

# 저온암흑처리가 국내 육성 신품종 딸기의 화아분화에 미치는 영향

전하준\* · 류승생 · 전의환 · 배근혜 · 강수인

대구대학교 원예학과

## Effect of Low Temperature-Darkness Treatment on Floral Initiation and Flowering Response of Korean Strawberry Cultivars

Ha Joon Jun\*, Shi Sheng Liu, Eui Hwan Jeon, Geun Hye Bae, and Su In Kang

Department of Horticulture, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

**Abstract.** Experiments were conducted to evaluate the effect of low temperature-darkness treatment on floral initiation in four kinds of Korean strawberry cultivars. Mother plants were planted on March 29 and daughter plants were raised for the experiment. Temperature treatment was done for 7, 14, and 21 days keeping 13°C in cooling storage from August 29, September 5 and September 14 to September 21. After the treatment, flower bud initiation was examined by a microscope, and the seedlings were transplanted on hydroponic system with Yamazaki's strawberry solution of EC 0.8 dS·m<sup>-1</sup> to check the flowering. 'Ssanta' and 'Maehyang' showed early flower bud initiation in 7 days treatment than 'Seolhyang' by microscope check. 'Ssanta', 'Daewang', and 'Maehyang' showed early flower bud initiation in 14 days treatment than 'Seolhyang'. There were no differences among the treatments in 21 days treatment. Percentage of flowering of 'Seolhyang' and 'Maehyang' by low temperature-darkness treatment didn't show any difference but 'Daewang' and 'Ssanta' showed high percentage of flowering. It suggested that low temperature-darkness treatment technique can be use for improving early flowering and yield of 'Ssanta' and 'Daewang' cultivars.

**Additional key words:** Daewang, electrical conductivity, hydroponic system, nutrient solution, Ssanta

### 서 언

우리나라 딸기의 총생산액이 2010년에는 1조원을 초과하여 원예작물 중에서 최고를 기록하였고, 수출금액은 계속적인 신장세를 나타내며 주요 채소로서 자리매김하고 있다(RDA, 2011). 자연상태에서 딸기는 가을이 되어 기온이 저하하고 일조시간이 짧아지면 화아분화와 더불어 휴면에 돌입하게 되는데, 우리나라는 일본과 더불어 축성재배라는 세계적으로도 독특한 딸기재배기술을 확립하여 딸기의 휴면기인 겨울 동안에도 지속적으로 과실을 수확할 수 있도록 하였다. 이는 휴면 중인 딸기에 적절한 온도를 유지해 주면 지속적으로 화아가 분화되어 개화와 결실을 하는 딸기의 상대적 휴면이라는 특성을 이용한 것이다(Fujime and Yamasaki, 1988). 딸기 축성재배 시 출하일수가 짧을수록 가격 경쟁력

이 높아지고, 균일한 화아분화는 적엽, 적과 등의 재배관리 작업이 일관성있게 진행되어 농가 생력화에도 크게 기여할 수 있기 때문에 축성재배 농가는 경쟁적으로 빠른 화아분화를 유도하기 위한 노력을 하는 경향이 있다.

딸기의 화아분화를 인위적으로 유도하기 위한 다양한 시도가 있지만 주로 온도와 일장을 조절하여 화아분화를 조절하는데(Fumiomi and Michael, 2006; Manakasem and Goodwin, 1998; Rho et al., 2007), 그 중에서 야냉육묘 방법은 오래 전에 도입되어 농가에 널리 보급되었으나(Kim et al., 1998), 재배면적의 규모가 큰 우리 농가의 실정에는 야냉처리 시설비와 전기료의 부담, 입출고 작업의 어려움으로 최근에는 이용하는 농가를 보기 어렵다. 그런데 최근에 저온암흑처리 방법이 일부 농가에서 시도되고 있는데 그 반응이 다양하며 피해 사례도 빈번하나 저온암흑처리에 대한 정확한 보고가

\*Corresponding author: [hjjun@daegu.ac.kr](mailto:hjjun@daegu.ac.kr)

※ Received 24 April 2013; Revised 26 July 2013; Accepted 13 August 2013. 본 연구는 대구대학교 교내연구비의 지원에 의하여 수행되었음

© 2013 Korean Society for Horticultural Science

없으며, 특히 국내에서 육성된 딸기 품종에 의한 실험은 찾아보기 어려우므로 이에 대한 다양한 검증이 필요한 것으로 생각되었다.

그러므로 본 실험에서는 먼저, 남부지역에서 자연상태에서 딸기의 화아분화가 이루어지는 9월 중순경을 기준으로 하여 저온암흑처리 기간을 달리하여 최근에 국내에서 육성된 주요 딸기 품종에 대한 화아분화 반응을 밝히고자 하였다. 특히 딸기 품종간의 반응을 조사하여 저온암흑처리 기술의 현장 적용을 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 실험은 대구대학교 생명환경대학 부속농장에 설치된 저온저장시설과 딸기 고설 수경 재배 온실에서 수행하였다. 국내 육성 품종인 ‘설향’, ‘매향’, ‘싼타’, ‘대왕’ 품종의 모주를 2012년 3월 29일에 고설수경 육묘 시스템에 20cm 간격으로 정식하였고, 야마자키(Yamazaki) 조성 딸기전용 배양액 (Table 1)을  $0.8\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 농도로 점적호스(Typhoon,  $1.49\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$ , Netafim, Israel)를 사용하여 주당 300-400mL를 하루 4-6회로 나누어 급액하였다. 5월까지 발생한 런너는 제거하고 그 후에 발생한 런너로 자묘를 증식시켜 2012년 7월 2일에 선발하여 플라스틱포트에 꺾꽂이 핀을 이용하여 고정 후 8월 2일에 동시에 절단하여 미스트 시설이 설치된 유리온실에서 육묘하였다. 탄저병, 흰가루병, 진딧물, 응애 등의 병해충 방제를 위하여 주기적으로 적합한 약제로 철저하게 방제를 하였다. 저온암흑처리 시설은  $6\text{m} \times 6\text{m} \times 2.4\text{m}$  크기의 저장고를 설치하고 내부에 2HP 용량의 냉동기 1대와 3HP 용량의 냉동기 1대를 설치하여 만들었다. 저장고 내에는 순환식 송풍기를 설치하였고 일온도( $13^{\circ}\text{C}$ )를 유지하기 위해 온도 센서를 2곳에 설치하였다. 그리고 2012년 9월 20일의 정식일을 기준으로 역산하여 8월 29일에 3주간 처리(21일간), 9월 5일에 2주간 처리(14일간), 9월 12일에 1주간 처리(7일간)로 각 품종별 20주씩 3반복으로 하여 저온 암흑처리실에 저장하였고, 대조구는 8월 29일부터 질소중단을 하여 정식까지 수분공급만으로 유지시켰다. 그리고 9월 20일 정식 전에 형태적인 화아분화 확인을 위하여 저온암흑처리가 완료된 묘 중에서 10주를 임의로 선발하여 실체현미경(SZ-40, Olympus, Japan)으로 성장점을 검경하여 화아분화의 진행

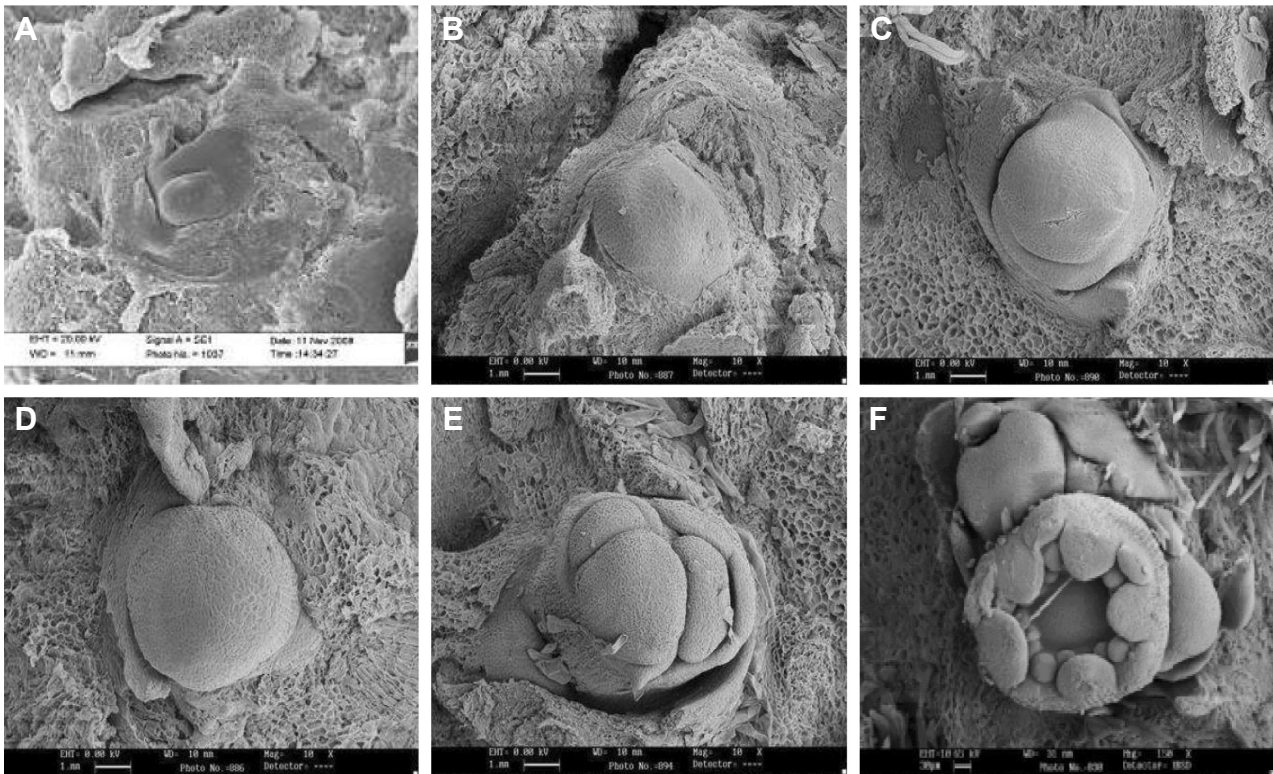
단계를 조사하였다. 화아분화 단계의 판정은 Eguchi(1950)가 제시한 6단계의 모식도에 의하여 결정하였는데, 1단계는 성장점이 평평하며 가장자리에 엽원기가 보이고, 2단계는 성장점이 반구형의 지붕모양으로 부풀어 오르기 시작하는 시기, 3단계는 반구형의 지붕모양에 가깝게 비대해진 상태, 4단계는 비대해진 성장점이 2개로 분할되는 상태, 5단계는 분할된 성장점이 완전히 2개로 구분되는 상태, 6단계는 2-3열의 꽃받침이 분화되는 상태로 구분하였다(Fig. 1). 그리고, 저온암흑처리가 끝난 후에는 처리구별로 10주씩 3반복으로 완전임의 배치하여 고설수경재배시설에 정식하여 정화방의 출퇴율과 개화율을 조사하였다. 출퇴와 개화의 판정은 제 1번화의 꽃망울이 출현한 시점과 꽃잎이 완전히 전개된 시점으로 하였다. 배양액의 EC와 pH는 EC meter(Orion 3-Star meter, Thermo, USA)와 pH meter(Inolab pH/cond level 1, Wissenschaftlich Technische Werkstätten, Germany)를 사용하여 관리하였다. 실험결과의 통계분석은 Sigma Plot 9.0 (Statistical Analysis Software, USA), SAS 8.2(Statistical Analysis Software, USA)를 이용하여,  $P \leq 0.05$  수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

일계성 딸기의 화아분화는 저온과 단일에 의해서 촉진되는 것(Fumiomi and Michael, 2006; Manakasem and Goodwin, 1998)으로 알려져 있는데, Jonkers(1965)는  $5-15^{\circ}\text{C}$ 에서는 일장에 관계없이 화아를 형성한다고 하여, 본 실험의  $13^{\circ}\text{C}$ 에서의 암흑처리는 일장의 영향을 배제하면서 비교적 전기를 절감하면서 한계온도에 근접하게 한 적합한 처리라고 생각하였다. 저온암흑처리 후에 처리구별로 Eguchi(1950)가 제시한 화아분화 단계를 조사한 결과, 14일간의 처리구에서 네 품종 모두 화아분화가 가장 많이 진행되었고, 21일간의 처리구에서 화아분화의 진행이 가장 늦은 것으로 관찰되었다. 21일간의 처리구에서 화아분화의 유도가 가장 늦은 것은 다른 처리구보다 일찍 저온저장을 시작하게 되므로 광합성 기간이 상대적으로 짧아져서 성장점의 발달이 늦어졌거나, 장기간의 저온저장 기간 동안 양분소모가 많아진 것이 원인일 가능성이 있는 것으로 생각되었다. Savini and Neri(2004)는 실생묘에서 화아 형성에 필요한 생리적

Table 1. Yamazaki's hydroponic solution for strawberry.

Solution	Macro element ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ )						Micro element ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )							EC ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ )
	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	K	Ca	Mg	$\text{SO}_4\text{-S}$	Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo	
	5	0.5	1.5	3	2	1	1	3	0.5	0.5	0.05	0.02	0.01	0.8



**Fig. 1.** Scanning electron microscope images of floral stages of growing point of strawberry. The floral stages are A, vegetative stage; B, floral primordium stage-1; C, floral primordium stage-2; D, 1<sup>st</sup> floret primordium stage; E, petal stage; F, stamen stage.

요건을 갖추게 되는 데는 충분한 영양생장 기간이 필요하다고 하였으며, Rho et al.(2007)은 묘령에 따른 화아분화의 정도를 조사한 실험에서 충분한 영양생장이 되지 않은 묘는 화아형성률이 낮았다고 하였다. 한편, Austin et al.(1961)은 야간 17°C와 11시간 일장에서 화아분화 유도에 필요한 일수는 21-23일이라고 하였으며, Ito and Saito(1962)는 17°C에서는 8일간의 단일처리에서 화아가 분화되었고, 9°C에서는 10-12일간의 단일처리에서 화아가 분화되었다고 하여 온도처리의 정도와 단일처리의 유무에 따라서 화아분화에 필요한 일수가 다른 것을 알 수 있었다. 그런데, 저온단일처리보다는 훨씬 낮은 온도처리가 요구되는 저온암흑처리에 의한 딸기의 화아분화 반응에 대한 근년의 연구는 볼 수 없기 때문에 저온단일처리와의 비교를 포함한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

7일간의 저온암흑처리에서 ‘싼타’와 ‘매향’은 4단계와 5단계까지 화아의 발달이 충분하게 진행된 것을 볼 수 있었고, ‘설향’은 화아분화 초기의 성장점이 부풀어 오르기 시작하는 1단계였다(Fig. 1). 14일간의 저온암흑처리에서는 ‘설향’이 2단계의 화아분화를 보였으며, 다른 3품종은 모두 4단계의 비대한 성장점이 분할되기 시작하는 단계였다. 21일간의 저온암흑처리에서는 4품종 모두 3단계 이전의 화아분

화를 나타내어 품종간의 차이가 없었다. 이상의 결과에서 13°C에서의 저온암흑처리는 품종에 따라 1주간 또는 2주간의 기간이면 화아분화의 유도가 가능한 것으로 생각되어 조기 수확의 가능성을 확인할 수 있었는데 추가적으로 처리 개시 시간을 달리했을 때의 반응을 조사하여 종합적인 판단이 필요한 것으로 생각되었으며, 2주 이상의 처리는 본 실험에서 공시한 품종에서는 적절하지 않은 것으로 생각되었다. 그러나 추후 동일한 묘령에 의한 저온암흑처리 기간의 화아분화 유도 반응을 조사할 필요도 있을 것으로 생각되었다.

저온암흑처리 기간에 따른 품종별 출퇴율을 보면, ‘싼타’와 ‘매향’이 다른 품종에 비하여 출퇴가 빠른 경향을 나타내었다. 품종별 저온암흑처리 시간의 영향을 보면, ‘설향’은 저온암흑처리구보다 대조구에서 출퇴가 빠르고 출퇴율도 높았다. ‘싼타’는 대조구보다 저온암흑처리에 의해 출퇴가 빨랐으나 출퇴율은 유의한 차이가 없었다. 단지 21일간의 처리구는 다른 처리구에 비해서 출퇴율이 낮았다. ‘매향’은 대조구와 7일간의 저온암흑처리구에서 출퇴가 빨랐으며 21일간의 처리구가 가장 출퇴가 늦었으나 출퇴율은 모든 처리구에서 차이가 없었다. ‘대왕’은 7일간과 14일간의 저온암흑처리구가 출퇴가 빠른 경향을 보였으나 출퇴율은 대조구가

가장 높은 경향을 나타내었다(Fig. 2).

저온암흑처리 기간에 따른 품종별 개화 시기를 보면 ‘싼타’가 가장 빠르고 ‘설향’이 가장 늦었다. 품종별 저온암흑처리 시간의 영향을 보면, ‘설향’은 대조구에 비하여 저온암흑처리에 의해 개화가 빨라졌으나 개화율은 처리간에 유의

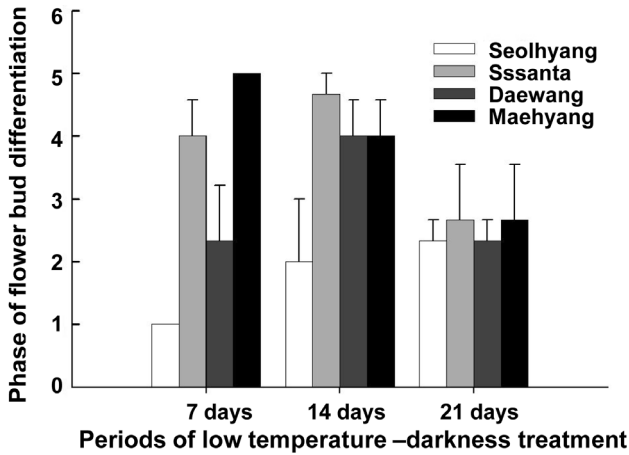


Fig. 2. Effects of periods of low temperature-darkness treatment on flower bud initiation in four kinds of Korean strawberry cultivars ‘Seolhyang’, ‘Ssanta’, ‘Daewang’, and ‘Maehyang’. Each bars represent standard error of mean of 10 replicates at  $p \leq 0.05$ .

한 차이가 없었다. 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 저온암흑처리간에는 처리 기간이 길어질수록 개화율이 낮은 경향을 나타내어 ‘설향’의 저온암흑처리 효과에 대해서는 재고할 필요가 있는 것으로 생각되었다. ‘싼타’는 저온암흑처리에 의해 대조구보다 유의하게 개화가 빠르고 개화율도 월등하게 증가하여 조기 수확을 위한 저온암흑처리의 실용화 가능성이 높은 품종으로 생각되었다. ‘매향’은 14일과 21일간의 저온암흑처리에 의해 개화가 늦어졌으며 특히 21일간의 처리구에서는 월등하게 개화가 늦어졌다. ‘대왕’은 모든 저온암흑처리구에서 대조구보다 개화가 빨라졌으며 개화율도 높았는데, 저온암흑처리 시간은 14일간, 7일간 그리고 21일간의 차례로 개화율이 높았다. ‘싼타’와 마찬가지로 ‘대왕’도 저온암흑처리의 효과가 현저하여 조기수확을 위한 인위적인 화아분화 유도가 가능한 것으로 판단되었다. 특히, ‘싼타’와 ‘대왕’ 두 품종은 대조구가 출퇴율은 높았으나 개화가 늦어진 것에 비해서 저온암흑처리에 의해 빠르고 높은 개화율을 나타내어 축성재배 농가에서 유용하게 활용할 수 있는 기술로의 개발이 기대된다(Fig. 3). 딸기의 화아분화 유도는 일장과 온도에 의해 제어되는데, 그 효과는 품종간에 차이가 있다(Durner et al., 1984)고 하였다. Heide(1977)는 조생

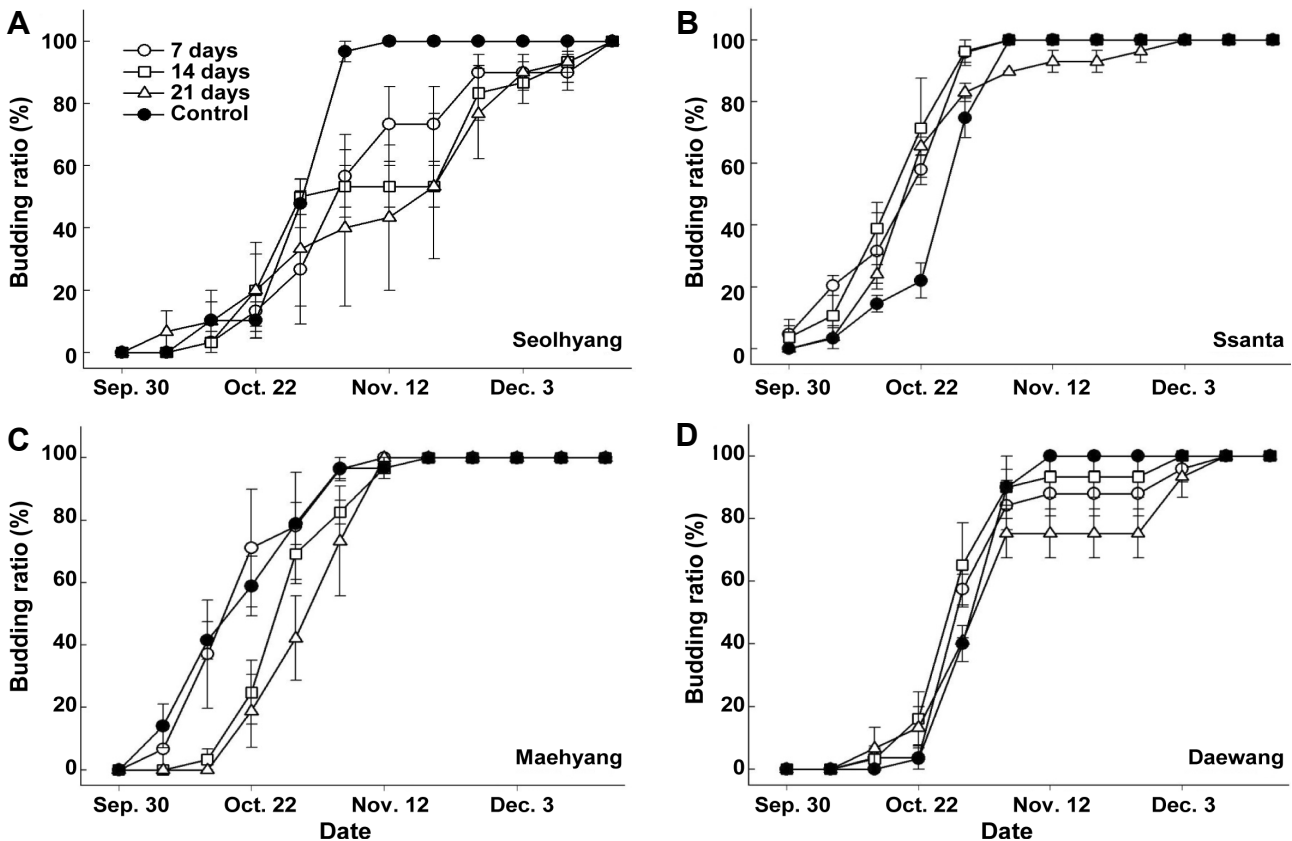


Fig. 3. Effects of low temperature-darkness treatment on flower budding in four kinds of Korean strawberry cultivars ‘Seolhyang’ (A), ‘Ssanta’ (B), ‘Maehyang’ (C), and ‘Daewang’ (D). (Treatments of 7, 14 and 21 days at 13°C) Vertical bars represent standard error of mean of 10 replicates at  $p \leq 0.05$ .

중 품종은 만생종 품종에 비하여 보다 고온, 장일에서 화아분화가 유도된다고 하였으며, Morishita and Yamakawa(1991)는 딸기 품종의 화아분화 유도를 위한 저온단일처리에 대한 감수성에는 품종간 차이가 인정되므로 조생형 딸기 품종 선발의 가능성을 강조하였다. 이와 같은 화아분화 유도에 관한 온도 및 일장 반응에 대한 품종간의 차이를 검토한 연구가 있으나 그 수가 많지 않을 뿐만 아니라, 딸기는 품종마다 환경적응 특성이 크게 달라 그 결과는 국내의 품종에 적용할 수 없는 경우가 대부분이다. 특히, 대부분의 연구가 저온단일처리에 대한 결과인데, 야냉처리에 의한 저온단일처리는 시설비의 부담이 크고 입출고와 관수 등의 관리에 힘이 들므로 활용하기가 어려운데, 본 실험에서의 저온암흑처리는 처리가 간단하고 관리가 쉬우므로 재배현장에 적용하기에 좋은 기술이라고 할 수 있다. 최근에 국내에서 새로운 딸기 품종의 육성이 활발하게 진행되고 있는데, 아직까지 각 품종의 특성에 대하여 밝혀지지 않은 부분이 많으므로 재배농가에서 특성에 맞는 재배기술을 적용하지 못하는 경우가 많은데, 저온암흑처리에 의한 국내 육성 품종간의 특성을 비교한 본 실험의 결과는 중요한 의미가 있는 것으로 생각된다. Kim et al.(2013)의 국내의 딸기 품종간의 생리화학적 특성에 대한 비교 연구에서도 딸기는 품종에 따라 특성의 차이가 큰 것으로 보여 앞으로 품종 특성에 대한 더욱 다양한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 ‘싼타’와 ‘대왕’ 품종은 무처리보다 저온암흑처리에 의해서 개화가 현저하게 빨라지고 개화율도 높아져 저온암흑처리에 의한 인위적인 화아분화 유도에 의하여 조기 수확의 가능성을 확인할 수 있었다. 또한, 짧은 기간 내에 100%의 개화율을 나타내어 적엽, 적과 등의 작업 생력화에도 크게 기여할 수 있을 것으로 생각되어 딸기 축성재배농가에 유용한 기술로 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 저온암흑처리는 저온저장고에 입고하기 전과 처리가 끝난 후 출고한 뒤에 반드시 지켜야 할 주의사항이 있으므로 농가에 보급할 때는 이에 대한 충분한 교육과 지도가 필요할 것이다.

## 초 록

저온암흑처리가 국내 육성 신품종 딸기의 화아분화에 미치는 영향을 구명하고자 실험을 수행하였다. 3월 29일에 모주를 정식하여 8월 2일에 런너를 절단하여 육성시킨 자묘를 7일간, 14일간, 그리고 21일간 13°C 저온저장고에서 저온암흑처리를 하였는데, 정식일인 2010년 9월 20일을 기준으로 역산하여 8월 21일에 3주간 처리, 9월 5일에 14일간 처리,

9월 12일에 7일간 처리를 각각 개시하였다. 처리 후에는 각각의 처리구별로 실제 현미경을 사용하여 형태적인 화아분화를 확인하였다. 또한, 저온암흑 처리한 딸기묘를 9월 20일에 고설수경재배 시스템에 일제히 정식하고 야마자키 조성 딸기배양액을 EC 0.8dS·m<sup>-1</sup>로 공급하여 재배하면서 처리별로 출퇴 및 개화를 조사하였다. 현미경으로 화아분화를 검정한 결과, 7일간의 저온암흑처리에서 ‘싼타’와 ‘대왕’이 현저하게 빠른 화아분화를 나타내었다. 14일간의 처리구에서는 ‘설향’을 제외한 ‘싼타’, ‘대왕’, 그리고 ‘대향’은 현저하게 화아분화가 촉진되었다. 21일간의 처리구에서는 품종간에 유의성 있는 차이가 없었으며 다른 처리구에 비하여 화아분화의 진행이 늦었다. 정식 후의 개화율은 ‘설향’과 ‘대향’은 대조구인 무처리구와 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나, ‘싼타’와 ‘대왕’은 대조구에 비하여 현저하게 빠른 개화와 높은 개화율을 나타내어서 저온암흑처리 방법이 이들 두 품종에서는 조기수확 및 수량증대에 기여할 수 있는 기술로 기대된다.

**추가 주요어 :** 대왕, 전기 전도도, 수경재배, 배양액, 신타

## 인용문헌

- Austin, E.M., V.G. Shutak, and E.P. Christopher. 1961. Responses of sparkle strawberry to inductive cycles. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77:372-375.
- Durner, E.F., J.A. Barden, D.G. Himelrick, and E.B. Poling. 1984. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, June bearing, and ever bearing strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 10:396-400.
- Eguchi, T. 1950. Studies for flower bud differentiation. Nogyou oyobi Engei 25:305-308. (in Japanese)
- Fujime, Y. and N. Yamasaki. 1988. Effect of pretreatment, day length and temperature on induction and breaking of dormancy in strawberry plants. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 5:444-451.
- Fumiomi, T. and N. Michael. 2006. A method for increasing fall flowering in short-day ‘Carmine’ strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 41:480-481.
- Heide, M.O. 1977. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. Physiol. Plant. 40:21-26.
- Ito, H. and T. Saito. 1962. Studies on the flower formation in the strawberry plants. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. Tohoku J. Agr. Res. 13:191-203.
- Jonkers, H. 1965. On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries. Veenman & Zonen, Wageningen, the Netherlands.
- Kim, I.S., K.C. Yoo, H.S. Kang, and C.S. Jeong. 1998. Application of cool air and water from an abandoned coal mine on the induction of flower bud differentiation of strawberry plants. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 16:15-17.
- Kim, S.K., R.N. Bae, H. Na, K.D. Ko, and C. Chun. 2013. Changes

- in physicochemical characteristics during fruit development in June-bearing strawberry cultivars. *Hort. Environ. Biotechnol.* 54:44-51.
- Manakasem, Y. and P.B. Goodwin. 1998. Using the floral status of strawberry plants, as determined by stereomicroscopy and scanning electron microscopy to survey the phenology of commercial crops. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123:513-517.
- Morishita, M. and O. Yamakawa. 1991. Varietal differences in the sensitivity to short-day and low temperature treatment by June-bearing strawberry cultivars. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 60:539-546.
- Rho, I.R., Y.S. Cho, J.W. Cheong, H.J. Jeong, and H.B. Jeong. 2007. Effect of low-temperature and short-photoperiod treatment during a high-temperature season on flower bud formation and generation acceleration of short-day strawberry. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:12-16.
- Rural Development Administration (RDA). 2011. Information of agricultural statistic. <http://www.rda.go.kr>
- Savini, G. and D. Neri. 2004. Strawberry architectural model. *Acta Hort.* 649:169-176.