

ORIGINAL ARTICLE

## 꽃잎 및 꽃받침 제거가 딸기의 과형 변화 및 품질에 미치는 영향

이규빈 · 최윤의 · 박은지 · 박영훈 · 최영환 · 강남준<sup>1)</sup> · 강점순\*

부산대학교 원예생명과학과, <sup>1)</sup>경상대학교 원예학과

## Effect of Removing Corolla and Calyx Lobes on Fruit Shape and Quality of Strawberry

Gyu-Bin Lee, Yun-Ui Choe, Eun-Ji Park, Young-Hoon Park, Young-Whan Choi,  
Nam-Jun Kang<sup>1)</sup>, Jum-Soon Kang\*

Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

<sup>1)</sup>Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

### Abstract

In the present study, we investigated the effects of artificial removal of corolla and calyx lobes from open flowers on fruit development and fruit quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). Removing the corolla had no significant effect on fruit weight, hardness, length, and diameter, Hunter L, a, b values, sugar content and acidity. However, removing the calyx lobes significantly inhibited longitudinal and transverse growth of the fruits, resulting in diminished fruit size. In addition, merchantable fruit quality significantly decreased upon removing the calyx lobes, and this tendency was increased as more calyx lobes were removed. Nonetheless, removal of the calyx lobes had no effects on fruit color, sugar content, or acidity, similar to the effect of corolla removal.

**Key words** : Calyx, Fruit diameter, Fruit shape, Corolla, Strawberry

### 1. 서론

딸기(*Fragaria × ananassa* Duch.)는 주로 플라스 틱하우스에서 9월 말부터 5월 말까지 재배되는 대표적인 겨울 및 봄철 과채류로 생식용으로 소비되는 원예작물이다.

딸기는 고유의 맛과 향기 그리고 비타민 C를 비롯한 항산화 활성이 있는 페놀성 화합물 함량이 풍부한 과채류이다(Zheng et al., 2008). 딸기 총생산액은

2015년을 기준으로 1조 2천억원 이상이며(MIFAFF, 2015), 이는 원예작물 중에서 가장 높은 생산액이다. 수출금액은 3,400만불(2015년) 이상으로 이러한 성장세를 당분간 지속될 것으로 예측된다. 수출 지역은 아시아권인 홍콩, 싱가포르, 말레이시아, 태국 등으로 수출이 활성화 되고 있다.

최근의 시설 딸기는 고설재배 등 첨단 재배기술 도입과 수경재배 기술의 진보로 수량과 품질이 향상되고 있다. 딸기의 품질은 시설의 환경조건에 따라 크게

Received 22 November, 2016; Revised 19 December, 2016;

Accepted 29 December, 2016

\*Corresponding author: Jum-Soon Kang, Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 50463, Korea  
Phone: +82-55-350-5523  
E-mail : kangjs@pusan.ac.kr

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

좌우된다. 최근 기후변화의 영향으로 딸기재배의 불량조건 현상이 빈번해지고 강도 또한 더욱 커지고 있다. 특히 겨울철 딸기 재배는 저온 등 불량환경에 노출되는 경우가 많아 기형과 발생률이 높아지고 있다. 과형이 불량한 기형과는 상품성을 떨어뜨리고 수출의 저해요인이 되고 있다.

따라서 수출 활성화를 도모하고 고품질의 딸기를 안정적으로 생산하기 위해서는 기형과를 줄일 수 있는 재배기술이 확립되어야 한다. 딸기의 기형과는 수정이 이루어지지 않은 상태에서 발생하며, 외적 요인으로는 고온과 저온, 다습과 건조, 일조불량, 농약살포 등이며, 생리적 요인으로는 묘의 영양상태 등으로 요약된다(Jung, 2012).

딸기의 화기는 암술, 수술을 갖는 완전화이며, 보통 5장의 꽃잎을 갖는데 수술은 꽃잎 당 5배수로 합계 20~25개 정도이며, 암술은 대략 100~400개 정도 형성된다. 딸기에서 꽃잎은 수정이 끝나면 탈리가 되는 반면 수술과 암술 및 꽃받침은 과실에 부착되어 있다. 탈리되지 않고 부착된 꽃잎은 과일의 잿빛곰팡이병을 유발시키는 원인이 되기도 한다(Boff et al., 2003). 수정이 완료된 후 더 이상 필요하지 않게 된 꽃잎과 꽃받침은 탈리되는 과정을 거치는데(Bleecker and Patterson, 1997), 꽃의 탈리 정도는 품종, 영양상태 및 외부 환경요인에 의해서 달라진다(Roberts et al., 2000).

수정된 과실은 이중 S자형 성장곡선을 나타내며, 급속한 생장이 이루어지는(생장 1단계와 3단계) 단계와 생장이 완만하게 이루어지는 단계로 구분된다(Yonemori et al., 1995). 배(Choi, 2007; Kang et al., 2007)와 감(Sobajima, 1979; Zheng and Sugiura, 1990; Yonemori et al., 1995)에서 꽃받침이 과일의 성장과 과일형태 변화에 중요한 역할을 하며, 인위적으로 꽃받침을 제거하면 과일 생장이 지연되었다(Kitagawa and Glucina, 1984). 특히, 꽃받침을 제거하는 시기가 빠를수록 과일의 성장억제 정도가 높았다(Nakamura, 1967; Maeda, 1968). 그러나 딸기에서는 기능성 물질탐구(Zheng et al., 2008; Kim et al., 2011) 저장 및 유통 연장기술(Vicente et al., 2002; Park and Hwang, 2010; Choi et al., 2013), 병해충 방제(Choi et al., 2009), 재배기술(Chung et al., 1993;

Hwang and Ku, 1993; Jun et al., 2013)에 관해 많은 연구가 수행되었으나, 화기 손상이 과일 형태에 미치는 영향을 고찰한 연구는 없었다.

본 연구는 시설재배에서 불량환경으로 인해 딸기의 꽃잎 및 꽃받침이 손상을 받았을 때 과형변화에 나타나는 특징을 파악하고 품질에 미치는 영향을 밝히기 위해 수행되었다.

## 2. 재료 및 방법

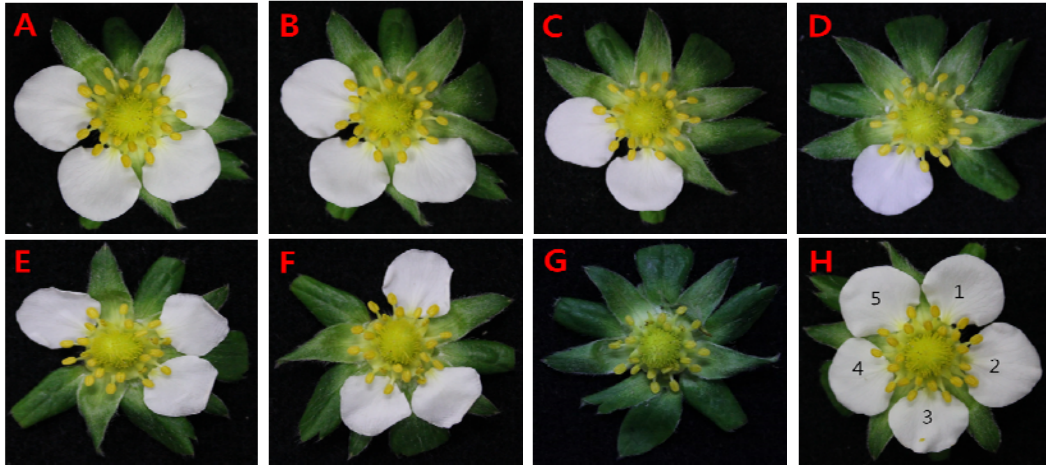
### 2.1. 꽃잎 제거가 딸기의 과형변화 및 품질에 미치는 영향

본 시험에 사용된 딸기(*Fragaria × ananassa* Duch.) 품종은 ‘설향’이었다. 시험은 2015년 5월부터 2016년 5월까지 부산대학교 온실(경남 밀양시 삼랑진읍 청학리 산50번지)에서 생육온도를 20℃로 제어하여 고설벤치 베드에서 실험을 수행하였다.

딸기는 육묘하여 본엽이 4장 전개된 유묘를 상토(Chambuja, Farmhannong, Korea)가 충전된 포트에 정식하였다. 시험구는 난괴법 3반복이었으며, 처리구당 6개의 포트를 배치하고 포트(길이 60 cm × 길이 25 cm × 높이 30 cm)당 3주의 식물체를 정식하였다. 재배기간중 양액은 400배로 희석한 물푸레 1호 과재류용(대우)을 사용하였고, 자동 타이머를 이용하여 하루에 각 2분씩 5회 걸쳐 점적튜브를 통해 총 400 ml의 양액을 공급하였다. 공급되는 양액의 pH는 6.7이었으며, EC는 1.5 dS·m<sup>-1</sup>였다.

꽃잎 제거가 딸기의 과형변화 및 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 만개한 다섯장의 꽃잎을 핀셋으로 8처리로 나누어 제거하였다. 꽃잎 제거처리는 인위적으로 시계방향으로 잎의 숫자를 부여하여 A; (1)번 꽃잎 제거, B; (1) + (2)번 꽃잎제거, C; (1) + (2) + (3)번 꽃잎제거, D; (1) + (2) + (3) + (4)번 꽃잎제거, E; (1) + (4)번 꽃잎제거, F; (2) + (5)번 꽃잎제거, G; 꽃잎 완전제거 H; 꽃잎을 제거하지 않는 대조구였다. 꽃잎 제거는 꽃이 만개한 후 1일째에 실시하였다(Fig. 1).

수정한 후 30일째 수확한 딸기의 품질은 과중, 과장, 과경을 조사하였고, 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b 값을 측정 한 뒤 평균값으로 나타내었다. L value는 0(black),



**Fig. 1.** Corolla removal treatment at open flower of 'Seolhyang' strawberry. Treatment were: A; 1 corolla removed on flower, B; 1+2 corolla removed on flower, C; 1+2+3 corolla removed on flower, D; 1+2+3+4 corolla removed on flower, E; 1+4 corolla removed on flower, F; 2+5 corolla removed on flower, G; all corolla removed on flower, H; corolla remained attached to the fruit till harvest (control).

+100(white), a value는 100(redness), -800(greenness), b value는 +70(yellowness), -70(blueness)으로 수치화 하였다. 경도는 물성분석기(TA-XT2, Stable micro systems, London, England)에 5 mm probe를 장착하여 과실의 동일한 부위에 7 mm 깊이로 측정하였다. 당도(PR-201a, Atago, Japan)는 경도를 측정하고 과실의 앞쪽을 5 mm 가량을 잘라낸 후 착즙하여 측정하였다. 산도는 Titratable acidity 법으로 그리고 당산비를 조사하였다.

## 2.2. 꽃받침 제거가 딸기의 과형변화 및 품질에 미치는 영향

본 시험에 사용된 품종은 '설향'이었다. 꽃받침 제거에 따른 딸기의 과형변화 및 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 10개의 꽃받침 조각을 핀셋으로 제거하였다. 꽃받침 제거 처리는 시계방향으로 인위적으로 꽃받침 조각에 숫자를 부여하여 A; 꽃받침 조각 2개 제거, B; 꽃받침 조각 4개 제거, C; 꽃받침 조각 6개 제거, D; 꽃받침 조각 8개 제거, E; 꽃받침 조각 전부 제거, F; 꽃받침 조각 제거하지 않는 대조구 처리였다. 딸기의 인위적 꽃받침 조각 제거 시기는 인공수정 직후에 실시하였다(Fig. 2).

꽃받침 제거가 딸기의 과형변화 및 품질에 미치는

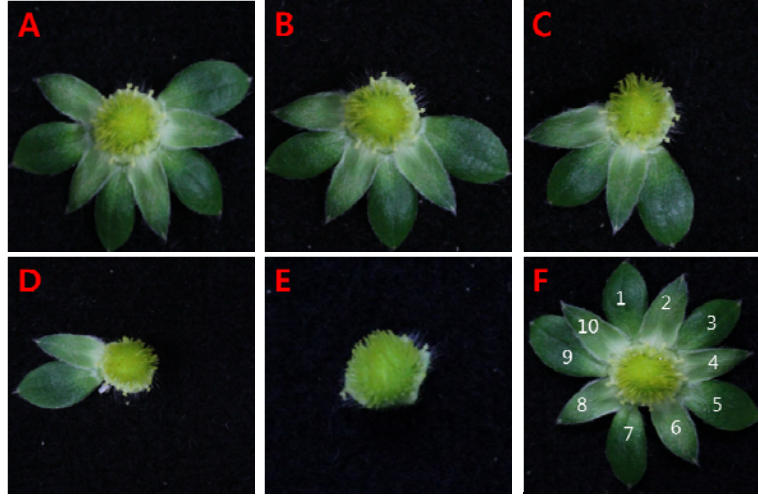
영향을 조사하기 위해 과중, 과장, 과경을 조사하였고, 상품과(4 g 이상 및 과형 둥근원추형)와 비상품과(4 g 미만 및 기형과)로 구분하여 조사한 후 1주당 총수량으로 환산하였다.

색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b 값을 측정하고 평균값으로 나타내었다. L value는 0(black), +100(white), a value는 100(redness), -800(greenness), b value는 +70(yellowness), -70(blueness)으로 수치화 하였다. 경도는 물성분석기(TA-XT2, Stable micro systems, London, England)에 5 mm probe를 장착하여 과실의 동일한 부위에 7 mm 깊이로 측정하였다. 당도(PR-201a, Atago, Japan)는 경도를 측정하고 과실의 앞쪽을 5 mm 가량을 잘라낸 후 착즙하여 측정하였다. 산도는 Titratable acidity 법으로 그리고 당산비를 조사하였다. 그 외의 시험구 배치 및 재배방법은 위의 방법과 동일하게 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 꽃잎 제거가 딸기의 과형변화 및 품질에 미치는 영향

꽃잎은 암술과 수술을 둘러싸서 보호하며, 화려한 색깔과 향기로 곤충을 유인하여 수분, 수정을 돕는 역할을 한다(Bleecker and Patterson, 1997). 식물에서



**Fig. 2.** Calyx lobe removal on fruit of 'Seolhyang' strawberry. Treatment were: A; 2 calyx lobe removed on fruit, B; 4 calyx lobe removed on fruit, C; 6 calyx lobe removed on fruit, D; 8 calyx lobe removed on fruit, E; all calyx lobe removed on fruit, F; calyx lobe remained attached to the fruit till harvest (control).

수정이 완료되면 꽃잎은 탈리되는 과정을 거치는데, 딸기의 경우 탈리되지 않고 부착된 꽃잎은 과일의 잿빛곰팡이병을 유발시키는 원인이 되기도 한다(Boff et al., 2003).

시설 딸기재배에서 불량조건에 노출되면 꽃잎이 수정전에 탈리하는 경우가 많고, 과형이 변형된 기형과의 발생율이 증가하게 된다. 하지만 기형과 발생 원

인이 꽃잎 등 화기를 구성하는 기관들의 구조적 결함과 손상에 의한 것인지는 명확하게 밝혀져 있지는 않다. 또한 꽃잎이 딸기의 과일생장과 발육 및 과일형태에 어떤 영향을 주는지에 대해서도 구명된 바 없다. 따라서 본 연구는 개화한 딸기의 화기에서 꽃잎을 인위적으로 제거한 처리가 과실의 형태 및 품질에 미치는 영향을 조사하였다(Table 1, 2 및 Fig. 3).

**Table 1.** Effect of corolla removal on fruit growth and fruit shape of strawberry

Removal of corolla <sup>z)</sup>	Fruit weight (g)	Fruit length(mm)	Fruit diameter (mm)	Fruit shape
A	4.57 a <sup>y)</sup>	22.29 a	19.64 b	Circular cone
B	4.66 a	24.22 a	21.49 b	Circular cone
C	4.96 a	24.12 a	20.95 b	Circular cone
D	5.54 a	25.31 a	21.64 b	Circular cone
E	5.08 a	24.73 a	19.15 b	Circular cone
F	4.93 a	24.92 a	20.47 b	Circular cone
G	6.12 a	26.60 a	23.89 a	Circular cone
H	5.45 a	25.47 a	21.87 b	Circular cone

<sup>z)</sup> A; 1 corolla removed on flower, B; 1+2 corolla removed on flower, C; 1+2+3 corolla removed on flower, D; 1+2+3+4 corolla removed on flower, E; 1+4 corolla removed on flower, F; 2+5 corolla removed on flower, G; all corolla removed on flower, H; corolla remained attached to the fruit till harvest (control)

<sup>y)</sup> Means separation within columns of each treatment by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$

**Table 2.** Effect of corolla removal on hunter value, firmness, sugar content and acidity of fruit in strawberry

Removal of corolla <sup>2)</sup>	Hunter			Firmness (N)	Soluble solid content (°Brix)	Titratable acidity (Acetic acid %)	SSC/TA ratio
	L	a	b				
A	41.92 a <sup>3)</sup>	47.45 a	30.17 a	2.081 a	8.0 a	0.60 a	13.33 a
B	44.81 a	46.41 a	32.06 a	2.015 a	8.4 a	0.76 a	11.05 a
C	43.25 a	46.73 a	31.45 a	1.971 a	8.6 a	0.76 a	11.31 a
D	42.87 a	46.24 a	30.43 a	1.910 a	8.2 a	0.74 a	11.08 a
E	42.35 a	46.53 a	28.63 a	2.002 a	8.8 a	0.76 a	11.57 a
F	41.50 a	48.02 a	29.77 a	2.308 a	7.7 a	0.72 a	10.69 a
G	42.80 a	47.21 a	31.21 a	2.234 a	8.0 a	0.71 a	11.26 a
H	41.73 a	52.25 a	29.78 a	2.011 a	8.4 a	0.66 a	12.72 a

<sup>2)</sup> A; 1 corolla removed on flower, B; 1+2 corolla removed on flower, C; 1+2+3 corolla removed on flower, D; 1+2+3+4 corolla removed on flower, E; 1+4 corolla removed on flower, F; 2+5 corolla removed on flower, G; all corolla removed on flower, H; corolla remained attached to the fruit till harvest (control)

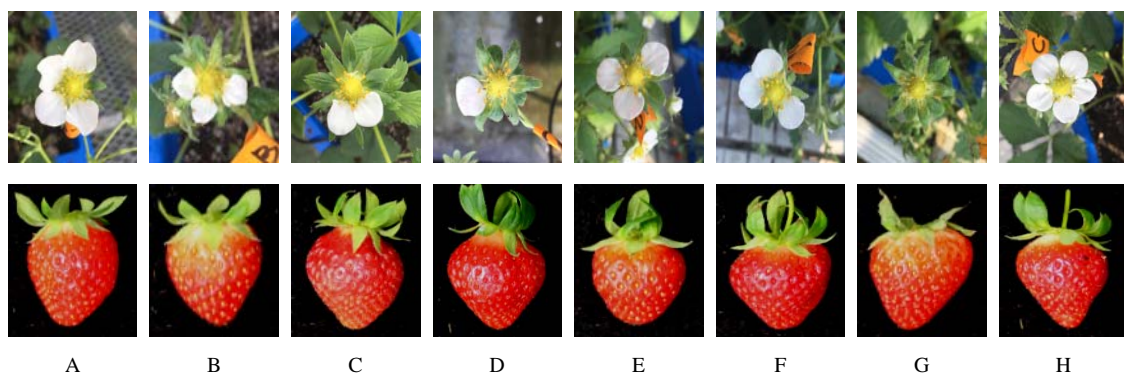
<sup>3)</sup> Means separation within columns of each treatment by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$

딸기의 화기에서 꽃잎을 제거하면 과실의 무게에는 큰 변화가 없었다. 또한 꽃잎 조각을 제거하는 부위에 따라라도 수확된 과실의 무게에는 큰 차이가 없었다. ‘설향’ 딸기의 과일형태는 둥근 원추형이었으며, 화기에서 꽃잎을 다양하게 제거하더라도 과일형태에는 큰 변화가 없었다. 이 뿐만 아니라 꽃잎 제거 처리는 수확한 과실의 경도, 종단길이 및 과실직경에도 유의적인 차이가 없었다(Table 1).

딸기의 화기에서 꽃잎을 인위적으로 제거하여 수

확한 과실의 색택을 조사한 결과 Hunter L, a, b 값에도 큰 영향을 주지 못했다. 꽃잎을 제거하지 않고 생육시킨 딸기 과실의 Hunter L 값은 41.73였으나 다양한 처리로 꽃잎을 제거하더라도 과실의 밝기를 뜻하는 Hunter L 값은 뚜렷한 차이가 없었고, 적색 및 황색을 뜻하는 Hunter a, b 값도 꽃잎제거에 의해 큰 차이가 없었다.

또한 꽃잎을 제거하지 않고 수정 후 30일째에 수확한 딸기의 경도는 2.01N이었다. 꽃잎을 다양한 부위



**Fig. 3.** Change in fruit shapes by the corolla removal treatment at open flower of 'Seolhyang' strawberry. Treatment were: A; 1 corolla removed on flower, B; 1+2 corolla removed on flower, C; 1+2+3 corolla removed on flower, D; 1+2+3+4 corolla removed on flower, E; 1+4 corolla removed on flower, F; 2+5 corolla removed on flower, G; all corolla removed on flower, H; corolla remained attached to the fruit till harvest (control).



별로 제거한 과실은 1.91 - 2.30N의 경도를 보여 대조구와 유의적인 차이는 없었다. 당 함량은 꽃잎을 제거하지 않은 대조구 과일은 8.4°Brix 였으며, 꽃잎 조각을 다양한 부위로 제거하여 수확한 과일의 당도는 7.7 - 8.8°Brix 범위로 꽃잎 제거에 의한 유의적인 차이는 없었다. 또한 과일의 산도는 꽃잎제거 유무에 관계없이 0.66 - 0.76% 였으며, 당산비도 10.69 - 13.33로 꽃잎 제거에 따른 과일의 산도에는 큰 변화가 없었다 (Table 2). 따라서 딸기의 꽃잎은 과실의 생장 및 품질에 큰 영향을 주는 요인이 아니었음이 증명되었다.

과실의 생장은 이중 S자형 생장곡선을 나타내며, 급속한 생장이 이루어지는 단계(생장 1단계와 3단계)와 생장곡선이 완만한 단계(생장 2단계)로 구분된다 (Yonemori et al., 1995). 과일의 생장과 발육에 식물생장조절제의 역할이 중요하며, ABA는 감에서 생장 발육의 최종단계인 과일의 비대생장에도 관여한다 (Sobajima, 1979). 또한 포도(Inaba et al., 1974)와 딸기(Archbold, 1988)에서도 과일의 비대생장이 시작단계에서 ABA 함량이 급속히 증가하였고, 외생 ABA 처리에 의해 당의 축적되는 성숙과정을 촉진하였다.

딸기의 경우 옥신이 과일의 생장 1단계에서 증가하며, 지베렐린은 과일의 생장 1단계와 2단계에서, 성숙이 진행되는 3단계에서는 ABA 함량이 증가한다고 알려져 있다(Symons et al., 2012). 선행연구에서 딸기 과실의 생장에는 호르몬 직접적으로 관여하며, 꽃잎은 과실의 생장에는 영향을 주는 요인이 아니었다.

딸기의 기형과는 꽃봉오리 및 개화기 때 이상저온으로 화기가 손상 받았을 경우에도 발생한다고 알려져 있다. 본 실험에서 꽃잎을 인위적으로 제거하더라도 과형이나 품질에 큰 변화가 없었다. 따라서 시설 딸기재배에서 저온에 의한 기형과 발생은 꽃잎의 조기 탈리에 의한 것이 아님을 알 수 있었다.

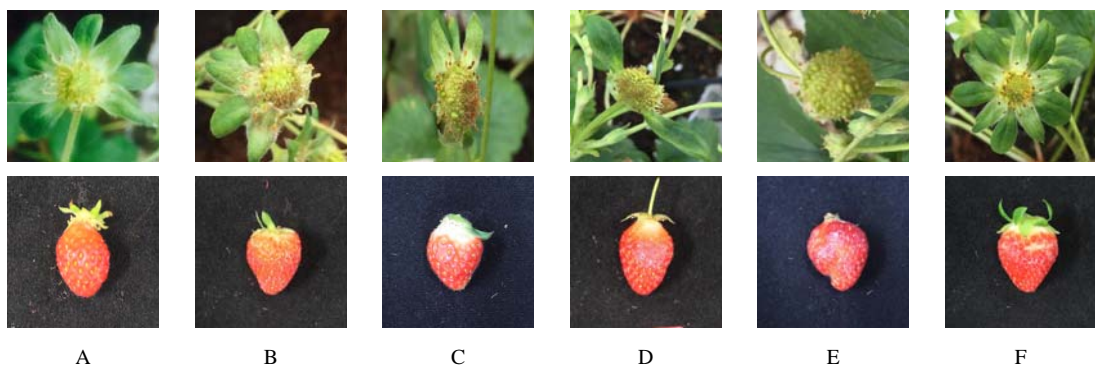
이상의 결과로 딸기의 기형과 발생은 이상저온으로 인한 수술의 개약과 화분의 비산이 불량해져 일어나는 수정장애에 의한 것으로 추측된다.

### 3.2. 꽃받침 제거가 딸기의 과형변화 및 품질에 미치는 영향

꽃받침이 과형에 미치는 영향을 알아보기 위해 수정직 후 10개의 꽃받침 조각을 처리별로 제거하여 과실의 특징을 조사하였다(Table 3, 4 및 Fig. 4). 전반적으로 꽃받침을 제거하는 부위가 많아질수록 과실은 작아지는 경향을 보였다. 꽃받침을 제거하지 않고 수확한 딸기의 과중은 7.74 g 였다. 그러나 꽃받침을 제거하면 과중이 감소하였고, 특히 꽃받침을 완전 제거한 처리에서는 과중이 4.80 g에 불과하였다.

수확과의 상품성을 조사한 결과 꽃받침을 제거하지 않은 대조구는 상품화율 99.0% 였으나, 꽃받침을 모두 제거한 처리에서는 상품화율이 92.4% 였다. 따라서 딸기에서 꽃받침을 제거하면 비상품화 비율이 높아졌으며, 이러한 경향은 꽃받침 제거 부위가 많아질수록 뚜렷하였다.

또한 꽃받침 제거한 처리에서 과일의 종단비대와



**Fig. 4.** Change in fruit shapes by the calyx lobe removal on fruit of 'Seolhyang' strawberry. Treatment were: A; 2 calyx lobe removed on fruit, B; 4 calyx lobe removed on fruit, C; 6 calyx lobe removed on fruit, D; 8 calyx lobe removed on fruit, E; all calyx lobe removed on fruit, F; calyx lobe remained attached to the fruit till harvest (control).

**Table 3.** Effect of calyx removal on fruit growth and marketable yield of strawberry

Removal of calyx <sup>z)</sup>	Fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit diameter (mm)	Yield	
				Marketable (%)	Abnormal (%)
A	6.00 b <sup>y)</sup>	24.84 b	21.36 bc	97.0 b	3.0 b
B	6.87 b	27.63 a	22.04 b	96.5 b	3.5 b
C	4.95 c	23.86 b	20.36 b	95.6 bc	4.4 ab
D	4.96 c	25.24 b	19.98 c	92.2 c	7.8 a
E	4.80 c	24.59 b	19.37 c	92.4 c	7.6 a
F	7.74 a	28.93 a	24.71 a	99.0 a	1.0 c

<sup>z)</sup> A; 2 calyx lobe removed on fruit, B; 4 calyx lobe removed on fruit, C; 6 calyx lobe removed on fruit, D; 8 calyx lobe removed on fruit, E; all calyx lobe removed on fruit, F; calyx lobe remained attached to the fruit till harvest (control)

<sup>y)</sup> Means separation within columns of each treatment by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$

횡단비대 생장이 대조구에 비해 낮았다. 이러한 원인은 꽃받침의 탈리 과정도 에너지를 소비하는 생리현상이고, 과실 발육의 초기 단계에서 인위적인 꽃받침 제거 처리는 상처회복에 필요한 에너지와 과실생장에 필요한 에너지가 분산됨으로써 궁극적으로 대조구에 비해 과실의 비대생장이 지연된 것으로 해석된다 (Kang et al., 2007).

우리나라의 시설딸기 재배의 70% 이상을 점유하고 있는 ‘설향’은 저온에 의해 기형과 발생이 증가하고 있어, 재배농가의 문제점으로 지적되고 있다. 기형과 발생의 주요 원인은 수정장애에 의한 것으로 알려져 있지만 저온에 의한 화기의 손상에 의한 것도 배제할 수 없었다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 꽃받침

이 과실의 성장 및 형태변화에 미치는 영향을 밝히고자 하였다.

꽃받침이 과실 발육에 미치는 영향은 지방상위인 감(Kitagawa and Glucina, 1984; Yonemori et al., 1995)과 지방하위인 배(Kang et al., 2007) 에서 많은 연구가 수행되었다. 감에서는 꽃받침이 과실 비대에 관여하였고, 꽃받침의 제거시기에 따라 과실발육이 달랐으며, 제거시기가 빠를수록 과실 비대의 억제 정도가 높았다고 하였다(Kitagawa and Glucina, 1984). 반면 꽃받침이 과경의 반대쪽에 위치하여 수정 후에 꽃받침이 자연적으로 탈락되는 지방하위인 배는 꽃받침이 과일발달 및 과일형태에 미치는 효과가 낮았다고 하였다(Kang et al., 2007).

**Table 4.** Effect of calyx removal on hunter value, firmness, sugar content and acidity of fruit in strawberry

Removal of calyx <sup>z)</sup>	Hunter			Firmness (N)	Soluble solid content (°Brix)	Titratable acidity (Acetic acid %)	SSC/TA ratio
	L	a	b				
A	41.46 a <sup>y)</sup>	45.03 a	30.03 a	2.22 a	8.0 a	0.65 a	12.31 a
B	41.89 a	46.73 a	30.94 a	2.23 a	8.3 a	0.74 a	11.21 a
C	43.20 a	47.03 a	32.60 a	2.29 a	8.6 a	0.68 a	14.10 a
D	42.72 a	46.16 a	28.80 a	1.97 a	8.9 a	0.70 a	12.71 a
E	42.63 a	44.91 a	29.91 a	2.03 a	8.4 a	0.76 a	11.05 a
F	41.73 a	46.77 a	30.81 a	2.08 a	8.3 a	0.72 a	11.52 a

<sup>z)</sup> A; 2 calyx lobe removed on fruit, B; 4 calyx lobe removed on fruit, C; 6 calyx lobe removed on fruit, D; 8 calyx lobe removed on fruit, E; all calyx lobe removed on fruit, F; calyx lobe remained attached to the fruit till harvest (control)

<sup>y)</sup> Means separation within columns of each treatment by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$

딸기는 꽃잎이 탈락된 이후에도 꽃받침은 수확 때까지 과실에 부착되어 있으며, 꽃받침이 과실의 형태 변화에 미치는 영향은 밝혀져 있지는 않다. 본 연구에서 꽃받침이 과실 비대에 영향을 주었으며, 꽃받침을 제거하면 과일생장이 낮았다.

유사한 연구는 감에서 보고 된 바 있고, 생육 초기에 꽃받침을 제거하면 과실내 fructose나 glucose 및 hexose의 함량은 증가하지 않으나 sucrose 함량이 증가되고 CO<sub>2</sub> 교환능력이 저하되어 과실발육이 저해된다고 하였다(Hirano et al., 1995; Yonemori et al., 1996).

딸기에서 꽃받침을 제거하면 과일생장이 억제되는 이유는 토마토에서 꽃받침을 제거하면 과실 내 sucrose가 일정 수준 이상으로 증가하게 되고 이에 따라 과실의 동화물질 흡수력(sink strength)가 낮아져 탄수화물 수송 저하로 과실 발육이 저해된다는 보고와 동일한 맥락으로 판단된다(Ho, 1988).

본 연구와 선행연구의 결과를 고찰하여 보면 딸기에서 꽃받침을 제거하면 과실생장이 억제되었다. 이는 꽃받침이 개화기와 결실 초기에 화기를 보호하는 역할을 하다가 그 이후에도 과실 생육 전반에 걸쳐 영향을 주었기 때문인 것으로 판단된다.

딸기의 열매에서 꽃받침을 인위적으로 제거하여 수확한 과실의 색택을 조사한 결과 Hunter L, a, b 값에도 큰 영향을 주지 못했다. 꽃받침 제거유무에 관계없이 과실의 Hunter L 값은 41 이상으로 꽃받침 제거에 의해 과일의 밝기에는 큰 영향이 없었다. 또한 딸기의 적색도를 나타내는 a 값도 꽃받침 제거 유무에 관계없이 45 이상 이었고, 황색도를 나타내는 b 값도 꽃받침 제거에 의해 큰 차이가 없었다.

또한 꽃받침을 제거하지 않고 수확 후 30일만에 수확한 딸기의 경도는 2.08N였으나, 꽃받침을 다양한 부위별로 제거한 과실은 1.97 - 2.29N의 경도를 보여 꽃받침 제거는 과일의 경도에 큰 영향을 주지 못했다. 당 함량은 대조구 과일에서는 8.3°Brix였으며, 꽃받침을 조각을 다양한 부위로 제거하여 수확한 딸기는 8.0 - 8.9°Brix로 꽃받침제거가 과일의 당도에는 큰 영향을 주지 못했다. 또한 꽃받침 제거 유무에 관계없이 과일의 산도는 0.65 - 0.76%였으며, 당산비도 11.05 - 14.10으로 꽃받침은 과일의 산도에는 큰 영향을 주지

않았다(Table 4).

이상의 결과로 겨울철 시설 딸기재배에서 저온에 의한 기형과 발생을 원인을 화기의 구조에서 구명하고자 한 본 연구에서 꽃잎은 과실의 성장 및 비대에 영향을 주는 요인이 아니었다. 반면 꽃받침이 과실 비대에 영향을 주었으며, 꽃받침을 제거하면 과일생장이 낮았고 기형과가 증가하였다. 그러나 꽃받침은 과실의 색도, 경도, 당도 및 산도에는 큰 영향을 주는 요인이 아니었다.

#### 4. 결론

시설 딸기재배에서 불량조건에 노출되면 과형이 변형된 기형과의 발생율이 증가하게 된다. 하지만 기형과 발생 원인이 화기를 구성하는 기관들의 구조적 결함과 손상에 의한 것인지는 명확하게 밝혀져 있지는 않다. 본 연구는 딸기의 화기에서 꽃잎과 꽃받침을 인위적으로 제거하여 과실의 성장 및 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

딸기에서 꽃잎을 제거하면 과실의 무게에는 큰 변화가 없었으며, 수확한 과실의 경도, 종단길이 및 과실 직경에도 유의적인 차이가 없었다. 또한 수확한 딸기의 색도인 Hunter L, a, b 값 및 경도, 당도와 산도에도 큰 영향을 주지 못했다.

반면 딸기에서 꽃받침을 제거하면 과일의 종단비대와 횡단비대 생장이 대조구에 비해 낮았고 과실은 작아지는 경향을 보였다. 또한 꽃받침을 제거하면 딸기의 비상품화 비율이 높아졌으며, 이러한 경향은 꽃받침 제거 부위가 많아질수록 뚜렷하였다.

이상의 결과로 꽃잎은 과실의 성장 및 비대에 영향을 주지 않았으나, 꽃받침은 과실비대에 관여하였고, 꽃받침을 제거하면 과실의 비대가 억제되었다. 그러나 꽃받침은 과실의 색도, 경도 당도 및 산도에는 영향을 주지 못했다.

#### 감사의 글

본 논문은 농생명산업기술개발사업(과제번호 : 315004-05-1-HD030)의 지원에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.



## REFERENCES

- Archbold, D. D., 1988, Abscisic acid facilitates sucrose import by strawberry fruit explants and cortex disks in vitro, *HortScience*, 23, 880-881.
- Bleecker, A., Patterson, S. E., 1997, Last exit: Senescence, abscission, and meristem arrest in *Arabidopsis*, *Plant Cell*, 9, 1169-1179.
- Boff, P., De Kraker, J., Gerlagh, M., Kohl, J., 2003, The role of petals in development of grey mould in strawberries, *Fitopatol., bras*, 28, 76-83.
- Choi, H. G., Kang, N. J., Moon, B. Y., Kwon, J. K., Rho, I. R., Park, K. S., Lee, S. Y., 2013, Changes in fruit quality and antioxidant activity depending on ripening levels, storage temperature, and storage periods in strawberry cultivars, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 31, 194-202.
- Choi, J. J., 2007, Studies on occurrence of calyx fruit in 'Niitaka' pear, PhD Diss., Chonnam Natl. Univ., Gwangju, Korea.
- Choi, J. M., Jeong, S. K., Ko, K. D., 2009, Characterization of symptom and determination of tissue critical concentration for diagnostic criteria in 'Maehyang' strawberry as influenced by phosphorus concentrations in the fertigation solution, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 27, 55-61.
- Chung, H. D., Kang, K. Y., Yun, S. J., Park, B. Y., 1993, Effect of foliar application of calcium chloride on shelf-life and quality of strawberry fruits, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 34, 7-15.
- Hirano, K., Yonemori, K., Sugiura, A., 1995, Involvement of sugar metabolism in persimmon growth inhibition by calyx lobe removal, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120, 75-77.
- Ho, L. C., 1988, Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 39, 355-378.
- Hwang, Y. S., Ku, J. H., 2004, Effect of high molecular weight chitosan on the quality and decay of strawberry fruits, *J. Agri. Sci.*, 31, 77-86.
- Inaba, A., Ishida, M., Sobajima, Y., 1976, Changes in endogenous hormone concentrations during berry development in relation to the ripening of Delaware grapes, *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*, 45, 245-252.
- Jun, H. J., Byun, M. S., Liu, S. S., Jeon, E. H., Lee, Y. B., 2013, Effect of nutrient solution strength on growth, fruit quality and yield of strawberry 'Maehyang' in Hydroponics, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 31, 173-178.
- Jung, H. S., 2012, Characteristics of strawberries and seedling raising-method, *Agricultural and Horticulture*, 44-51.
- Kang, S. S., Cho, K. S., Kim, Y. K., Jeong, S. B., Song, J. H., Lee, H. J., 2007, Shape alteration of 'Geumchonjosaeng' pear fruit by removing calyx, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 25, 42-46.
- Kitagawa, H., Glucina, P. G., 1984, Persimmon culture in New Zealand, Science Information Publishing Center, Wellington, 25-26.
- Kim, S. K., Bae, R. N., Chun, C. H., 2011, Changes in bioactive compounds contents of 'Maehyang' and 'Seolhyang' strawberry fruits by UV light illumination, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 29, 172-180.
- Maeda, S., 1968, Histological and physiological studies on the calyx of persimmon fruit, *Res. Bull. Tokushima Fruit Exp. Stn.*, 2, 1-51.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF), 2015, Annual report of greenhouse vegetable product.
- Park, J. E., Hwang, S. J., 2010, Effect of precooling and storage temperatures on the post-harvest management of the fruit in 'Maehyang' and 'Soogyong' strawberries for export, *J. Bio-environ. Control*, 19, 366-371.
- Sobajima, Y., 1979, Flower bud formation and fruit growth of Japanese persimmons, *Stud. Inst. Hortic. Kyoto Univ.*, 9, 157-169.
- Symons, G. M., Chua, Y. J., Ross, J. J., Quittenden, L. J., Davies, N. W., Reid, J. B., 2012, Hormonal changes during non-climacteric ripening in strawberry, *J. of Exper. Botany.*, 12, 2-10.
- Vicente, A. R., Martinez, G. A., Civello, P. M., Chaves, A. R., 2002, Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage, *Postharv. Biol. Technol.*, 25, 59-71.
- Yonemori, K., Hirano, A., Sugiura, A., 1995, Growth inhibition of persimmon fruit caused by calyx lobe removal and possible involvement of endogenous hormones, *Scientia Horti.*, 61, 37-45.

- Yonemori, K., Itai, A., Nakano, R., Sugiura, A., 1996, Role of calyx lobes in gas exchange and development of persimmon fruit, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 121, 676-679.
- Zheng, G. H., Sugiura, A., 1990, Changes in sugar composition in relation to invertase activity in the growth and ripening of persimmon (*Diospyros kaki*) fruits, *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*, 59, 281-287.
- Zhang, Y., Seeram, N. P., Lee, R., Feng, L., Heber, D., 2008, Isolation and identification of strawberry phenolics with antioxidant and human cancer cell antiproliferative properties, *J. Agric. Food Chem.*, 56, 670-675.