

ORIGINAL ARTICLE

딸기 육묘과정 중 모주의 런너발생수가 자묘 소질과 1화방 수확기 생장에 미치는 영향

박갑순^{1,2)} · 안승원²⁾*

¹⁾부여군농업기술센터, ²⁾공주대학교 원예학과

Impact of Runner Development of Mother Plants during Seedling Strawberries on Daughter Plants Growth and Development during Phase of First Cluster

Gab-Soon Park^{1,2)}, Seung-Won Ann²⁾*

¹⁾Buyeo-gon Agriculture Technology Center, Buyeo 323-814, Korea

²⁾Department of Horticultural Science, College of Industrial Science, Kongju National University, Gongju 32439, Korea

Abstract

To investigate the impact of the number of runners developed from daughter plants during seedling on sapling growth and development during phase of first cluster, we examined four treatment groups that had 3-4, 5-6, 7-8, and 9-10 runners. As of June 5th, the group with 9-10 runners showed the highest number of saplings with more than 2 leaves, followed by groups with 7-8, 5-6, and 3-4 runners. Although observation on June 25th and July 15th showed a similar tendency for sapling numbers, no significant difference was detected between groups with 7-8 and 9-10 runners. The length of runners in the treated groups was similar to that in groups with 3-4 and 5-6 runners, with lengths of 49.4 mm and 48.0 mm, respectively, but runner length was significantly shorter in the group with 7-8 runners. Both the thickness and the weight of runners were highest in the group with 3-4 runners. The growth and development of daughter plants and root weight were similar between the groups with 3-4 and 5-6 runners, whereas both values were lower in groups with 7-8 and 9-10 runners. While stem crown thickness values were 8.7 mm and 8.5 mm in groups with 3-4 and 5-6 runners, respectively, groups with 7-8 and 9-10 runners had thinner stems of 7.1 mm and 6.2 mm, respectively. The fresh weight of saplings decreased as the number of runners increased. From the phase first cluster, leaf area and fresh weight were remarkably low in groups with 7-8 and 9-10 runners. Taken together, these results can be used to increase the production of high-quality saplings by providing a foundation for studies to investigate the impact of the number of runners developed from daughter plants on growth and development during the seedling period and the phase first cluster.

Key words : Daughter plants, Runner length, Leaf area, Fresh weight

1. 서론

국내에서 재배되고 있는 딸기품종은 ‘설향’이 전체의

78.4%를 차지하고 있으며(KREI, 2014), 그 외 매향, 아키히메, 레드필 등이 있다. ‘설향’ 딸기 보급과 더불어 최근 급격히 증가한 축성재배는 출하시기가 빠를수록 수취

Received 16 November, 2015; Revised 30 December, 2015;

Accepted 4 January, 2016

*Corresponding author : Seung-Won Ann, Department of Horticultural Science, College of Industrial Science, Kongju National University, Gongju 32439, Korea

Phone: +82-41-330-1224

E-mail: annsw@kongju.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.

가격도 높아지기 때문에 농가는 양질묘 생산과 화아분화 촉진을 위해 노력하고 있다(RDA, 2008; Kim et al., 2011). 이에 따라 육묘방식 또한 그동안 많이 행해졌던 노지육묘에서 비가림 시설을 이용한 규격묘 생산방식으로 발전하고 있다(Park et al., 2015a). 딸기농가는 양질묘 생산을 위해 매년 세력이 우수한 모주를 선발하고 있으며 3-4년 마다 순도가 높은 조직배양 모주로 교체하는 과정을 거친다(Park and Choi, 2015b). Faby(1997) and Cocco et al.(2010)은 축성육묘에서 묘 소질을 판단하는 기준으로 관부 굵기, 묘령, 생체중, 근권생육 및 T/R을 등을 제시하였고, Song(2010)은 육묘기 관부가 굵고 60일 정도의 묘령을 갖는 자묘 양성이 상품수량을 높이는 중요한 요인이라고 하였다. 또한 소질이 우수한 자묘 생산을 위해서는 모주의 충분한 생장이 선행되어야 하며 7월 중순까지 자묘받기를 완료해야 한다(Lee, 2008). 따라서 축성육묘 시 모주를 3-4월에 정식하고 모주의 지베레린 처리, 액아수 확보 등을 통해 최대한 많은 양의 러너를 발생시키고자 다양한 기술들이 수반되고 있다. 그러나 대다수의 농가는 모주의 생장이 충분치 못한 상태에서 조기 자묘확보를 위해 러너발생수를 과도하게 증가시킴으로써 모주와 자묘, 자묘 간 양분경합에 의한 생육불량 사례가 빈번하게 발생하고 있다. 과거 모주로부터 러

너발생을 촉진시키고자 하는 연구가 수행되었지만(Lee, 2008; Jang et al., 2009) 이는 자묘의 수량증대를 목적으로 하는 것들이며, 묘 소질 등 생육은 정확하게 설명하지 못하는 단점이 있다. 따라서 모주로부터 발생하는 러너수가 자묘 소질은 물론 본포정식 후 생장에 미치는 영향에 관하여 면밀한 검증이 필요할 것으로 생각하였다. Kim et al.(2011)도 최근 신품종이 보급되고 육묘방식의 변화에도 불구하고 육묘기술이 개발, 보완되지 못해 시행착오 원인이 되고 있음을 보고하였다. 이상의 배경을 고려할 때 ‘설향’ 딸기를 육묘하면서 모주로부터 발생하는 러너수가 자묘 소질과 본포정식 후 1회방 수확기 생육에 미치는 영향을 구명하여 양질묘 생산을 위한 현장활용 자료로 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

충남 부여군 홍산면 홍양리에 위치한 단동형 비닐하우스 온실에 고설벤치(폭 1.6 m × 높이 0.80 m)에서 ‘설향’ 딸기를 대상으로 육묘 실험을 하였다. 실험용 모주는 논산딸기시험장에서 분양받은 우량묘를 사용하였으며, 2011년 11월 하순 폭 12 cm의 플라스틱 개별포트에 혼합상토(푸르미, 서울바이오, 충북 음성)를 사용하여 가식



Fig. 1. Treatment to control the number of developed runners from strawberry mother plants. A, Three-four; B, Five-six; C, Seven-eight; and D, Nine-ten.

하였다. 활착 후 5°C 이하의 온도조건에서 700시간 이상 휴면을 경과시켰으며, 2012년 2월 상순부터 하엽 및 화방제거, 주기적인 관수로 관부 굵기 10 mm 내외의 충실한 모주를 양성하였다. 모주의 런너 발생수가 자묘 소질에 미치는 영향을 조사하기 위해 벤치중양의 혼합상토(참그로, (주)참그로, 충남 홍성)가 충전된 베드에 주간 18 cm 간격(2조식)으로 3월 15일 정식하였고, 모주로부터 런너발생 개수를 3-4개, 5-6개, 7-8개 및 9-10개로 조절한 4처리를 두었다(Fig. 1).

모주정식 후 양분공급은 한국원시배양액(N-P-K-Ca-Mg-S = 13-3-6-6-3-3 me · L⁻¹)으로 1일 3회 관비하였고, 급액의 EC는 3월 하순부터 8월 상순까지 0.5-0.65 dS·m⁻¹ 범위로 공급하였다. 4월 하순부터 모주에서 발생하는 런너를 혼합상토(푸르미, 서울바이오, 충북 음성)가 충전된 포트(24공 연결트레이, 화성산업, 충북 옥천)에 유인하였고, 자묘받기는 7월 중순까지 실시하였다. 자묘받기 완료 후 육묘상 관수를 일시에 시작하여 자묘의 발근을 유도하였다.

처리별 6월 5일, 6월 25일 및 7월 15일에 2엽 이상 전개된 자묘 확보수를 조사하였고, 6월 22일에는 모주로부터 발생한 런너 길이, 런너 굵기 및 런너 무게를 조사하였다. 육묘완료 후 자묘의 초장, 엽수, 관부 굵기, 1차 근수, 근중, 생체중 및 엽 면적(LI-3100, Area meter, LI-COR Inc., USA)을 측정하였다. 실험기간 동안 온실 내 평균

온도는 26.5°C 였다.

육묘완료 후 자묘를 충남 부여군 옥산면 내대리 단동 비닐하우스에 높이 40 cm의 이랑을 조성하여 9월 8일 주간 16.5 cm(2조식)로 정식하였고, 처리구당 10주씩 완전임의 3반복으로 배치하였다. 정식 15일 후부터 멀티 피드(N-P₂O₅-K₂O=20-20-20, 미농비료, 경기 구리)를 EC 0.4-0.5 dS·m⁻¹ 범위로 주당 150-200 mL/일 씩 점적 관비하였다. 정식포장은 10월 하순에 보온을 시작하여 주간온도 23-25°C, 야간 최저 5-7°C로 관리하였다. 생육 조사는 1화방 수확초기에 처리별 5주씩 3반복으로 채묘하여 초장, 엽수, 엽 면적, 관부 굵기, 지상부 생체중, 엽록소량을 조사하였다. 본 실험과정 중 수집한 데이터의 통계분석은 SAS 9.2(NC, USA) 프로그램으로 Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test *P* < 0.05)을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

모주를 3월 15일 정식한 후 4월 하순부터 발생하는 런너수를 3-4개, 5-6개, 7-8개 및 9-10개로 조절하여 육묘하였고, 처리별 6월 5일, 6월 25일, 7월 15일에 3회에 걸쳐 2엽 이상 자묘확보수를 조사하였다(Fig. 2). 6월 5일 모주로부터 발생한 런너가 9-10개 처리는 자묘 수가 15.0개, 7-8개는 12.6개, 5-6개는 8.7개로써 유의하게

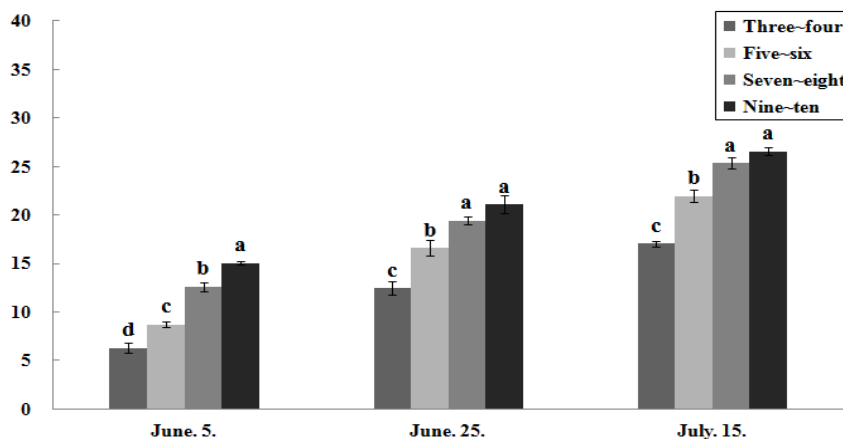


Fig. 2. Number of daughter plants with more than 2 leaves at each seedling stage depending on the treatment on runner development from mother plants. The alphabetical letters indicate the mean separation within each planting time by Duncan's multiple range test, *P* < 0.05.

Table 1. Length, thickness, and weight of runners developed from treated mother plants²

Number of runner	Runner length ^y (cm)	Runner thickness (mm)	Runner weight (g)
3-4	49.4 a ^x	3.8 a	3.7 a
5-6	48.0 a	3.4 b	3.1 b
7-8	44.2 b	2.9 c	2.7 c
9-10	40.9 c	2.6 c	2.3 d

²Transplanting date: March 15, 2012; Investigation date: June 22, 2012.

^yRunner length, runner thickness and runner weight indicates the from the mother plant to the first daughter plant. The runner thicknesses were measured at the point 5 cm from the first daughter plant in the runner between the mother plant and the first daughter plant.

^xMeans within a column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

적었으며, 3-4개는 6.3개로 가장 적었다. 처리별 6월 25일 조사한 자묘수도 6월 5일과 유사한 패턴으로 증가하였지만 런너발생수가 7-8개와 9-10개 두 처리는 19.4개 및 21.1개로 유의한 차이를 보이지 않았다. 자묘받기 완료시기인 7월 15일(Lee, 2008)은 런너발생수가 7-8개와 9-10개는 각각 25.4, 26.5개 까지 증가한 반면 5-6개는 22.0개 였고, 3-4개는 17.0개로 가장 적은 수준의 자묘가 확보되었다. 본 실험에서 모주로부터 런너발생수가 많을수록 자묘확보수도 증가하는 경향이었지만 7-8개와 9-10개 두 처리는 6월 25일부터 통계적인 차이를 보이지 않았는데, 이는 모주의 채묘량이 과도하게 증가한 원인으로 개체 간 양분경합이 유발되어(Takeuchi and Sasaki, 2008) 지속적 생장이 이루어지지 못한 것으로 판단하였다. 자묘 확보측면에서 런너발생수가 7-8개와 9-10개 및 5-6개 세 처리는 7월 15일 자묘수가 20개 이상으로써 축성육묘의 기준이 되는 60여 일 묘령(Choi, 2007)을 갖는 자묘생산에 문제가 없다고 사료되었지만, 3-4개 처리는 자묘의 확보량이 충분치 못 할 것으로 판단하였다.

육묘기간 중 모주로부터 발생한 런너를 채취하여 런너길이, 런너두께 및 런너무게를 조사하였으며, Table 1에 나타내었다. 런너발생수가 3-4개 및 5-6개 처리는 런너길이가 각각 49.4 cm, 48.0 cm로 유사하게 길었지만 7-8개부터 큰 폭으로 짧아졌고, 9-10개 처리는 40.9 cm로 가장 짧은 생육을 보였다. 1번 자묘로부터 5 cm 떨어진 부위의 런너두께를 조사한 결과 런너발생수가 3-4개 처리가 3.8 mm로 가장 두꺼웠고 5-6개는 3.4 mm로 유

의한 차이를 나타내었으며, 7-8개와 9-10개는 각각 2.9 mm, 2.6 mm의 기는 생육이었다. 처리별 런너무게도 런너길이 및 런너두께와 유사한 경향으로 런너발생수가 많을수록 유의하게 가벼워지는 생육을 보였다. 식물체에서 생산된 동화산물은 활성이 강한 신초, 과실 부위로 집중되며, 딸기는 적과를 하지 않으면 동화산물 요구도가 증가됨으로써 영양기관 생장 억제와 수확휴식기가 발생한 다(Nishizawa and Hort, 1988; Ra et al., 1996). 본 실험에서도 모주의 런너발생수가 많을수록 상대적으로 개체 간 양분 분배량은 감소되어 런너생육이 저조한 원인이 되었다고 판단하였다.

모주의 런너발생 처리별 육묘완료 후 자묘생육은 Table 2와 같다. 자묘의 초장은 모주의 런너발생수가 많을수록 작아지는 경향이었고 9-10개 처리에서 25.8cm로 가장 작았다. 런너발생수가 3-4와 5-6개의 엽수는 각각 6.0개, 5.7개 였지만 7-8개와 9-10개는 4.8개 및 4.5개로 적었고, 엽 면적도 런너발생수가 7-8개와 9-10개는 큰 폭으로 좁아졌다. 관부 굵기는 런너발생수가 3-4개와 5-6개 처리는 각각 8.7 mm, 8.5 mm로 George et al. (2006)이 제시한 양질묘 기준의 관부 굵기 8-12 mm 범위에 포함되었지만 7-8개와 9-10개는 7.1 mm 및 6.2 mm로 가늘었다. 1차근 수는 처리별 일정한 경향을 보이지 않았는데, 딸기육묘는 고온기에 이루어짐으로써 지온 상승에 의한 뿌리 노화촉진 유발로(Udagawa et al., 1989; Rhee et al., 2001) 새 뿌리의 교체주기가 빠르게 진행된 원인으로 판단하였다. 자묘의 근중은 런너발생수가 7-8와 9-10개 두 처리에서 가벼웠고, 생체중은 런너

Table 2. Growth and development of daughter plants after treatment of mother plants^y

Number of runner	Plant height (cm)	Number of leaves	Leaf area (cm ² /plant)	Crown diameter (mm)	Number of first roots	Root fresh weight (g/plant)	Fresh weight (g/plant)
3-4	29.7 a ^x	6.0 a	457 a	8.7 a	28.3 a	5.9 a	17.5 a
5-6	29.0 ab	5.7 a	443 a	8.5 a	28.6 a	5.6 a	15.6 b
7-8	27.2 ab	4.8 b	338 b	7.1 b	26.5 a	4.5 b	14.2 c
9-10	25.8 b	4.5 b	313 b	6.2 c	26.2 a	4.1 b	12.4 d

^yInvestigation date: September 5, 2012.

^xMeans within a column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

발생수가 많을수록 가벼웠다. 묘 소질을 판단하는 보편적인 기준으로 관부 굵기, 묘령, 생체중, 근권생육 및 T/R을 등이 제시되고 있으며(Faby, 1997; Cocco et al., 2010), Jang et al.(2009)과 Song(2010)은 초기 상품수량을 높이기 위해서는 충분한 묘령의 대묘 양성이 중요한 부분이라고 하였다. 이러한 기준을 적용하여 볼 때 런너발생수가 7-8개와 9-10개 처리는 3-4개 및 5-6개 보다 관부 굵기, 근중이 뚜렷하게 가늘거나 가벼운 생육이었다. 런너발생수가 3-4개와 5-6개 두 처리는 생육이 유사한 경향을 보였지만 생체중이 무거울수록 정식 후 초기생장이 빠르게 이루어지는 점을 고려할 때(Park et al., 2015a) 3-4개 처리의 자묘생육이 가장 우수한 결과를 나타내었다.

본포정식 후 1화방 수확초기 식물체를 수확하여 생육을 조사하였으며, Table 3에 나타내었다. 초장은 런너발생 처리별 36.9-38.6 cm 범위로 유사하였고, 엽수는 9-10개 처리가 6.6개로 가장 적었으며 다른 세 처리는 유

의차가 없었다. 엽 면적은 런너발생수가 3-4개와 5-6개 두 처리는 3,622 cm² 및 3,530 cm² 였지만 7-8개와 9-10개는 큰 폭으로 좁아져 각각 3,080 cm², 2,771 cm² 였다. 딸기는 본포정식 후 광합성을 결정하는 엽 면적 확보가 중요한데(Lee, 2008), 초장생육은 런너발생 처리별 차이가 없었던 반면 엽 면적은 7-8개와 9-10개 두 처리가 뚜렷하게 좁아 1화방 상품수량 생산에 불리한 영향을 미칠 것으로 판단하였다. 관부 굵기는 런너발생수가 3-4개가 14.1 mm, 5-6개는 13.7 mm로 유의차를 보였지만 매우 근소하였고, 7-8개와 9-10개는 큰 폭으로 가늘어졌다. 런너발생수가 3-4개와 5-6개 두 처리는 생체중이 각각 58.5 g, 55.2 g 였지만 7-8개는 44.6 g, 9-10개는 40.3 g 순으로 가벼웠다. 딸기 육성재배는 출력 전 충분한 생장이 이루어져야 상품수량을 증대시킬 수 있으며, 소질이 빈약할 묘를 본포에 정식할 경우 초기활착 불량으로 1화방 수량 감소는 물론 2화방 수량에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Choi, 2007; Lee, 2008). 이상의 결과

Table 3. Growth and development of saplings in the phase first cluster after transplant of treated saplings^y

Number of runner	Plant height (cm)	Number of leaves	Leaf area (cm ² /plant)	Crown diameter (mm)	Fresh weight (g/plant)	Chlorophyll contents (SPAD)
3-4	38.6 a ^x	7.8 a	3,622 a	14.1 a	58.5 a	47.1 a
5-6	37.7 a	7.5 a	3,530 a	13.7 b	55.2 a	46.8 a
7-8	37.2 a	7.0 ab	3,080 b	12.6 c	44.6 b	45.6 a
9-10	36.9 a	6.6 b	2,771 c	12.3 c	40.3 b	46.0 a

^yTransplanting date: September 8, 2012; Investigation date: November 21, 2012.

^xMeans within a column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

를 요약하면 런너발생수가 7-8개와 9-10개 처리는 2엽 이상 자묘 확보수가 가장 많았지만 자묘 생육과 본포정식 후 엽 면적 및 생체중이 뚜렷하게 저조하였다. 이는 모주의 런너발생수가 과도하게 증가됨으로써 개체 간 양분 경쟁에 의해 육묘기 생육이 충분치 못하였고, 결과적으로 본포정식 후 1화방 수확기에 이르기까지 생육에 부정적인 영향을 주었다고 판단하였다. 런너발생수의 3-4개 처리는 자묘 생육과 1화방 수확기 지상부 생육도 우수하였지만 5-6개 처리와 뚜렷한 차이가 없었으며 육묘기 자묘확보수는 가장 적었다. 따라서 자묘확보수 및 자묘생육, 본포정식 후 1화방 수확기 생육을 고려할 때 육묘기 모주의 런너발생수를 5-6개로 조절하는 것이 가장 바람직하다고 판단하였다.

4. 결론

육묘과정 중 모주의 런너발생수가 자묘소질과 1화방 수확기 생육에 미치는 영향을 구명하기 위해 모주의 런너발생수를 3-4개, 5-6개, 7-8개 및 9-10개로 조절한 4 처리를 두어 실험하였다. 6월 5일의 2엽 이상 자묘확보수는 런너발생수가 9-10개 처리에서 가장 많았고 7-8개, 5-6개 및 3-4개 순으로 적었다. 6월 25일과 7월 15일 자묘확보수도 유사한 경향으로 증가하였지만 7-8개와 9-10개 두 처리는 유의차를 보이지 않았다. 처리별 런너 길이는 런너발생수가 3-4개와 5-6개는 각각 49.4 mm, 48.0 mm로 유사하게 길었지만 7-8개 처리부터 유의한 수준으로 짧아졌다. 런너두께 및 런너무게는 3-4개 처리가 가장 굵거나 무거웠다. 자묘의 엽 생육과 근중은 런너발생수가 3-4와 5-6개 두 처리는 유사한 반면 7-8개 및 9-10개 처리는 뚜렷하게 저조하였다. 런너발생수가 3-4개와 5-6개 처리의 관부 굵기는 각각 8.7 mm, 8.5 mm였지만 7-8개와 9-10개는 7.1 mm 및 6.2 mm로 가늘었으며, 자묘의 생체중은 런너발생수가 많을수록 가벼웠다. 1화방 수확기 엽 면적과 생체중은 런너발생수가 7-8와 9-10개 처리에서 뚜렷하게 좁거나 가벼웠다. 이상의 결과를 통해 모주의 런너발생수가 육묘기와 1화방 수확기 생육에 미치는 영향을 구명함으로써 양질묘 생산을 위한 현장활용 자료로 이용될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Choi, J. H., 2007, Retarding culture by long term cold storage of 'Redpearl' strawberry seedling, PhD Diss., Chungnam Natl. Univ., Daejeon, Korea.
- Cocco, C. O., Jeronimo, L. A., Ligia, E., Francieli, L. C., Gustavo, S. C., 2010, Development and fruit yield of strawberry plants as affected by crown diameter and plantlet growing period, *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasilia., 45, 730-736.
- Faby, R., 1997, The productivity of graded 'Elsanta' frigo plants from different origin, *Acta Hort.*, 439, 449-445.
- George, H. C., Craig, B., Eric, W., Eric, L., John, D., 2006, Containerized strawberry transplants reduce establishment-period water use and enhance early growth and flowering compared with bare-root plants, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 16(9), 46-54.
- Jang, W. S., Kim, H. S., Kim, T. I., Nam, Y. G., 2009, Comparison of cultivars on production of runner and daughter plant in strawberry, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 27(Supplement II), 49. (Abstr.)
- Kim, D. Y., Kim, T. I., Kim, W. S., Kang, Y. I., Yun, H. K., Choi, J. M., Yoon, M. K., 2011, Changes in growth and yield of strawberry (cv. Maehyang and Seolhyang) in response to defoliation during nursery period, *J. Bio-Env Con.*, 20(4), 283-289.
- Korea Rural Economic Institute (KREI), 2014, 2014 Agricultural Out-look KREI, Seoul, Korea.
- Lee, W. K., 2008, Studies on nursery system and soil management for forcing culture of domestic strawberry cultivar in Korea, PhD Diss., Chungnam Natl. Univ., Daejeon, Korea.
- Nishizawa, T., Hory, Y., 1988, Translocation ¹⁴C-assimilates from leaves of strawberry plants in vegetative as affected by leaf age and leaf position, *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 54, 467-476.
- Park, G. S., Chae, S. C., Oh, C. S., 2015a, Influence of root restriction materials and media on soil environment and growth of runner plantlets during propagation of 'Seolhyang' strawberry, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 33(4), 511-517.
- Park, G. S., Choi, J. M., 2015b, Medium depths and fixation dates of 'Seolhyang' strawberry runner plantlets in nursery field influence the seedling

- quality and early growth after transplanting, Kor. *J. Hort. Sci. Technol.*, 33(4), 518-524.
- Ra, S. W., Kim, W. S., Moon, C. S., Woo, I. S., Oh, S. H., Rho, T. H., 1996, Yield and quality of 'Samahberi' ever-bearing strawberry for off-season production by cultivated area, RDA. *J. Agri. Sci.*, 38, 439-442.
- Rhee, H. C., Kang, K. H., Kweon, K. B., Choi, Y. H., 2001, Effect of root zone temperature during the night on the growth and yield of perlite cultured tomato in winter, *J. Bio-Environ. Con.*, 10, 30-35.
- Rural Development Administration (RDA), 2008, Cultivation manual of new cultivar 'Seolhyang' strawberry, Suwon, Korea.
- Song, H. J., 2010, Effect of crown size on plant growth and fruit yield in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.), MS Diss., Jinju Natl. Univ., Jinju, Korea.
- Takeuchi, T., Sasaki, M., 2008, Effects of nursing methods on growth and yield of strawberry cultivar 'Benihoppe', *Bulletin of the Shizuoka Research Institute of Agriculture and Forestry*, 1, 1-10 (in Japanese).
- Udagawa, Y., Ito, T., Gomi, K., 1989, Effects of root temperature on some physiological and ecological characteristics of strawberry plants 'Reiko' grown in nutrient solution, *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, 58, 627-633 (in Japanese).