwifruit vines with the different numbers of canes for next season.	87
Table 21. Effect of cane thickness on the development of bearing shoots at	

the flower balloon stage in 'Jecy Gold' kiwifruit vines.	89
Table 22. Effect of cane thickness on the mineral contents of bearing shoots at the flower balloon stage in 'Jecy Gold' kiwifruit vines.	90
Table 23. Effect of cane thickness and number of fruit set per bearing shoot on the fruit size and marketability at harvest in 'Jecy Gold' kiwifruit.	92

List of Figures

Fig. 1. Overwintering buds of <i>Actinidia chinensis</i> var. 'Jecy Gold' (left) and <i>Actinidia deliciosa</i> var. 'Hayward' (right).	6
Fig. 2. A flower buds of <i>Actinidia chinensis</i> var. 'Jecy Gold' (left) and <i>Actinidia deliciosa</i> var. 'Hayward' (right).	6
Fig. 3. Fruits of <i>Actinidia chinensis</i> var. 'Jecy Gold' (left) and <i>Actinidia deliciosa</i> var. 'Hayward' (right).	7
Fig. 4. Development of <i>Actinidia chinensis</i> cv. 'Jecy Gold' fruit designated with BBCH stages from open flower (0 days after anthesis, DAA) to over ripe fruit (210 DAA).	26
Fig. 5. Change of flesh color in <i>Actinidia chinensis</i> cv. 'Jecy Gold' fruits from young developmental stage (30 days after anthesis, DAA) to over ripe stage (190 DAA).	27
Fig. 6. Regression analysis between dry matter (DM) of unripe fruits and soluble solid content (SSC) of ripe fruits in 'Jecy Gold' kiwifruit.	34
Fig. 7. Linear regression between measured and predicted values of soluble solid content (SSC) analyzed by the partial least square regression (PLSR) model in 'Jecy Gold' kiwifruit.	34
Fig. 8. Percent of light penetration based on photosynthetic photon flus density (PPFD) in the canopy of 'Jecy Gold' kiwifruit vines with the different pruning methods of bearing shoots. Vertical bars indicate standard error.	64

I. 서 언

참다래(Kiwifruit)는 중국의 양자강을 중심으로 북위 23도에서 35도 사이의 아열대 지역에 자생하고 있는 낙엽 과수로, 전 세계적으로 76종이 분포하고 있다(Huang and Ferguson, 2007). 상업적인 재배는 1920년대 이후에 뉴질랜드에서 육성된 ‘헤이워드’(‘Hayward’)라는 품종의 보급으로 시작된 재배역사가 비교적 짧은 편이다(Ferguson, 1999; Cui et al., 2002). 우리나라에서 ‘헤이워드’ 참다래 재배면적은 85%를 차지하고 있으며(Park, 2009), 나머지 품종은 노란색 계통인 골드키위와 적색 계통인 레드키위 등 유색계통이다(Moon et al., 2012).

‘제시골드’(‘Jecy Gold’)는 농촌진흥청에서 1997년 ‘Golden Yellow’와 ‘Songongu’을 교잡한 후 선발하여 2005년 등록한 과육색이 노란 조생종 골드키위이다. 새로 난 가지에 털이 없으며 가지 표면이 매끄럽고 과실의 산 함량이 낮은 특성을 가졌으며 발아와 개화가 ‘헤이워드’에 비해 빠른 것이 특징이다. 또한 ‘헤이워드’에 비해 발아가 잘되며 수세는 비슷하고, 같은 시기에 수확한 ‘헤이워드’ 과실보다 당도는 높고 과피에 털이 작고 밀도가 낮다(Kim et al., 2007).

현재 참다래 과실의 생육기중 과실 특성에 관한 연구는 주로 ‘헤이워드’ 품종에 대해 보고되어 있으며(Saliner et al., 2009) 뉴질랜드에서 육성한 ‘Hort 16A’ 골드키위의 경우 과실 생육기중 과실비대, 당도, 산함량, 착색 등 다양한 연구가 이루어지고 있다(Minchin et al., 2003). 또한 생육기 구분은 주로 Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie(BBCH) 단위를 이용하고 있는데 0에서 9까지의 단계별로 구분하여 묘사하고 있다(Richardson et al., 2011). 하지만 국내에서는 골드키위에 대한 생육기중 과실 특성에 관한 연구가 거의 보고되어 있지 않고 수확기에 따른 품질의 차이에 관한 연구도 부족하여 수확기 결정을 주관적인 관행에 의존하고 있는 실정이다.

참다래는 잎이 크고 덩굴성 과수로 덕을 이용하여 재배하기 때문에 광 환경의 영향을 많이 받는다. 식물 생육에서 광 환경은 광합성작용에 작용하는 주요 인자로서 수체 생육 및 과실 품질에 매우 중요하게 작용한다. 일반적으로 과수에서는 수고, 수형 및 재식거리, 재식방향, 가지의 구성과 배열을 이용하여 수관 내 광량을 증대하고 분포를 개선시켜 왔다(Kappel and Neilsen, 1994). 또한 지면 멀칭을 이용하여 반사광을 증가시켜 수관 하부에 착과된 과실의 착색을 증진시켜 과실의 품질을 향상시키

는 연구도 수행되어 왔다(Amano et al., 1972; Kadoya, 1972), 그러나 국내에서 육성한 과육이 노란 ‘제시골드’의 경우, 재배관리에 필요한 광 환경에 따른 광합성 생리, 수체 생육 그리고 과실 품질에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

과수에서 착과 수 조절은 수세유지와 함께 과실품질을 향상시키고 격년결과를 방지할 수 있으며, 적과시기 및 착과 정도에 따라 크게 달라질 수 있다. 참다래의 경우, 착과 수 조절은 과실품질 뿐만 아니라 다음해 개화에도 영향을 주며 결과모지의 상태 및 전정 방법에 따라서도 달라진다고 하였다(Brundell, 1988; Grant and Ryugo, 1984; Giorgio and Stabdaridi, 1991). 하지만 결과모지에 대한 관리방법과 착과 수 조절에 대한 연구결과는 대부분 녹색 과육인 ‘Hayward’(*A. chinensis* var. *delisiosa*) 품종에 국한되어 왔다. 참다래는 계통에 따라 많은 염색체의 배수성을 갖고 있어 수체생육 및 형태적 특성이 다르며 같은 계통이더라도 품종에 따라 큰 차이를 보인다(Kim et al., 2012). 최근 국내외에서 황색 과육 참다래(*A. chinensis* var. *chinensis*)의 재배면적이 급격히 증가하고 있다. 국내에서는 ‘Jecy Gold’와 ‘Halla Gold’가 가장 많이 보급되어 있는데 아직까지 품종에 맞는 재배기술이 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구는 국내에서 육성되어 보급되고 있는 과육색이 노란 참다래 ‘제시골드’ 품종의 과실 생육 과정을 체계적으로 조사하여 수확 적기를 판정하고 후숙 후 과실품질 예측 방법을 개발함은 물론 차광 정도에 따른 참다래의 광합성 특성과 수체 생육 및 과실특성 변화를 분석하여 참다래 재배관리에 대한 기초 자료를 제공하고자 수행하였다. 또한 수관 내부의 광 환경 개선과 생육 및 과실품질을 높이기 위한 결과 지 전정방법과 시기를 구명하고 결과모지의 관리기술 개발도 수행하였다.

인용문헌

- Amano S, Hino A, Daito H, Kuraoka T** (1972) Studies on photosynthetic activity in several kinds of fruit trees : Effect of some environmental factors on the rate of photosynthesis. J Japan Soc Hortic Sci 41:144-150.
- Cui Z, Huang H, Xiao X** (2002) Actinidia in china. China Agri Sci Technol, Beijing.
- Ferguson AR** (1999). Kiwifruit cultivars: Breeding and selection. Acta Hort 498:43-51.
- Hunag HW, Ferguson AR** (2007) Genetic resources of kiwifruit: domestication and breeding. Hortic Rev 33:1-121.
- Kadoya K** (1972) Studies on the translocation of photosynthates in Satsuma mandarin: Effect of root enviromental conditions on the translocation of 14C. J Jpn Soc Hortic Sci 41:361-366.
- Kappel F, Neilsen GH** (1994) Relationship between light microclimate, fruit quality, specific leaf weight and N and P content of spur leaves of 'Bartlett' and 'Anjou' pear. Sci Hortic 59:187-196.
- Kim CH, Kim SC, Jang KC, Song EY, Kim M, Moon DY, Seong KC, Lee JS, Suh HD, Song KJ** (2007). A new kiwifruit cultivar, 'Jecy Green'. J Korean Breed Sci 39:508-509.
- Minchin PEH, Silva ND, Snelgar WP, Richardson AC, Thorp TG** (2003) Modeling of colour development in the fruit of *Actinidia chinensis* 'Hort16A'. New Zeal J Crop Hortic Sci 31(1):41-53.
- Moon DG, Kim CH, Kim SC, Son D, Joa JH, Seong KC, Jung HC, Lim HC, Lee YJ** (2012) Kiwifruit quality of 'Jecy Gold' as affected by soil types in

Jeju island. J Agric Life Sci 46:17-24.

Park YS (2009) Storability new kiwifruit cultivar breed in Korea. J Korean Hortic Sci Technol 27:123-127.

Richardson AC, Boldingh HL, McAtee PA, Schaffer RJ (2011) Fruit development of the diploid kiwifruit, *Actinidia chinensis* 'Hort16A'. BMC Plant Biology 11:182.

Salinero MC, Vela P, Sainz MJ (2009) Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* 'Hayward'). J Hortcic Amsterdam Sci 121:27-31.

II. 연구사

1. 참다래의 일반적인 생리·생태적 특성

참다래(kiwifruit)는 다래나무과(*Actinidiaceae*) 다래나무속(*Actinidia*)에 속하는 다년생 자웅이주의 덩굴성 낙엽과수로서 중국 양자강 유역의 온난하고 다습한 지역이 기원지로 알려져 있다. 다래나무속에는 64종이 보고되고 있는데, 국내에는 다래(*A. arguta*), 쥐다래(*A. kolomikita*), 개다래(*A. polygama*), 섬다래(*A. rufa*) 등 4종이 자생하고 있다(Ferguson, 1999; Kim et al., 2009, Kim et al., 2008). 참다래는 다래나무속에서 가장 경제성이 높은 종으로 3가지 변종(*A. chinensis* var. *deliciosa*, *A. chinensis* var. *chinensis* 및 *A. chinensis* var. *setosa*)으로 구분된다(Huang and Liu, 2014). 이 중 녹색 과육의 *A. chinensis* var. *deliciosa*가 가장 많이 재배되고 있으며, 황색 또는 적육의 *A. chinensis* var. *chinensis*가 그 다음이다. 이들은 염색체 배수성과도 관계되어 있는데, 녹색 계통은 4배체 또는 6배체이고 황색 및 적색 계통은 2배체 또는 4배체이다. 자생지에서 이들은 해발 800m 이하의 저지대, 중간지대 및 1,400m 이상의 고지대로 구분되나 주로 2배체, 4배체 및 6배체가 각각 분포하는 것으로 알려져 있다(Huang and Liu, 2014). 그러므로 배수성은 환경 적응성과 수체 각 기관의 생육과 관계되는 것으로 보인다.

A. chinensis var. *chinensis*의 눈 크기는 크며 하얀 솜털로 덮여있고 밖으로 돌출되어 있는 뾰족한 형태이다. 어린 신초는 연한 녹색을 띄며 하얀 솜털로 덮여있고 다 자란 줄기는 갈색을 띄며 곧게 자란다. 잎의 크기는 작고 두터우며 잎 뒷면은 하얀 솜털로 덮여있고 잎자루는 짧고 하얀 색의 솜털로 덮여 있다. 반면 *A. chinensis* var. *deliciosa*의 눈의 크기는 작고 갈색 솜털이 없으며 껍질에 쌓여있고 둥근 모양의 형태이다. 어린 신초는 진홍색 솜털로 덮여있으며 다 자란 줄기는 짙은 갈색을 띤다. 줄기의 굵기는 var. *chinensis*보다 크고 휘감아 자란다. 잎은 크고 얇으며 어린잎은 밝은 진홍색을 띄고 잎 뒷면에 긴 갈색 솜털이 있으며 잎자루는 갈색 솜털로 덮여 있다.



Fig. 1. Overwintering buds of *Actinidia chinensis* var. 'Jecy Gold' (left) and *Actinidia deliciosa* var. 'Hayward' (right).

A. chinensis var. *chinensis*의 꽃대 길이는 일반적으로 4-5cm이며 하얀 털로 덮여 있고 꽃의 직경은 2.5-3.6cm로 var. *deliciosa*보다 작다. 꽃은 1개의 중심화와 2개의 측화로 발생하여 많은 꽃을 피운다. 반면 *A. chinensis* var. *deliciosa*의 꽃대 길이는 15-20cm로 길고 많은 꽃이 달려 있으며 노란 갈색의 털로 덮여 있다. 꽃의 크기는 var. *chinensis*보다 크며 직경은 3.5-5.5cm 정도이다, 측화가 거의 발생하지 않아 꽃의 수는 적은 편이다.



Fig. 2. A flower buds of *Actinidia chinensis* var. 'Jecy Gold' (left) and *Actinidia deliciosa* var. 'Hayward' (right).

과실의 특성을 보면 *A. chinensis* var. *chinensis*는 과실 표면의 털이 짧아 매끄럽고 과육색은 노란색을 띠는 반면, var. *deliciosa*는 과실 표면에 털이 나 있으며 과육색은 녹색을 띤다(Warrington and Weston, 1990). 또한 *A. chinensis* var.

*chinensis*의 과실 크기는 *var. deliciosa*보다 작으나 수확량이 많고 성숙이 보다 빠르며 당도가 높고 산 함량이 낮은 특징을 갖고 있다.



Fig. 3. Fruits of *Actinidia chinensis* var. 'Jecy Gold' (left) and *Actinidia deliciosa* var. 'Hayward' (right).

참다래는 일반 낙엽과수와 유사하게 7월경에 꽃눈 분화가 시작되어 겨울까지 비대가 이루어지며 이듬해 3월에는 꽃봉오리와 잎 등을 구분할 수 있다. 그리고 3월 이후부터 개화기까지 10주 동안 꽃봉오리와 꽃잎 등의 기관이 급속히 성장하는 특징을 지니고 있다(Brundell, 1975; Polito and Grant, 1984). 참다래는 암·수 단 그루로서 암꽃의 개화 기간은 7-9일이지만 실질적으로 정상적인 과실이 달리기 위해서는 꽃이 핀 후 2-3일 이내에 암술머리에 화분을 묻혀주어야 착과를 유도할 수 있다.

과실 발육과 성숙은 주로 녹색 과육의 '헤이워드'를 대상으로 연구되어 그 과정에 대해 상세히 밝혀져 왔다. 수정 이후 과실 생육은 이중 S자형 양상을 나타낸다. 개화 후부터 30-40일까지는 세포분열 단계로써 과실 생장이 서서히 이루어지며 개화 후 50-60일 까지는 과실의 무게와 크기가 급속히 증가하는 시기이다. 외과피의 세포분열은 개화 후 20일, 내과피는 30일 경에 끝나며 과심은 개화 후 110일까지 분열이 계속 이루어진다. 개화 후 70-80일 경에는 내과피와 과심의 세포비대가 급격히 둔화되어 과실의 비대가 완만한 시기이다.

종자 발육은 수정이 끝난 이후 96시간 안에 시작되며 80일 동안 지속적으로 성장하고 110일이면 생장이 멈춘다(Harvey and Fraser, 1988). 종피가 굳어지기 시작하면서 종피색은 연한 황색을 나타내며 과육은 연한 녹색으로 변한다. 이 후에는 성숙 단계로써 과육세포에 동화산물이 집적되는 시기이다. 과심과 내과피의 세포는 조금씩

비대되나 외과피의 세포는 성숙됨에 따라 약간 축소된다. 과중은 증가되고 과육은 연 녹색에서 짙은 녹색으로 변한다(Hopping, 1976; Woolley et al., 1992). 참다래 과실 특성에 관한 연구는 주로 녹색 과육의 ‘헤이워드’(*A. chinensis* var. *deliciosa*)와 황색 과육의 ‘Hort16A’(*A. chinensis* var. *chinensis*)를 중심으로 이루어져 왔으며 건물율, 당도, 산함량 및 착색도 변화 등 다양한 연구가 이루어지고 있다(Salinero et al. 2009; Minchin et al. 2003).

일반적으로 과실의 크기와 종자수는 정의 상관관계가 있어 큰 과실을 얻기 위해서는 많은 종자가 맺히도록 해야 한다. 정상적인 과실은 대략 700-1,400개 정도의 종자를 함유하고 있는데 ‘헤이워드’ 품종(*A. chinensis* var. *deliciosa*)은 최대 1,800개 까지 종자를 갖는다고 보고된 바 있다(Hopping, 1976; Pyke and Alspach, 1986).

참다래에서 과실 생육의 단계를 나타내는 지표로는 개화후 일수(Days after anthesis, DAA) 또는 당도가 가장 많이 이용되어 왔는데, 최근 선진국에서는 Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie(BBCH)를 이용하고 있다(Richardson et al. 2011).

참다래는 성숙에서 후숙으로의 과정이 매우 짧은 호흡급등형이며 수확 후 일정기간 경과해야 풍미가 증가하여 식미가 좋아지는 후숙형 과실에 속한다. 충분히 성숙하기 이전에 수확하게 되면 저장성은 길어지나 풍미가 감소하여 품질이 떨어지는 반면, 성숙 후 수확이 늦어지면 풍미는 증가하나 물러짐이 급격히 진행되어 저장성이 떨어지는 특성을 가지고 있다. 그러므로 수확적기 설정 및 품질 예측에 대한 연구가 많이 보고되어 왔다(Scott et al., 1986; Beever and Hopkirk, 1990; Mitchell et al., 1990; Crisosto, 1992; Richardson et al., 1997; Burdon et al., 2004). 일반 과실은 물론 참다래에서도 수확기 당도가 과실 품질을 평가하는 지표로 가장 많이 이용되고 있다. 그러나 참다래는 성숙 이후에도 비가용성 탄수화물인 전분을 상당량 함유하고 있어, 수확기 당도로는 후숙후 당도를 정확히 평가하기 어렵다. 최근 품질구성 요인들의 후숙후 당도와의 관계를 분석한 후 상관성이 가장 높은 건물율을 이용하여 후숙후 당도를 예측하고 있다. ‘헤이워드’의 경우 당도보다 3.2% 내외 높은 경향을 보인다(Jordan et al., 2000). 그러나 품종, 재배요인, 수확기 등 다양한 요인의 영향을 받아 건물율은 달라진다(Burdon et al., 2004; Max, 2015).

2. 키위 재배의 광 환경과 수체 및 과실 생육 반응

식물의 생장은 광합성에 유효한 복사에너지의 흡수와 이용에 달려 있으며 (Jackson, 1971), 그 이용률은 식물의 수체 내외부의 공간과 수체관리 체계와 같은 광 환경에 따라 다르다. 수체 내부의 그늘진 곳에서 발달한 잎은 증산율, 기공전도도, 세포내 CO₂ 농도의 감소로 인해 순광합성률이 낮아진다. 이는 차광에 의한 광양자 유속밀도(photosynthetic photon flux density, PPF)의 감소와 관계가 깊다 (Heinicke, 1966; Boardman, 1977; Chartzoulakis et al., 1993).

참다래는 덩굴성 과수로 덕을 이용하여 재배하기 때문에 광 환경의 영향을 크게 받는데 특히, 신초는 3-5m까지 신장하므로 수관 내외부의 광 투과가 크게 달라질 수 있다(Ishii and Nagai, 1980). 그리고 잎은 크기가 크고 신초 사이의 간격이 좁기 때문에 잎이 포개지는 특성을 갖고 있으며 줄기상의 위치 및 형태(terminating 혹은 non-terminating, flowering 혹은 vegetative)에 따라 차이가 있다. 이러한 참다래의 수체 특성은 수관의 광 환경에 영향을 주어 당해의 수체 생육 및 과실품질에 영향을 미칠 뿐만 아니라 다음해 수량에도 크게 영향을 준다(Snelgar and Hopkirk, 1988; Tiyyon and Strik, 2004; Snelgar et al., 1998).

Chartzoulakis et al.(1993)은 *A. chinensis* var. *deliciosa*에 속하는 품종에 대해 햇볕에 노출된 잎과 수체 내부의 그늘진 곳의 잎을 이용하여 광합성과 증산율, 기공전도도, 광양자 유속밀도(photosynthetic photon flux density, PPF), 비엽중 등을 조사한 결과 광합성과 증산율, 기공전도도는 그늘진 잎이 훨씬 낮았으며 이는 수관 내부의 낮은 PPF와 관계가 깊다고 보고하였다. 따라서 참다래는 수관 내부의 그늘이 광합성을 저하시키므로 적절한 전정과 수체관리를 통해 대부분의 잎이 500-800 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도의 PPF를 유지 할 수 있어야 한다. Boardman(1977)에 의하면 낮은 온도 조건에서(10°C) PPF를 280 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도로 낮게 유지하면 줄기 신장은 증가하지만 잎 생장은 다소 감소하여 광 조건뿐만 아니라 온도와도 깊은 관계가 있다고 하였다.

참다래 잎은 49-64% 전엽기부터 광합성을 통해 만들어진 동화물질이 기부와 선단부 양방향으로 전이되는데 과실발육에 필요한 동화물질은 과실이 착생된 잎으로부터 대부분 공급되고 일부는 인접한 위치의 잎으로부터 공급된다고 보고함으로써 과실 비대는 잎에서 합성된 동화물질과 함께 동화물질의 분배 정도에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Lai et al., 1989). 그리고 과도한 영양생장은 수관의 광 투과가 나

빠지며 광합성률이 떨어짐은 물론 동화물질의 분배가 나빠진다는 결과는 여러 연구에서 확인된 바 있다(Fukuda and Takishita, 1993).

Greer and Halligan(2001)은 'Hayward' 품종에서 낮은 PPF에서 생육한 경우, 높은 PPF에서 생육한 수체보다 최대 광합성률이 낮으며, 성엽이 유럽보다 광합성률이 높았으나 호흡량은 낮았다고 하였다. 또한 Greer(2001)은 높은 PPF에서 자란 수체는 낮은 PPF에서 자란 수체에 비해 엽 면적이 13% 더 넓고, 엽 생체중은 250% 이상 많으며, 줄기 생체중은 30% 이상 높았다고 하였다. Piller and Meekings(1997)는 봄철 빠르게 성장하는 신초는 신초발생 직후 몇 주내에 광합성에 의한 탄소 획득이 빠르게 진행되며, 탄소 결핍 상태에서 탄소 잉여 상태로의 전환은 신초 발생 3-4 주 후에 일어나고, 장과지 신초는 단과지 신초에 비해 개화 전 약 3배 정도의 탄소 잉여를 더 갖는다고 하였다. 개화 전 결과지 부위의 적엽은 과실 무게를 감소시키는데 가장 큰 요인이 될 수 있으며 개화 전 신초 생육과 과실 생육은 상관성이 높다고 하였다(Buwalda and Smith, 1990).

A. chinensis var. *deliciosa* 'Hayward'의 경우 개화 이후의 차광은 과실 생육이 저조하고 최종 수확기의 과실 무게가 감소한다고 보고 된 바 있다(Snelgar et al., 1992). 또한 과실의 당도가 낮아지며 저장 기간의 경도가 떨어져 저장기간이 짧아진다고 하였다(Snelgar et al., 1991). Snelgar et al.(1991)은 전년도 30-55% 차광 처리가 이듬해 꽃눈 발아를 29-42%까지 억제시켜 개화가 감소함을 보고하였다. 또한 발아 이전의 차광 처리는 꽃눈수를 감소시킨다(Brundell, 1975). Snelgar and Hopkirk(1988)는 차광정도에 따른 과실 생육을 조사한 결과, 과실무게는 처리간의 유의차는 없었지만 광 투과율이 45%일 경우 70g 이하의 과중 분포가 16%인 반면 광 투과율이 100%인 경우 70g 이하의 과중 분포가 4%로 과중 분포의 차이가 있다고 보고하였다. 하지만 과중은 과실 내의 종자 수와 매우 밀접한 관계가 있는데 수관 내부의 차광 정도가 수분에는 영향을 미치지 않으며 이로 인해 종자 수의 차이, 또는 과중과는 관계가 없는 것으로 보고하였다(Pyke and Alspach, 1986).

Snelgar et al.(1998)는 '헤이워드'에서 부분적인 차광은 과육의 경도와 당도를 감소시키며 또한 전분 함량에도 영향을 주어 저장 기간 중 당도 변화에도 영향을 준다고 보고하였다. 또한 Grant and Ryugo(1984)는 차광 정도에 따라 수체의 전분 함량의 차이를 보였으며 이러한 수체 내의 전분은 과실 비대 및 성숙에 영향을 주고 참다래의 경우, 후숙 후 과실 품질에도 영향을 준다고 보고하였다. 녹색 과육의 '헤이워

드'에서 과육색은 클로로필 함량에 따라 색의 차이를 보이는데 이러한 클로로필 함량은 광 환경 조건에 따라 차이를 보인다(Ben-Arie et al., 1982). Snelgar and Hopkirk(1988)는 차광 처리에 따른 저장 중 클로로필 함량, 전분 함량 및 당도의 변화를 조사하였는데 차광 처리간의 유의차는 없었으나 저장 6주가 지나면 광투과율이 높을수록 클로로필 함량, 전분 함량 및 당도가 높게 나타났으며 24주가 지나면 전분 함량과 당도는 차이가 없었다고 보고하였다.

3. 광 환경 개선과 수체 및 과실 생육 반응

참다래는 덩굴성 낙엽과수로 신초의 세력이 강해 3-5m까지 신장한다. 이러한 신초를 관리하지 않으면 수관 내부의 광 투과가 떨어져 수체 생육 및 과실 품질에 영향을 준다. Bouard(1968)에 의하면 수체 및 과실 생육은 저장양분보다는 생육중인 신초엽의 광합성 활성에 의해 좌우되기 때문에 전정을 통해 수관 내부에 햇빛이 골고루 잘 받도록 하여 고품질의 과실을 생산하는 것이 가장 중요하다고 하였다(Sale, 1981). 참다래의 결과습성을 보면 전년도의 새로 나온 가지가 결과모지가 되고 이 결과모지에서 당해 봄에 자란 가지가 결과지가 된다. 결과지의 기부에서 1-2마디는 잎눈이 되고, 3-8마디에서 꽃봉오리가 발생한다. 따라서 다음해에 좋은 결과지를 만들기 위해서는 전년도의 충실한 결과모지를 설정해야만 한다(Volz et al., 1991; Snelgar et al., 1998; Miller et al., 2001).

좋은 품질의 참다래를 안정적으로 생산하고 효율적인 재배관리를 위해서는 결과지 전정이 무엇보다 중요하며 전정을 통한 수형 관리로 충실한 결과모지 확보와 수관 내부의 광투과를 양호하게 해주어야 한다. 결과지의 전정은 착과 후 유과기에 주로 실시하며 전정시기, 전정방법에 따라 달라지고 나무의 세력, 수령, 품종 등 많은 요인에 의해 다양하게 이루어진다(Burge et al., 1987).

참다래 전정 시기는 크게 겨울전정과 여름전정으로 나눌 수 있다. 참다래는 다른 낙엽과수로 겨울이 되면 낙엽이 지는데 뿌리 압력이 다른 과수에 비해 높아 2월 중순 이후에 전정을 하면 수액이 밖으로 흘러나와 나무의 세력을 약하게 한다. 따라서 겨울 전정은 12월부터 1월까지 하는 것이 좋으며 전년도의 충실한 결과모지는 낫두고 다음해에 수관 내부를 차광시키는 가지 혹은 충실하지 못한 가지는 기부에서 절단을 한다. 여름전정은 겨울전정에 비해 수관 내부의 광 환경을 개선함으로써 광합성에 의한 2차 동화산물을 원활하게 분배하여 신초간의 경쟁을 줄여주며 어린 과실의 생육에

도움을 준다(Tombesi et al., 1993; Cruz-Castillo et al., 2010). 발아기에서 개화기 까지 발육은 전년도의 저장양분에 의해 결정되므로 저장 양분의 과다 소모를 막기 위해 전정을 해주어야 하며 특히 여름 전정을 통해 수관 내부의 광 환경을 개선하고 과실 품질을 향상 시켜야 한다(Warrington and Weston, 1990). 또한 여름전정 시기는 과실의 후숙 전 건물율에 영향을 미치는데 과실의 건물율은 성숙기 축적된 전분 함량과 관계가 높기 때문이다(Beever and Hopkirk, 1990; Richardson et al., 1997).

참다래에서 결과지를 그대로 방치하면 과변무에 따른 일조부족으로 수관 내부의 광 투과율이 떨어져 수세 안정을 어렵게 하고 수형을 교란시킨다고 보고했다(Susaki et al., 1986). ‘헤이워드’의 경우, 결과지 전정은 최적의 엽면적지수(leaf area index, LAI)와 엽과비(number of leaves per fruit)를 조절할 수 있으며 이를 통해 수체 생육의 균형을 맞추고 과실의 당도, 착색 및 저장력을 향상시킬 수 있다는 다양한 연구들이 보고된 바 있다(Woolley and Lawes, 1989; Tombesi et al., 1994).

좋은 품질의 과실을 안정적으로 생산하고 효율적인 재배관리를 위해서는 결과지 전정에 의한 수형관리로 충실한 결과모지 확보와 수관 내부의 광투과를 양호하게 해주어야 한다. 결과지의 전정은 착과 후 유과기에 주로 실시하며 전정시기, 전정방법에 따라 달라지고 나무의 세력, 수령, 품종 등 많은 요인에 따라 다양하게 이루어진다. 그리고 결과지의 전정은 잎의 광합성을 증가시키고 엽록소함량을 증가시키며 엽육세포의 비대와 전분함량의 증가 등 많은 생리 기작에 영향을 미친다(Quinlan and Preston, 1971).

이듬해 결과모지로 사용되는 예비지는 수관 내부의 광 환경에 영향을 주어 수체 생육 및 과실품질에 영향을 미칠 뿐만 아니라 다음해의 생산량에도 영향을 미친다. 결과모지의 길이가 길고 굵으면 새가지 발생수가 많고 길이도 길어지며 엽면적 또한 증가한다(Park et al., 1999). Chung and Ko(1988)는 포도 ‘Kyoho’ 품종에서 결과지의 굵기가 굵을수록 꽃수가 많고 결실률이 높아 결과지 직경과 결실률 간에는 높은 정의 상관을 나타냈다고 하였다.

과수에서 착과수 조절은 수세유지와 함께 과실의 품질을 향상시키고 격년결실을 방지할 목적으로 실시되고 있는데 이러한 효과는 시기와 정도에 크게 영향을 받는 것으로 보고되고 있다(Quinlan and Preston, 1971). Brundell(1988)은 참다래의 경우 적과는 과실 품질과 함께 화아의 소질에 영향을 미친다고 하였고 Grant and

Ryugo(1984)는 적과를 통해 과실 주변의 광 환경을 개선하여 착과된 과실의 품질이 좋았다고 하였다. Testolin et al.(1988)도 참다래에서 과실 수 조절은 과실품질과 관계가 매우 깊다고 보고하였다. Park and Park.(1997)은 참다래의 과중은 잎수가 많을수록 증가하는 경향을 보였고 엽과비가 3:1 이상에서는 차이가 없었으며 만개 후 20일 이후에 적과를 하면 상품과율이 감소한다고 하였다.

4. 인용문헌

- Beever DJ, Hopkirk G** (1990) Fruit development and fruit physiology. In: IJ Warrington, GC Weston(eds), *Kiwifruit Science and Management*. For the New Zealand Society of Horticultural Science. Ray Richards Publisher, pp 97-126.
- Ben-Arie R, Gross J, Sonogo L** (1982) Change in ripening parameters and pigments of the Chinese gooseberry(kiwi) during ripening and storage. *Sci Hortic* 18:65-70.
- Boardman NK** (1977) Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annu Rev Plant Physiol* 28:355-377.
- Bouard J** (1968) The influence of the carbohydrate and nutrient element content of the cane of the vine on the production of grapes. *Potash Rev Subj* 29, suite 6:7(cf. *Hort Abstr* 39:452).
- Brundell DJ** (1988) Quantitative aspects of flowering in the Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis* Planch). *New Zeal J Agr Res* 18:371-374.
- Brundell DJ** (1975) Flower development of the chinese gooseberry(*Actinidia chinensis* Planch) II. Development of the flower bud. *New Zeal J Botany* 13:485-496.
- Burdon J, McLeod D, Lallu N, Gamble J, Petley M, Gunson A** (2004) Consumer evaluation of 'Hayward' kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biology Technology* 34:245-255.
- Burge GK, Spence CB, Marshall RR** (1987) Kiwifruit: effect of thinning on fruit size, vegetative growth, and return bloom. *New Zeal J Exp Agr* 15:317-324.

- Buwalda JG, Smith GS** (1990) Effect of partial defoliation at various stages of the growing season on fruit yields, root growth and return bloom of kiwifruit vines. *Sci Hort* 42:29-44.
- Chartzoulakis K, Therios I, Noitsakis B** (1993) Effects of shading on gas exchange, specific leaf weight and chlorophyll content in four kiwifruit cultivars under field conditions. *Sci Hort* 68:605-611.
- Chung KH, Ko KC** (1988) Studies on the improvement of berry set in 'Kyoho' grape (*Vitis vinifera* L.X *V. labrusca* Bailey). *Seoul Natl Univ J. Agric Sci* 13:27-36.
- Crisosto CH** (1992) Predicting high quality in kiwifruit. *California Grower*, pp 33-34.
- Cruz-Castillo JG, Woolley DJ, Famiani F** (2010) Effect of defoliation on fruit growth, carbohydrate reserves and subsequent flowering of 'Hayward' kiwifruit vines. *Sci Hort* 125:579-583.
- Ferguson AR** (1999). Kiwifruit cultivars: Breeding and selection. *Acta Hort* 498:43-51.
- Fukuda H, Takishita F** (1993) Comparison in dry matter production and assimilate partitioning between 'Jonagold' apple trees on an invigorating rootstock versus a dwarfing rootstock. *J Japan Soc Hort Sci* 62:513-517.
- Grant JA, Ryugo K** (1984) Influence of within-canopy shading on fruit size. Shoot growth and return bloom in Kiwifruit. *J Amer Soc Hort Sci* 109:799-802.
- Gree DH** (2001) Photon flux density dependence of carbon acquisition and demand in relation to shoot growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) vines grown in controlled environments. *Austral J Plant Physiol* 28:111-120.

- Gree DH, Halligan EA (2001)** Photosynthetic and fluorescence light responses for kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves at different stages of development on vines grown at two different photon flux densities. *Austral J Plant Physiol* 28:373-382.
- Harvey CF, Fraser LG (1988)** Floral biology of two species of *Actinidia* (*Actinidiaceae*). II. Early embryology. *Botanical Gazette* 149:37-44.
- Heinicke DR (1966)** The effect of natural shade on photosynthesis and light intensity in 'Red Delicious' apple trees. *Proc Amer Soc Hortic Sci* 88:1-8.
- Hopping ME (1976)** Structure and development of fruit and seeds in chinese gooseberry(*Actinidia chinensis* Planch.). *New Zeal J Botany* 14:63-68.
- Huang HW, Liu Y (2014)** Natural hybridization, introgression breeding, and cultivar improvement in the genus *Actinidia*. *Tree Genetics Genomes* 10:1113-1122.
- Ishii G, Nagai K (1980)** Effect of string, air flow rate and sun light condition on the apparent photosynthetic rate of single apple leaves. *Bull fruit tree Res Stn* 7:63-74.
- Jackson JE, Sharples RO, Palmer JW (1971)** The influence of shade and within-tree position on apple fruit size, colour and storage quality. *Sci Hortic* 46:277-287.
- Jordan RB, Walton EF, Klages KU, Seelye RJ (2000)** Postharvest fruit density as indicator of dry matter and ripened soluble solids of kiwifruit. *Postharvest Biology and Tecnology* 20:163-173.
- Kim CH, Kim SC, Song EY, Ro NY, Kim M, Kang KH, Jang KC, Chun SJ (2009)** A new kiwifruit, 'Jecy Sweet' with high soluble solids content. *Kor J Hortic Sci Technol* 39:508-509.

- Kim CH, Kim SC, Song EY, Ro NY, Kim MS (2008) Anew mini kiwifruit cultivar, "Green King". J Kor Breed Sci 40:461-465.
- Lai R, Woolley DJ, Lawes GS (1989) Effect of leaf to fruit ratio on fruit growth of Kiwifruit. Sci Hortic 39:247-255.
- Max S (2015) kiwifruit. New Zealland Kiwifruit Journal 4(2):14-17.
- Miller SA, Broom FD, Thorp TG, Barnett AM (2001) Effect of leader pruning on vine architecture, productivity and fruit quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. 'Hayward'). Hortic Sci 91:189-199.
- Minchin PEH, Silva ND, Snelgar WP, Richardson AC, Thorp TG (2003) Modeling of colour development in the fruit of *Actinidia chinensis* 'Hort16A'. New Zeal J Crop Hortic Sci 31(1):41-53.
- Mitchell FG, Mayer G, Biasi W (1990) Effect of harvest maturity on storage performance of 'Hayward' kiwifruit. Acta Hortic 297:617-625.
- Park DS, Kang SM, Shon GM, Ro CW, Shin WK (1999) Growth and carbohydrate accumulation in shoots and fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon as affected by the size of bearing mother branches. J Korean Soc Hortic Sci 40:455-458.
- Park YS, Park MY (1997) Effect of time and degree of fruit thinning on the fruit quality, yield and return bloom in kiwifruit. J Korean Soc Hortic Sci 38:60-65.
- Piller GJ, Meekings JS (1997) The acquisition and utilization of carbon in early spring by kiwifruit shoots. Ann Bot 79:571-573.
- Polito VS, Grant JA (1984) Initiation and development of pistillate flowers in *Actinidia chinensis*. Sci Hortic 22:365-371.

- Pyke NB, Alspach PA** (1986) Inter-relationships of fruit weight, seed number and seed weight in kiwifruit. *New Zeal J Hortic Sci* 20:153-156.
- Quinlan JD, Preston AP** (1971) The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. *J Hortic Sci* 46:525-534.
- Richardson AC, Bolding HL, McAtee PA, Schaffer RJ** (2011) Fruit development of the diploid kiwifruit, *Actinidia chinensis* 'Hort16A'. *BMC Plant Biology* 11:182.
- Richardson AC, MacAneney KJ, Dawson TE** (1997) Carbohydrate dynamics in kiwifruit. *J Hortic Sci* 72:907-917.
- Sale PR** (1981) Kiwifruit training and pruning. on T-bar pergola systems. Aglink HPP 234, Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington, New Zealand, pp 1-3.
- Salinero MC, Vela P, Sainz MJ** (2009) Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* 'Hayward'). *J Hortic Amsterdam Sci* 121:27-31.
- Scott KJ, Spraggon SA, McBride RL** (1986) Two new maturity tests for kiwifruit. *CSIRO Food Res Q* 46:25-31.
- Snelgar WP, Hopkirk G** (1988) Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*). *J Hortic Sci* 63:731-742.
- Snelgar WP, Manson PJ, Hopkirk G** (1991) Effect of overhead shading on fruit size and yield potential of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*). *J Hortic Sci* 66:261-273.
- Snelgar WP, Manson PJ** (1992) Determination of the time of flower evocation in kiwifruit vines. *New Zeal J Crop and Hortic Sci* 20:439-447.
- Snelgar WP, Hopkirk G, Seelye RJ, Martin PJ, Manson PJ** (1998) Relationship

- between canopy density and quality of kiwifruit. *New Zeal J Crop Hortic Sci* 26:223-232.
- Susaki S, Aoki M** (1986) The effect of summer pruning on the growth and quality of kiwifruit. *Research Bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center*. No 18:229-234.
- Testolin R, Youssef J, Galliano A** (1988) La potatura den *actinidia* studio della carica di gemme e della lunghezza dei tralci. *Frutticoltura*. 50:53-57.
- Tombesi A, Antognozzi E, Palliotti A** (1993) Influence of assimilate availability on translocation and sink strength in kiwifruit. *New Zeal J Crop Hortic Sci* 21:177-182.
- Volz RK, Gibbs HM, Lupton GB** (1991) Variation in fruitfulness among kiwifruit replacement canes. *Acta Hortic* 297:443-449.
- Warrington IJ, Weston GC** (1990) *Kiwifruit: science and management*. New Zeal Soc Hortic Sci Inc, pp 43-46.
- Woolley DJ, Lawes GS, Cruz-Castillo JG** (1992) The growth and competitive ability of *Actinidia deliciosa* 'Hayward' fruit: carbohydrate availability and response to the cytokinin-active compound CPPU. *Acta Hortic* 297:467-475.
- Tiyayon C, Strik B** (2004) Influence of time of overhead shading on yield, fruit quality, and subsequent flowering of hardy kiwifruit, *Actinidia arguta*. *New Zeal J Crop Hortic Sci* 32:235-241.

CHAPTER I

‘제시골드’ 참다래의 과실 특성 변화와 후숙 후 당도 예측

Abstract

The growth and development stage of ‘Jecy Gold’ was investigated to decide the proper harvesting stage. This study was conducted with 4-year old ‘Jecy Gold’ cultivar of overhead arbor vine in non-heated green house from 2011 to 2013. The growth and development stages of ‘Jecy Gold’ cultivar is expressed with Day after anthesis (DAA) and Biologische Bundtalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH) scale. The fruit enlargement phase of ‘Jecy Gold’ kiwifruit cultivar was at 70 BBCH scale (10 DAA), and the maturation phase was at 80 BBCH scale (140 DAA). The soluble solids content was increased rapidly at 83 BBCH scale (160 DAA), and the flesh was softened at 87 BBCH scale (190 DAA). The fruit senescence was occurred at 90 BBCH scale (210 DAA). Therefore the proper harvest time was able to decide at 83 BBCH scale (160 DAA). And the dry matter content (DM) was increased as the fruit ripens according to fruit maturity and quality relationships. Also soluble solid content (SSC) was correlated with the fruit maturity after ripening. That is, the correlation between DM on unripe fruit and SSC after ripening was the equation below: $y(\text{SSC after ripening}) = 1.1841 \times (\text{DM before ripening}) - 3.5244 (r^2=0.9338)$.

1. 서 언

최근 국내에서 육성한 '제시골드'('Jecy Gold') 품종이 농가에 보급되어 재배되기 시작하고 있다. '제시골드'('Jecy Gold')는 농촌진흥청에서 'Golden Yellow'와 'Songongu' 교잡하여 2003년 등록한 과육색이 노란 조생종 골드키위이다(Kim et al. 2007a). 품종의 특성으로는 새로 난 가지에 털이 없으며 가지 표면이 매끄럽고 과실의 산 함량이 낮으며 발아와 개화가 '헤이워드'('Hayward')에 비해 빠른 편이다. 또한 '헤이워드'에 비해 발아가 잘되며 수세는 비슷하고, 같은 시기에 수확한 '헤이워드' 과실보다 당 함량은 높고 과피에 털이 작고 밀도가 낮은 특징을 갖고 있다(Kim et al., 2007a, 2007b, 2009, 2012).

현재 참다래 과실의 생육기중 과실 특성에 관한 연구는 주로 '헤이워드' 품종에 대해 보고되어 왔으며(Saliner et al., 2009) 생육기 구분은 Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie(BBCH)를 이용하고 있는데 0에서 9까지의 단계별로 구분하여 묘사하고 있다(Richardson et al., 2011). 하지만 국내의 경우 그린 키위는 물론 골드키위에서도 생육기중 과실 특성에 관한 연구는 매우 미흡하다. 특히 골드키위의 경우 수확기에 따른 품질의 차이에 관한 연구가 거의 전무한 실정으로 주관적인 관행에 의존하여 수확기를 결정하고 있는 실정이다

참다래는 전형적인 후숙형 과일로서 후숙 후의 과실품질을 미리 예측하기 위한 지표개발이 매우 중요하다. 이를 위해 수확 시기의 여러 요인과 후숙 후의 과실품질과의 관련성을 찾기 위해 많은 연구가 이루어졌다. 일반적으로 대부분의 과실은 14-17%의 범위를 갖는데 비해 '헤이워드'는 과실의 생체중에서 건물중이 차지하는 비율이 12-20%로써 이는 다른 과실에 비해 건물율의 변화가 큰 편이다(Burdon et al., 2004). 과실의 건물율은 구성 및 비구성 탄수화물로 구성되어 있는데 후숙 과정에서 구성 탄수화물인 펙틴 일부와 비구성 탄수화물인 전분 등이 가용성 고형물로 변환된다(Beever and Hopkirk, 1990; Richardson et al., 1997). 따라서 수확 시기의 건물율을 이용하여 후숙 후의 가용성 고형물 함량을 예측할 수 있는데 실제로 호주, 뉴질랜드(Scott et al., 1986)와 미국(Mitchell et al., 1990; Crisosto, 1992)에서는 수확 시기의 건물율과 후숙 후 당도와의 관계를 이용하여 후숙 후의 당도를 예측하고 있다. 그러나 국내에서는 골드키위 품종에 맞는 후숙 후의 당도를 예측하는 연구가 진행된 바가 전혀 없다.

따라서 본 연구는 국내에서 육성되어 보급하고 있는 ‘제시골드’(‘Jecy Gold’) 품종에 대해 과실 생육 과정을 체계적으로 조사하여 수확적기 판정지표에 관한 기초자료를 만들고, 수확 시기의 과실 품질 요인을 분석하여 후숙 후 당도를 예측할 수 있는 방법을 개발하여 농가 및 유통관련 산업체에서 이용할 수 있는 기초자료를 만들고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 식물 재료

농촌진흥청 온난화대응농업연구소 시험포장(북위, 33° 28' 30' ; 동경, 126° 31' 89')의 무가온 하우스에 재식되어 있는 4년생 '제시골드'('Jecy Gold')를 이용하였고 2011년부터 2013년까지 수행하였다. 무가온 하우스 시설은 비가림 연동으로 지붕의 양 측면에 천창이 설치되어 있으며 사방 측면은 그물망으로 되어 있다. 재식거리는 6×5m, 수형은 일자형이며 시비, 관수, 병해충 방제 등은 농촌진흥청의 참다래 재배력에 따라 실시하였다.

나. 과실 생육 및 특성 조사

과실 생육 조사는 생육이 균일한 5나무를 선정하여 3년간 개화일을 기준으로 일주일 간격으로 같은 굵기의 결과모지 중간에 위치한 결과지로부터 나무 당 6개씩 총 30개의 과실에 대해 수행하였다. 개화후 일수(Days after anthesis, DAA)는 0일부터 210일까지 조사하였으며 BBCH-scale은 전 생육단계 중 과실 생육과정을 나타내는 7~9단계를 이용하여 각 단계별로 코드에 맞추어 표시하였다.

과실 품질 평가는 당도, 산 함량, 경도, 착색 정도, 건물율에 대해 수행하였다. 과실을 거즈에 넣고 압착기로 압착하여 과즙을 추출한 후 당산분석기(NH-200, Horiba, Japan)를 이용하여 당도 및 산 함량을 측정하였다. 과실의 경도는 과실 중앙부위의 과피를 1mm 두께로 벗겨낸 후 직경 3mm 평면 probe(RHEO TEX SD-700, Japan)를 사용하여 조사하였다. 과육의 색도는 과실의 중앙 부위를 절단한 후 색차계(CR-200 chroma meter, Minolta, Japan)를 이용하여 외과피 가운데 부위를 측정된 Hunter 값으로 나타내었다. 과실의 건물율(dry matter, DM) 조사는 과실 중앙부위를 5mm 두께로 자른 후 생체중을 측정한 다음 70°C의 건조기에서 5일간 건조한 후 건물중을 측정하였다. 건물율은 건물중에서 생체중을 나눈 값을 백분율로 나타냈다. 후숙 후 과실 특성 조사는 수확 후 과실을 상온에서 20일간 후숙 시킨 후 후숙 전 과실 특성 조사와 같은 방법으로 조사하였다.

* 건물율=(건물중/생체중)×100

다. 수확적기 분석

일반적으로 참다래의 수확 시기는 만개 후 150-170일에 수확이 가능하며 과실 품질은 성숙기에서 완숙기 사이에 급격히 변한다(Kim et al., 2012). 수확적기를 설정하기 위해 과실 성숙기(만개 후 130일)에서 완숙기(만개 후 190일)까지 20일을 간격으로 60개의 과실을 수확하여 수확 직후와 후숙 후의 2개 군으로 나누어 과실 품질을 측정하였다.

라. 상관분석

후숙 전 과실 특성 요인과 후숙 후 당도와외의 상관분석은 R 프로그램(R 2. 13. 0)을 이용하였으며 후숙 전 건물 중 함량과 후숙 후 가용성 고형물 함량과의 상관관계는 EXCEL 프로그램(MS Office 2010, Microsoft Co. Ltd., USA)으로 회귀식을 계산하였다. PLSR(partial least square regression) 분석은 R 프로그램(version 2.15.0)을 이용하였다. 예측 모델링의 정확도를 향상시키기 위하여 1개의 X 변수에 대해 2개의 Y 변수를 각각 교차검정을 실시하였다. 확립된 예측 모델링을 이용하여 각각의 키위 시료의 당도 함량 예측을 수행하였다. 함량 예측 모델링의 정확도를 조사하기 위하여 시료로부터 당도 함량 실측치와 예측치에 대한 선형회귀분석을 수행하여 상관계수를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 과실 특성 변화

‘제시골드’ 참다래의 과실 생육 변화를 조사하기 위하여 만개 후 일수(DAA)를 이용하여 개화 0일부터 210일까지 조사하여 BBCH scale로 나타내었다. 과실 생육 변화는 개화단계(stage 65), 착과단계(stage 70), 성숙단계(stage 80), 과육연화단계(stage 87), 과실노화단계(stage 90)로 구분하여 제시하였다(Fig. 4). BBCH의 70-80 단계는 과실 비대 단계에 해당하는데 과실비대가 50%인 75단계는 DAA 50일 정도이며 과실비대가 80%인 78단계는 DAA 110일에 해당되었다. 78단계(DAA 110) 이후는 과실비대가 서서히 증가하며 종자 색깔은 검은색으로 변했다(Fig. 4 C). ‘Hort 16A’의 경우는 78단계에서부터 종자 색깔이 하얀색에서 갈색으로, 마지막에 80단계에서 검은색으로 변한다고 보고되었다(Richardson et al. 2011). 과실비대가 완성되는 80 단계는 DAA 140일에 해당하였으며 이후에는 과실 성숙이 시작된다는 것을 확인 할 수 있었다.

과실 경도는 DAA 120일부터 조사하였는데 조사일부터 서서히 감소하다가 DAA 190일(BBCH scale 87단계)부터는 급격하게 감소하는 것을 알 수 있었다. ‘Hort 16A’의 경우는 DAA 210일(BBCH scale 87단계)에서 서서히 감소를 하고 DAA 225일(BBCH scale 88단계)에서 급격하게 감소하다가 DAA 237일(BBCH scale 89단계)부터는 서서히 감소를 하고 마지막 DAA 270-285일(BBCH scale 90단계)에서 에틸렌과 향이 발생하면서 노화된다고 보고되었다(Schroder and Atkinson 2006).

건물울의 경우는 BBCH scale 83(DAA 160일)단계까지 점차 증가하였으며 87단계 이후에는 변화가 거의 없었다. 과실 비대는 BBCH scale 80단계(DAA 140일)에서 멈추었지만 건물울의 경우는 BBCH scale 83(DAA 160일)단계까지 계속 증가하는 것을 알 수 있었다. 당도의 경우는 BBCH scale 80단계(DAA 140일)까지 변화가 거의 없다가 BBCH scale 83단계(DAA 160일) 이후부터 DAA 200일까지 급격하게 증가했다.

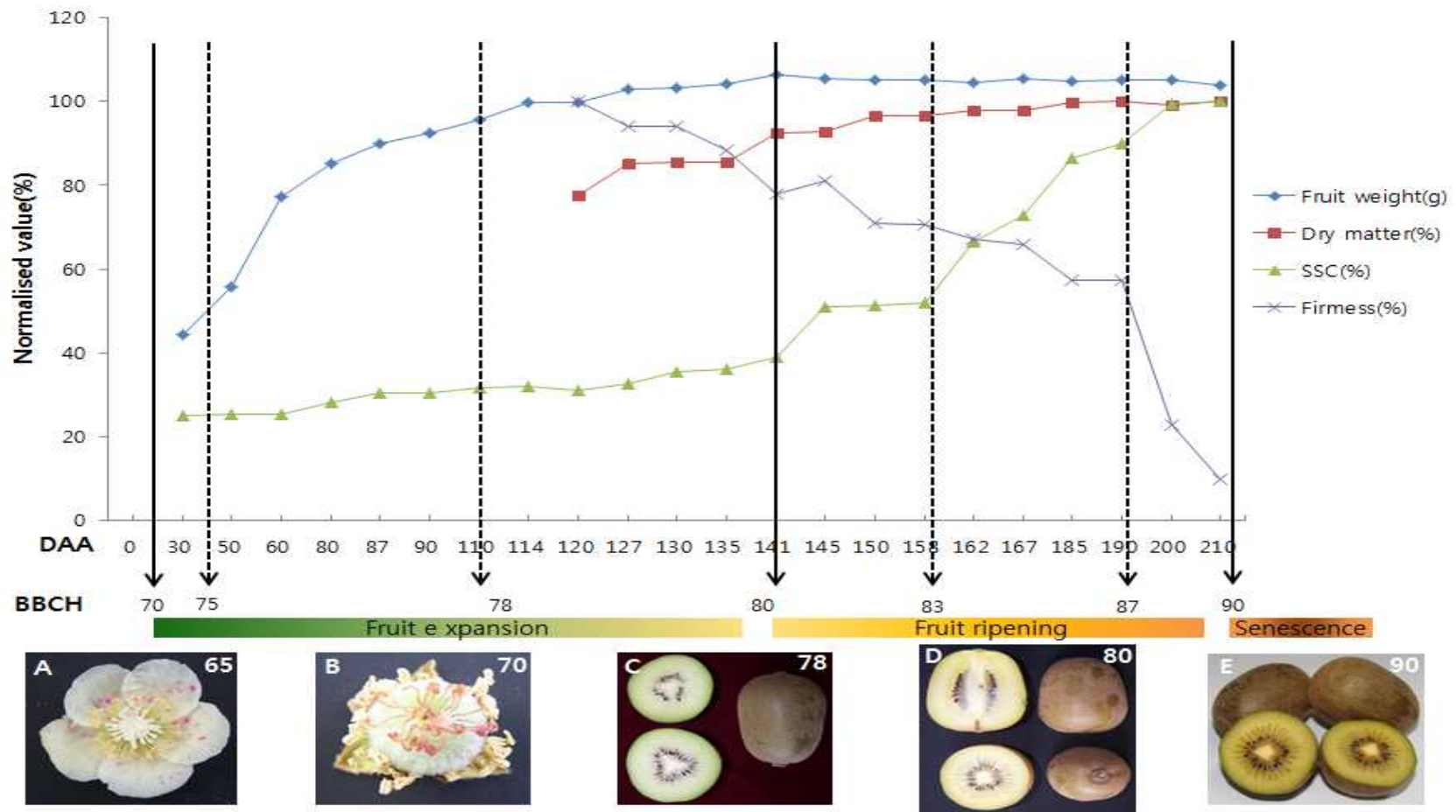


Fig. 4. Development of *Actinidia chinensis* cv. 'Jecy Gold' fruit designated with BBCH stages from open flower (0 days after anthesis, DAA) to over ripe fruit (210 DAA).

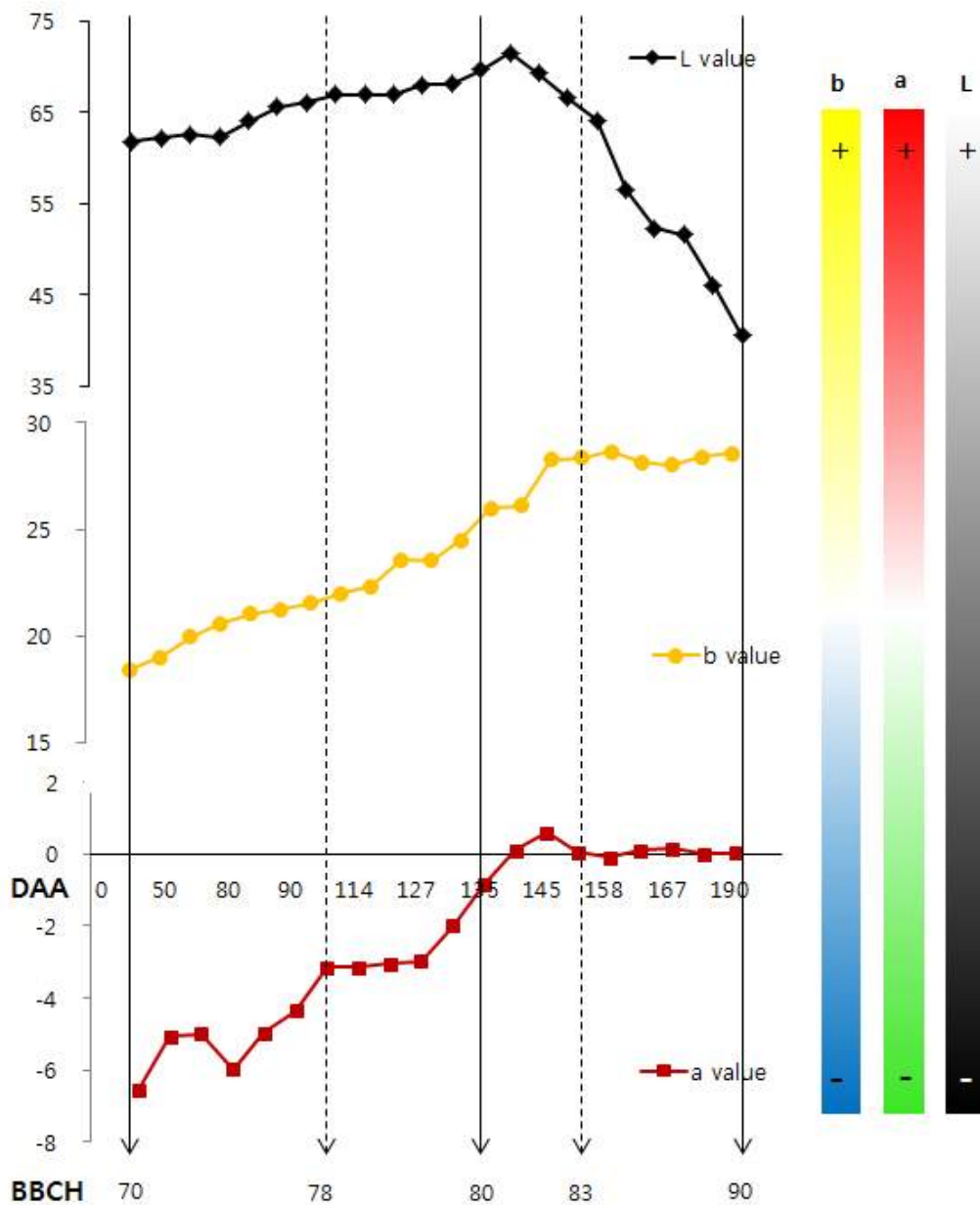


Fig. 5. Change of flesh color in *Actinidia chinensis* cv. 'Jecy Gold' fruits from young developmental stage (30 days after anthesis, DAA) to over ripe stage (190 DAA).

과육의 착색 정도를 측정한 결과, 명도를 나타내는 L값의 경우 BBCH scale 80단계(DAA 140일)까지 서서히 증가하다가 이후부터 감소하는 경향을 보였다. 노란색을 나타내는 b값의 경우, BBCH scale 85단계(DAA 145일)까지 계속 증가하다가 이후에는 더 이상 변화가 없었으며 빨간색을 나타내는 a값의 경우도 b값과 같은 경향을 보였다. 특히 과육색이 노란 참다래의 경우 착색 b값의 변화는 매우 중요하며 수확 적기를 판단하는데 중요한 요인으로 판단된다(Fig. 5).

Snelgar and Hopkirk(1988)는 ‘헤이워드’ 품종의 저장 기간 중 과육색의 변화를 조사 한 결과, 0°C 의 저장 온도 조건에서 0-10주까지 과육색의 변화가 급격하게 변하는데 L값과 b값은 감소하는 반면 a값은 증가한다고 보고하였다. 하지만 ‘제시골드’에 대한 저장 기간 중 과육색의 변화에 대한 연구는 현재까지 수행되어있지 않다. 특히 과육색이 노란 ‘제시골드’의 경우 과육 색은 과실 품질의 중요한 요인이므로 앞으로 저장 기간 중 과육 색의 변화에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

과실 생육기중 특성에 대한 조사 결과를 BBCH와 DAA로 나타내면 개화 후 착과 시기인 BBCH scale 70단계는 DAA 10일, 과실 80% 비대하고 종자가 검은색으로 변하는 BBCH scale 78단계는 DAA 110일, 과실 비대가 끝나고 성숙단계로 바뀌는 BBCH scale 80단계는 DAA 140일, 과육색의 변화가 끝나는 BBCH scale 85단계는 DAA 145일, 과육이 부드러워지는 BBCH scale 87단계는 DAA 190일이며 과실이 노화되는 BBCH scale 90단계는 DAA 210일 이상으로 조사되었다(Table 1).

‘Hort 16A’와 ‘제시골드’의 과실 비대 및 성숙 과정은 비교해보면 ‘Hort 16A’의 경우 과실 비대가 끝나고 성숙단계로 바뀌는 BBCH scale 80단계는 DAA 155일로 ‘제시골드’에 비해 15일정도 성숙이 늦게 이루어지며, 과육이 부드러워지는 BBCH scale 87단계는 DAA 210일로 ‘제시골드’에 비해 20일정도 늦게 이루어진다. 전반적으로 ‘Hort 16A’가 ‘제시골드’에 비해 15-20일 정도 과실 성숙이 늦게 이루어지는 경향을 볼 수 있었다(Richardson et al., 2011).

이러한 결과를 토대로 수확 적기를 판단해보면 BBCH scale 83단계(DAA 160일)에서 수확하는 것이 가장 바람직할 것으로 판단되었다.

Table 1. Growth stages for *Actinidia chinensis* var. 'Jecy Gold'.

Stage	BBCH description	BBCH <i>Actinidia chinensis</i> var. 'Jecy Gold'	Day after anthesis (DAA)
65	Full open flowers	Fully open flower	0
70	Fruit set	Fruit set; petals have abscised, fruit about to grow	10
75	50% fruit growth	Fruit reached 50% final weight; rapid growth	50
78	80% fruit growth	Fruit reached 80% final weight; seeds start to change colour	112
80	Fruit mature	Mature fruit; outer pericarp starts to change colour	140
83	Soluble sugar increasing	Start of rapid increase in soluble sugars	160
85	Colour change finished	Outer pericarp turned yellow (L, a, b value)	145
87	Softening starts	Start of flesh softening	190
89	Eating ripe	Fruit 10 N firmness softening slows	210
90	Plant senescence	Stop of leaf growth	> 210

나. 후숙 후 당도 예측

후숙 후 과실의 당도를 예측하기 위해 후숙 전과 후숙 후의 과실 특성 변화를 조사하였다(Table 2). 후숙 전 당도와 건물율의 경우 점차 증가하는 것을 알 수 있었으며 후숙 후 당도 또한 증가하는 것을 알 수 있었다. Kim et al.(2007a, 2008)은 '제시골드' 품종이 14.8 °Brix, '그린킹'('Green King') 품종은 15.4 °Brix로 보고하였는데 본 실험결과와 유사한 경향을 보였다. Paterson et al.(1991)은 '헤이워드' 품종에서 과실의 밀도와 건물율이 높을수록 가용성 고형물 함량이 높다고 보고하였다. '헤이워드' 품종의 건물율은 14~19.5%를 보이는데 이러한 건물율을 이용하여 후숙 후 과실의 당도를 예측 할 수 있다(Asama et al., 1988; Beever and Hopkirk, 1990). 후숙 전 과실 특성 요인들과 후숙 후 과실 당도와의 상관관계를 분석한 결과(Table 3), 후숙 전 과실특성 중 당도, 착색 L값, 착색 a값 그리고 건물율이 후숙 후 당도와 정의 상관을 나타냈다. 특히 후숙 전 건물율과 후숙 후 당도와의 상관계수는 0.927로 상관이 가장 높은 것으로 나타났다(Table 3). '헤이워드'의 경우 수확 시기의 건물율은 후숙 후 당도를 예측하는 가장 중요한 요인으로 알려져 있으며(Asami et al., 1988; Richardson et al., 1997), Crisoto(1992)은 수확기 이후에도 건물율을 이용하여 후숙 후 당도 및 과실 품질을 예측할 수 있다고 보고한 바 있다. '제시골드' 또한 후숙 전 건물율과 후숙 후 당도와의 상관이 높아 후숙 전 건물율이 후숙 후 당도를 예측하는데 유용한 요인이 됨을 확인하였다.

이러한 결과를 바탕으로 후숙 전 건물율을 이용한 후숙 후 당도를 예측하기 위하여 회귀분석을 수행한 결과(Fig. 6), 건물율과 당도가 정의 선형 관계로 상호 비례적으로 증가하였으며 $y(\text{후숙 후 당도}) = 1.1841 x(\text{후숙 전 건물율}) - 3.5244 (r^2 = 0.9338)$ 으로 나타났다. 따라서 수확 시기의 건물율을 이용하여 후숙 후 당도를 추정 할 수 있을 것으로 판단되었다. 최근에는 근적외분광분석법(NIR)을 이용하여 참다래의 비파괴 품질 선별이 상용화되고 있는데 이는 건물율과 가용성 고형물 함량과의 상관을 이용한 결과라 볼 수 있다(McGlone et al., 2002). 수확 시기의 건물중 함량을 이용하여 후숙 후 당도에 대한 예측값과 실제 조사한 실측값과의 PLS 모델링을 분석하였으며(Fig. 7), 당도의 실측 값과 예측 값을 이용하여 회귀분석을 수행한 결과 상관계수가 $R^2 = 0.84$ 으로 높게 나타났다.

앞으로 이러한 결과를 바탕으로 근적외분광분석법(NIR)을 이용한 비파괴 품질 선별의 연구가 필요하다고 생각되어지며 이러한 당도 예측 모델을 이용한다면 효과적이

고 정확한 당도 예측이 가능할 것으로 판단되었다. 또한, 수확 시기의 건물율을 이용하여 후숙 후 과실의 당도를 예측할 수 있다면 재배 농가의 경우 수확시기를 정확히 판단할 수 있으며 과실 품질의 등급화가 가능하고 소비자들에게는 보다 맛있는 참다래를 제공할 수 있을 것이다. 하지만 건물중 함량을 측정하기 위해서는 과실을 건조시켜야 하는데 건조 시간이 오래 걸리므로 현장에서 바로 건물율을 측정하기 위해서는 조기에 건조할 수 있는 방법이 모색되어야 할 것이다.

Table 2. Comparison of the quality parameters in both unripe and ripe 'Jecy Gold' fruits with different harvesting times.

		Harvesting time			
		130 ^z	150	170	190
Unripe fruit					
Initial	SSC(°Brix)	4.3±0.05	6.2±0.11	11.9±0.13	12.5±0.14
Initial	acidity(%)	1.7±0.03	1.6±0.05	1.5±0.02	1.4±0.03
Initial chromaticity	L value	64.1±0.38	66.5±0.49	56.5±0.63	51.6±0.47
	a value	-9.5±0.23	-8.3±0.22	-5.5±0.24	-4.8±0.14
	b value	19.7±0.23	22.6±0.19	20.1±0.27	19.0±0.31
Initial	firmness(N)	35.4±0.86	40.1±0.96	17.0±0.56	26.0±0.69
Initial	DM(% FW)	12.5±0.15	14.1±0.15	14.6±0.13	14.4±0.46
Ripe fruit					
Ripe	SSC(°Brix)	11.4±0.18	13.8±0.15	13.9±0.10	13.5±0.09
Ripe	acidity(%)	0.5±0.02	0.6±0.02	0.7±0.02	0.7±0.02
Ripe chromaticity	L value	40.8±0.23	47.5±0.26	46.1±0.40	46.1±0.50
	a value	-5.2±0.09	-6.2±0.23	-4.2±0.13	-4.1±0.11
	b value	13.1±0.13	17.6±0.14	16.9±0.18	17.4±0.27
Ripe	firmness(N)	3.6±0.06	3.8±0.07	4.4±0.09	4.1±0.08
Ripe	DM(% FW)	11.6±0.17	13.5±0.14	14.6±0.12	14.6±0.11

^zDays after anthesis.

Table 3. Correlation coefficients among quality parameters of unripe fruits and between SSC of ripe fruits and quality parameters of unripe fruits in 'Jecy Gold' kiwifruit.

	SSC	Acidity	L value	a value	b value	Firmness	Dry matter	rSSC ^z
SSC	1							
Acidity	-0.65336	1						
L value	-0.8086	0.690074	1					
a value	0.64828	-0.28876	-0.49206	1				
b value	0.119407	0.474776	0.344232	-0.0432	1			
Fimness	-0.83948	0.518811	0.692621	-0.47303	-0.1461	1		
Dry matter	0.729833	-0.29991	-0.2656	0.744692	0.395164	-0.47792	1	
rSSC	0.681172	-0.11019	-0.19335	0.631029	0.635221	-0.5314	0.926801	1

^zripe fruit soluble solids content

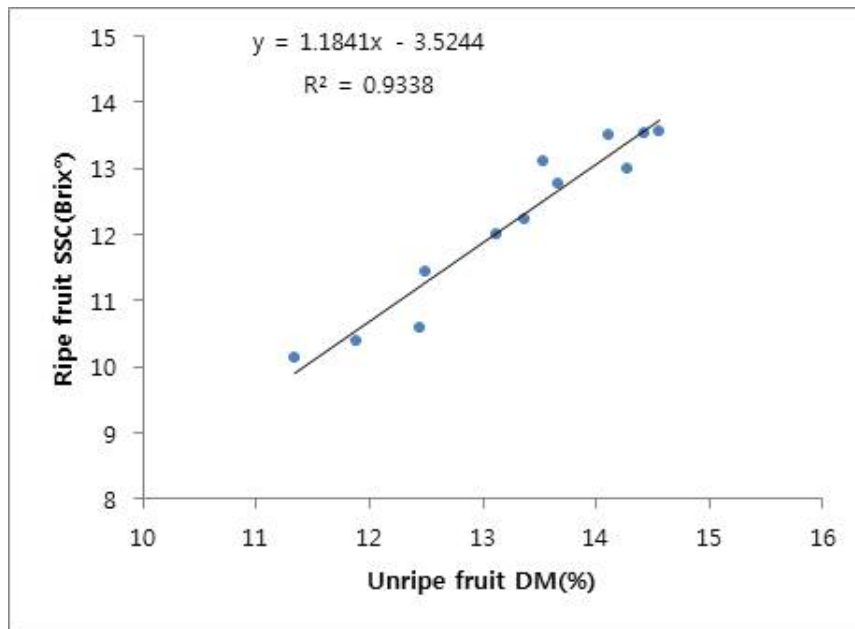


Fig. 6. Regression analysis between dry matter (DM) of unripe fruits and soluble solid content (SSC) of ripe fruits in 'Jecy Gold' kiwifruit.

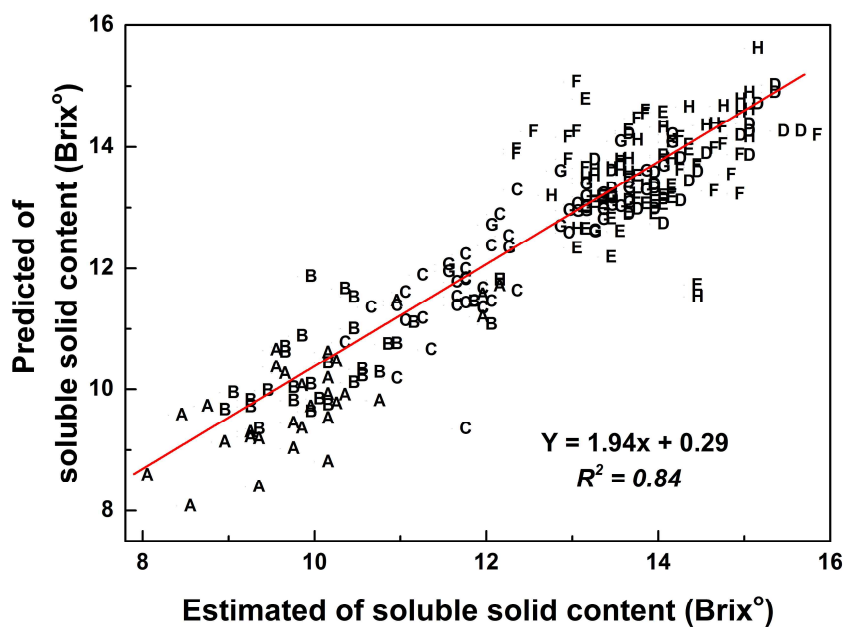


Fig. 7. Linear regression between measured and predicted values of soluble solid content (SSC) analyzed by the partial least square regression (PLSR) model in 'Jecy Gold' kiwifruit.

4. 인용문헌

- Asami I, Tanaka Y, Aoki M** (1988) Studies on the quality evaluation of kiwifruit (1) chemical composition and nondestructive quality evaluation method of kiwifruit. Res Bull Aichi Agric Ctr 20:309-316.
- Beever DJ, Hopkirk G** (1990) Fruit development and fruit physiology. In: IJ Warrington, GC Weston(eds), Kiwifruit Science and Management. For the New Zealand Society of Horticultural Science. Ray Richards Publisher, pp 97-126.
- Burdon J, McLeod D, Lallu N, Gamble J, Petley M, Gunson A** (2004) Consumer evaluation of 'Hayward' kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. Post Bio Technol 34:245-255.
- Crisosto CH** (1992) Predicting high quality in kiwifruit. California Grower, pp 33-34.
- Kim CH, Kim SC, Song EY, Ro NY, Kim MS** (2008) A new mini kiwifruit cultivar, 'Green King'. Korean J Breed Sci 40:461-465.
- Kim CH, Kim SC, Song EY, Ro NY, Kim M, Kang KH, Jang KC, Chun SJ** (2009) A new kiwifruit, 'Jecy Sweet' with high soluble solids content. Korean J Hortic Sci Technol 39:508-509.
- Kim CH, Kim SC, Jang KC, Song EY, Kim M, Moon DY, Seong KC, Lee JS, Suh HD, Song KJ** (2007a) A new kiwifruit cultivar, 'Jecy Gold' with yellow flesh. Korean J Breed Sci 39:258-259.
- Kim CH, Kim SC, Jang KC, Song EY, Kim M, Moon DY, Seong KC, Lee JS, Suh HD, Song KJ** (2007b). A new kiwifruit cultivar, 'Jecy Green'. Korean J Breed Sci 39:508-509.

- Kim SC, Song EY, Kim CH** (2012) A new kiwifruit variety, 'Halla Gold' with high soluble solids content and early harvesting. *Korean J Hortic Sci Technol* 30(3):334-337.
- McGlone VA, Jordan RB, Seelye R, Martinsen PJ** (2002) Comparing density and NIR methods for measurement of kiwifruit dry matter and soluble solids content. *Postharvest Biol Technol* 20:163-173.
- Mitchell FG, Mayer G, Biasi W** (1990) Effect of harvest maturity on storage performance of 'Hayward' kiwifruit. *Acta Hort* 297:617-625.
- Paterson VJ, NacRae EA, Young H** (1991) Relationship between sensory properties and chemical composition of kiwifruit. *J Sci Food Agric* 57:235-251.
- Richardson AC, MacAneney KJ, Dawson TE** (1997) Carbohydrate dynamics in kiwifruit. *J Hortic Sci* 72:907-917.
- Richardson AC, Boldingh HL, McAtee PA, Schaffer RJ** (2011) Fruit development of the diploid kiwifruit, *Actinidia chinensis* 'Hort16A'. *BMC Plant Biology* 11:182.
- Salinero MC, Vela P, Sainz MJ** (2009) Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* 'Hayward'). *J Hortcic Amsterdam Sci* 121:27-31.
- Schroder R, Atkinson RG** (2006) Kiwifruit cell walls: Towavds an understanding of softening?. *New Zeal J Forestry Sci* 36:112-129.
- Scott KJ, Spraggon SA, McBride RL** (1986) Two new maturity tests for kiwifruit. *CSIRO Food Res Q* 46:25-31.
- Snelgar WP, Hopkirk G** (1988) Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*). *J Hortic Sci* 63:731-742.

CHAPTER II

차광 정도가 '제시골드' 참다래의 수체 생육 및 과실품질에 미치는 영향

Abstract

The depending on shading net on 'Jecy Gold' kiwifruit in plastic greenhouse, the changes of photosynthesis, canopy formation, and fruit quality was investigated. 3-year old kiwifruit plants was applied after 1 year cultivation that was forming an umbrella-shape in plastic greenhouse. The shading net was treated as non-treated group, 30% and 60% shading net. Photosynthesis rate of non-treated group was $17.15 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and it was the highest value. Conductance to $\text{H}_2\text{O}(g_s)$ and intercellular CO_2 concentration(C_i) was decreased, as the shading net increased. But transpiration rate was increased. There was not significant differences on shoot length and thickness, leaf stalk length, leaf area by shading net, however chlorophyll content and DM(dry matter) was significantly different on treatment groups by shading net. and There was no differences on fruit weight, acidity, and organic acids by shading net. But fruit hardness, SSC, DM, flesh color, vitamin C, and total phenol were effected by shading net. And the effect of shading on return bloom in 'Jecy Gold' kiwifruit grown was not different on 3 groups. The number of flower per shoot was the most effective on no shade group, shoot length and shoot diameter were reduced on 30% and 60% shading groups.

1. 서 언

참다래는 잎이 크고 덩굴성 과수로 덕을 이용하여 재배하기 때문에 광 환경의 영향을 많이 받는다. 특히 신초가 신장함에 따라 수관 외부와 내부의 광 투과가 크게 달라지는데 차광된 수관 내부보다 직접 햇빛을 받는 외부가 광합성률, 광포화점, 광보상점 및 엽면적당 엽록소 함량이 높다(Ishii and Nagai, 1980). 그리고 차광된 수관 내부는 광투과의 감소로 건물 생산량의 감소를 가져온다고 알려져 있다(Asada and Michitaka, 1998). 'Hayward'(Actinidia chinensis var. deliciosa)의 경우, 차광은 과실 생육을 저하시켜 최종 수확기의 과실 무게가 감소하며(Snelgar et al., 1992), 과실의 당도와 경도가 감소하여 저장기간이 짧아진다(Snelgar et al., 1991). 전년도 차광 처리는 다음 해에 꽃눈 발아를 억제시켜 개화를 줄이고 수확량의 감소를 초래할 수 있다(Snelgar et al., 1991). 하지만 차광에 대한 연구들은 거의 대부분 녹색 과육 품종인 'Hayward' 품종에 국한되어 왔다.

최근 국내외에서 황색 과육 참다래(Actinidia chinensis var. chinensis)의 재배가 급격히 증가하고 있다. 국내에서는 'Jecy Gold'와 'Halla Gold'가 가장 많이 보급되어 있다. 'Jecy Gold'의 잎은 난형이며 'Halla Gold'의 잎보다 크기가 작은 편으로 같은 황육 계통의 품종이지만 형태적 특성은 다르다. 잎 기부와 열편이 맞닿는 황색 과육 계통의 'Jecy Gold'와 'Hort 16A'와는 달리 'Hayward'(A. chinensis var. deliciosa)는 약간 떨어지는 특징을 나타낸다(Kim et al., 2012). 또한 'Jecy Gold' 등의 황색 계통은 'Hayward' 등의 녹색 계통에 비해 잎이 작고 두터운 편이며 수세에도 차이를 나타낸다. 이들의 차이는 염색체의 배수성과 관계되는 것으로 알려져 있다. 즉 황색 계통은 2X 또는 4X인데 반해 녹색 계통은 6X이다(Huang, 2014). 이러한 수체 특성의 형태적 차이는 수관 내 광량과 광 분포에도 영향하여 광 환경의 차이에 기인한 신초의 광합성과 수체 및 과실 생육이 달라질 수 있다.

따라서 본 연구에서는 차광 정도에 따른 '제시골드' 참다래의 광합성 특성과 수체 생육 및 과실특성 변화를 구명하고 광 환경 개선을 통한 고품질 과실을 생산하기 위한 기초 자료로 제공하고자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료 및 차광처리

본 시험은 농촌진흥청 온난화대응농업연구소 시험포장(북위 33° 28', 동경 126° 31')의 무가온 비닐하우스에서 수행하였다. '제시골드' 참다래 2년생 접목묘를 포트에 이식한 후 우산형 수형으로 1년간 생육시켜 3년생이 된 식물체를 시험재료로 이용하였다. 비닐하우스 시설의 구조는 비가림 연동으로 지붕의 양 측면에 천창이 설치되어 있으며 사방 측면은 그물망으로 설치되었다. 포트는 재식거리가 3×3m되도록 배치하였으며, 시비, 관수 및 병해충 방제 등의 재배관리를 농촌진흥청 참다래 재배력에 따라 수행하였다. 인공수분은 2014년 4월 24일부터 26일까지 3일간 적화와 동시에 수행하였다. 인공수분은 '마추아' 품종의 화분을 석송자와 1:10 비율로 희석한 후 인공수분기를 사용하여 수분하였다. 차광은 하우스 내부의 자연광을 대조구로 하여 30%와 60%의 흑색 차광망을 비닐하우스 내부에 설치하여 처리하였으며, 차광 처리별 광량은 광량측정기(Quantum Light Sensor #36681, Spectrum Technologies, USA)를 이용하여 3월부터 12월까지의 데이터를 수집하여 평균값으로 제시하였다(Table 4).

나. 엽록소 및 광합성 특성 조사

차광 정도에 따른 엽록소 지수는 엽록소 측정기(SPAD-501, Minolta, Japan)를 사용하여 신초의 중간 부위에 착생된 건전한 잎에 대하여 반복당 10엽씩 측정하였다. 광도와 CO₂ 농도 조절이 가능한 휴대용 광합성 측정장치(LI-6400, Li-Cor, USA)를 이용하여 처리 별로 정상적인 잎에 대하여 반복당 3엽씩 3반복으로 광합성율을 측정하였다. 이때 CO₂ 농도 400mg·L⁻¹, 온도 25°C의 조건하에서 광량을 1,000μmol·m⁻²·s⁻¹로 조절하여 측정하였다.

다. 과실 및 수체 특성 조사

과실 생육 및 품질 조사는 나무별 10개의 과실을 채취하여 수행하였다. 수확은 2014년 11월 9일에 실시하였고, 수확 직후(후숙 전)와 수확 후 20일 실온 보관(후숙 후)한 과실에 대해 분석하였다. 과실을 거즈에 넣고 압착기로 압착하여 과즙을 추출한 후 당산자동분석기(NH-200, Horiba, Japan)를 이용하여 과즙의 당도와 산

함량을 측정하였다. 과실의 경도는 직경 3mm 평면 probe를 사용한 물성분석기 (RHEO TEX SD-700, Japan)를 이용하여 측정하였다. 과육의 색도는 과실의 중앙 부위를 절단한 후 색차계(CR-200 chroma meter, Minolta, Japan)를 이용하여 외 과피 가운데 부위를 측정한 Hunter 값으로 나타내었다. 엽면적은 신초의 기부로부터 4번째 잎을 엽면적 측정기(LI-3000A, Li-Cor, USA)를 이용하여 측정하였다. 이듬해 개화 및 결과지의 생육은 개화기인 2015년 4월 30일에 조사하였다.

라. 가용성 당 및 유기산 분석

과실 박피 후 착즙한 과즙을 증류수로 1,000배 희석한 다음 0.45 μ m PVDF millipore filter로 여과하여 HPLC(ICS-3000, Dionex, USA)를 이용하여 가용성 당과 유기산 분석을 수행하였다. 분리 칼럼으로는 가용성 당에 CarboPacTM PA1 column(Dionex, USA), 그리고 유기산에 IonPac[®] ICE-AS6 column(Dionex, USA)을 사용하였고 pulsed amperometry detector(PAD)를 사용하여 검출하였다.

마. 비타민 C 및 총 페놀 함량 분석

비타민 C 정량을 위해 과육 30g에 6% meta-phosphoric acid 용액 25mL를 첨가하고 균질기를 이용하여 분쇄한 후, 6,000rpm(4°C)에서 10분 동안 원심분리하였다. 상침액을 취하여 syringe filter로 여과 및 Sep-Pak C18 카트리지를 통과한 후 HPLC로 비타민 C를 정량하였다. HPLC 분석 조건으로 분리칼럼 μ BondapakTM NH₂(3.9×300mm, 10 μ M, Waters, Wexford, Ireland), 이동상 5mM KH₂PO₄(pH 4.6) 및 acetonitrile(30:70), 그리고 유속 1.0mL·min⁻¹으로 설정하였으며 UV 254 nm에서 검출하였다.

총 페놀 정량을 위해 과육 샘플을 80% 메탄올로 추출, 농축, 동결 건조한 후 10mg·mL⁻¹되게 희석하여 조시료로 사용하였다. 조시료 200 μ L에 증류수 2mL을 첨가한 후 2N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma) 200 μ L을 첨가하고 교반하여 발색시켰다. 이를 상온에서 6분 정치시킨 후 7% Na₂CO₃ 2mL를 첨가한 다음 실온에서 90분간 정치한 후 UV 725nm에서 흡광도를 측정하였으며 tannic acid(Sigma)의 검량선을 이용하여 총페놀 함량을 산출하였다.

바. 통계분석

통계분석은 R 프로그램(R 2. 13. 0)을 이용하여 Duncan 다중검정으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 차광 정도와 광합성 반응

차광망 처리에 따른 실제 광량 및 투광도를 Table 4에 나타내었다. 비닐하우스의 무차광과 30% 및 60%의 차광망 처리에서의 광량(PPFD)은 각각 981.2, 654.8 및 $322.6\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 나타났다. 이는 비닐하우스 무차광구 광량의 33.3% 및 67.1%에 해당하여 실제 투광도는 약간 감소하고 있음을 보여주었다. ‘헤이워드’ 품종에서 양호한 성장을 위해 요구되는 $500\text{--}800\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도의 최소 광량 (Chartzoulakes et al., 1993)을 고려하면 30% 차광망 처리는 이러한 한계 광량의 경계에 해당하는 것으로 판단된다.

차광 정도에 따른 ‘제시골드’의 광합성 반응은 Table 5와 같다. 비닐하우스 무차광의 광합성율은 $17.2\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 30% 및 60% 차광망 처리에 비해 높게 나타나 강광 조건에서의 광합성이 높음을 알 수 있었다. ‘헤이워드’ 품종의 경우 낮은 PPFD($380\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)에 비해 높은 PPFD($650\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)에서 광합성이 높았고 수체 생육도 좋았으며, 온도에 따라서는 높은 온도(25°C)에 비해 낮은 온도(10°C)에서 광합성이 높게 나타났다(Laing, 1985). 신초가 길어짐에 따라 잎의 발달 과정에서 노출되는 광량이 달라지는데, ‘헤이워드’ 품종에서 수관의 하부에서 발달한 잎이 광포화점과 순광합성율이 낮다고 보고(Greer and Halligan, 2001)된 바 있다. 또한 덩굴성 과수인 복분자와 다래의 경우에도 수관 하층보다 상층에서 광합성이 높다고 보고되었다(Han et al., 2006; Park et al., 2011). 이들 보고와 비교해 볼 때 ‘제시골드’ 참다래는 녹색 과육의 ‘헤이워드’와의 품종간 차이는 거의 없는 편이었으며, 일반 덩굴성 작물과 유사한 반양지 또는 반음지 식물의 특성을 가지고 있음을 보여 주었다.

차광에 따른 기공전도도(g_s)는 비닐하우스 무차광구에서 가장 높았으며 차광율이 증가할수록 감소하였다(Table 5). 세포 간극의 CO_2 농도(C_i)는 처리간 유의차가 없었으나 무차광과 30% 차광에서 60% 차광보다 높게 나타났다. 기공의 폐쇄는 식물의 잎에서 공변세포 내 K^+ 의 주변세포로의 이동으로 팽압이 감소함에 따른 것으로 기공전도도가 감소하게 된다(Mielke et al., 2003; Sena Gomes and Kozlowski, 1980). 기공폐쇄와 기공전도도의 감소에 따라 외부의 CO_2 는 엽육세포 내로 들어오지 못하는 대신 이미 흡수한 CO_2 가 광합성 대사로 소모되기 때문에 C_i 가 감소한다(Liao and

Lin, 1994). 참다래의 경우 차광이 증가할수록 광합성은 감소하는데, 이는 기공의 부분 폐쇄와 관계되는 것으로 추정된다. 반면 증산율(E)은 광합성과 기공전도도 및 세포 내 CO_2 농도와는 반대의 경향을 나타냈다. 이는 기공폐쇄에도 불구하고 표피 세포의 쿨티쿨층의 발달이 미약함에 따라 엽온의 상승과 증산의 지속과 관계되는 것으로 생각된다.

Table 4. Light intensity and penetration under different shading nets in plastic greenhouse cultivation.

Shading net (%)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Light penetration (%)
No shade	981.2	0
30	654.8	66.7
60	322.6	32.9

Table 5. Effect of shading on photosynthetic parameters in the leaves of the bearing shoots of 'Jecy Gold' kiwifruit grown in plastic greenhouse.

Shading net (%)	$A_{\text{CO}_2}^y$ ($\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	C_i ($\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-1}$)	E ($\text{mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
No shade	17.15 a ^z	0.14 a	158.72 a	2.21 b
30	14.85 b	0.12 ab	158.48 a	2.24 b
60	14.41 b	0.10 b	148.12 a	2.74 a

^z A_{CO_2} , net CO_2 assimilation rate; g_s , conductance to H_2O ; C_i , intercellular CO_2 concentration; E , transpiration rate.

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

나. 차광 정도와 수체 생육

차광 처리에 따른 수체 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 신초 길이, 굵기, 엽병 길이, 엽면적에 있어서는 처리 간 유의성이 인정되지 않았지만 잎의 엽록소 함량과 건물율에 있어서는 처리간 유의성을 보였다. 즉, 신초 길이 및 굵기와 엽면적 및 엽병 길이 등의 외형적 특성과는 달리 엽록소 함량과 건물율 등 내부의 질적 특성은 30% 내외의 차광 수준을 경계로 차이를 나타내었다.

이는 '헤이워드'의 경우 발아기 이후 전 생육기 동안 55%의 차광에서도 신초 길이에 차이가 없었다는 보고(Snelgar and Hopkirk, 1988)와 다래의 경우 만개기 1개월 후 50-60%의 차광에서도 신초수에 차이가 없었다는 보고(Tiyayon and Strik, 2004)와 유사하였다. 또한 잎의 건물율에 있어서 차광에 따른 감소는 '헤이워드' 등 4개 참다래 품종에서 보고 (Chartzoulakis et al., 1993)된 것과 유사하였다. 일반적으로 낮은 광량에서 성장한 잎은 수광량을 높이기 위해 넓은 엽면적을 가지는 반면에 높은 광량에서 성장한 잎은 두꺼운 잎을 가진다고 알려져 있다(Marini and Barden, 1982). 이는 엽육세포를 구성하는 책상조직의 발달과 관계되는 것으로 생각된다(Ishii and Nagai, 1980).

C3 식물에서 광합성과 관계되는 엽록소 함량과 질소 함량에 있어서도 차광에 따른 광합성의 감소는 질소와 엽록소 함량의 감소와 관계되는 것으로 보고되고 있다(Terashima and Evans 1988; Hikosaka and Terashima 1995). 이러한 경향은 '헤이워드' 참다래 품종에서도 확인된 바 있으며(Buwalda et al., 1991), 본 연구에서도 유사한 경향을 보였다. 그러나 Chartzoulakis et al.(1993)는 '헤이워드' 등 4개 참다래 품종의 노지포장에서 수관내부의 광량은 외부의 1-2% 내외인데, 이때의 엽록소 함량은 오히려 3배 정도 증가하였고, 엽록소a보다는 상대적으로 엽록소b의 증가 정도가 높아 그 비율이 3:1에서 2:1정도로 달라진다고 하였다. 그러므로 차광에 따른 신초와 잎의 외형적 또는 내부의 질적 반응은 다래속 식물의 내음성 적응도와 관계되는 것으로 생각되어지나, 광량의 정도는 물론 온도 등 다른 요인과의 상호작용에 따라 반응은 크게 달라질 수 있기 때문에, 종간 또는 종내 품종 간 반응의 차이에 대해서는 보다 상세한 연구가 필요한 것으로 보아진다.

Table 6. The growth and development of bearing shoots in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.

Shading net (%)	Shoot length (cm)	Shoot diameter (mm)	Petiole length (mm)	Leaf area (cm ²)	Leaf chlorophyll (SPAD)	Leaf dry matter (%)
No shading	103.1 a ^z	7.9 a	48.5 a	170.3 a	51.8 a	30.3 a
30	131.0 a	8.1 a	46.5 a	171.8 a	49.6 ab	24.2 b
60	137.3 a	7.9 a	50.9 a	173.4 a	48.5 b	23.0 b

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

다. 차광 정도와 과실 특성

차광 정도에 따른 수확기 과실의 품질 특성과 후숙 후 과실의 품질 특성을 각각 Table 7과 Table 8에 나타내었다. 수확기의 후숙 전과 후숙 후의 과실 특성을 조사한 결과, 과실 무게와 산도에 있어서는 차광 정도에 따른 영향이 없는 것으로 나타났다. 그러나 과실의 경도, 당도, 건물을 및 과육의 색도는 차광의 영향을 받는 것으로 나타났다. 과실의 당도, 건물을, Hunter b 값은 차광에 따라 감소하였고 후숙 전후 그 경향은 지속되었다. 반면 과실의 경도는 수확기에 차광의 영향으로 감소하는 경향을 보였으나, 후숙 후에는 그 영향이 사라져 차광 정도에 관계없는 것으로 나타났다.

본 연구 결과와는 달리 Snelgar and Hopkirk(1988)는 '헤이워드' 품종에서 차광 정도(0, 30 및 55%)를 달리할 때 꽃수와 착과수에 있어서는 차이가 없지만 차광이 증가할수록 과실 무게는 감소하는 반면, 소과의 착과수는 증가한다고 하였다. 또한 과실 경도와 과육 색도에 있어서는 수확기는 물론 후숙 후에도 차이가 없었으며, 당도는 55% 차광에서 무차광에 비해 감소하는 경향이 있지만 유의적인 차이는 없었다. 그러나 차광에 따른 과실 무게의 영향 정도는 연차 간 차이가 나타나서 해에 따라서는 차이가 전혀 나타나지 않을 수도 있다고 하였다(Snelgar et al., 1992). 한편 아래에서도 유사하게 55% 차광에서 과실 무게와 당도에 있어서 무차광에 비해 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이는 보이지 않았으며, 과실수, 상품과율은 유의적인 수준에서 감소하는 경향이 보고(Tiyayon and Strik, 2004)된 바 있다. 반면, Wang et al.(2007)에 의하면 황색 과육의 품종에서 여름철 고온기에 70% 차광의 경우 품종에 따라서는 수확기의 과실 무게와 당도가 유의적인 차이를 보일 수 있다고 하였다. 또한 'Cabernet Sauvignon' 포도의 경우 무차광에 비해 차광 40% 수준에서 과방중, 과립중, 과피 착색도 및 당도는 감소한 반면 산함량은 증가하였으나(Areher and Struss, 1989), 'Tompson Seedless'의 경우 차광 30% 또는 50% 수준에서 과방중, 과립중 및 산함량은 오히려 증가한 반면 당도는 감소하였음이 보고(Serat and Kulkarni, 2015)된 바 있다.

그러므로 본 연구결과에서 나타난 과실 품질의 반응이 차광 및 광량 감소에 따른 광합성의 감소로 과실로의 동화물질 전류의 감소와 관계되는 것으로 생각되어지나 품종, 수령 및 수관면적은 물론 온도 등의 생물적 또는 비생물적 요인과의 상호작용 정도에 따라 그 결과는 다르게 나타날 수도 있을 것으로 생각되며, 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

Table 7. Fruit quality at harvest in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.

Shading net (%)	Fruit weight (g)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Dry matter (%)	Flesh chromaticity		
						L value	a value	b value
No shading	80.8 a ^z	25.3 a	11.2 a	1.31 a	15.4 a	60.7 a	2.3 a	28.7 a
30	81.9 a	21.6 ab	9.6 b	1.18 a	13.8 b	60.4 a	1.8 a	24.3 b
60	81.4 a	17.8 b	9.9 b	1.32 a	13.7 b	56.0 b	1.9 a	24.7 b

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

Table 8. Fruit quality at ripe eating stage in ‘Jecy Gold’ kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.

Shading net (%)	Fruit weight (g)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Flesh chromaticity		
					L value	a value	b value
No shade	76.2 a ^z	1.5 a	14.8 a	0.63 a	45.1 a	3.2 a	24.2 a
30	79.0 a	1.7 a	12.9 b	0.65 a	45.6 a	2.3 a	20.5 b
60	76.4 a	1.9 a	12.9 b	0.51 b	45.1 a	2.3 a	19.4 b

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

라. 차광 정도와 가용성당 및 유기산 조성

차광 정도에 따른 과실의 유리당 및 유기산 조성은 Table 9와 같다. 참다래 과실의 가용성당 조성을 보면 포도당과 과당의 함량이 많은 반면에 자당의 함량은 미미한 수준이었다. 이는 ‘헤이워드’ 품종의 경우와 유사하였다(Esti et al., 1998; Jeong et al., 2007). 차광에 따라 가용성 당의 함량은 점차 감소하였는데, 포도당의 감소가 상대적으로 높게 나타났고, 그에 따라 가용성당의 조성에도 영향을 주는 것으로 나타났다. 유기산의 조성은 차광 정도에 따라 차이는 없었으며, 주요 성분은 사과산과 퀴산으로 나타났다. 차광에 따라 당도는 감소하였는데(Table 8), 이는 가용성당 성분들의 감소와 조성의 변화와 관계되었다(Table 9). 반면, 산함량(Table 8)과 유기산의 함량(Table 8) 및 유기산 조성(Table 9)에 있어서는 차광에 따른 영향이 없는 것으로 나타났다. 그러나 ‘Tompson Seedless’ 포도(Serat and Kulkarni, 2015)와 ‘Fuji’ 사과(Kim, 2006)의 경우 차광에 따라 가용성당의 조성이 달라진다고 하였으며, ‘Cabernet Sauvignon’ 포도(Archer and Strauss, 1989)의 경우에는 주석산이 감소하고 사과산이 증가하여 유기산의 조성이 변화될 수 있음이 보고되었다.

그러므로 ‘제시골드’ 참다래에서 차광에 따른 가용성당 및 유기산 조성의 변화가 황색 과육 품종 또는 녹색 과육 품종에도 적용될 수 있는지는 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

Table 9. Soluble sugar and organic acid content of fruits at ripe eating stage in ‘Jecy Gold’ kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.

Shading net (%)	Soluble sugars (mg·g ⁻¹ FW)			Organic acids (mg·g ⁻¹ FW)				
	Glucose	Fructose	Sucrose	Oxalic	Tartaric	Quinic	Citric	Malic
No shade	54.9 a ^z	48.2 a	3.4 a	nd	0.26 a	0.81 a	0.22 a	1.16 a
30	40.6 b	40.9 b	3.0 a	nd	0.27 a	0.79 a	0.37 a	1.54 a
60	23.6 c	29.4 c	1.5 a	nd	0.21 b	0.68 a	0.46 a	1.60 a

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test, 5% level. n.d: not detected.

마. 차광 정도와 비타민 C 및 총 페놀함량

차광 정도에 따른 비타민 C 함량과 총 페놀 함량을 분석한 결과는 Table 10과 같다. 비타민 C 함량은 무차광에서 $0.94\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 인데 30% 또는 60% 차광망 처리에서는 0.75 , $0.76\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 비슷한 수준에서 감소하였다. 총 페놀 함량에 있어서도 차광의 영향은 유사한 경향을 보였다. 참다래의 경우, 품종 또는 과실 발육에 따른 이들 성분의 변화에 대해 부분적으로 연구되어 왔다. 즉, 참다래의 경우 비타민 C는 미숙과 보다 완숙과에서 높게 나타난 반면, 총 페놀 함량은 반대의 경향으로 나타났으며, 그 정도는 품종에 따라 차이가 있다고 보고된 바 있다(Richadson et al., 2004; Oh et al., 2011). 그러나 차광에 따른 이들 성분의 변화에 대한 연구는 아직까지 보고된 바 없다. 다만, 차광에 따른 과실의 엽록소 함량에 있어서 차광 70-80% 수준은 크게 영향하지 않으나, 90% 이상의 차광에서는 급격히 감소한다는 연구가 보고(Lawes, 1989)된 바 있다. 또한 과실의 안토시아닌 등 플라보노이드 함량에 대한 연구는 주로 과실의 봉지 재배를 고려한 과실 자체의 차광에 대한 연구가 거의 대부분을 차지하고 있다(Zoratti et al., 2014).

그러므로 플라보노이드 합성의 전구물질이 앞에서 합성되어 전류되는 동화물질에서 유래하는 것을 고려할 때, 잎의 광량에 따른 과실의 플라보노이드 및 비타민 C 등 향산화 성분들의 변화에 대한 연구도 원예학적인 측면에서 필요한 분야로 생각된다.

바. 차광 정도와 이듬해 개화

차광 정도에 따른 이듬해 개화 반응을 Table 11에 나타내었다. 전년도 차광 정도에 따른 신초 발아율을 조사한 결과, 처리간의 유의차는 없었다. 결과지당 착화수는 무차광에서 가장 높게 나타났으며 차광에 따라 착화수는 감소하였다. 또한 결과지의 길이와 두께는 무차광에 비해 30% 또는 60% 차광망 처리에서 비슷한 수준에서 감소하였다. 이는 전년도 차광처리가 이듬해개화에 영향을 미치는 것으로 판단되었으며, 이는 착과수 및 수량에도 영향을 미칠 것으로 생각된다. Snelgar et al.(1991, 1992)에 의하면 차광에 따라 이듬해 신초의 발아율은 영향받지 않았으나, 신초당 개화수는 감소하였다. 또한 추가적인 연구에서 이들의 반응은 연차간에 변이를 나타냄을 보여주었다. 다래에서도 차광에 따른 이듬해 신초 발아 및 개화에 미치는 유사한 결과가 보고된 바 있다(Tiyayon and Strik, 2004). Kwack(2013)에 의하면 '골드러쉬'에서 75% 이상의 적엽은 이듬해 결과지 비율과 결과지당 착화수가 현저히 감소하였는데,

이는 저장양분의 감소와 관계되었으며, 뿌리에서의 영향이 가장 크다고 하였다.

그러므로 본 연구에서의 차광에 따른 착화수 및 결과지 생육의 감소는 광합성 감소에 따른 저장양분의 감소와 관계되는 것으로 추정되며, 이에 대해서는 보다 상세한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Table 10. Vit C and total phenolics content of fruits at ripe eating stage in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.

Shading net (%)	Vit C (mg·g ⁻¹ FW)	Total phenolics (μg·g ⁻¹ FW)
No shade	0.94 a ^z	135.05 a
30	0.75 b	97.74 b
60	0.76 b	106.06 ab

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

Table 11. Effect of shading on return bloom in 'Jecy Gold' kiwifruit grown under different shading nets in plastic greenhouse.

Shading net (%)	No. sprout per cane	Shoot length (cm)	Shoot diameter (mm)	No. flower per shoot
No shade	6.6 a ^z	21.6 a	5.4 a	4.9 a
30	6.8 a	13.9 b	4.2 b	3.4 a
60	6.0 a	16.3 b	4.4 b	0.6 b

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

4. 인용문헌

- Archer E, Strauss HC (1989)** Effect of shading on the performance of *vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon'. S Afr J Enol Vitic 10:74-77.
- Asada T, Michitaka O (1998)** The effect of shading on the growth young 'Fuji' apple trees. J Japan Soc Hortic Sci 67:655-659.
- Buwalda JG, Meekings JS, Smith GS (1991)** Seasonal change in photosynthetic capacity of leaves of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*) vines. Physiol Plant 83:93-98.
- Chartzoulakis K, Therios I, Noitsakis B (1993)** Effect of shading on gas exchange, specific leaf weight and chlorophyll content in four kiwifruit cultivars under field conditions. J Hortic Sci 68:605-611.
- Greer DH, Halligan EA (2001)** Photosynthetic and fluorescence light responses for kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves at different stages of development on vines grown at two different photon flux densities. Aust J Physiol 28:337-382.
- Han J, Kim SH, Chung HG, Jang YS, Cho YJ (2006)** Characteristics of photosynthesis, leaf, fruit by crown *Rubus coreanus* Miq. J Korean Forestry Sci 95:328-333.
- Hikosaka K, Terashima I (1995)** A model of the acclimation of photosynthesis in the leaves of C3 plant to sun and shade with respect to nitrogen use. Plant Cell Environ 18:605-618.
- Ishii G, Nagai K (1980)** Effect of string, air flow rate and sun light condition on the apparent photosynthetic rate of single apple leaves. Bull fruit tree Res Stn 7:63-74.

- Kim SC, Song EY, Kim CH** (2012) A new kiwifruit variety, 'Halla Gold' with high soluble solids content and early harvesting. *Korean J Hortic Sci Technol* 30(3):334-337.
- Kim SJ** (2006) Three growth and fruit quality and coloration as affected by temperature, shading, and reflective light quality in 'Fuji' apple. Ph. D. thesis Chungbuk Nat'l. Univ.
- Kwack YB, Kim HL, Chae WB, Lee JH, Lee EH, Kim JG, Lee YB** (2013) Regrowth of buds and flower bud formation in kiwifruit as affected by early defoliation. *Korea J Environ Agric* 32:201-206.
- Laing WA** (1985) Temperature and light response curves for photosynthesis in kiwifruit(*Actinidia chinensis*) cv. 'Hayward'. *New Zeal J Agr Res* 8:117-124.
- Law GS** (1989) The effect of shading on the chlorophyll content of 'Hayward' kiwifruit. *New Zeal J Crop Hortic Sci* 17:245-249.
- Liao CT, Lin CH** (1994) Effect of flooding stress on photosynthetic activities *Momordica charantia*. *Plant Physiol Biochem* 32:1-5.
- Marini RP, Barden JA** (1982) Light penetration on overcast and clear days and specific leaf weight in apple trees as affected by summer of dormant pruning. *J Ame Soc Hortic Sci* 107:39-43.
- Mielke MS, Almeida AF, Gomes FP, Aguilar MA, Mangabeira PA** (2003) Leaf gas exchange, chlorophyll fluorescence and growth responses of *Genipa americana* seedlings to soil flooding. *Environ Exp Botany* 50:221-231.
- Oh HJ, Jeon SB, Kang HY, Yang YJ, Kim SC, Lim SB** (2011) Chemical composition and antioxidative activity of kiwifruit in different cultivars and maturity. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 40:343-349.

- Park Y, Han J, Hwang SI, Kim SH, Kang MS (2011) Changes of photosynthesis, leaf and fruit characteristics of *Actinidia argute* and hybrid kiwi (*A. argute* × *A. deliciosa*) according to crown layer. Korean J For Soc 100:8-13.
- Richardson AC, Marsh KB, Bolding HL, Pickering AH, Bulley SM, Frearson NJ, Ferguson AR, Thornber SE, Bolitho KM, Macrae EA (2004) High growing temperatures reduce fruit carbohydrate and vitamin C in kiwifruit. Plant Cell Environ 27:423-435.
- Sena Gomes AR, Kozłowski TT (1980) Growth responses and adaptations of *Fraxinus pennsylvanica* seedlings to flooding. Plant Physiol 66:267-271.
- Serat B, Kulkarni SS (2015) Effect of shade net on yield and quality of grapes cv. 'Tompson Seedless'. J Int Sci Res 4:1841-1844.
- Snelgar WP, Hopkirk G (1988) Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*). J Hortic Sci 63:731-742.
- Snelgar WP, Manson PJ, Hopkirk G (1991) Effect of overhead shading on fruit size and yield potential of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*). J Hortic Sci 66:261-273.
- Snelgar WP, Manson PJ, Stowell BM (1992) Effect of overhead shading on fruit size and yield potential of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*). J Hortic Sci 66:261-273.
- Terashima I, Evans J (1988) Effect of light and nitrogen nutrition on the organization of the photosynthetic apparatus in spinach. Plant Cell Physiol 29:143-155.
- Tiyayon C, Strik B (2004) Influence of time of overhead shading on yield, fruit quality, and subsequent flowering of hardy kiwifruit, *Actinidia arguta*. New Zeal J Crop Hortic Sci 32:235-241.

Wang ZY, Yuan FR, He KJ, Bu FW (2007) Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit in regions with high temperatures in summer. *Acta Horti* 753:399-406.

CHAPTER III

결과지의 전정 방법과 시기가 '제시골드' 참다래의 수체생육 및 과실품질에 미치는 영향

Abstract

The treatment was conducted to develop the pruning manuals of bearing branches on 'Jecy Gold' kiwifruit cultivar to improve the growth and development, also produce high quality fruits. This research evaluated the pruning methods and periods of bearing branches on 5-year old 'Jecy Gold' trees cultivated overhead arbor type in plastic greenhouse. The percent of light penetration was high short pruning, long pruning, non-pruning in order. Especially there were the significant differences on 3 treatments at early growth stages, but no significantly differences on 3 groups by the reduction of the light penetration after August. the photosynthesis, leaf area of bearing branches, dry matter, and leaf chlorophyll were higher on short and long pruning groups than non-pruning group. And the shoot growth of short pruning group was higher on length, diameter, number of leaf per shoot, leaf area, and petiole length than one of other groups. In case of fruit quality, the short and long pruning were also effective, soluble solids content was the highest on short pruning group. the short pruning time of current bearing shoots was effective in June. The chlorophyll content and dry matter also were higher on the short pruning in June. Consequently, the short pruning treatment in June was the most effective on the fruit growth and quality.

1. 서 언

참다래는 덩굴성 낙엽과수로 세력이 강한 편에 속하며 신초는 보통 6-8m까지 생장한다. 신초를 관리하지 않으면 신초가 무성하여 수관 내부의 광 투과가 낮아지고 수체 생육 및 과실 품질에 좋지 않은 영향을 주게 된다(Volz et al., 1991; Snelgar et al., 1998; Miller et al., 2001). 일반적으로 수고, 수형 및 재식거리, 재식방향, 가지구성과 배열에 따라 수관 내 광량과 광투과가 달라지며(Kappel and Neilsen, 1994), 다양한 수형 조절 및 겨울철 유도 전정으로 광 환경을 개선하는 연구가 진행되어 왔다(Salisbury and Ross, 1992; Rosati et al., 1999). 그런데 참다래에서 수체 및 과실 생육은 저장양분 함량보다는 오히려 생육중인 신초엽의 광합성 활동에 의해 더 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 그러므로 고품질의 과실을 생산하기 위해서는 겨울철 전정보다 생육기 전정을 통해 수관 내부에 햇빛이 골고루 잘 들어가도록 하는 것이 매우 중요하다(Sale, 1981). 생육기 전정은 수관 내부의 광 환경 개선에 따른 과실품질 향상이외에도 충실한 결과모지의 확보에 따른 격년결과 방지효과도 있어 생육기 전정은 참다래 재배관리에서 가장 중요한 요인의 하나로 인식되고 있다.

참다래 신초의 신장은 5월 하순부터 6월 상순까지 매우 왕성하고 그 후에는 마디 사이가 서서히 짧아지며 6월 중순이 되면 신초의 선단부가 감기기 시작한다. 그러므로 생육기 전정은 유과기부터 실시하게 되는데, 구체적인 전정시기와 방법은 품종, 수형, 재식거리, 수세, 수령 등 여러 가지 요인에 따라 달라진다(Burge et al., 1987; Miller et al., 2001; Tiyyon and Strik, 2004; Pramanick et al., 2015). 그러나 이러한 연구들은 거의 대부분 녹색 과육 품종인 '헤이워드'에 진행되어 왔다.

국내 재배되는 참다래 품종은 주로 녹색 과육의 '헤이워드'로 구성되어 있으나, 최근 '제시골드' 등 황색 과육 계통의 품종 재배가 급속히 증가하고 있다. 황색 과육 계통의 품종은 녹색 과육 계통에 비해 발아에서부터 개화, 착과 및 수확 등 생육기가 2주 정도 빠르게 진행되며 착과가 잘되어 수량이 많다. 녹색 과육 계통과 황색 과육 계통 간에는 생육반응의 차이가 많은 편이다. 그럼에도 불구하고 '제시골드' 등 황색 과육 계통의 참다래에 대해서는 전정에 관한 연구가 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 수관 내부의 광 환경을 개선하고 생육 및 과실품질을 높이기 위한 결과지 전정 방법과 시기를 구명하여 '제시골드' 참다래 품종에 맞는 재배기술을 확립하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료

본 시험은 농촌진흥청 온난화대응농업연구소 시험포장(북위 33° 28', 동경 126° 31')의 무가온 비닐하우스에서 2013년부터 2014년까지 2년간 수행하였다. 시험재료로는 5년생 '제시골드'('Jecy Gold')를 이용하였다. 재식거리는 5×6m이고, 수형은 일자형이며 시비, 관수 병해충 방제 등의 재배관리는 농촌진흥청의 참다래 재배력에 따라 실시하였다. 인공수분은 5월 2일부터 7일까지 5일간 적화와 동시에 수행하였다. 한라골드영농조합법인에서 판매하는 화분을 구입하여 석송자와 1:10 비율로 희석한 후 인공수분기를 사용하여 수분하였다.

나. 정정 방법 및 시기

결과지 전정은 발아한 후 결과지의 엽이 15매 정도 전개되는 시기를 택해 수행하였다. 전정 방법은 최종 결실마디 직후에서 5엽 이하에서 절단한 단초전정과 결실마디 직후에서 10엽 이상에서 절단한 장초전정을 설정하여 2013년에 처리하였으며 전정을 하지 않은 무처리와 비교하였다. 전정 시기의 처리는 2014년에 실시하였으며 전년도에 얻은 결과를 토대로 단초전정의 방법으로 6월 5일(만개 후 30일), 7월 5일(만개 후 60일), 8월 5일(만개 후 90일)로 나누어 수행하였다. 모든 처리는 나무당 반복으로 처리별 3주를 선정하여 수행하였다.

다. 조사 방법

광도는 광량측정기(Quantum Light Sensor #36681, Spectrum Technologies, USA)를 이용하여 5월부터 10월까지 수집하여 월별 투과율로 환산한 값으로 나타냈다(Fig. 8). 광합성, 엽면적, 건물율 및 엽록소 지수를 착과한 결과지의 기부에서 4번째의 잎을 대상으로 조사하였다. 또한 이듬해 결과모지로 이용되는 신초에 대해 신초의 길이와 굵기, 엽수, 엽면적 및 엽병 길이를 조사하였으며 엽의 특성 조사는 기부에서 4번째의 잎에서 수행하였다. 엽면적은 엽면적 측정기(LI-3000A, Li-Cor, USA)를, 엽록소 지수는 엽록소 측정기(SPAD-501, Minolta, Japan)를 사용하여 측정하였다. 광합성 측정은 광도와 CO₂농도 조절이 가능한 휴대용 광합성 측정장치(LI-6400, Li-Cor, USA)를 이용하여 정상적으로 성장한 잎을 선정하여 나무당 3엽씩 측정하였

다. 이때 CO₂농도는 400mg·L⁻¹, 온도는 25°C의 조건하에서 과량을 1,000μmol·m⁻²·s⁻¹로 조절하여 측정하였다.

과실 생육 및 품질 조사는 처리별로 30개의 과실을 채취하여 분석 및 조사하였다. 수확은 11월 9일에 실시하였고, 수확 직후(후숙 전)와 수확 후 20일까지 과실을 실온에서 보관(후숙 후)하여 생육 및 품질을 조사하였다. 과즙은 과실을 거즈에 넣고 압착기로 압착하여 추출하였다. 과즙의 당도(가용성고형물) 및 산함량은 당산자동분석기(NH-200, Horiba, Japan)를 이용하여 측정하였다. 과실의 경도는 직경 3mm 평면 probe를 사용하여 과정부의 경도(RHEO TEX SD-700, Japan)를 조사하였다. 과육의 색도는 과실의 중앙 부위를 절단한 후 색차계(CR-200 chroma meter, Minolta, Japan)를 이용하여 외과피 가운데 부위를 측정한 Hunter 값으로 나타내었다.

라. 통계 분석

통계분석은 R 프로그램(R 2.13.0)을 이용하였으며 평균간 비교는 Duncan 다중검정으로 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 전정 방법과 광합성

개화기인 5월부터 수확기 10월까지 전정방법에 따른 수관 내부의 광 투과율을 조사한 결과, 단초처리, 장초처리 그리고 무처리 순으로 광 투과율이 높게 나타났다. 신초 생육 초기인 5월에서 7월까지의 전정방법에 따른 유의차를 보여 전정방법에 따라 수관 내부의 광 투과 효과를 보였지만 8월 이후에는 수관 내부의 광 투과가 급격히 떨어지면서 전정방법에 따른 유의차를 보이지 않았다(Fig. 8). 수관 내부의 광 투과는 잎의 광합성을 통한 수체 생육뿐만 아니라 과실의 크기 및 당도와 같은 품질에 영향을 주며 수확 후 과실 품질에도 영향을 준다(Grant and Ryugo, 1984; Tombesi et al., 1993; Patterson et al., 1993). Susaki and Aoki(1986)은 엽과비가 7-8:1 비율로 하계전정을 실시하면 수관 내부에 광 투과가 증가하여 과실의 당도가 증가하고 결과모지의 생육도 양호하였다고 하였다.

전정 방법에 따른 '제시골드'('Jecy Gold') 참다래의 광합성은 Table 12과 같다. 단초전정과 장초전정의 광합성율은 $16.93, 17.00 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로 무처리 $9.78 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에 비해 높게 나타나 전정을 통한 수관 내부의 광 조건이 잎의 광합성을 높였음을 알 수 있었다. 여름전정은 겨울전정에 비해 수관 내부의 광 환경을 개선함으로써 광합성에 의한 2차 동화산물을 원활하게 분배하여 신초간의 경쟁을 줄여 주며 어린 과실의 생육에 도움을 준다(Tombesi et al., 1993; Cruz-Castillo et al., 2010). 덩굴성 과수인 복분자딸기(Han et al., 2006)와 다래(Park et al., 2011)의 경우에서도 수관 하층보다 수관 상층에서의 잎의 광합성 속도가 높다는 결과가 있는데 이와 유사하였다.

기공전도도(gs), 세포 간극의 CO_2 농도(C_i) 및 증산율(E)을 조사 결과(Table 12), 전정방법에 따른 기공전도도(gs)는 단초전정에서 가장 높았으며 전정을 하지 않은 무처리가 가장 낮은 결과를 보였다. 기공전도도는 기공세포의 개폐에 영향을 주는데 전정에 의한 수관 내부의 광 환경 개선은 기공전도도와 잎의 광합성율을 향상시켜 준다고 볼 수 있다(Mielke et al., 2003; Sena Gomes and Kozlowski, 1980).

세포 간극의 CO_2 농도(C_i)는 처리간의 유의차는 없었으나 단초전정, 장초전정, 그리고 무처리 순으로 높게 나타났다. 결국 전정을 함으로써 수관 내부의 광환경이 개선되었고 이로 인해 기공전도도가 증가하여 기공을 통한 CO_2 가 원활히 엽육세포 조

직 내로 들어가 세포 간극의 CO₂ 농도(*C*)가 증가된 것으로 판단된다(Liao and Lin, 1994). 증산율(*E*)도 기공전도도나 세포 간극의 CO₂ 농도와 마찬가지로 같은 반응을 보였다.

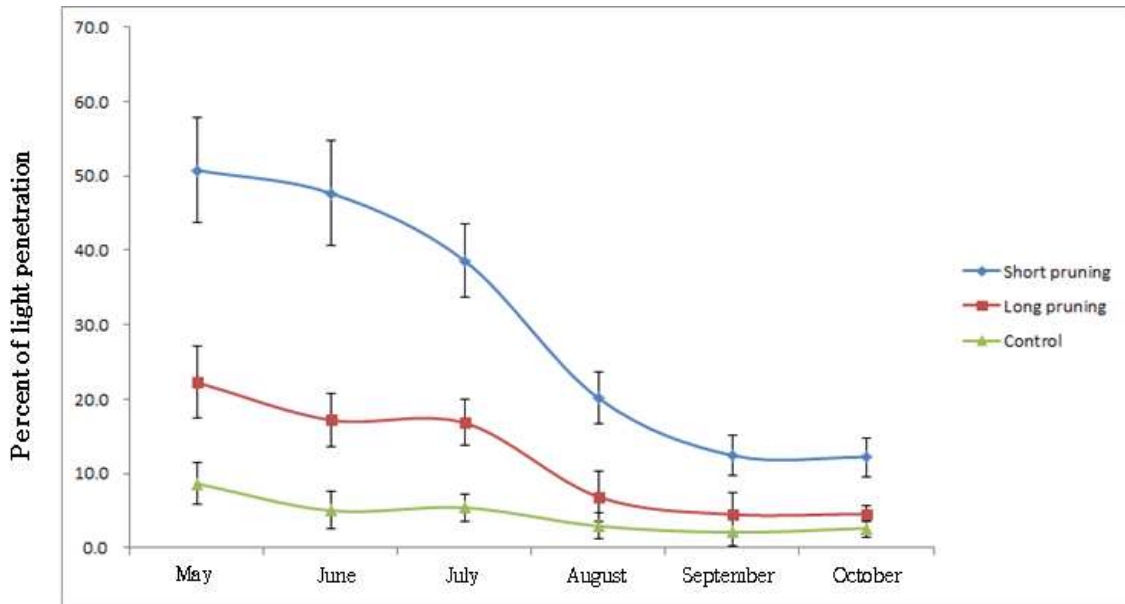


Fig. 8. Percent of light penetration based on photosynthetic photon flus density (PPFD) in the canopy of 'Jecy Gold' kiwifruit vines with the different pruning methods of bearing shoots. Vertical bars indicate standard error.

Table 12. Effect of pruning method on leaf photosynthetic parameters in the bearing shoots of 'Jecy Gold' kiwifruit vines.

Pruning method	$A_{CO_2}^z$ ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-1}$)	E ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
No pruning	9.78 b ^y	0.08 b	186.00 a	1.02 b
Long pruning	17.00 a	0.16 a	194.33 a	2.10 a
Short pruning	16.93 a	0.19 a	220.08 a	2.04 a

^z A_{CO_2} , net CO_2 assimilation rate; g_s , conductance to H_2O ; C_i , intercellular CO_2 concentration; E , transpiration rate.

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

나. 전정 방법과 수체 생육

전정 방법에 따른 잎의 면적, 건물율 및 엽록소 지수를 조사한 결과(Table 13), 엽면적은 처리간의 유의차는 없지만 전정을 한 처리구보다 전정을 하지 않은 대조구가 높게 나타났다. 일반적으로 낮은 광 조건에서 생장한 잎은 수광량을 높이기 위해 넓은 엽면적을 가지는 반면에 높은 광 조건에서 생장한 잎은 두꺼운 잎을 갖는다(Marini and Barden, 1982). 하지만 잎의 광합성과 관계가 깊은 건물율과 엽록소 지수는 엽면적과는 반대로 단초처리에서 가장 높게 나타났으며 무처리에서 낮게 나타났다. 수체 생육이 왕성해지면 수관 외부와 내부의 투광량이 달라지며 차광된 수관 내부보다 직접 햇빛을 받는 외부가 광합성, 광포화점 및 광보상점이 높고 단위 엽면적당 총 엽록소 함량도 수관 내부의 음엽보다 높다(Ishii and Nagai, 1980). 포도의 경우에도 엽육 조직과 관련하여 높은 광도에서 전개된 잎은 낮은 광도에서 전개된 잎보다 엽육 조직이 잘 발달되어 치밀하고 두꺼워지는 것으로 보고되었는데(Kim, 2005), 본 연구 결과도 유사한 경향이였다.

이듬해 결과모지로 이용하는 신초의 생육을 조사를 하였는데(Table 14), 신초 길이, 굵기, 마디길이 및 엽수 모두 단초전정을 했을 경우 장초전정과 무처리에 비해 높게 나타났다. 전정은 생장조절, 수관의 투광 개선, 개화 촉진, 과실품질 향상 및 수형을 유지하기 위해 한다. Verner(1955)에 의하면 전정은 생장조절물질의 균형을 변경시킬 수 있다고 하였는데 특히 가지의 선단부와 잎에서 생성된 옥옥신(auxin indoleacetic acid, IAA)이 체관부를 따라 다른 곳으로 이동하여 신초, 눈, 그리고 가지의 생장을 촉진 시킨다고 하였다. 포도의 경우도 단초전정을 통해 신초의 길이가 200cm까지 증가시켰고, 단초전정+장초유인은 150cm 전후를 나타냈다고 보고된 바가 있다(Kim et al., 2015). 이는 전정을 통해 선단부에서 생성된 옥옥신이 체관부를 통해 이동함으로써 다른 신초가 일시적으로 생장한 것으로 판단되었다(Barden et al., 1989).

Table 13. Effect of pruning method on leaf development in the bearing shoots of 'Jecy Gold' kiwifruit vines.

Pruning method	Leaf area (cm ²)	Dry matter (%)	Leaf chlorophyll (SPAD)
No pruning	144.29 a ^z	24.54 b	51.32 b
Long pruning	136.03 a	23.37 b	53.03 ab
Short pruning	142.85 a	26.99 a	54.84 a

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

Table 14. Effect of the pruning method of current bearing shoots on the growth of axillary shoots trained for next season canes in 'Jecy Gold' kiwifruit vines.

Pruning method	Shoot length (cm)	Shoot diameter (mm)	No. leaf per shoot	Leaf area (cm ²)	Petiole length (mm)
No pruning	119.8 b ^z	8.28 b	17.1 b	108.5 a	73.1 b
Long pruning	124.3 b	8.37 b	17.8 b	105.7 a	73.6 b
Short pruning	158.0 a	10.39 a	23.3 a	109.2 a	81.3 a

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

다. 전정 방법과 과실 특성

전정 방법에 따른 과실의 품질의 변화는 Table 15에 나타내었다. 과실 무게는 단초전정과 장초전정이 무처리에 비해 높게 나타났다. Biasi and Altamura(1996)에 의하면 과실 부위에 차광처리를 했을 경우, 과경의 체관부와 물관부의 비대가 감소하고 과심의 관다발 조직 또한 생육이 감소한다고 하였다. 이로 인해 과실의 건물율이 떨어지며 무기양분 또한 감소한다고 보고하였다. ‘헤이워드’의 경우, 전정을 통해 20% 이상 수관 내부의 광 투과량을 증가시키면 착과 이후 과실 비대가 증가하여 수확량을 증가시킬 수 있다고 보고되었다(Chouliaras et al., 1995). Tomkins and Shaulis(1955)는 포도 ‘Catawba’ 품종에서 강전정한 결과, 과방증이 증가했다고 보고하였는데 이는 본 시험과 같은 결과를 보였다. 한편 Moris et al.(1984)은 약전정을 하면 초기에는 수량과 품질을 향상시키지만 수세를 약화시켜 오히려 장기적으로 보면 수량을 감소시킨다고 하였다. 그리고 Smart et al.(1982)은 포도 ‘Concord’ 품종에서 약전정을 하면 과실 생산량이 증가하고 나무 당 마디수가 많아지지만 마디당 신초의 수, 과립중 및 당도는 감소한다고 하여 본 시험의 결과와는 다른 경향을 보였다.

맛을 결정짓는 당도는 단초전정에서 가장 높았으며 경도에서는 유의차가 없었다. 과실의 당도와 성숙과정은 수관 내부로의 광 투과가 얼마나 잘 이루어졌는지에 따라 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Jung and Choi, 2010). 또한 밝기 정도를 나타내는 착색 L값과 노란색을 나타내는 착색 b값의 정도를 보면, 단초전정에서 높게 나타나는 것을 알 수 있으며 이는 수관 내부의 광 환경 조건이 과육 색에도 영향을 미친다고 볼 수 있다.

‘헤이워드’의 경우, 전정은 최적의 엽면적 지수(leaf area index, LAI)와 엽과비(number of leaves per fruit)를 조절할 수 있으며 이를 통해 수체 생육의 균형을 맞추고 과실의 당도, 착색 및 향산화물질을 증가시키며 저장력을 증진시킬 수 있다는 여러 결과가 보고(Snelgar et al., 1986; Tombesi et al., 1993; Assar et al., 2009)된 바 있는데, 향후 이에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

Table 15. Effect of the pruning method of current bearing shoots on fruit quality at harvest in 'Jecy Gold' kiwifruit.

Pruning method	Fruit weight (g)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Flesh chromaticity		
					L value	a value	b value
No pruning	81.7 b ^z	16.82 a	13.4 c	1.23 a	58.6 b	3.4 a	30.2 b
Long pruning	88.3 a	17.98 a	13.9 b	1.16 b	58.9 b	3.3 a	30.9 b
Short pruning	87.8 a	17.38 a	14.7 a	1.14 b	61.2 a	3.4 a	33.6 a

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

라. 전정 시기와 수체 생육 및 과실 특성

전정 시기에 따른 수체 생육을 조사한 결과(Table 16), 6월에 단초전정을 했을 경우가 그 이후 7월, 8월에 단초전정을 처리한 경우보다 이듬해 결과모지로 이용할 수 있는 신초 생육이 높게 나타났다. 결과지의 전정은 기부 엽에서의 광합성 증가와 엽록소함량의 증가, 엽육세포의 비대 및 전분 함량의 감소 등의 생리 기작에 영향을 미치는데(Quinlan and Preston, 1971) 참다래는 생장이 왕성하고 도장성이 강하기 때문에 전정 시기를 보다 일찍 하는 것이 바람직하리라 생각된다.

엽록소 함량과 건물울 또한 6월에 단초전정을 한 처리구가 높게 나타났다(Table 16). 잎의 엽록소 함량과 건물울은 광합성 능력과의 상관관계가 있는데 잎의 활발한 광합성은 수체 및 과실 생육에 영향을 줄뿐만 아니라 과실 품질에도 영향을 미친다(Terashima and Evans, 1988; Hikosaka and Terashima, 1995).

Chouliaras et al.(1995)은 전정 시기를 개화 당일, 착과 후 2일 그리고 착과 후 9일로 나누어 처리했는데 신초의 생육은 착과 후 2일에 전정을 한 처리구가 가장 높게 나타났으며 과실 생산량 또한 증가하였다고 보고하였다. 착과 후 2일은 본 연구의 전정 처리시기보다 빠른 시기이기 때문에 전정 시기를 보다 조기에 처리하여 시험할 필요가 있다고 사료된다.

전정 시기에 따른 후숙 전 과실 생육 및 품질을 조사한 결과(Table 17), 과실 생육은 6월 처리구에서 가장 높게 나타났으며 처리 시기가 늦을수록 생육이 부진함을 알 수 있었다. 과실 비대기(개화 후 24-38일)에 전정을 하게 되면 과실 내부에 탄수화물의 집적이 증가하여 과실 비대가 증가하는데 전정 시기를 보다 빨리 할수록 과실 생육에는 효과가 좋다고 보고된바 있다(Hopping, 1975; Lawes et la., 1990).

또한 건물울과 착색 b값의 경우에도 6월 처리구에서 가장 높게 나타났는데(Table 17), 전정에 따른 과실 생장의 촉진에서 언급한 바와 같이 탄수화물 집적과 관계되는 것으로 보아진다.

Table 16. Effect of the short pruning time of current bearing shoots on the growth of axillary shoots trained for next season canes in 'Jecy Gold' kiwifruit vines.

Pruning time	Shoot length (cm)	Shoot diameter (mm)	Petiole length (mm)	Leaf area (cm ²)	Leaf chlorophyll (SPAD)	Dry matter (%)
June	249.7 a ^z	9.3 b	83.3 a	140.9 b	56.3 a	27.9 a
July	196.8 b	8.9 bc	74.7 b	166.2 a	54.9 b	24.8 b
August	152.1 c	8.4 c	73.9 b	166.6 a	54.2 b	24.7 b

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

Table 17. Effect of the short pruning time of current bearing shoots on fruit quality at harvest in 'Jecy Gold' kiwifruit.

Pruning time	Fruit weight (g)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Dry matter (%)	Flesh chromaticity		
						L value	a value	b value
June	108.5 a ^z	25.4 a	8.1 a	1.33 a	14.9 a	69.1 a	4.5 a	29.5 a
July	104.5 ab	22.3 b	7.9 a	1.31 a	13.6 b	69.3 a	3.9 a	25.8 b
August	100.7 b	26.2 a	7.4 b	1.25 a	13.9 b	67.9 b	2.7 b	25.4 b

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

4. 인용문헌

- Assar P, Eshghi S, Tafazoli E, Rahemi M, Khazaeipoul YG, Monfared AS** (2009) Improving fruit quality in 'Hayward' kiwifruit using proper leaf to fruit ratios and girdling. *Hortic Environ Biotechnol* 50:481-486.
- Barden JA, DelValle TBG, Myers SC** (1989) Growth and fruiting of delicious apple trees as affected by severity and season of pruning. *J Amer Soc Horticult Sci* 114:184-186.
- Biasi R, Altamura M** (1996) Light enhances differentiation of the vascular system in the fruit of *Actinidia deliciosa*. *Physiologia Plantarum* 98:28-35.
- Burge GK, Spence CB, Marshall RR** (1987) Kiwifruit: effect of thinning on fruit size, vegetative growth, and return bloom. *New Zeal J Exp Agr* 15:317-324.
- Chouliaras V, Gerasopoulos D, Lionakis S** (1995) The effect of summer pruning and shading on the yield and quality of 'Hayward' kiwifruit. *J Horticult Sci* 70:975-980.
- Cruz-Castillo JG, Woolley DJ, Famiani F** (2010) Effect of defoliation on fruit growth, carbohydrate reserves and subsequent flowering of 'Hayward' kiwifruit vines. *Sci Horticult* 125:579-583.
- Grant JA, Ryugo K** (1984) Influence of within-canopy shading on fruit size. Shoot growth and return bloom in Kiwifruit. *J Amer Soc Horticult Sci* 109:799-802.
- Han J, Kim SH, Chung HG, Jang YS, Cho YJ** (2006) Characteristics of photosynthesis, leaf, fruit by crown *Rubus coreanus* Miq. *J Korean For Soc* 95:328-333.

- Hikosaka K, Terashima I** (1995) A model of the acclimation of photosynthesis in the leaves of C3 plant to sun and shade with respect to nitrogen use. *Plant Cell Environ* 18:605-618.
- Hopping ME** (1975) Effect of exogenous auxin, gibberillins and cytokinins on fruit development in Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis* Planch.). *New Zeal J Botany* 14:69-75.
- Ishii G, Nagai K** (1980) Effect of string, air flow rate and sun light condition on the apparent photosynthetic rate of single apple leaves. *Bull fruit tree Res Stn* 7:63-74.
- Jung SK, Choi HS** (2010) Light penetration, growth, and fruit productivity in 'Fuji' apple trees trained to four growing systems. *Sci Hortic* 125:672-678.
- Kappel F, Nielsen GH** (1994) Relationship between light microclimate, fruit quality, specific leaf weight and N and P content of spur leaves of 'Bartlett' and 'Anjou' pear. *Sci Hortic* 59:187-196.
- Kim BS, Cho KC, Ma KC, Yun BK, Jung SK, Lee KA, Choi HS** (2015) Effect of pruning methods on growth and fruit quality of 'Hongisul' grape trees. *Korean J Int Agric* 27(2):216-220.
- Kim DH** (2005) Effect of shading and water stress on photosynthesis and morphological characteristics in grapes. Ph. D. thesis Chungbuk Nat'l. Univ.
- Lawes GS, Wooley DJ, Lai R** (1990) Seeds and other factoes affecting fruit size in kiwifruit. *Acta Hortic* 282:257-264.
- Liao CT, Lin CH** (1994) Effect of flooding stress on photosynthetic activities *Momordica charantia*. *Plant Physiol Biochem* 32:1-5.

- Marini RP, Barden JA** (1982) Light penetration on overcast and clear days and specific leaf weight in apple trees as affected by summer of dormant pruning. *J Amer Soc Hortic Sci* 107:39-43.
- Mielke MS, Almeidan AF, Gomes FP, Aguilar MA, Mangabeira PA** (2003) Leaf gas exchange, chlorophyll fluorescence and growth responses of *Genipa americana* seedlings to soil flooding. *Enviro Exp Botany* 50:221-231.
- Miller SA, Broom FD, Thorp TG, Barnett AM** (2001) Effect of leader pruning on vine architecture, productivity and fruit quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. 'Hayward'). *Hortic Sci* 91:189-199.
- Morris JR, Cawthon DC, Sims CA** (1984) Long-term effect of pruning severity, nodes per bearing unit, training system and shoot positioning on yield and quality of 'Concord' grapes. *J Amer Soc Hortic Sci* 109(5):696-683.
- Park Y, Han J, Hwang SI, Kim SH, Kang MS** (2011) Changes of photosynthesis, leaf and fruit characteristics of *Actinidia arguta* and hybrid kiwi (*A. arguta* × *A. deliciosa*) according to crown layer. *J Korean For Soc* 100:8-13.
- Patterson KJ, Mason KA, Gould KS** (1993) Effects of CPPU(N-(2-chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea) on fruit growth, maturity and storage quality of kiwifruit. *New Zeal J Crop Hortic Sci* 21:253-261.
- Pramanick KK, Shukla AK, Kumar J, Watpade S** (2015) Effect of Bioregulator, summer and winter pruning and nutrient spray on fruit grade and yield of kiwifruit. *Int J Tropi Agr* 33:1033-1038.
- Quinlan JD, Preston AP** (1971) The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. *J Hortic Sci* 46:525-534.
- Richardson AC, MacAneney KJ, Dawson TE** (1997) Carbohydrate dynamics in

kiwifruit. J Hortic Sci 72:907-917.

Rosati A, Esparza G, Dejong TM, Pearcy RW (1999) Influence of canopy light environment and nitrogen availability on leaf photosynthetic characteristics and photosynthetic nitrogen-use efficiency of field-grown nectarine trees. Tree Physiology 19:173-180.

Sale PR (1981) Kiwifruit training and pruning. on T-bar pergola systems. Aglink HPP 234, Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington, New Zealand, pp 1-3.

Salisbury FB, Ross CW (1992) Plant physiology. Wadsworth Publishing Company, Belmont, USA, pp 257.

Sena Gomes AR, Kozlowski TT (1980) Growth responses and adaptations of *Fraxinus pennsylvanica* seedlings to flooding. Plant Physiol 66:267-271.

Smart RE, Shaulis NJ, Lemon ER (1982) The effect of Concord vineyard microclimate on yield. II. The interrelations between microclimate and yield expression. Amer J Enol Vitic 33:109-116.

Snelgar WP, Hopkirk G, Seelye RJ, Martin PJ, Manson PJ (1998) Relationship between canopy density and quality of kiwifruit. New Zeal J Crop Hortic Sci 26:223-232.

Snelgar WP, Thorp TG, Patterson KJ (1986) Optimal leaf:fruit ratios for fruit growth in kiwifruit. Acta Hortic 175:115-119.

Susaki S, Aoki M (1986) The effect of summer pruning on the growth and quality of kiwifruit. Research Bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center, No 18:229-234.

Terashima I, Evans Jr (1988) Effect of light and nitrogen nutrition on the organization of the photosynthetic apparatus in spinach. Plant Cell

Physiol 29:143-155.

Tiyayon C, Strik B (2004) Influence of time of overhead shading on yield, fruit quality, and subsequent flowering of hardy kiwifruit, *Actinidia arguta*. New Zeal J Crop Hortic Sci 32:235-241.

Tombesi A, Antognozzi E, Palliotti A (1993) Influence of assimilate availability on translocation and sink strength in kiwifruit. New Zeal J Crop Hortic Sci 21:177-182.

Tomkins J, Shaulis N (1955) The Catawba grape in New York. II. Some effects of severity of pruning on the production of fruit and wood. Proc Amer Soc Hortic Sci 66:214-219.

Verner L (1955) Hormone relations in the growth and training of apple trees. Idaho Agr, Exp, Res, Bul, pp 28.

Volz RK, Gibbs HM, Lupton GB (1991) Variation in fruitfulness among kiwifruit replacement canes. Acta Hortic 297:443-449.

CHAPTER IV

예비 결과모지 수와 결과모지 굵기 별 적과 정도가 참다래의 신초 생장과 과실특성에 미치는 영향

Abstract

The research about the fruit load depends on the proper ratio of reserve bearing mother branches and the thickness of bearing branch was conducted to develop the management of bearing branches for the improvement of fruit quality and yield. 10-year old 'Jecy Gold' kiwifruit trees, cultivated by overhead arbor type in plastic greenhouse, was investigated. The treatments were 1.5, 2.0, 2.5 No./m² per cane for next season, and cane thickness was divided into less 10mm, 10~14mm, 15~18mm groups, and number of fruit set was treated with 2, 3, 5 fruits per bearing branch. As a results, bearing branch was more, net CO₂ assimilation rate, conductance to H₂O, intercellular CO₂ concentration and transpiration rate were less. And leaf area was increased, leaf chlorophyll was decreased, but dry matter was not different on the treated groups. On the harvested fruit characteristics, the fruit weight, soluble solid content, and flesh chromaticity were increased, but acidity was reduced. when cane thickness increased, bearing shoot thickness, leaf area, and dry matter was increased, but number of flowers per shoot was decreased, the mineral content of N, P, and K was also decreased. The marketability of fruits was showed over 90% and produced about 90g of fruit weight on less 14mm of cane thickness and less 3 fruit set. And the fruits over 90g of fruit weight and over 90% of marketability were produced at 5 of fruit set group with 15~18mm of cane thickness.

1. 서 언

참다래는 덩굴성 과수로 한해 신초가 3-5m까지 자라며 잎이 크고 신초 사이의 간격이 좁기 때문에 잎이 포개지는 특성을 갖고 있다. 또한 결과모지는 매년 갱신하게 되는데 이듬해 결과모지로 사용되는 예비 결과모지를 너무 많이 설정하게 되면 수관의 광 환경을 저해하여 수체 생육 및 과실품질에 크게 영향을 주게 된다(Snelgar and Hopkirk, 1988; Snelgar et al., 1998; Tiyyon and Strik, 2004).

결과모지 내 저장양분은 눈의 발아와 개화 결실에 영향을 주는데 결과모지의 길이 및 굵기에 따라 꽃의 소질, 착과 및 과실 생육에 큰 차이를 보인다(Giorgio and Stabdaridi, 1991). 결과모지 길이가 길고 굵으면 신초 발생수가 많고 길이도 길어지며 엽면적 또한 증가한다(Park et al., 1999). 그러나 결과모지 생육이 좋다고 해서 반드시 생산성 증가와 품질향상으로 연결되지는 않는다. 수세가 강할수록 수고는 높아지고 관리가 어려울 뿐 아니라 무효용적이 더 많이 늘어나기 때문이다(Flore and Lakso, 1989).

한편 과수에서 착과수 조절은 수세유지와 함께 과실품질을 향상시키고 격년결과를 방지할 수 있는데, 이는 적과시기 및 착과 정도에 따라 크게 달라질 수 있다. 참다래의 경우에도 착과수 조절은 과실품질 뿐만 아니라 이듬해 개화에도 영향을 주며 결과모지의 상태 및 전정 방법에 따라서 그 반응은 달라진다고 하였다(Grant and Ryugo, 1984; Brundell, 1988; Giorgio and Stabdaridi, 1991).

하지만 결과모지에 대한 관리방법과 착과수 조절에 대한 연구결과는 대부분 녹색 과육의 'Hayward'(*A. chinensis* var. *delisiosa*) 품종에 국한되어 왔다. 참다래는 계통에 따라 많은 염색체의 배수성을 갖고 있어 수체생육 및 형태적 특성이 다르며 같은 계통이더라도 품종에 따라 큰 차이를 보인다(Kim et al., 2012). 최근 국내외에서 황색 과육 참다래(*A. chinensis* var. *chinensis*)의 재배면적이 급격히 증가하고 있으며, 특히 국내에서는 'Jecy Gold'와 'Halla Gold'가 가장 많이 보급되어 있다. 하지만 아직까지 품종에 맞는 재배기술은 많이 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 'Jecy Gold' 품종에서 과실품질 향상과 수량 증대를 위한 결과모지의 관리기술을 개발하기 위해 이듬해의 결과모지로 이용할 예비 결과모지수의 적정 비율과 결과모지 굵기에 따른 적정 착과량 설정에 대해 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시 재료

본 시험은 2015년 제주특별자치도 제주시에 위치한 농가의 무가온 비닐하우스에 재식된 10년생 '제시골드'('Jecy Gold') 품종을 시험재료로 이용하였으며 과원에서 중앙부에 재식한 나무 중에서 임의로 3주를 선정하여 수행하였다. 재식거리는 5×6m, 수형은 평덕형이며 시비, 관수 및 병해충 방제 등 재배관리는 농촌진흥청의 참다래 재배력에 따라 실시하였다. 인공수분은 4월 24일부터 26일까지 3일간 적화와 동시에 수행하였다. 인공수분은 한라골드 영농조합법인에서 판매하는 화분을 석송자와 1:10 비율로 희석하여 인공수분기로 실시하였다.

나. 처리 방법

예비 결과모지 수에 대한 처리는 당해에 발생한 신초(100cm 이상)를 선택하고 1m²당 1.5, 2 및 2.5개가 되도록 여름 전정을 통해 수행하였다. 결과모지 굵기의 처리는 4월 16일 조사한 기준으로 굵기에 따라 10mm 이하, 10-14mm 및 15-18mm 이상으로 구분하여 설정하였다. 착과 처리는 결과모지 굵기에 따라 구분한 결과모지 별로 결과지 당 2개, 3개, 5개 또는 무적과로 구분하여 5월 24일(만개 후 30일)에 수행하였다. 시험구 배치는 예비 결과모지 수의 경우 나무당 3반복으로 수행하였고, 결과모지 굵기의 경우 3개 결과모지를 1반복으로 3반복을 수행하였다.

다. 조사 방법

엽록소 지수는 엽록소 측정기(SPAD-501, Minolta, Japan)를 사용하여 신초의 중간 부위에 착생된 건전한 잎을 택하여 반복 당 10엽씩 3반복 측정하였다. 광합성은 광도와 CO₂ 농도의 조절이 가능한 휴대용 광합성 측정 장치(LI-6400, Li-Cor, USA)를 이용하여 정상적으로 성장한 잎에서 반복 당 3엽씩 3반복 측정하였다. 이때 CO₂ 농도는 400mg·L⁻¹, 온도는 25°C, 그리고 광량은 1,000μmol·m⁻²·s⁻¹로 조절하였다. 수체 생육 조사는 8월 30일에 신초의 기부로부터 4번째의 잎에서 실시하였으며 엽수, 엽면적 및 엽록소 지수에 대해 조사하였다. 과실 특성은 수확기 때 1반복 당 10개 과실을 임의로 선정하여 3반복으로 과실 종경, 횡경, 무게, 경도, 당도, 산 함량, 과육 색도 및 상품과율에 대해 조사하였다. 과실의 경도는 직경 3mm 평면 probe를 사용

한 물성분석기(RHEO TEX SD-700, Japan)를 이용하여 측정하였다. 당도 및 산 함량은 착즙된 과즙을 당산자동분석기(NH-200, Horiba, Japan)를 사용하여 측정하였다. 과육의 색도는 과실의 중앙 부위를 절단한 후 색차계(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 외과피 가운데 부위를 측정한 Hunter 값으로 나타내었다.

결과모지의 질소 함량은 시료 0.5g을 유리 flask에 평량하여 습식분해법으로 분해한 후 Automatic Nitrogen Analyzer(Vapodest-5 No, 6550, Gerhardt, Germany)를 이용하여 측정하였으며 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 ICP(Spectro EOP, Germany)를 사용하여 분석하였다.

라. 통계 분석

통계분석은 R 프로그램(R 2. 13. 0)을 이용하였으며 평균간 비교는 Duncan 다중검정으로 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 예비 결과모지 수에 따른 수체 생육 및 과실 품질

예비 결과모지 수에 따른 결과지 잎의 광합성과 생육 특성을 각각 Table 18과 Table 19에 나타내었다. 결과모지 수가 많을수록 광합성은 감소하였으며 또한 기공전도도(g_s), 세포간극 내 CO_2 (C_i) 및 증산율(E)도 모두 감소하였다. 또한 엽면적은 증가하고 엽록소 지수는 감소하였다. 그러나 잎의 건물율에 있어서는 차이가 없었다.

참다래는 잎이 크고 덩굴성으로 신초 간 간격이 좁고 포개지는 특성을 갖고 있다. 엽면적 지수는 3-5.5 내외이고 수관 하부의 광량은 참다래 광포화점에 해당하는 $900-1,500\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 의 0.1% 내외로 매우 낮다(Snelgar et al., 1998). ‘헤이워드’ 품종의 경우, 수관의 하부에서 발달한 잎은 광포화점과 순광합성율이 낮다고 보고(Greer and Halligan, 2001)된 바 있다. 그러므로 본 연구결과, 예비 결과모지 수의 증가는 영양생장의 증가와 수관의 광투과 저하와 관계되어 순동화율이 떨어짐은 물론 동화물질의 분배도 영향을 받게 될 것으로 생각된다(Fukuda and Takishita, 1993; Forshey and Elfving, 1989; Suttle, 1994).

일반적으로 낮은 광량에서 성장한 잎은 넓은 엽면적을 가지는 반면에 높은 광량에서 성장한 잎은 두꺼운 잎을 가진다고 알려져 있다(Marini and Barden, 1982). 이는 엽육세포를 구성하는 책상조직의 발달과 관계되는 것으로 생각된다(Ishii and Nagai, 1980). 또한 ‘헤이워드’ 참다래에서 차광에 따른 엽록소 함량은 감소한다고 알려져 있다(Buwalda et al., 1991). 그러므로 예비 결과모지의 수가 증가할수록 엽면적이 증가하고 엽록소 함량이 감소하는 것은 수관내 투광량의 감소와 관계되는 것으로 보인다.

예비 결과모지 수에 따른 후숙 후 과실의 품질 특성(Table 20)을 보면, 예비 결과모지 수가 적을수록 과실 무게, 당도 및 과육 색도는 증가한 반면 산 함량은 감소하였으며 경도에는 차이가 없었다. ‘헤이워드’ 참다래와 다래의 경우, 차광이 증가할수록 과실 무게가 감소하며(Snelgar and Hopkirk, 1988; Tiyyon and Strik, 2004), 차광 정도가 심하면 과실 무게의 감소와 함께 당도도 감소한다고 보고(Wang et al., 2007)된 바 있다. 이는 포도에서도 확인된 바 있다(Serat and Kulkarni, 2015). 사과와 감의 경우에는 수세가 강할수록 과실생산 효율이 떨어지고 과실 품질 또한 나빠진다고 보고되어 왔다(Fukuda and Takishta, 1993; Stutte, 1994; Park et al.,

2008). 그러므로 예비 결과모지를 적정 수로 조절하는 것은 수관 내부로 광 투과를 높여 광합성을 촉진하고 동화물질의 과실 내 전류를 증대시켜 과실 생육 및 품질의 향상에 도움이 되는 것으로 보아진다.

한편, 앞의 2장에서 차광 정도에 따른 광합성, 신초 생육 및 과실 품질 특성의 반응과 비교해 보면 예비 결과모지 수는 2개 이내가 적합한 것으로 판단된다. 그러나 이들의 반응은 품종, 수형, 수령, 수세 등 다양한 요인이 복합적으로 관여하여 달라질 수 있기 때문에, 보다 상세한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

Table 18. Photosynthetic response of bearing shoots in 'Jecy Gold' kiwifruit vines with the different numbers of canes for next season.

No. of canes for next season (No./m ²)	$A_{CO_2}^z$ ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-1}$)	E ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
1.5	19.24 a ^y	0.31a	246.74 a	2.37 a
2	16.34 b	0.15 b	200.25 b	1.59 b
2.5	15.01 b	0.13 b	179.63 c	1.44 b

^z A_{CO_2} , net CO₂ assimilation rate; g_s , conductance to H₂O; C_i , intercellular CO₂ concentration; E , transpiration rate.

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

Table 19. Leaf development in bearing shoots of 'Jecy Gold' kiwifruit vines with the different numbers of canes for next season.

No. of canes for next season (No./m ²)	Leaf area (cm ²)	Leaf chlorophyll (SPAD)	Dry matter (%)
1.5	156.8 b	53.5 a	22.7 a
2	171.8 ab	43.4 b	19.3 a
2.5	179.4 a	42.4 b	20.0 a

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

Table 20. Quality characteristics of ripe fruits in 'Jecy Gold' kiwifruit vines with the different numbers of canes for next season.

No. of canes for next season (No./m ²)	Fruit weight (g)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Flesh chromaticity		
					L value	a value	b value
1.5	123.4 a ^z	1.7 a	14.5 a	0.58 b	44.5 a	2.3 a	19.7 a
2	111.7 b	1.7 a	13.8 b	0.77 a	43.8 ab	2.2 a	18.8 ab
2.5	105.9 b	1.8 a	13.7 b	0.74 a	41.8 b	1.9 a	18.0 b

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

나. 결과모지 굵기 별 수체 생육

결과모지의 굵기별 결과지의 생육 특성을 조사한 결과(Table 21), 결과모지의 굵기가 클수록 결과지의 기부 굵기와 길이는 물론 엽면적과 건물율 또한 증가하는 경향을 나타냈다. 하지만 꽃수는 감소하였으며, 엽록소 지수에는 차이가 없었다. 본 연구 결과, 결과모지의 굵기가 너무 크면 엽수는 적고 잎은 커서 도장성의 생육 특성을 나타내는 것으로 보아지며, 이는 착화 수 및 결실량의 감소와 관계되는 것으로 판단된다.

Thorp et al.(2003)은 '헤이워드'에서 결과모지의 길이가 길수록 기부의 굵기는 증가하고 신초 굵기, 신초 수 및 개화 수는 증가하나 엽수와 엽면적에 있어서는 차이가 없다고 하였다. 또한 Walton et al.(2000)도 결과모지가 일찍 성장하여 길어지게 되면 신초의 길이와 굵기, 그리고 개화수가 증가한다고 보고하였다. 반면 Giorgio and Standardi (1991)는 결과모지의 길이에 따른 결과모지 굵기는 길이와 년차 간에 반응이 달라진다고 하였다. 또한 포도에서도 결과모지 굵기에 따라 개화 수에 차이가 있음이 일부 보고(Eltom et al., 2014)된 바 있으나, 신초의 생육은 결과모지의 굵기보다는 결과모지 내 위치와 수에 따라 크게 달라질 수 있음이 보고되었다(Chung and Ko, 1988). 그러므로 결과모지의 굵기에 따른 결과지 생육 반응은 결과모지 길이, 주지상의 위치, 배치 간격, 밀도 등을 종합적으로 고려해야 할 것으로 판단된다.

결과모지에서 발생된 결과지의 엽 내 무기양분 함량을 분석한 결과(Table 22), 엽 내 무기성분 중 질소, 인산 및 칼슘의 함량은 결과모지 굵기가 클수록 감소하는 경향을 보인 반면, 칼륨과 마그네슘에서는 중간 굵기의 결과모지 내 신초가 가장 높은 함량을 나타내었다. Mica(1986)는 총탄수화물의 경우 결과모지가 굵어질수록 계속되는 신초 및 잎의 성장으로 잎에서 합성된 탄수화물이 소모되어 축적량이 적어진다고 보고하였다. 그러므로 본 연구결과, 결과모지 굵기가 지나치게 크게 되면 그 결과모지에서 발생한 신초의 영양생장 촉진에 따른 양분의 소모가 증가하게 되는 것으로 생각된다.

Table 21. Effect of cane thickness on the development of bearing shoots at the flower balloon stage in 'Jecy Gold' kiwifruit vines.

Cane thickness	Bearing shoot thickness (mm)	Length (cm)	No. flowers per shoot	No. leaves	Leaf area (cm ²)	Dry matter (%)	Leaf chlorophyll (SPAD)
Less 10mm	5.2 c ^z	8.6 c	6.2 a	6.9 a	116.4 c	6.1 b	43.9 a
10-14mm	5.8 b	11.8 b	6.0 a	6.4 b	134.8 b	7.2 a	44.6 a
15-18mm	6.3 a	14.9 a	5.3 b	6.4 b	143.5 a	7.8 a	43.7 a

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

Table 22. Effect of cane thickness on the mineral contents of bearing shoots at the flower balloon stage in 'Jecy Gold' kiwifruit vines.

Cane thickness	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Less 10mm	3.58 a ^z	0.33 a	2.33 c	2.24 a	0.59 a
10~14mm	3.57 a	0.30 ab	3.02 a	2.35 a	0.60 a
15~18mm	3.32 b	0.28 b	2.72 b	1.83 b	0.54 a

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

다. 결과모지 굵기 별 착과 정도에 따른 과실 생육

결과모지 굵기 별 결과지의 착과 정도에 따른 과실 생육 및 상품과율을 조사한 결과를 Table 23에 나타내었다. 결과모지 굵기가 10mm 이하에서는 결과지당 착과수를 2개로 했을 경우 과실 비대가 가장 좋았으며 상품과 비율 또한 100%로 가장 높게 나타났다. 결과모지 굵기 10-14mm에서는 결과지당 착과수가 적을수록 과실 비대 및 상품과 비율이 높았으며 결과지당 착과수를 3개 이내로 했을 경우 과실 비대와 상품과 비율은 거의 차이가 없었다. 결과모지 굵기 15-18mm에서는 결과지당 착과수를 5개로 설정하여도 과실 무게에는 큰 차이를 보이지 않았고 상품과 비율은 90% 이상이었다. 본 연구결과, 결과모지 굵기가 14mm 이하에서는 결과지의 착과수를 3개 이내로 하고, 15-18mm에서는 5개 이하가 적절한 것으로 나타났다.

Giorgio and Stabdaridi (1991)은 '헤이워드'에서 결과모지 길이가 길수록 결과모지 굵기는 감소하고 그 결과지의 착과 과실의 무게도 감소한다고 하였다. 반면 Thorp et al.(2003)은 결과모지의 길이가 길수록 기부의 굵기는 증가하나 과실 무게에는 차이가 없고 당도는 증가하는 경향이였으며 해에 따라 달라진다고 하였다. 또한 여름 전정 방식에 따라서도 그 반응이 달라진다고 하였다. 그러므로 결과모지 굵기에 따른 착과수 설정은 결과모지의 길이, 결과지 형태와 길이, 예비 결과모지 관리 등의 요인들도 종합적으로 고려하여 결정해야 할 것으로 생각되며, 이들 요인들의 상호 작용에 대한 종합적인 평가를 위해서는 보다 상세한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

Table 23. Effect of cane thickness and number of fruit set per bearing shoot on the fruit size and marketability at harvest in 'Jecy Gold' kiwifruit.

Cane thickness	No. of fruit set	Fruit length (cm)	Diameter (cm)	Weight (g)	Marketability ^z (%)
Less 10mm	2	62.2 a ^y	48.6 a	92.5 a	100.0 a
	3	58.1 b	48.5 a	87.4 b	97.3 b
	5	56.0 c	46.8 b	79.6 c	85.8 c
	No thinning	55.4 d	46.1 c	75.0 d	71.5 d
10-14mm	2	61.4 a	50.0 a	99.1 a	100.0 a
	3	61.1 a	49.3 a	95.1 b	99.3 a
	5	57.8 b	48.1 b	85.5 c	88.1 ab
	No thinning	55.9 c	46.5 c	78.7	75.2 b
15-18mm	2	62.2 a	50.1 a	101.2 a	100.0 a
	3	59.1 b	47.9 b	99.6 a	98.5 ab
	5	58.5 bc	47.4 bc	96.8 a	90.6 ab
	No thinning	58.1 c	47.1 c	85.6 b	88.0 b

^zExpressed as percentage of fruit weight more than 80g at harvest.

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

4. 인용문헌

- Brundell DJ** (1988) Quantitative aspects of flowering in the Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis* Planch). *New Zeal J Agr Res* 18:371-374.
- Buwalda JG, Meekings JS, Smith GS** (1991) Seasonal change in photosynthetic capacity of leaves of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*) vines. *Physiol Plant* 83:93-98.
- Chung KH, Ko KC** (1988) Studies on the improvement of berry set in 'Kyoho' grape(*Vitis vinifera* L.X *V. labrusca* Bailey). *Seoul Natl Univ J Agric Sci* 13:27-36.
- Eltom M, Trought MCT, Winefield CS** (2014) The effect of prebudbreak cane gridling on the physical and phenological development of the inner and outer arm in *Vitis vinifera* L. 'Sauvignon blanc' inflorescence structures. *Vitis* 53:21-28.
- Flore GA, Lakso AN** (1989) Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. *Hortic Rev* 11:111-157.
- Forshey CC, Elfving DC** (1989) The relationship between vegetative growth and fruiting in apple trees. *Hortic Rev* 11:229-287.
- Fukuda H, Takishita F** (1993) Comparison in dry matter production and assimilate partitioning between 'Jonagold' apple trees on an invigorating rootstock versus a dwarfing rootstock. *J Japan Soc Hortic Sci* 62:513-517.
- Giorgio V, Standardi A** (1991) Vegetative and reproductive behaviour of kiwifruit as related to cane length. *New Zeal J Crop Hortic Sci* 19:349-353.
- Grant JA, Ryugo K** (1984) Influence of within-canopy shading on fruit size.

- Shoot growth and return bloom in Kiwifruit. J Amer Soc Hortic Sci 109:799-802.
- Greer DH, Halligan EA** (2001) Photosynthetic and fluorescence light responses for kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves at different stages of development on vines grown at two different photon flux densities. Aust J Physiol 28:337-382.
- Ishii G, Nagai K** (1980) Effect of string, air flow rate and sun light condition on the apparent photosynthetic rate of single apple leaves. Bull fruit tree Res Stn 7:63-74.
- Kim SC, Song EY, Kim CH** (2012) A new kiwifruit variety, 'Halla Gold' with high soluble solids content and early harvesting. Korean J Hortic Sci Technol 30(3):334-337.
- Marini RP, Barden JA** (1982) Light penetration on overcast and clear days and specific leaf weight in apple trees as affected by summer of dormant pruning. J Ame Soc Hortic Sci 107:39-43.
- Mika A** (1986) Physiological responses of fruit trees to pruning. Hortic Rev 8:337-378.
- Park DS, Kang SM, Shon GM, Ro CW, Shin WK** (1999) Growth and carbohydrate accumulation in shoots and fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon as affected by the size of bearing mother branches. Korean J Soc Hortic Sci 40:455-458.
- Park DS, Choi ST, Kim SC, Kang SM** (2008) Yield, fruit quality, and branch extension of 'Fuyu' Persimmon as affected by the length of bearing mother branches. Korean J horticultural Sci Technol 26:101-105.
- Serat B, Kulkarni SS** (2015) Effect of shade net on yield and quality of grapes cv. 'Tompson Seedless'. J Int Sci Res 4:1841-1844.

- Snelgar WP, Hopkirk G** (1988) Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*). J Hortic Sci 63:731-742.
- Snelgar WP, Hopkirk G, Seelye RJ, Martin PJ, Manson PJ** (1998) Relationship between canopy density and quality of kiwifruit. New Zeal J Crop Hortic Sci 26:223-232.
- Stutte GW** (1994) Rootstock and training system affect dry-matter and carbohydrate distribution in 'Golden Delicious' apple trees. J Amer Soc Hortic Sci 119:492-497.
- Thorp TG, Barnett AM, Miller SA** (2003) Effect of cane size and pruning system on shoot growth, flowering and productivity of 'Hayward' kiwifruit vines. J Hortic Sci 78:219-224.
- Tiyayon C, Strik B** (2004) Influence of time of overhead shading on yield, fruit quality, and subsequent flowering of hardy kiwifruit, *Actinidia arguta*. New Zeal J Crop Hortic Sci 32:235-241.
- Walton EF, Richardson AC, Waller JE, Dow BW** (2000) Effect of time of cane initiation on subsequent fruitfulness in kiwifruit. New Zeal J Crop Hortic Sci 28:271-275.
- Wang ZY, Yuan FR, He KJ, Bu FW** (2007) Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit in regions with high temperatures in summer. Acta Hortic 753:399-406.

Ⅲ. 적 요

최근 국내에서도 ‘제시골드’(‘Jecy Gold) 등 황색 과육 계통의 참다래(*Actinidia chinensis* var *chinensis*) 재배가 급속히 증가하고 있다. 황색 계통은 녹색 계통에 비해 당도가 높고 수량이 많은 편이나 발아, 개화, 과실 비대 및 성숙 등 생육이 빠르게 진행되고 녹색 계통과는 생육 반응이 많이 다르다. 국내 육성종의 보급은 급격히 증가하고 있음에도 불구하고, 개별 품종에 따른 생육특성에 대해서는 상세히 평가되지 않은 상태로 진행되고 있어서 고품질 생산에 어려움이 많은 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 황육 계통으로는 국내에서 처음 개발되어 보급되고 있는 황색 과육의 ‘제시골드’ 품종에 대해 광환경에 따른 수체와 과실의 생육 반응은 물론 결과지 전정 및 착과수 조절, 그리고 예비 결과모지 설정에 따른 수체와 과실의 생육 반응을 분석하여 적정 수관관리 방법을 제시코자 수행하였다.

국내에서 육성되어 보급하고 있는 ‘제시골드’(‘Jecy Gold’) 품종에 대해 과실 생육 과정을 체계적으로 조사하여 수확적기 판정지표에 관한 기초자료를 만들코자 연구가 수행되었다. 무가온 비닐하우스 시설 내 평덕식 수형의 4년생 ‘제시골드’를 이용하여 2011년부터 2013년까지 수행하였다. 과실 생육 특성을 조사한 결과, 비대기 BBCH 70단계는 DAA 10일에, 성숙기 BBCH 80단계는 DAA 140일에 해당하였다. 과일 성숙기는 급격한 당도 증가 83단계(DAA 160일), 과육이 부드러워지는 BBCH 87단계(DAA 190일), 노화되는 BBCH 90단계(DAA 210일)로 구분할 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 수확 적기는 BBCH scale 83단계(DAA 160일)에 해당하는 것으로 나타났다. 또한 수확 시기를 전·후로 후숙 전과 후숙 후의 과실 특성의 변화를 조사한 결과, 성숙이 진전됨에 따라 후숙 전 당도와 건물율이 점차 증가하는 것을 알 수 있었으며 후숙 후 당도 또한 증가하는 것을 알 수 있었다. 과실의 후숙 전 품질특성 요인 중 건물율은 후숙 후 당도와 정의 상관을 보였으며 후숙 전 건물율을 이용하여 후숙 후 당도를 예측할 수 있었다[$y(\text{후숙 후 당도})=1.1841x(\text{후숙 전 건물율})-3.5244(r^2=0.9338)$].

차광 정도에 따른 ‘제시골드’ 참다래의 광합성 특성과 수체 생육 및 과실특성의 반응을 분석하여 광 환경 개선을 통한 고품질 과실을 생산하기 위한 기초 자료를 제공할 목적으로 연구를 수행하였다. ‘제시골드’ 참다래 2년생 접목묘를 포트에 이식한 후 우산형 수형으로 무가온 비닐하우스에서 1년간 생육시켜 3년생이 된 식물체를 이

용하였다. 차광은 하우스 내부의 자연광을 대조구로 하여 30%와 60%의 흑색 차광망을 비닐하우스 내부에 설치하여 처리하였다. 차광 정도에 따른 광합성 반응을 보면 무차광의 광합성율은 $17.2\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 30% 및 60% 차광망 처리에 비해 높게 나타나 강광 조건에서 광합성이 높음을 알 수 있었다. 기공전도도(g_s)와 세포 간극의 CO_2 농도(C_i)는 차광율이 증가할수록 감소하는 경향이었으나, 증산율(E)은 반대의 경향이였다. 차광 처리에 따른 신초 길이, 굵기, 엽병 길이, 엽면적에 있어서는 처리간 유의성이 인정되지 않았으나 잎의 엽록소 함량과 건물율은 처리간 유의성을 보였으며 감소하는 경향이였다. 수확시기에 따른 후숙 전후의 과실 특성의 비교에서 과실 무게, 산 함량 및 유기산 조성은 차광 정도에 따른 영향이 없었다. 그러나 과실의 경도, 당도, 당 조성, 건물율, 과육 색도, 비타민 C 및 총페놀 함량은 차광의 영향을 받는 것으로 나타났다. 전년도 차광 정도에 따른 신초 발아율을 조사한 결과, 처리간의 유의차는 없었다. 결과지당 착화수는 무차광에서 가장 높게 나타났으며 차광에 따라 착화수는 감소하였다. 또한 개화기 결과지의 길이와 두께는 무차광에 비해 30% 또는 60% 차광망 처리에서 비슷한 수준에서 감소하였다.

수관 내부의 광 환경을 개선하고 생육 및 과신품질을 높이기 위한 결과지 전정 방법과 시기를 구명하는 연구를 수행하였다. 무가온 비닐하우스에 재식되어 평덕식 수형의 5년생 '제시골드'('Jecy Gold')를 이용하여 결과지의 전정 방법과 시기에 따른 수체 및 과실 생육 반응을 평가하였다. 생육기 수관 내부의 광 투과율을 조사한 결과, 단초처리, 장초처리 그리고 무처리 순으로 투과율이 높게 나타났다. 특히 생육 초기에는 처리에 따른 투과율에 유의적인 차이를 보였으나 생육 후기인 8월 이후에는 수관 내부의 광 투과가 급격히 떨어지면서 유의적인 차이가 없었다. 광합성은 단초와 장초 전정간에 차이가 없었으나 무전정에 비해서는 높게 나타났다. 결과지의 엽면적, 건물율 및 엽록소 지수도 유사한 경향이였다. 이듬해 결과모지로 이용하는 신초의 생육에 있어서는 신초 길이, 굵기, 마디길이 및 엽수 모두가 단초전정에서 장초전정 또는 무전정에 비해 높게 나타났다. 과실의 품질 특성에서 과실 무게는 단초전정과 장초전정이 무전정에 비해 높게 나타났으며 당도는 단초전정에서 가장 높았고 경도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 단초전정 시기에 따른 이듬해 결과모지 이용 신초의 생육은 7-8월 처리보다 6월 처리에서 촉진되었다. 엽록소 함량과 건물율 또한 6월에 단초전정을 한 처리구가 높게 나타났다. 수확기 과실 생육 및 품질 특성은 6월 처리에서 가장 좋게 나타났으며 처리 시기가 늦을수록 품질이 저하되었다.

과실품질 향상과 수량 증대를 위한 결과모지의 관리기술의 개발에 활용코자 이듬해의 결과모지로 이용할 예비 결과모지수의 적정 비율과 결과모지 굵기에 따른 적정 착과량 설정에 관한 연구를 수행하였다. 제주시에 위치한 농가의 무가온 비닐하우스에서 평덕식 수형의 10년생 '제시골드' 품종을 이용하였다. 예비 결과모지 수는 1.5, 2.0 및 2.5개/m²로, 결과모지 굵기는 꽃봉오리 시기의 굵기 10mm 이하, 10-14mm 및 15-18mm 이상으로, 그리고 결과모지 굵기에 따른 착과수는 2개, 3개 및 5개/결과지로 구분하여 처리하였다. 예비 결과모지 수에 따른 결과지 잎의 광합성, 기공전도도, 세포간극 내 CO₂ 및 증산율은 결과모지 수가 많을수록 감소하였다. 잎의 생육 특성에 있어서는 엽면적은 증가하고 엽록소 지수는 감소하였으며, 잎의 건물율의 차이는 나타나지 않았다. 수확한 과실의 후숙 품질 특성에서 예비 결과모지 수가 적을수록 과실 무게, 당도 및 과육 색도는 증가한 반면 산 함량은 감소하였으며 경도에는 차이가 없었다. 결과지 기부의 굵기와 길이, 엽면적 및 건물율은 결과모지의 굵기가 클수록 증가하는 경향을 나타냈으나, 꽃수는 감소하였으며, 엽록소 지수에는 차이가 없었다. 결과지의 엽내 무기성분 중 질소, 인산 및 칼슘의 함량은 결과모지 굵기가 클수록 감소하는 경향을 보인 반면, 칼륨과 마그네슘은 중간 굵기의 결과모지 내 신초가 가장 높은 함량을 나타내었다. 결과모지 굵기에 따라서는 14mm 이하의 경우 착과수 3개 이하에서 90g 내외의 과실 크기와 90% 이상의 상품과율을 타내내었고, 15-18mm에서는 착과수 5개로 설정하여도 90g 이상의 과실 크기와 90% 이상의 상품과율을 타내내었다.

감사의 글

논문을 마치는 지금 감사의 글을 쓰고 있자니 지난 학위과정의 생활이 주마등처럼 떠오릅니다. 직장일과 학위취득, 두 마리 토끼를 놓치지 않으려고 발버둥치는 제 모습을 보며 항상 격려를 해주신 모든 분들께 감사드립니다.

박사학위 논문의 지도교수로서 부족한 저를 기꺼이 이끌어 주시고, 뜨거운 사랑으로 앞날에 아낌없이 도움을 주시는 송관정교수님께 진심으로 감사드립니다. 제주대학교 원예학과 입학면접에서 첫 만남을 시작으로 대학원까지 가르침을 주신 강훈교수님, 학과 선배로서 학문적인 깨우침뿐만 아니라 사회 선배로서의 조언과 격려를 아끼지 않으신 한상헌교수님, 취업을 준비하면서 고민하던 저에게 희망과 용기를 주셨던 소인섭교수님, 박용봉교수님께 고개 숙여 감사드립니다.

언제나 든든한 버팀목처럼 지켜봐주시는 최인명과장님, 직장 선배뿐만 아니라 인생의 지인으로서 함께해주시고 배움에 대한 열정과 의지를 주신 박교선 소장님, 선배님들과 동기들 그리고 후배들에게 깊이 감사드립니다.

평생을 막내아들 잘되길 빌어주시고 자식의 그늘진 곳에서 하염없이 서 계신 부모님께 감사드립니다. 그리고 곁에서 늘 격려해주시는 장인어른, 장모님, 형님, 형수님, 매형과 누님들 그리고 모든 가족 분들께 감사드립니다.

부족한 남편을 묵묵히 따라주며, 불평 한 마디 없이 사랑으로 감싸주는 영원한 친구 민정, 아들 성민과 딸 현지에게 그 무엇보다 소중하게 여기고 있다는 것과 항상 사랑한다는 것을 잊지 않길 바라며 감사의 마음을 전합니다.

이번 박사과정이 학업의 끝이 아니고 시작이라 생각하며 현재의 위치에서 할 수 있는 역할을 충실히 다해 사회에 공헌할 수 있도록 계속 정진하겠습니다.

2016년 7월 감사의 마음을 전하며 임찬규

