

## Research Report

## 복숭아 ‘천중도백도’의 결과지 방향 및 굵기에 따른 신초 생장과 과실 특성

윤석규<sup>1</sup>, 윤익구<sup>1</sup>, 남은영<sup>1</sup>, 전지혜<sup>1</sup>, 권정현<sup>1</sup>, 배해진<sup>1</sup>, 김호철<sup>2</sup>, 김태춘<sup>2\*</sup><sup>1</sup>농촌진흥청 국립원예특작과학원<sup>2</sup>원광대학교 원예학과

## Shoot Growth and Fruit Characteristics According to Bearing Branch Direction and Thickness in ‘Kawanakajima Hakuto’ Peach Trees

Seok Kyu Yun<sup>1</sup>, Ik Koo Yoon<sup>1</sup>, Eun Young Nam<sup>1</sup>, Ji Hae Jun<sup>1</sup>, Jung Hyun Kwon<sup>1</sup>, Haejin Bae<sup>1</sup>, Ho Cheol Kim<sup>2</sup>, and Tae-Choon Kim<sup>2\*</sup><sup>1</sup>Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea<sup>2</sup>Department of Horticultural Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

**Abstract:** To investigate the optimal size of fruit bearing branches (FBBs) of ‘Kawanakajima Hakuto’ peach (*Prunus persica* Batsch) for production of high quality fruits, we evaluated shoot growth and fruit characteristics relative to FBB direction and thickness. FBB diameter, shoot length, fruit weight, and soluble solids content (SSC) averaged 6.9 mm, 32.6 cm, 333.6 g, and 11.2 °Brix, respectively. Coefficients of variation of FBB diameter and shoot length were high as 35.8% and 75.3%. The highest frequency values revealed that 76.4% of FBBs had a diameter below 9.0 mm, 70.0% of shoot lengths were less than 40 cm, 24.8% of fruits were 310-340 g, and 66.9% of SSCs were 10.5-12.5 °Brix. Shoot length and SSC were significantly affected by FBB diameter without direction, and fruit weight was significantly affected by interaction of FBB diameter and direction. There was a negative correlation ( $r^2 = 0.094^*$ ) of FBB diameter and fruit weight with upward FBB directions, whereas FBB diameter and fruit weight were positively correlated ( $r^2 = 0.246^{**}$ ) with downward FBB direction. With thick FBB diameter, shoot length, and SSC were significantly increased, but fruit weight was decreased. Therefore, downward FBBs below 9.0 mm in thickness are suitable for producing high-quality fruits of ‘Kawanakajima Hakuto’ peach.

**Additional key words:** coefficient of variation, frequency distribution, *Prunus persica*, regression analysis

## 서 언

복숭아 ‘천중도백도(Kawanakajima Hakuto)’는 1963년에 일본에서 ‘백도’에 ‘상해수밀도’를 교배하여 육성한 품종으로 숙기가 8월 하순인 만생종이며, ‘장호원황도’와 더불어 국내에서 가장 많이 재배되고 있는 품종이다. ‘천중도백도’는 과실 품질이 우수하고 수량성이 높은 품종이지만 수세가 강하고 과실 크기의 편차가 심한 특성을 보인다(RDA, 2002). 복숭아는 과중, 색택, 당도 등을 기준으로 등급화되

고 있으며 과실 상품성 향상을 위한 재배적 노력이 진행되고 있다. 결과지 및 신초의 생육은 과실 특성에 영향을 주는데, 결과지의 굵기는 신초의 수와 길이 및 화아분화에 영향을 미친다(Ryu, 2002). 신초 생장은 수체가 기온 정도, 결과지의 굵기와 분지 각도에 따라 크게 영향을 받으며(Dann et al., 1990), 강한 신초는 수체로의 광을 차단하는 요인으로 작용하여 과실 비대에 영향을 준다(Lescourret et al., 1998). 이러한 강한 신초 발생과 과실 비대 저하 문제를 해결하기 위해 칼슘제 살포(Lee et al., 2010; Park et al., 2010), 엽과비

\*Corresponding author: kitmotc@wku.ac.kr

※ Received 2 September 2013; Revised 2 April 2014; Accepted 2 April 2014. 본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ008410)의 지원에 의해 이루어진 것임.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

조절(Park et al., 2008), 적심 처리(Choi and Kim, 2000; Woo et al., 2009) 등이 연구되었다. 생육 초기에 세력이 강한 신초를 적심처리하면 신초와 과실 간에 일어나는 광합성 산물 쟁탈을 완화시켜 과실비대를 촉진하는 효과가 있다(Quinlan and Preston, 1971). 그러나 지나친 하계전정은 광합성산물의 부족을 초래하여 과실 품질을 저하시킨다는 보고가 있어(Forshey et al., 1992), 신초의 적심처리 및 하계전정 작업을 할 때 착과량과 엽면적을 고려하여 그 정도를 조절할 필요가 있다. 특히, 복숭아 2본 주지형 재배에서 중단과지 형성을 위하여 이러한 적심 기술이 권장되고 있다(Kim et al., 2010, 2011).

따라서 수세 안정뿐만 아니라 상품과 생산 비율을 높이기 위해서는 적절한 결과지를 만듦으로써 세력이 강한 신초 발생을 적게 하여 광합성산물이 손실되는 것을 줄여야 할 것이다. 본 연구에서는 복숭아 ‘천중도백도’에 적합한 결과지를 선발하기 위해 결과지 방향 및 굵기에 따른 신초장, 과중, 당도 등을 조사하였다.

## 재료 및 방법

본 연구에서는 수원에서 재배되고 있는 복숭아(*Prunus persica*) 7년생 ‘천중도백도’를 대상으로 결과지 방향과 굵기에 따른 신초 생장 및 과실 특성을 조사하였다. 수형은 3본 주지의 개심형이며 재식거리는 6 × 3m였다. 수체 관리를 위해 3월 초에 동계전정을 실시하였고 5월 하순과 6월 하순에 신초의 선단을 절단하는 적심 작업을 실시하였으며, 7월 중순부터 8월 상순까지 굵은 도장지를 씌어내는 방법으로 하계전정을 실시하였다. 과실 성숙기에 수세가 비슷한 나무 6주를 대상으로 방향별 총 결과지수를 고려하여 상향인 것을 주당 5-12개씩 52개, 수평인 것을 주당 19-42개씩

154개, 하향인 것을 주당 6-9개씩 48개를 무작위로 선발하였다. 결과지 방향에 따른 결과지 직경 및 신초장, 그리고 착생된 과실의 무게 및 당도를 조사하였다. 결과지 직경은 기부를 캘리퍼스로 측정하였고, 신초장은 결과지에 발생한 모든 신초의 길이를 1m 줄자를 이용하여 측정한 후 합하였다. 당도는 디지털 굴절당도계(PR100, Atago Co., Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다. 조사 항목별로 254개 값 간에 변이 정도를 알아보기로 하여 평균값, 최소값, 최대값, 표준편차, 변이계수(%)를 구하였다. 조사 항목별 분포정도를 알아보기 위해 결과지당 신초장은 20cm, 과중은 30g, 당도는 1.0°Brix 간격으로 막대그래프로 나타내었다. 결과지 방향과 직경에 따른 신초장, 과중, 당도 차이를 알아보기 위해 254개 결과지 전체의 최소 및 최대 직경값을 고려하여 직경 4.9mm 이하(평균 4.0mm), 5.0-6.9mm(평균 6.0mm), 7.0-8.9mm(평균 8.0mm), 9.0-10.9mm(평균 10.0mm), 11.0mm 이상(평균 12.0mm)으로 구분하여 요인분석하였다. 결과지 방향에 따른 결과지 직경과 과중 간 관계성을 알아보기로 하여 1차회귀식으로 나타내었다. 통계분석은 SPSS 11.5 version을 이용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 결과지 및 과실 특성

복숭아 ‘천중도백도’의 254개 결과지 및 과실 특성을 조사한 결과(Table 1), 결과지 직경은 최소 3.5mm에서 최대 13.0mm로 평균 6.9mm, 표준편차 2.5mm였다. 결과지당 신초장은 최소 4.5cm에서 최대 180.0cm로 평균 32.6cm, 표준편차 24.5cm였다. 과중은 최소 219.0g에서 최대 453.0g으로 평균 333.6g, 표준편차 54.1g이었다. 당도는 최소 8.6°Brix에서 최대 15.0°Brix로 평균 11.2°Brix, 표준편차 1.0°Brix였다.

**Table 1.** Mean, minimum, maximum, standard deviation, and coefficients of variance for fruit growth parameters of ‘Kawanakajima Hakuto’ peach at the maturity date.

Variance	Bearing branch diameter (mm)	Shoot length (cm)	Fruit weight (g)	Soluble solids content (°Brix)
Mean	6.9	32.6	333.6	11.2
Minimum	3.5	4.5	219.0	8.6
Maximum	13.0	180.0	453.0	15.0
SD	2.5	24.5	54.1	1.0
CV (%)	35.8	75.3	16.2	9.1

SD, standard deviation (n = 254); CV, coefficient of variation.

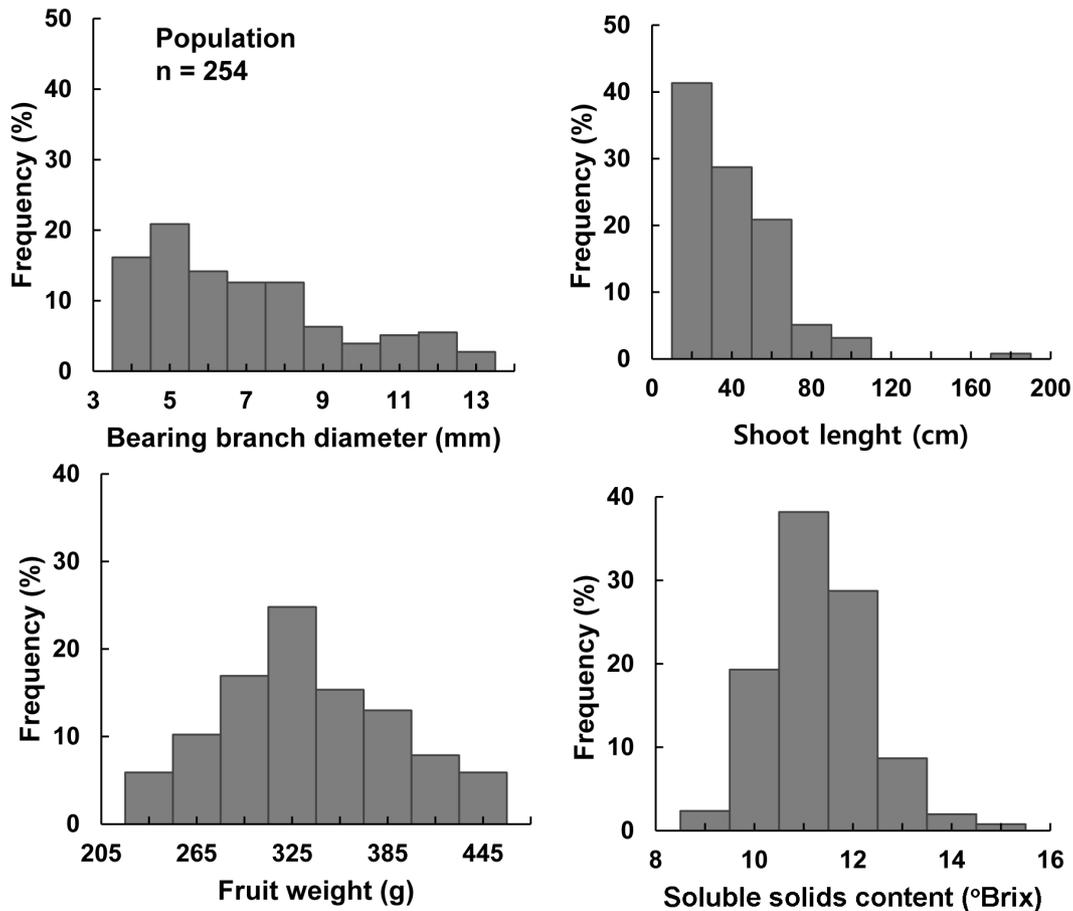
특히, 결과지 직경과 신초장은 변이계수가 각각 35.8%와 75.3%로 과중이나 당도에 비해 상당히 높은 경향이였다. 이를 고려하면 수체 내에는 굵기가 다른 결과지가 다양하게 존재하고 결과지 굵기에 따른 신초 발생수 및 엽수는 결과지 굵기의 영향을 크게 받는 것으로 생각된다. 복숭아 탐프루트(RDA, 2008)에서 ‘천중도백도’의 최고 상품 과실의 무게 기준인  $320\text{g} \pm 5\%$ 에 평균값이 부합하였으나 변이계수가 16.2%로 큰 점을 고려하면 과실 크기의 균일도가 다소 떨어지는 것에 대한 기술적 연구가 앞으로 더 필요하다고 생각한다.

각 특성에 대한 빈도 분포를 보면(Fig. 1), 결과지 직경에서는 평균 5.0mm인 것이 20.9%로 가장 많았고, 평균 4.0-8.0mm인 것이 전체의 76.4%를 차지하였다. 신초장에서는 평균 20cm가 41.3%로 가장 많았고 40cm 이하가 전체의 70.0%를 차지하였다. ‘천중도백도’는 수세가 강한 품종으로 알려져 있으나 결과지 직경 및 신초장의 빈도분포가 비정규분포형인 것을 고려하면 본 시험수는 수세에 따른 적

합한 동계 및 하계 전정으로 단과지 및 중과지 형성이 잘된 나무라고 생각한다. 과중은 정규분포를 나타내었으며, 평균 325g이 24.8%로 가장 많았으며, 복숭아 탐프루트 상품 기준인  $320\text{g} \pm 5\%$ 에 포함되는 범위였다. 당도는 평균 11.0 °Brix가 38.2%를 차지하여 가장 많았고, 평균 11.0-12.0 °Brix가 전체의 66.9%를 차지하였다. 복숭아 탐프루트 기준에 속한 과실 비율은 과중은 37.4%, 당도는 11.4%였다.

**결과지 방향과 굵기에 따른 신초 성장 및 과실 특성**

복숭아 ‘천중도백도’의 결과지 방향과 굵기에 따른 신초 성장과 과실 특성을 비교하였다(Table 2). 결과지 방향에 따른 결과지 직경은 하향이  $5.0 \pm 1.3\text{mm}$ , 수평이  $6.9 \pm 2.3\text{mm}$ , 상향이  $9.4 \pm 2.6\text{mm}$  였으며(자료 미제시), 하향의 경우 9mm 이상의 굵은 결과지가 없었다. 신초장은 결과지 방향에 관계없이 결과지가 굵을수록 매우 유의하게 길었는데, 직경 11mm 이상의 상향 결과지에서 95.0cm로 가장 길었고 직경 5.0mm 미만의 하향 및 수평 결과지에서 13.1-15.5cm로 짧



**Fig. 1.** Frequency distribution of the values of fruit growth parameters of 'Kawanakajima Hakuto' peach at the maturity date.

은 경향이였다. 과중은 결과지 방향 및 굵기의 단일 요인별 영향은 받지 않았으나 두 요인의 상호작용의 영향을 크게 받았다. 당도는 결과지 방향의 영향을 받지 않았고 결과지 굵기의 영향을 크게 받았다. 특히, 상향 결과지 중 직경 9.0-10.9cm에서 12.0°Brix로 가장 높았고, 직경 5.0mm 미만의 하향 및 수평 결과지에서 각각 10.7°Brix 와 10.8°Brix, 5.0-6.9mm의 상향 결과지에서는 10.3°Brix로 낮았다. 수세가 강한 ‘천중도백도’의 특성과 신초장을 고려하면 직경 11.0mm 이상 결과지는 신초 신장 및 엽수가 많아 상부 엽에 의한 하부 엽이 차광됨에 따라 동화산물 생산량이 적고 생산된 동화산물도 영양생장에 소모되었을 것으로 생각된다. 복숭아 신초가 지나치게 길면 오히려 잎의 광합성률이 저하된다는 보고(Lee and Kim, 1992)에 본 연구의 결과가 일치하였고 이는 긴 신초 및 엽수가 많은 상향 결과지에서는 과실로 전류되는 동화산물의 양이 적었기 때문으로 생각된다. 결과지 방향에 따른 직경별 과중의 분포를 조사한 결과 (Fig. 2), 하향 결과지는 6.0mm 이하, 수평 결과지는 9.0mm

이하, 그리고 상향 결과지는 11.0mm 이상에 집중적으로 분포하고 있었다. 결과지 방향에 따른 결과지 직경과 과중 간에는 상향 결과지에서는 부의 상관( $r^2 = 0.094^*$ ), 하향 결과지에서는 정의 상관( $r^2 = 0.246^{**}$ )을 나타내었지만 수평 결과지에서는 유의한 상관성을 나타내지 않았다.

복숭아 탐프루트의 상품 기준으로써 본 연구결과의 평균 과중을 검토해 보면 결과지 직경에 관계없이 모두 적합한 수준이었으나, 당도는 부적합한 것이 많았다. 당도가 낮았던 것은 본 시험 포장에 위치한 수원 지역에 2012년 8월 한 달 중 18일 동안 426.2mm의 비가 내렸기 때문으로 생각된다(KMA, 2012). 복숭아의 당도는 품종에 따라 다소 차이는 있지만 강우나 구름에 의해 광량이 부족하게 되면 광합성률이 저하되고 엽 내 탄화수소 축적이 증가하여 떨어진다(Kwon et al., 2008).

이상의 결과를 종합하여 보면, ‘천중도백도’는 굵기가 가는 결과지에서 우량한 과실이 생산되는 중-단과지형으로 확인되었다. 특히, 과중만을 고려하면 하향 및 수평 결과지

**Table 2.** Shoot length, fruit weight, and soluble solids content as influenced by bearing branch direction and diameter of ‘Kawanakajima Hakuto’ peach at the maturity date.

Bearing branch Direction (A)	Bearing branch Diameter (B) (mm)	Shoot length (cm)	Fruit weight (g)	Soluble solids content (°Brix)
Downward	< 4.9	13.1 f <sup>z</sup>	326.6 b-e	10.7 bc
	5.0-6.9	19.5 ef	359.8 a-c	11.4 ab
	7.0-8.9	41.4 d	388.7 a	11.5 ab
	9.0-10.9	-	-	-
	> 11.0	-	-	-
Horizontal	< 4.9	15.5 f	335.7 b-e	10.8 bc
	5.0-6.9	26.5 ef	337.9 b-e	11.0 a-c
	7.0-8.9	41.0 d	345.0 a-d	11.6 ab
	9.0-10.9	59.1 c	342.8 a-d	11.5 ab
	> 11.0	80.0 b	305.7 de	11.1 a-c
Upward	< 4.9	24.2 ef	377.0 ab	11.4 ab
	5.0-6.9	31.7 de	321.7 c-e	10.3 c
	7.0-8.9	41.7 d	306.9 de	11.4 ab
	9.0-10.9	60.0 c	288.2 e	12.0 a
	> 11.0	95.0 a	310.2 c-e	11.6 ab
Significance				
A		ns	ns	ns
B		**	ns	**
A × B		ns	**	ns

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at  $p = 0.05$ .

ns,\*\* Nonsignificant or significant at  $p = 0.01$ , respectively.

중 직경이 5.0-9.0mm 정도의 가는 가지에 착과시키는 것이 좋지만, 결과지수가 부족할 때에는 상향 결과지에서 직경 5.0mm 미만의 가는 가지 위주로 착과시켜야 할 것으로 생각된다. 하지만 상향지는 대부분 주지의 등부위에 있으므로 착과와 동시에 강하게 발생하는 신초에 의해 다른 결과지가 착과되지 않도록 적절한 하계전정을 실시해야 할 것이다. 그리고 수체 내 굵은 결과지에서 발생하는 신초를 하계에

적심하여 직경이 가는 2차지를 발생시켜 다음해 결과지로 활용해야 할 것으로 생각된다.

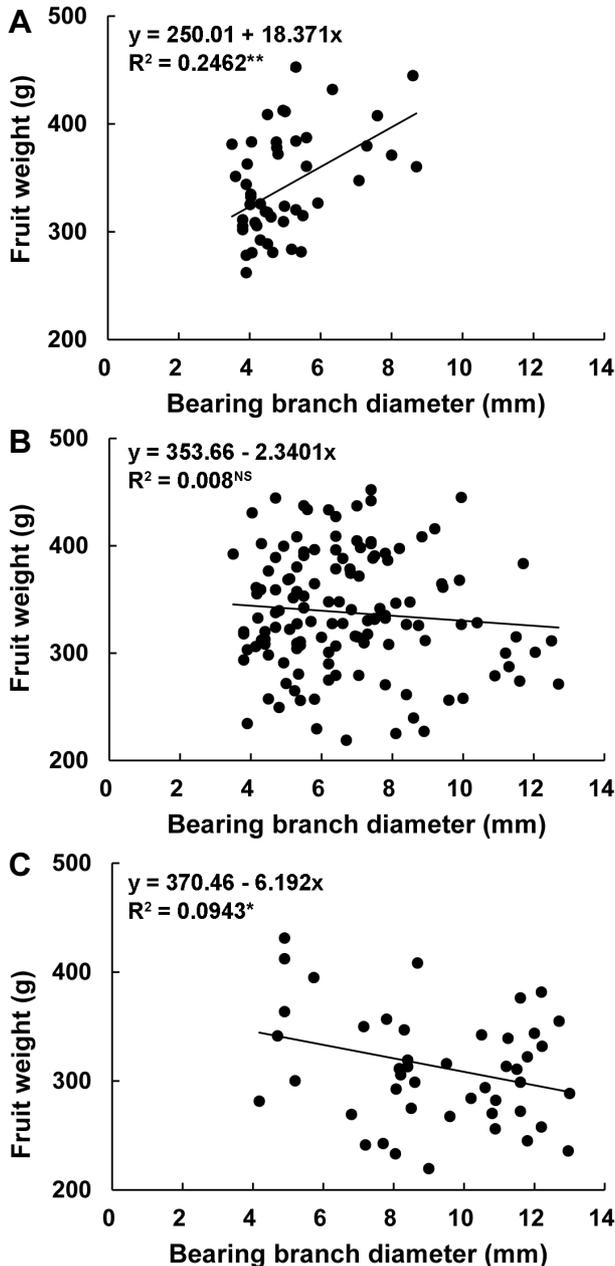
## 초 록

본 연구에서는 ‘천중도백도’ 복숭아(*Prunus persica*)의 고품질 다수확 생산을 하는데 적합한 결과지를 구명하기 위하여 몇 가지 결과지 방향 및 굵기 처리에 따른 신초장, 과중, 당도 등의 변화를 조사하였다. 각 조사항목의 평균치를 보면 결과지 직경의 경우 6.9mm, 신초장은 32.6cm, 과중은 333.6g, 당도는 11.2°Brix였으며, 결과지 직경과 신초장은 변이계수가 각각 35.8%와 75.3%로 높았다. 254개 결과지 및 과실 특성 중 직경 9.0mm 이하 결과지가 76.4%, 40cm 이하 신초가 70.0%, 무게가 310-340g 과실이 24.8%, 그리고 당도가 10.5-12.5°Brix인 과실이 66.9%를 차지하였다. 신초장은 결과지 방향에 관계없이 결과지 굵기의 영향을 크게 받았고, 과중은 결과지 방향 및 굵기의 상호작용의 영향을 크게 받았다. 그리고 당도는 결과지 방향에 관계없이 결과지 굵기의 영향을 크게 받았다. 결과지 직경과 과중간 회귀분석 결과 하향 결과지에서는 정의 상관( $r^2 = 0.246^{**}$ )을 보였고 상향 결과지에서는 부의 상관( $r^2 = 0.094^*$ )을 보였다. 따라서 고품질 ‘천중도백도’ 과실 생산을 위해서는 하향이면서 직경이 9.0mm 이하인 결과지를 활용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

**추가 주요어 :** 변이계수, 빈도분포, 복숭아, 회귀분석

## 인용문헌

- Choi, S.W. and K.R. Kim. 2000. Effects of girdling and pinching on the June drop of ‘Sekaiichi’ apple. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18:391-394.
- Dann, I.R., P.D. Mitchell, and P.H. Jerie. 1990. The influence of branch angle on gradients of growth and cropping within peach trees. *Sci. Hort.* 43:37-45.
- Forshey, C.G., D.C. Elfving, and R.L. Stebbins. 1992. Training and pruning apple and pear trees. *Amer. Soc. Hort. Sci. Press*, Alexandria, VA.
- Kim, G.S., D.G. Choi, and J.H. Song. 2011. Effect of summer pruning by thinning, twisting, and cutting on growth and fruit quality in peach (*Prunus persica*). *J. Agri. Life Sci.* 42(2): 20-26.



**Fig. 2.** Relationship between bearing branch diameter, downward (A), horizontal (B), and upward (C) direction, and fruit weight of ‘Kawanakajima Hakuto’ peach at the maturity date.

- Kim, S.J., C.Y. Yang, S.W. An, J.C. Kim, J.M. Lee, and K.H. Cho. 2010. Effects of pinching on tree growth and fruits quality in 'Changhowon Hwangdo' peach. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28(Suppl. II):35. (Abstr.)
- Korea Meteorological Administration (KMA). 2012. Domestic past climate data. [http://www.kma.go.kr/weather/climate/past\\_cal.jsp](http://www.kma.go.kr/weather/climate/past_cal.jsp).
- Kwon, J.H., H.Y. Park, J.H. Jun, and H.J. Lee. 2008. Changes of sugar composition and related enzyme activities of 'Kansuke Hakuto' and 'Kurakatawase' peach fruit after rainfall. *Hort. Environ. Biotechnol.* 49:85-89.
- Lee, C.H. and J.S. Kim. 1992. Study on photosynthetic activity of leaves at parts of different shoot in peach. *J. Chinju Nat. Agri. For. Tech. Coll.* 31:17-23.
- Lee, S.U., E.Y. Nam, S.K. Yun, Y.U. Shin, J.H. Jung, H.K. Kang, and I.K. Yoon. 2010. Effect on shoot growth inhibition by prohexadion-calcium in 'Satonishiki' sweet cherry. *J. Bio-Environ. Control* 19:387-391.
- Lescourret, F., M. Ben Mimoun, and M. Génard. 1998. A simulation model of growth at the shoot-bearing fruit level: Description and parameterization for peach. *European J. Agron.* 9:173-188.
- Park, J.Y., I.C. Son, and D.I. Kim. 2010. Effects of foliar spray of calcium hydroxide on shoot growth and fruit quality in 'Daewol' peach (*Prunus persica*). *Kor. J. Environ. Agri.* 29: 102-108.
- Park, M.Y., J.K. Park, S.J. Yang, H.H. Han, I.K. Kang, and J.K. Byun. 2008. Proper tree vigor and crop load in high density planting system for 'Fuji'/M.9 apple trees. *J. Bio-Environ. Control* 17:306-311.
- Quinlan, J.D. and A.P. Preston. 1971. The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. *J. Hort. Sci.* 46:525-534.
- Rural Development Administration (RDA). 2002. Peach cultivation. Standard farming textbook. RDA, Suwon, Korea.
- Rural Development Administration (RDA). 2008. Top fruit project. <http://topfruit.rda.go.kr>.
- Ryu, J.H. 2002. Studies on the appropriate fruit numbers according to drooping branch size in 'Fuji'/seedling trees. Master's thesis, Kyun Hee Univ., Yongin, Korea.
- Woo, B.Y., W. Sim, W.J. Jeon, and T.M. Yoon. 2009. Influence of pinch lateral shoots on canopy development and early performance of slender spindle system. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27(Suppl. I):110. (Abstr.)