

딸기 '설향' 육묘기 양분 공급 중단 시기가 자묘 생육 및 수량에 미치는 영향

김대영^{1*} · 채원병¹ · 곽정호¹ · 박수형¹ · 정승룡¹ · 최종명² · 윤무경¹

¹국립원예특작과학원 채소과, ²충남대학교 원예학과

Effect of Timing of Nutrient Starvation during Transplant Production on the Growth of Runner Plants and Yield of Strawberry 'Seolhyang'

Dae-Young Kim^{1*}, Won Byoung Chae¹, Jung-Ho Kwak¹, Suhung Park¹,
Seung-Ryong Cheong¹, Jong Myung Choi², and Moo Kyoung Yoon¹

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea

²Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract. This study was conducted to investigate the effects of timing of nutrient starvation during transplant production on growth of runner plants and yield of strawberry 'Seolhyang' (*Fragaria × ananassa*). Nutrient solution supply at the level of EC (electrical conductivity) 0.8 dS · m⁻¹ was terminated at interval about 10 days between July 25 and September 5. As a result, the growth of above-ground part was inhibited while root growth increased when the nutrient starvation treatment had been brought forward to July 25. It also reduced the T/R ratio significantly and chlorophyll content was tended to be lower than the other treatment. In addition, it significantly promoted the budding, flowering and harvest of first flower cluster. On the other hand, the period of harvest was delayed more than two weeks when the nutrients were continuously supplied after the middle of August. An accumulated marketable fruit yield per plant until the end of January and February was 169 and 266g, respectively in the treatment of nutrient starvation on July 25, which was 71 and 12% increase, respectively, as compared with those in the treatment of September 5. Therefore, the appropriate nutrient starvation in the late season of strawberry nursery period could be expected the increase in yield and income during the winter season by promoting the flower bud differentiation as reducing the endogenous nitrate level of the plantlet.

Additional key words : budding, flowering, plantlet quality, T/R ratio

서 론

딸기(*Fragaria × ananassa* Duch.)는 국내 생산액이 11,888억원(2012년)으로 재배 농가의 소득 기여도가 높을 뿐만 아니라(MAFRA, 2013) 비타민 C와 함께 안토시아닌 등 기능성 물질이 풍부하여 겨울철 국민의 보건 향상에 중요한 역할을 담당하고 있다(Kim 등, 2012).

딸기 생산액이 최근 크게 증가하는 이유는 생산량의 증가보다는 농가 수취 단가의 향상에 기인하는데, 국내에서 육성 재배용으로 육성된 '설향'(Kim 등, 2006) 등의 보급이 확대됨에 따라 딸기 생산 시기가 겨울철에 집중됨으로서 타과채류와 경쟁을 회피하고 과실의 품질

이 향상되어 가격이 높게 형성되는 추세에 있다. 이러한 작형의 변화에 따라 육묘 방식도 과거의 노지 육묘에서 최근에는 생산 시기를 앞당기기 위하여 비가림 포트 육묘 방식이 선호되고 있다(Kim 등, 2012). 포트 육묘는 자묘의 묘소질을 향상시키고 정식 후 활착 및 육묘기 양분 관리를 통하여 화아 분화를 촉진할 수 있다는 측면에서 육성 작형에 바람직한 육묘 방식이나 기존 노지 육묘 방식에 비하여 많은 육묘 기술을 요구하며 농가간의 기술 격차가 큰 편이다.

일계성 딸기를 육묘할 때 자묘에 질소 등 양분 사용을 억제하면 체내 질소 함량이 저하되어 저온 단일 조건에서의 화아 분화 감응을 촉진한다고 알려져 있다(Kim, 2004; Uematsu, 1998). Sonstebly 등(2009)은 일계성 딸기 'Korona'를 대상으로 인위적인 단일 처리 2주 전에 질소를 사용하였을 경우에 화아 분화가 대조구와 비교하여 7일 지연되었던 반면에 단일 처리 이후 3주차에 질

*Corresponding author: young78@korea.kr
Received November 1, 2013; Revised November 25, 2013;
Accepted November 29, 2013

소를 이용한 경우 8월 개화를 촉진할 수 있었다고 하였다. 또한 Inoue 등(1994)은 'Toyonoka'의 자묘를 12.5°C에서 약 20일간 냉장 처리한 실험에서 육묘기 엽병의 NO₃-N 농도가 200ppm 이하로 낮을 때, 화아 분화가 촉진되는 결과를 얻었다. Yoshida와 Morimoto(2010)는 'Nyoho'를 육묘할 때 질소 수준을 매주 포기당 6mg 내외로 공급하다가 8월 말경에 양분 공급을 중단하였을 경우에 9월 상순까지 질소를 공급한 처리구에 비하여 화아 분화가 촉진되고 균일한 개화를 보였다고 하였다. 대체로 육묘기 낮은 질소 수준은 화아 분화를 촉진하는 것으로 알려져 있으나 처리 방법이나 품종 및 기후 조건에 따라 반응이 상이한 측면이 있어 국내 품종을 대상으로 한 검토가 필요할 것으로 보인다.

따라서 본 연구는 최근 국내에서 개발되어 농가의 재배 면적이 많은 '설향'을 대상으로 시설 비가림 포트 육묘 시 겨울철 초기 수량을 증대시키기 위한 자묘의 양분 공급 중단 시기를 설정하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 육묘기 자묘 양분 공급 중단 시기 설정

본 실험은 국내에서 육성된 딸기 품종인 '설향' (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Seolhyang)을 대상으로 경기도 수원시에 소재한 국립원예특작과학원의 2연동 비닐하우스에서 포트 육묘를 하였다. 모주는 동계 기간 동안 냉동고(-1.5°C 내외)에 밀봉하여 보관하다가 2011년 2월 15일부터 개별 포트에 이식하여 생육을 촉진한 후 3월 30일에 본포에 정식하고 관비 기계(Agrow-2000, 한가람농업개발)를 이용하여 N(NO₃:NH₄)-P-K-Ca-Mg = (13:3.3)-2-7-3.5-1.8me·l⁻¹ 농도 수준으로 조제하여 EC(electrical conductivity) 0.6~0.8dS·m⁻¹ 범위에서 자묘 받기가 완료될 때까지 모주에 양수분을 적절히 공급하였다. 비닐하우스는 4월 하순까지 최고온도 22°C를 기준으로 측창을 개폐하다가 이후부터 측창을 전면 개방하여 육묘하였다. 딸기 전용 포트(24구 A형, 화성산업)를 이용하였으며 육묘용 배지는 원예용 인공 상토(EC(1:5, v/v) 0.6dS·m⁻¹, 푸르미, 서울농자재)를 사용하였다. 5월 하순부터 6월 하순 사이에 균일하게 발생한 자묘를 포트에 유인하고 일시에 관수하여 약 60~70일의 묘령을 가진 자묘를 양성하였다. 이후 정식 전까지 완전히 전개된 성엽을 기준으로 4매를 남기고 적엽하여 균일한 묘를 양성하였고 7월 20일에 자묘를 독립시켰다.

자묘의 발근이 완료된 7월 상순부터 EC 0.8dS·m⁻¹ 수준에서 자묘에 양분을 공급하기 시작하였다. 육묘기 화아 분화 촉진을 위한 체내 질소 감소를 위하여 양분 공급을 약 10일 간격으로 7월 25일, 8월 5일, 8월 16일,

8월 25일 및 9월 5일에 각각 중단하고 이후 수분만 공급하였으며 완전임의배치 3반복으로 수행하였다. 정식 전 각 처리구의 1차 근수, 관부 직경, 지상부 생체중, 근중, 엽면적(LI-3100 Area meter, LI-COR Inc., USA) 및 제 3엽의 엽록소 함량(SPAD-502, Minolta, Japan)을 조사하였다.

2. 정식 후 개화 및 수량

자묘의 양분 공급 중단 시기가 정식 후 출퇴, 개화 및 수량에 미치는 영향을 조사하기 위해 본포 정식은 2011년 9월 9일에 2중 비닐하우스에 각 처리구당 10주씩 난괴법 3반복으로 배치하여 110cm×18cm(2조식)로 정식한 후 관비 재배를 하였다. 정식 이후 수분만 공급하다가 정식 2주차부터 수확 종료기까지 양분을 N(NO₃:NH₄)-P-K-Ca-Mg = (13:3.3)-2-7-3.5-1.8me·l⁻¹ 농도 수준으로 조제하여 생육 시기 및 초세에 따라 EC 0.6~1.1dS·m⁻¹ 범위에서 주당 약 100~200mL을 1~2일 간격으로 관주하였다.

정식 이후 정화방의 출퇴기, 1번화 개화기 및 수확시기를 2~3일 간격으로 조사하였다. 수량은 12월 초순부터 이듬해 수확 종료기(5월 상순)까지 일주일에 1~2회 간격으로 상품과(10g 이상)를 조사한 후 주당 총 수량으로 환산하였다. 동절기 야간온도는 최저 5°C를 기준으로 온풍 난방을 실시하였으며, 기타 생육 관리는 농촌진흥청 딸기 표준영농교본(RDA, 2009)에 준하여 축성 작형으로 관리하였다. 통계 분석은 SAS 9.2(NC, USA)를 이용하여 Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test, *p* < 0.05)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 육묘기 자묘 양분 공급 중단 시기에 따른 생육 특성

딸기 '설향'을 대상으로 비가림 포트 육묘 시 자묘의 양분 공급 중단 시기에 따른 정식 직전 자묘의 생육을 조사한 결과는 Table 1과 같았다. 1차 근수는 처리구에 따라 24.7~29.8개, 관부 직경은 10.1~10.5mm였으나 처리구간의 유의한 차이를 보이지는 않았다.

그러나 지상부 생체중은 양분 공급 중단 시기가 7월 25일로 빠를 경우 20.3g으로 9월 5일 처리구의 27.0g과 비교하여 약 75% 수준으로 통계적으로 유의하게 감소하였다. 엽면적은 지상부 생체중의 조사 결과와 마찬가지로 양분 공급 중단 시기가 빠를수록 유의하게 감소하였는데, 7월 25일 처리구에서 460.9cm²로 적었던 반면에 9월 5일 처리구에서는 634.5cm²로 가장 높아 약 27% 정도 감소하였다.

반면 지하부의 근중은 8월 5일 양분 공급 중단 처리

Table 1. Effect of timing of nutrient starvation on the growth of strawberry plantlet before transplanting strawberry 'Seolhyang'.

Treatment ^z	No. of primary root	Diameter of crown (mm)	Top part fresh weight (g)	Root weight (g)	Leaf area (cm ²)	SPAD value
Jul. 25	24.7a ^y	10.5a	20.3b	3.6ab	460.9c	37.2a
Aug. 5	27.8a	10.5a	21.7b	3.9a	492.4bc	36.3a
Aug. 16	26.9a	10.3a	22.2b	3.4ab	493.4bc	37.3a
Aug. 25	29.8a	10.1a	23.4b	3.0b	551.8b	37.4a
Sep. 5	29.0a	10.4a	27.0a	3.2ab	634.5a	40.0a

^zThe date of nutrient starvation in strawberry plantlet.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

구에서 3.9g으로 가장 높았는데 양분 공급 중단 시기가 대체로 빠를수록 유의하게 증가하였다. 잎의 엽록소 함량은 양분 공급 중단 시기에 따라 36.3~40.0 범위에 분포하였는데 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았으나 대체로 양분 공급 중단 시기가 빠를수록 체내 질소 함량의 감소로 엽록소 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 그러나 사용하는 육묘용 배지의 물리성과 배지에 함유되어 있는 비분에 따라 체내 질소 함량의 변화가 다양할 것으로 예상되므로 향후 다양한 배지 조건에서 체내 질소의 변화를 시기별로 측정하는 것이 필요할 것으로 보인다.

포트 육묘 시 자묘의 양분 공급이 육묘 후기까지 지속될 경우 엽면적 등 지상부의 생육은 촉진되었지만 지하부의 생육은 오히려 억제되었다. 이에 따라 T/R율은 양분 공급 중단 시기가 7월 25일로 빠를 경우에 6.2였던 반면 9월 5일까지 양분 공급이 지속된 처리구에서는 9.1로 유의하게 증가하였다(Fig. 1). 딸기 '매향'과 '설향'을 육묘할 때 적엽의 강도가 강하면 지상부 생육을 억제하고 T/R율을 감소시켜 정식 이후의 증산 작용을 억제하

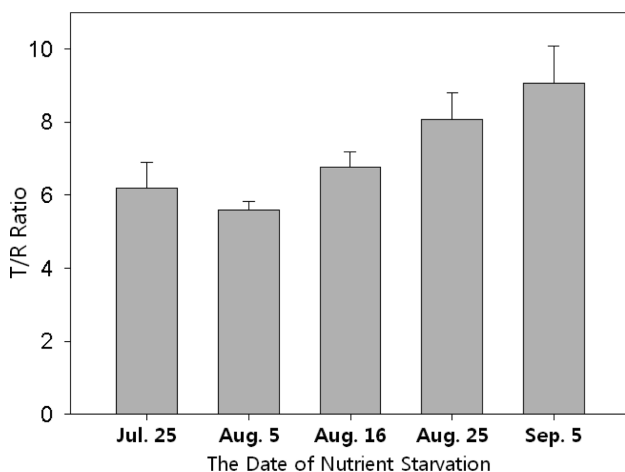


Fig. 1. The T/R ratio as affected by the timing of nutrient starvation of strawberry plantlet before transplanting strawberry 'Seolhyang'. Vertical bars are standard errors of the means (n = 9).

여 활착을 촉진시킨다고 하였는데(Kim 등, 2011), 육묘 후기 양분 공급의 중단도 T/R율을 효과적으로 감소시켜 묘소질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

2. 정식 후 개화 및 수량

딸기 정식 후 정화방의 출퇴, 1번화 개화 및 수확 시기는 Fig. 2와 같았다. 자묘의 양분 공급을 7월 25일 및 8월 5일에 중단한 처리구에서는 10월 20일 이전부터 출퇴가 시작되었다. 특히 7월 25일 처리구에서는 10월 24일에 이미 51% 이상 출퇴하여 다른 처리구에 비하여 화아 분화 및 발육이 빠른 것을 확인하였다. 반면 8월 16일 이후에 양분 공급을 중단한 처리구에서는 11월 1일을 전후하여 출퇴가 시작되었는데 8월 5일 이전의 양분 공급 중단 처리구와 비교하여 평균 출퇴 시기가 최대 9일 지체되었다. 정화방의 출퇴기와 마찬가지로 정화방 1번화의 개화기는 7월 25일에 양분 공급을 중단한 처리구에서 평균 11월 7일로 가장 빠른 반면에 9월 5일 처리구에서는 평균 11월 18일로 가장 늦은 개화 양상을 보였다.

일계성 딸기는 저온 및 단일이 복합적으로 작용할 때 화아 분화가 촉진되는데, 그 중에서도 저온의 역할이 크다고 알려져 있다(Uematsu, 1998). 또한, 양분은 화아 분화 단계에서 보조적인 역할로서 작용하며 체내의 질소 함량이 많을수록 화아 형성을 억제한다는 여러 보고가 있다(Inoue 등, 1994; Sonstebly 등, 2009; Yoshida와 Morimoto, 2010). '설향' 포트 육묘 시 양분 공급이 8월 중순 이후까지 지속될 경우에는 체내 질소 함량이 지나치게 높아짐으로 인해서 저온 단일 조건이 주어지더라도 화아 분화를 크게 저해할 것으로 판단된다.

수확기를 조사한 결과 7월 25일 및 8월 5일 양분 공급 중단 처리구에서 각각 12월 2일 및 12월 12일부터 수확이 시작되었던 반면에 8월 16일 이후에 양분 공급을 중단한 처리구들에서는 익년 1월 2일 이후부터 수확이 개시되어 정식한 당해 연도에 수확이 어려웠다. 수확기 평균은 7월 25일 처리구에서 12월 31일이었던 반면에 양분을 8월 중순 이후까지 공급한 처리구에서는 1월

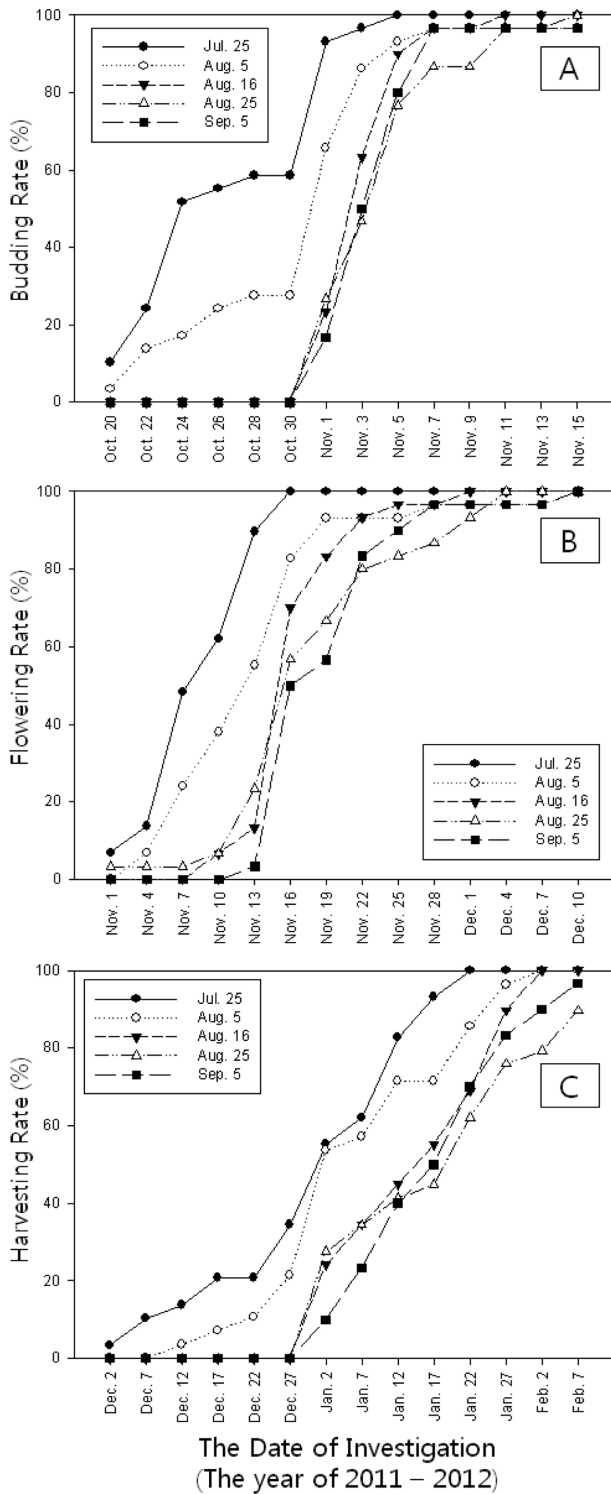


Fig. 2. The budding (A), flowering (B) and harvesting rate (C) of the first flower cluster as affected by the timing of nutrient starvation after transplanting strawberry 'Seolhyang'.

14일~1월 17일 내외로 나타나 2주 이상 수확이 지체되었다.

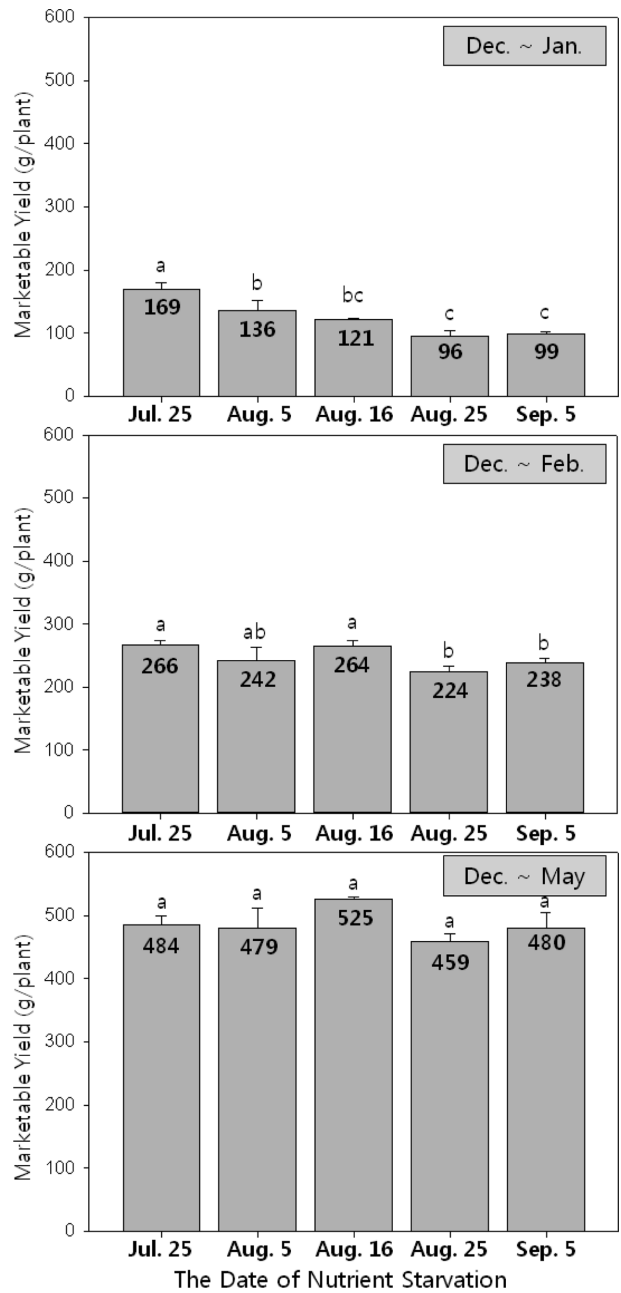


Fig. 3. The marketable yield of strawberry as affected by the timing of nutrient starvation. Vertical bars are standard errors of the means (n = 3). Small letters inside the figure indicate mean separation by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

대체로 육묘기 양분 공급 중단 시기가 빠른 경우에 화아 분화가 촉진됨으로서 정식 후의 출퇴, 개화 및 수확기가 유의하게 앞당겨지는 것을 확인할 수 있었다. 축성작형에서 소득은 수확 시기의 조만과 연관이 깊으며 딸기 가격이 높게 형성되는 동계 기간 중에 다수확을 하는 것이 최대 목표라 할 수 있는데 육묘기 양분 공급 시기의 조절을 통하여 수확 시기를 크게 앞당길 수 있

을 것으로 판단된다.

2011년 12월부터 익년 1월 하순, 2월 하순 및 5월 상순까지의 10g이상의 상품과 누적 수량을 분석한 결과는 Fig. 3과 같았다. 12월부터 1월 하순까지의 누적 수량은 7월 25일 및 8월 5일에 양분 공급을 중단한 처리구에서 수확 시기가 앞당겨짐에 따라 각각 169 및 136g으로 타 처리구에 비하여 높은 수량을 보였는데 9월 5일 양분 공급 중단 처리구의 99g과 비교하여 각각 약 71 및 37% 수준의 유의한 수량 증가를 보였다. 2월 하순까지의 누적 수량에서는 7월 25일 양분 공급 중단 처리구에서 266g으로 9월 5일의 238g과 비교하여 약 12% 수준의 유의한 수량 증가를 보여 양분 공급 중단 시기가 조기 수량에 미치는 영향이 매우 큰 것으로 보인다.

그러나 수확 종료 시점인 5월 상순까지의 총 누적 수량은 처리구에 따라 459~525g 범위에 분포하였으며 처리구간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 양분 공급이 육묘 후기까지 지속된 처리구의 초기 수량은 화아 분화의 지연으로 감소하였으나 3월 이후의 수량 증가로 인해 총 누적 수량에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. Kim 등(2011)이 딸기 육묘기 적엽시 2월 하순까지의 초기 수량을 높일 수 있었지만 총 수량은 처리구간의 차이가 없었다는 수량 패턴과 유사하였는데, 육묘기 양분 공급 중단에 의한 화아 분화 촉진도 액화방보다는 정화방에 미치는 영향이 큰 것으로 생각된다.

본 실험의 결과에서 '설향'의 비가림 포트 육묘 시 양분 공급 중단 시기를 7월 하순을 전후하여 실시하였을 경우 지상부의 생육은 억제되었던 반면 지하부의 생육을 촉진하여 묘소질을 향상시킬 수 있었다. 또한, 육묘 후기 자묘의 양분 공급 중단은 체내 질소 수준을 효과적으로 감소시킴으로써 딸기의 화아 분화를 촉진하고 수확 시기를 앞당겨 딸기 가격이 높게 형성되는 동절기 수량 및 소득을 증대시킬 수 있을 것으로 판단된다. 향후 딸기 육묘기 양분 관리가 정식 후의 생육과 과실의 품질 및 수량에 미치는 영향에 대해서는 지속적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

적 요

국내에서 육성된 딸기 품종인 '설향'을 대상으로 비가림 포트 육묘 시 양분 공급 중단 시기에 따른 자묘의 생육과 정식 후 수량을 검토하였다. 자묘 받기를 완료한 후 양분을 EC 0.8dS·m⁻¹ 수준으로 공급하다가 7월 25일부터 9월 5일에 걸쳐 약 10일 간격으로 양분 공급을 각각 중단하고 이후 수분만 공급하였다. 그 결과 육묘기 양분 공급 중단 시기가 7월 25일로 빠른 경우에 엽면적 등 지상부 생육은 억제되었으나 근중은 증가하여 T/R을

이 크게 감소하였고 엽록소 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 또한 화아 분화가 촉진되어 정식 후의 출퇴, 개화 및 수확기가 앞당겨졌으나 8월 중순 이후까지 양분 공급이 지속될 경우에 수확 시기가 2주 이상 지연되었다. 이에 따라 7월 25일에 양분 공급을 중단한 처리구에서 1월 하순 및 2월 하순까지의 1주당 누적 상품과 수량은 각각 169 및 266g으로 나타났으며 9월 5일 처리구와 비교하여 각각 71 및 12% 수준의 유의한 수량 증가를 보였다. 따라서 육묘 후기 자묘의 적절한 양분 공급 중단으로 체내 질소 수준을 효과적으로 감소시킴으로써 딸기의 화아 분화를 촉진하고 수확 시기를 앞당겨 딸기 가격이 높게 형성되는 동절기 수량 및 소득을 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

추가 주제어 : 개화, 묘소질, 출퇴, T/R율

Literature Cited

- Inoue, K., H. Fushihara, T. Yamamoto, M. Hayashi, and S. Suenobu. 1994. Appropriate nitrogen content in young plants to induce flower bud initiation on new forcing culture of strawberry 'Toyonoka' using cooling in summer season. *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* B-13:1-5 (in Japanese).
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2013. Key Statistics for Food, Agriculture and Forestry. Sejong, Rep. of Korea. p. 70-71 (in Korean).
- Kim, D.Y., S. Kim, Y.I. Kang, H.K. Yun, M.K. Yoon, T.I. Kim, and J.M. Choi. 2012. Effect of runner cutting time on growth and yield during nursery of strawberry (cv. Maehyang and Seolhyang) *J. of Bio-Env. Con.* 21(4):385-391 (in Korean).
- Kim, D.Y., T.I. Kim, Y.S. Kim, Y.I. Kang, H.K. Yun, J.M. Choi, and M.K. Yoon 2011. Changes in growth and yield of strawberry (cv. Maehyang and Seolhyang) in response to defoliation during nursery period. *J. of Bio-Env. Con.* 20(4):283-289 (in Korean).
- Kim, S.K., R. Bae, H. Na, J.H. Song, H.J. Kang, and C. Chun. 2012. Changes in fruit physicochemical characteristics by fruit clusters in June-bearing strawberry cultivars. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30(4):378-384.
- Kim, T.I., W.S. Jang, M.H. Nam, W.K. Lee, and S.S. Lee. 2006. Breeding of strawberry 'Sulhyang' for forcing culture. *IHC 2006.* p. 231.
- Kim, W.S. 2004. Flower differentiation and dormancy breaking influenced by environmental conditions in strawberry. Ph.D., Paichai Uni., Daejeon, Rep. of Korea (in Korean).
- Rural Development Administration (RDA). 2009. Manual for strawberry cultivation. Suwon, Rep. of Korea. p. 35-170 (in Korean).
- Sonstebly, A, N. Opstad, U. Myrheim, and O.M. Heide. 2009.

- Interaction of short day and timing of nitrogen fertilization on growth and flowering of 'Korona' strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae* 123:204-209.
- Uematsu, Y. 1998. Principles and practices in strawberry cultivation. Seibundo-shinkosha, Tokyo, Japan. p. 2-44 (in Japanese).
- Yoshida, Y. and Y. Morimoto. 2010. Flower bud differentiation and flowering of tray grown strawberry 'Nyoho' as affected by plant age and the duration of nutrient starvation. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama Uni.* 99:49-53 (in Japanese).