

## 지베렐린 처리에 의한 ‘설향’ 딸기 러너플랜트의 생장과 발육 촉진

김은지<sup>1</sup> · 김치선<sup>2</sup> · 정현수<sup>1</sup> · 이준구<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>전라북도농업기술원 지방농업연수사, <sup>2</sup>전라북도농업기술원 지방농업연구관, <sup>3</sup>전북대학교 농업생명과학대학 원예학과 교수

### Promotion of Growth and Development of ‘Seolhyang’ Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) Runner Plant by Gibberellin Treatment

Eun Ji Kim<sup>1</sup>, Chi Seon Kim<sup>2</sup>, Hyun Soo Jung<sup>1</sup>, and Jun Gu Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

<sup>2</sup>Senior Researcher, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

<sup>3</sup>Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture & Life Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

**Abstract.** This study was conducted to determine the optimal dipping time and concentration of gibberellin for improving the growth and quality of domestic cultivar ‘Seolhyang’ strawberry when using runner plants. Strawberry runner plants were collected on November 10th and soaked in GA<sub>3</sub> concentrations of 50, 100, and 150 mg·L<sup>-1</sup> for 30 and 60 minutes, respectively. After 75 days of planting, the growth results showed that in the 30-minute, 50 mg·L<sup>-1</sup> treatment, the crown diameter was thicker and the T/R ratio was lower, indicating better plant vitality. Runner length increased with lower gibberellin concentrations, particularly promoting vegetative growth. Photosynthetic efficiency was more influenced by gibberellin concentration than dipping time, and using concentrations above a certain threshold acted as a stress factor for runner plants, leading to decreased photosynthetic efficiency. For enhancing seedling growth, soaking with 50 mg·L<sup>-1</sup> of gibberellin for 30 minutes was found to be optimal. This study verified the effects of gibberellin treatment on strawberry runner plants to improve plant growth and quality, providing useful basic data for using gibberellin.

**Additional key words:** forcing culture, GA<sub>3</sub>, inducement of runners, plant growth regulator, seedling quality

## 서 론

딸기(*Fragaria* × *ananassa* Duch.)는 장미과에 속하는 8배 체 다년생 초본식물로서 전 세계적으로 재배되는 부가가치가 높은 주요 원예작물이다(Hung 등, 2015). 2021년 딸기 국내 재배면적과 생산량은 각각 6,103ha와 177,480톤으로 전체 재배면적의 99.2%가 시설재배 형태로 생산되고 있으며, 생산액은 14,757억원에 달해 우리나라 전체 채소 생산액의 11.2%를 점유하고 있다(MAFRA, 2022).

딸기는 주로 영양번식으로 증식되는 작물로서, 고품질의 묘소질은 전체 재배 성공 비중의 80% 이상을 차지할 정도로 딸기 과실의 수량과 품질에 큰 영향을 준다(Jun 등, 2014). 포트 육묘 방식은 3월에 모주를 정식한 뒤 러너를 발생시켜 양성된 자묘를 9월경 본포에 정식하는 방법으로(Park과 Choi, 2015),

묘소질이 균일하지 않거나 묘가 도장하는 단점이 있다(Kim 등, 2018). 이에 최근에는 과실을 생산한 묘에서 이듬해 고온 장일 조건 하에서 생산되는 자묘를 삽수로 채취한 후 육묘하는 삽목 육묘 방법도 도입되고 있는데, 이는 모주의 생산 관리 없이 자묘를 집중 관리하여 생산하기 때문에 유럽에서 흔히 이용되고 있는 방식이다(Kang 등, 2011; Kim 등, 2018; Hwang 등, 2020). 원예작물의 삽목 번식 시 발근 정도와 뿌리 발달에 관계되는 요인에는 습도유지, 삽목시기, 관수방법, 발근촉진물질 등이 있다(Kang 등, 2019; Kim과 Kim, 2012).

축성딸기 모주를 확보하기 위해서는 본포에 정식한 자묘에서 발생한 묘를 가을철 채취하는 방법이 이용되는데, 이는 탄저병이나 시들음병 등 고온기에 발생하는 병해를 효과적으로 회피할 수 있다는 장점이 있다(RDA, 2015). 그러나 이 경우 묘 채취가 늦어질수록 정식묘의 양분이 지나치게 소모되어 1회방 발육이 저하되고 수량이 감소할 수 있으며, 채취한 러너 플랜트의 모주로서의 성능이 떨어지게 되는 단점이 존재한다(RDA, 2015). 이에 본포 정식 후 채취한 묘를 건전한 모주로 사용하기 위한 처리가 필요하지만 아직까지 딸기 모주 확보에

\*Corresponding author: jungu@jbnu.ac.kr

Received August 31, 2023; Revised September 26, 2023;

Accepted October 8, 2023

관련된 생장조절제 처리 연구는 미미한 실정이다.

식물의 생육을 조절하기 위해 이용되는 호르몬계열의 생장 조절제로는 옥신, 지베렐린, 사이토키닌 등이 있는데, 그 중에서도 지베렐린은 식물체 생육을 촉진하고 개화를 유도하며 종자를 발달시키고 화분관 생육을 촉진시킨다(Lang, 1957; Swain과 Singh, 2005). 딸기 재배 시 지베렐린은 휴면 타파, 러너 형성 촉진, 뿌리 신장, 꽃가루의 발달 및 꽃가루관 신장 촉진에 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(Guttridge와 Thompson, 1964; Kang 등, 2018; Thompson, 1969). 그러나 내재성 호르몬의 수준 차이로 인해 지베렐린에 대한 딸기 식물체의 반응은 품종 및 계절 간 차이를 나타내며(Lopez-Galarza 등, 1989), 이에 따라 품종과 시기에 따른 지베렐린의 처리 시간 및 농도에 대한 구명이 필요하다.

선행 연구들의 결과에 비추어볼 때, 본포 정식 후 발생하는 러너플랜트를 이듬해 모주로 이용하려 할 때 지베렐린이 식물체의 생육 증진에 영향을 미칠 수 있을 것으로 예상되지만 아직까지 국내 딸기의 가을철 채취한 러너플랜트를 대상으로 한 지베렐린 효과 구명은 전무한 실정이다. 이에 본 논문은 적정 지베렐린 침지시간과 처리 농도를 설정함으로써 러너플랜트의 생육과 품질 향상이 가능할 것이라는 가설을 설정하고, 국내 딸기 시장의 대부분을 차지하고 있는 ‘설향’을 대상으로 지베렐린 적용에 따른 묘의 생육 특성을 비교함으로써 러너플랜트를 활용한 모주 생산의 현장 적용 가능성을 검증하기 위해 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 식물재료 및 식물생장조절제 처리

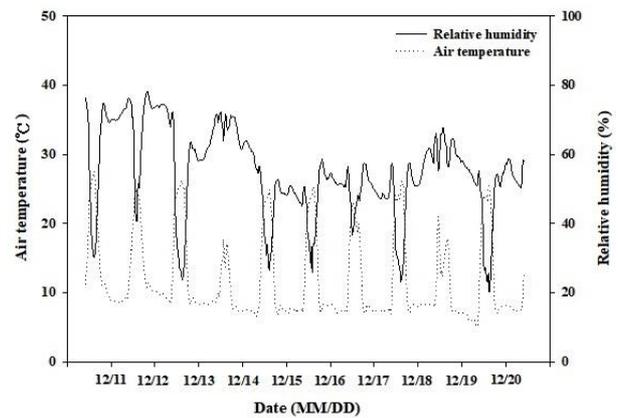
딸기 ‘설향’(*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Seolhyang) 러너플랜트는 전북 익산시에 소재한 전라북도농업기술원 딸기 수경재배 온실에 정식한 묘에서 발생한 러너에서 채취하였다. 이때 전개엽이 2-3매로 발생한 러너플랜트를 2020년 11월 12일에 일시에 채묘하여 3°C에 냉장보관한 뒤 2020년 12월 10일에 코코피트+펄라이트 혼합상토(60:40, v/v; cocopeat + perlite, Homan Industrial Co., Ltd., Korea)를 충전한 딸기 전용 포트(E형 12구, 60×20×10cm, Hwaseong Industrial Co., Ltd., Korea)에 삼목하였다.

‘설향’ 딸기 러너플랜트에 대한 식물생장조절제의 효과를 평가하기 위하여 냉장보관했던 러너플랜트의 기부를 합성 지베렐린 GA<sub>3</sub>(Dea-yu gibberellin, Dea-yu Co., Ltd., Gyeongsan, Korea)에 50, 100, 150mg·L<sup>-1</sup>의 농도로 각각 30, 60분 침지한 뒤 상토에 삼목하였다(Table 1). 삼목한 묘는 고설 육묘장 내 소형비닐터널 안에서 온·습도 유지와 직사광선 차단을 위해

**Table 1.** Experimental table on strawberry runner plants according to the gibberellin treatment at planting date.

Dipping time (min)	GA <sub>3</sub> concentration (mg·L <sup>-1</sup> )	Marking <sup>z</sup>
30	50	30(50)
	100	30(100)
	150	30(150)
60	50	60(50)
	100	60(100)
	150	60(150)

<sup>z</sup>Use this notation for all figures below.



**Fig. 1.** Changes in daily air temperature and relative humidity in tunnel for ten days after planting.

부직포, 비닐, 35% 차광망 순으로 덮고 10일간 관리하였다. 소형터널 육묘 시 온·습도 환경은 데이터 로거(Watchdog 1000 series, Encosys Co., Ltd., Korea)를 이용해 30분 간격으로 측정하였고, 이때 평균 온도 및 평균 상대 습도는 각각 11.9±6.1°C, 55.0±12.8%였다(Fig. 1).

### 2. 조사항목

식물체의 생육은 특성조사 표준매뉴얼(RDA, 2017)에 따라 삼목 후 75일째에 초장, 엽병장, 엽수, SPAD 값, 관부직경, 생체중, 건물중, 엽면적, 뿌리 개수 및 길이 등을 조사하였다. SPAD 값은 엽록소 측정기(SPAD-502, Konica Minolta Inc., Japan)를 이용해 측정하였고, 관부직경은 캘리퍼스(CD-20CPX, Mitutoyo Co., Ltd., Japan)로 조사했으며, 생체중과 건물중은 저울(Entris, Sartorius Inc., Germany)을 사용하여 측정하였다. 이때 건물중은 향온 건조기(DH-2009H, Korea Dry Tech., Korea)에 시료를 60°C에서 72시간 건조한 후 측정하였다. 엽면적은 엽면적 측정기(LI-3100, LI-COR Inc., USA)

를 이용해 측정하였고, 뿌리 개수는 1cm 이상 전개된 뿌리의 수를 세었고, 뿌리 길이는 가장 긴 뿌리의 길이와 평균적인 길이의 두 가지로 구분하여 조사하였다. 러너 길이는 삼목 후 75 일째에 온전하게 정상적인 생육으로 전개된 러너를 대상으로 하였으며, 1, 2, 3 번째로 발생한 러너들의 길이를 조사하여 평균값을 구하였다.

### 3. 엽록소형광 분석

지베렐린 처리에 따른 식물체의 활성조사를 위해 상위엽의 엽록소형광을 조사하였다. 엽록소형광 지수는 식물체를 20분 간 암적응시키고 카메라와 식물체 간 거리를 20cm로 고정된 뒤 엽록소형광이미지장치(FC 800-C, PSI, Drasov, Czech)를 이용해 측정하였다. 엽록소형광 지수 획득측정 기법은 Quenching Act2 방법을 이용했으며, 개별 식물체에 대해 엽록소형광 수준을 측정하고 FluorCam7(Version.1.2.5.16, PS I, Chez)을 사용하여 측정된 이미지에서 딸기 러너플랜트의 상위엽 영역을 분리하여 엽록소형광 지수를 조사하였다.

### 4. 통계분석

지베렐린 침지시간 및 처리 농도가 딸기 러너플랜트에 미치는 영향을 확인하기 위해 각 처리당 72개체씩 완전임의배치법 3반복으로 배치하였다. 통계분석은 R program(version 4.2.3)을 이용해 분산분석(ANOVA)을 수행하였고, 던컨의 다중검정(Duncan’s multiple range test)을 이용하여 95% 유의수준에서 각 처리간의 유의성을 검증하였다. 실험 결과의 그래프는 SigmaPlot program(SigmaPlot 12.5, Systat Software Inc., San Jose, CA, USA)을 사용하여 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 지베렐린 침지시간과 농도가 러너플랜트 생육에 미치는 영향

지베렐린 처리에 따른 러너플랜트의 이용 가능성을 검토하고자 삼목 75일 후 생육특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 초장은 30분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리와 60분, 100mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 짧았고, 엽병장은 30분, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리와 60분, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 길었다. 엽장과 엽폭은 30분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 가장 길었고 60분, 100mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 가장 짧았지만, SPAD 값, 생체중 및 건물중, 뿌리 수, 엽면적은 처리들 간의 유의한 차이가 없었다. 일반적으로 딸기의 엽수, 엽면적 등과 같은 생육 특성들은 성장조절제의 영향을 받는다(Momenpour 등, 2011). ANOVA 분석 결과, 지베렐린 농도에 따른 유의성이 확인되었는데 초장과 엽병장은 지베렐린 농도가 짙은 150mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 유의하게 길었다. 이는 ‘대향’ 딸기 육묘 시 지베렐린 처리를 할 때 처리방법과 무관하게 농도가 높을수록 초장이 길어졌다는 Kang 등(2018)의 연구와 일치하는 결과였다. 반면 엽폭, 엽면적, 뿌리길이는 지베렐린 농도가 옅은 50mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 큰 값을 나타냈다. 딸기에 지베렐린을 처리하면 러너 형성이 촉진되는데(Guttridge와 Thompson, 1964), 지베렐린 처리 시 오히려 영양생장보다는 러너 생산이 유도되어 생육지표 값이 낮았다는 Pritts 등(1986)의 실험 결과처럼 본 연구에서도 지베렐린 고농도보다는 저농도 처리 시 이와 같은 생육지표들에서 그 값이 증가한 것으로 판단되었다.

지베렐린 침지시간 및 농도에 따른 관부직경을 조사한 결과, 30분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리와 30분, 100mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 각각

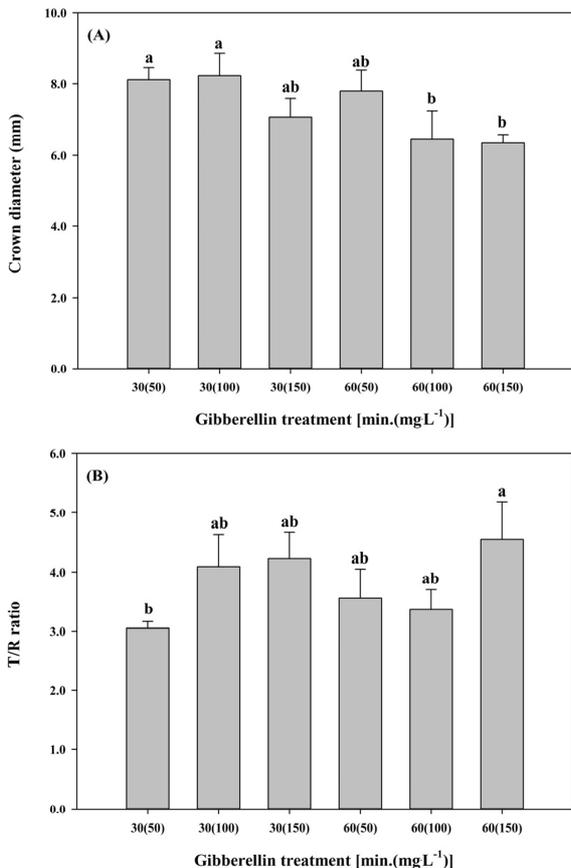
**Table 2.** The growth characteristics of strawberry runner plants according to the gibberellin dipping time and concentration at 75 days after planting.

Dipping time (min)	GA <sub>3</sub> concentration (mg·L <sup>-1</sup> )	Plant height (cm)	Petiole length (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	SPAD value	Fresh weight (g)		Dry weight (g)		No. of roots	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Length of root (cm)	
								Shoot	Root	Shoot	Root			Longest	Average
30	50	18.8 c <sup>z</sup>	11.7 b	5.6 b	8.7 a	6.1 a	48.4 a	11.7 a	3.9 a	2.9 a	0.8 a	27.8 a	373.4 a	14.0 a	9.0 a
	100	20.8 bc	13.1 b	6.3 ab	7.1 ab	5.5 ab	49.4 a	10.3 a	2.7 a	2.7 a	0.6 a	31.0 a	309.2 a	12.5 a	7.7 a
	150	27.7 a	19.4 a	6.3 ab	7.3 ab	5.0 ab	49.3 a	13.0 a	3.3 a	3.5 a	0.7 a	29.4 a	328.9 a	13.2 a	7.7 a
60	50	20.4 bc	12.7 b	6.8 a	7.2 ab	5.4 ab	46.2 a	12.8 a	3.8 a	3.3 a	0.7 a	32.4 a	396.3 a	14.5 a	9.3 a
	100	19.3 c	12.9 b	6.4 ab	5.9 b	4.2 b	47.4 a	10.8 a	3.3 a	2.9 a	0.7 a	31.4 a	332.3 a	13.1 a	8.4 a
	150	24.1 ab	16.9 a	5.9 ab	6.4 b	4.4 ab	48.8 a	11.3 a	2.6 a	3.0 a	0.6 a	33.4 a	294.5 a	12.6 a	7.8 a
Dipping time (A)		NS	NS	NS	NS	·	NS	NS	NS	NS	NS	·	NS	NS	NS
GA <sub>3</sub> concentration (B)		***	***	NS	·	*	NS	NS	·	NS	NS	NS	*	NS	*
A×B		·	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at  $p \leq 0.05$  (n=5).

NS, ·, \*, \*\*\* Nonsignificant or significant at  $p \leq 0.1, 0.05, 0.001$ , respectively.

8.1mm와 8.2mm로 굵었지만, 60분, 100mg·L<sup>-1</sup> 처리와 60분, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 각각 6.5mm와 6.4mm로 얇아서 지베렐린 처리 농도가 높아지고 처리 시간이 길어질수록 관부직경이 얇아지는 경향을 나타냈다(Fig. 2). 딸기 관부직경의 두께는 양질묘의 판단기준으로 사용되는데, 직경이 8mm 이상인 대묘를 정식묘로 사용하였을 경우에는 식물체의 성장과 뿌리 활착이 증대되고 조기 수확이 가능하며 전체 수량이 증가한다(Durner 등, 2002; Kang 등, 2011). 본 실험에서는 30분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리와 30분, 100mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 관부직경이 8mm 이상으로 대묘가 형성되었지만 지베렐린 침지시간이 길고 처리 농도가 높을 때에는 직경이 얇아서, 딸기 ‘설향’ 러너플랜트 이용 시 지베렐린을 고농도로 오랜 시간 처리하는 것은 건전묘 생산에 부적합한 것으로 생각되었다. 이는 지베렐린 처리 농도가 높아질수록 딸기 식물체에 기형이 발생하기 때문에 묘 생장에 적절한 지베렐린 처리 농도 설정이 필요함



**Fig. 2.** Comparison of crown diameter (A) and T/R ratio (B) according to the gibberellin dipping time and concentration at 75 days after planting. Vertical bars indicate the SE (standard error). Different letters indicate statistical differences based on Duncan's multiple range test ( $p \leq 0.05$ ).

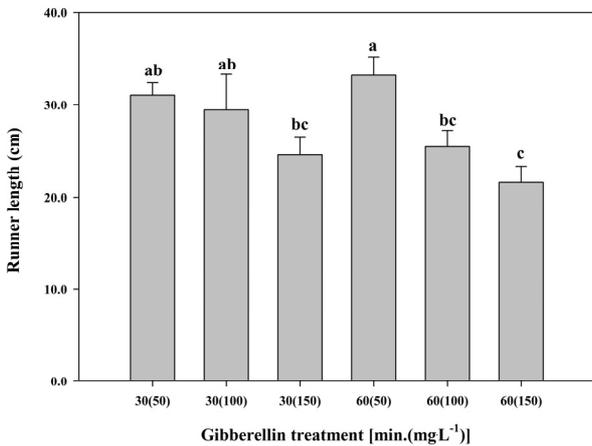
을 시사했던 선행 연구들(Kang 등, 2018; Lee 등, 2013)과 마찬가지로, 지베렐린 처리시간과 그 농도를 일정 수준으로 설정하는 것이 삼목 방법을 이용한 딸기 묘 양성 시 정상적인 생육을 증진하는 데 유리하게 작용할 것으로 판단되었다.

T/R율은 30분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 3.1로 가장 작아 식물체 활력이 우수했지만, 60분, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리에서는 4.6로 그 값이 가장 커서 활력이 저조하였다. 지베렐린은 주근의 발달을 촉진시키고 부정근의 형성을 억제하는데(Fu와 Harberd, 2003; Pamfil과 Bellini, 2011), Kang 등(2018)은 딸기 모주에 지베렐린 처리 시 지하부 생육이 부진했다고 보고했다. 딸기는 러너가 지면에 닿으면 발근이 활발하게 일어나 주근 확보 쪽으로 생육이 진행되는 동안 유관속 조직 발달과 잎과 꽃의 형성은 지연된다(Mann, 1930). 이러한 선행 연구 결과들에 비추어 볼 때, 지베렐린 처리 후 딸기 러너플랜트가 성장을 진행하는 동안 생장 에너지가 지상부보다는 발근과 뿌리 활착에 주로 사용되었을 것으로 생각되며, 고농도의 지베렐린과 긴 침지시간은 삼목 후 시간이 지남에 따라 식물체의 지하부 뿌리 발달에 부정적인 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

지베렐린은 딸기의 러너 형성을 촉진시키며 모주와 자묘의 절간을 신장시키는데, 딸기와 같은 단일식물에서 GA<sub>3</sub>는 영양생장 발달을 증가시키고, 꽃눈 형성을 억제하며, 러너 생장을 유도하는 등 많은 생리적인 과정들에 관여한다(Porlingis와 Boynton, 1961; Thompson과 Guttridge, 1959). 본 실험에



**Fig. 3.** Growth of strawberry runner plants according to the gibberellin dipping time (min) and concentration (mg·L<sup>-1</sup>) at 75 days after planting.



**Fig. 4.** Comparison of runner length according to the gibberellin dipping time and concentration at 75 days after planting. Vertical bars indicate the SE (standard error). Different letters indicate statistical differences based on Duncan’s multiple range test ( $p \leq 0.05$ ).

서는 지베렐린 처리 후 삼목 75일째에 모든 처리구에서 러너가 동시에 출현하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 이에 따라 각 처리 간의 영양생장 정도를 확인하고자 러너 길이를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 영양생장 정도를 나타내는 러너 길이는 60분, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 21.6cm로 가장 짧았고, 60분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 33.2cm로 가장 길었다. 또한 러너 길이는 지베렐린 농도가 높아질수록 짧아지는 경향을 나타내어, 지베렐린 침지시간에 관계없이 그 농도가 높아질수록 영양생장 정도가 적어지며 농도가 연합수록 영양생장으로의 유도가 많이 이루어지는 것을 확인할 수 있었다.

이상의 결과, 딸기 생육에 미치는 지베렐린 효과를 보았을 때 러너플랜트를 이듬해 모주로 사용하기 위해 영양생장으로의 전환을 유도하고 묘 생육을 증진시키기 위해서는 삼수를 50mg·L<sup>-1</sup>의 저농도 지베렐린에 30분 침지하는 것이 보다 적절한 것으로 판단되었다.

## 2. 지베렐린 침지시간과 농도가 광합성 효율에 미치는 영향

식물체는 다양한 환경스트레스에 의해 광합성 활성이 감소되며, 그 감소 수준은 엽록소형광(chlorophyll fluorescence) 반응 정도 측정을 통해 정량화할 수 있다(Chaerle 등, 2007). 딸기 삼수에 지베렐린을 침지 처리하는 것이 러너플랜트의 스트레스 요인으로 작용하는지의 여부를 검증하고 건전성을 판단하고자 지베렐린 침지시간과 농도에 따른 양자수율을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 처리 간 비교결과 관부직경이 굵고

**Table 3.** Effect of gibberellin dipping time and concentration on the quantum yield (QY) of strawberry runner plants.

Dipping time (min)	GA <sub>3</sub> concentration (mg·L <sup>-1</sup> )	QY (Fv/Fm)
30	50	0.772 a <sup>z</sup>
	100	0.716 c
	150	0.728 c
60	50	0.766 ab
	100	0.738 abc
	150	0.730 bc
Dipping time (A)		NS
ANOVA test GA <sub>3</sub> concentration (B)		**
A×B		NS

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at  $p \leq 0.05$  (n = 5).

NS, \*\* Nonsignificant or significant at  $p \leq 0.01$ , respectively.

T/R율이 작았던 30분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 양자수율이 0.772로 가장 높았고, 60분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 0.766으로 그 뒤를 이었다. ANOVA 분석 결과, 지베렐린 침지시간에 따른 유의성은 없었지만 처리 농도에 따른 유의성은 인정되었고, 지베렐린 처리 농도가 낮을 때 양자수율이 증가하는 경향을 나타냈다.

식물체의 광합성 수준을 평가할 수 있는 엽록소형광 지수에는 대표적으로 Fv/Fm이 있는데, Fv/Fm은 다양한 스트레스 탐지에 활용되고 있다(Rungrat 등, 2016). 비생물적 스트레스 중 식물이 수분 스트레스를 받으면 위조, 증산률 감소, 광합성 저하 등 전반적인 식물 생육이 감소한다(Kang과 Lee, 2003). 이에 양자수율 측정을 통해 딸기 러너플랜트가 지베렐린 처리에 따라 뿌리 활력에 변화가 발생하여 식물체가 스트레스를 받을지 여부를 조사하였다. 그 결과, 침지시간보다는 지베렐린 농도가 더 큰 영향을 끼치는 것을 확인할 수 있었고, 그 농도가 진할 때 양자수율이 감소하는 것을 통해 지베렐린을 일정 농도 이상으로 사용하게 되면 딸기 러너플랜트의 스트레스 요인으로 작용하여 광합성 효율을 감소시킬 수 있다는 것으로 해석할 수 있었다.

종합적으로 본 연구의 결과로부터 ‘설향’ 딸기 러너플랜트의 생육과 품질에 미치는 지베렐린 침지시간 및 농도에 따른 효과는 처리별로 다르게 나타났다. 지베렐린을 30분, 50mg·L<sup>-1</sup>로 침지 처리했을 때 식물체의 관부직경, T/R율, 엽면적, 양자수율 등의 값이 우수하여 생육 증진 및 품질 향상이 가능하였고, 지베렐린 처리 농도가 낮을수록 영양생장으로의 전환이 이루어짐을 확인하였다. 반면 60분, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리

에서는 관부직경, T/R율, 양자수율 값이 저조해 묘 생육은 상대적으로 불량하였다. 이상의 결과는 딸기 삽목육묘 방법을 활용하여 러너플랜트를 모주로 양성하기 위해 지베렐린 처리 효과를 검토하는 데 의의가 있으며, 묘의 생육 증진 및 품질 향상을 위한 지베렐린 이용 시 기초 자료가 될 것으로 판단된다.

## 적 요

본 연구는 국내 ‘설향’ 딸기의 러너플랜트 활용 시 생육 및 품질을 향상시키기 위한 적정 지베렐린 침지시간과 농도 구명을 위하여 수행되었다. 딸기 러너플랜트는 11월 10일에 채취했으며, 50, 100, 150mg·L<sup>-1</sup> 농도의 GA<sub>3</sub>에 각각 30, 60분 침지 처리하였다. 삽목 75일 후 생육은 30분, 50mg·L<sup>-1</sup> 처리에서 관부직경이 굵고 T/R율이 작아 식물체 활력이 우수했다. 러너 길이는 지베렐린 농도가 낮을수록 길어져 영양생장으로의 유도가 많이 이루어졌다. 광합성 효율은 침지시간보다 지베렐린 농도의 영향이 더 컸으며, 일정 농도 이상으로 사용하게 되면 딸기 러너플랜트의 스트레스 요인으로 작용하여 광합성 효율이 감소하였다. 묘 생육을 증진시키기 위해서는 50mg·L<sup>-1</sup> 농도의 지베렐린에 30분 침지하는 것이 적정함을 확인하였다. 본 연구는 딸기 러너플랜트의 생육과 품질 향상을 위한 지베렐린 처리 효과를 확인함으로써 지베렐린을 이용하기 위한 유용한 기초 자료를 제공하였다.

**추가주제어:** 러너 유도, 묘소질, 식물생장조절제, 축성재배, GA<sub>3</sub>

## 사 사

본 연구는 전라북도농업기술원의 연구비 지원으로 수행되었음.

## Literature Cited

- Chaerle L., I. Leininen, H.G. Jones, and D.V.D. Streaten 2007, Monitoring and screening plant populations with combined thermal and chlorophyll fluorescence imaging. *J Exp Bot* 58:773-784. doi:10.1093/jxb/erl257
- Durner E.F., E.B. Poling, and J.L. Maas 2002, Recent advances in strawberry plug transplant technology. *HortTechnology* 12:545-550. doi:10.21273/HORTTECH.12.4.545
- Fu X., and N.P. Harberd 2003, Auxin promotes Arabidopsis root growth by modulating gibberellin response. *Nature* 421:740-743. doi:10.1038/nature01387
- Guttridge C.G., and P.A. Thompson 1964, The effect of gibberellins on growth and flowering of *Fragaria* and *Duchesnea*. *J Exp Bot* 15:631-646. doi:10.1093/jxb/15.3.631
- Hung C.D., C.H. Hong, H.B. Jung, S.K. Kim, N.V. Ket, M.W. Nam, D.H. Choi, and H.I. Lee 2015, Growth and morphogenesis of encapsulated strawberry shoot tips under mixed LEDs. *Sci Hortic* 194:194-200. doi:10.1016/j.scienta.2015.08.016
- Hwang H.S., H.W. Jeong, H.R. Lee, and S.J. Hwang 2020, Rooting rate and survival rate as affected by humidification period and medium type of ‘Maehyang’ strawberry on cutting propagation. *Protected Hort Plant Fac* 29:219-230. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2020.29.3.219
- Jun H.J., E.H. Jeon, S.I. Kang, and G.H. Bae 2014, Optimum nutrient solution strength for Korean strawberry cultivar ‘Daewang’ during seedling period. *Korean J Hortic Sci Technol* 32:812-818. (in Korean) doi:10.7235/hort.2014.14079
- Kang D.I., H.K. Jeong, Y.G. Park, H Wei, J Hu, and B.R. Jeong 2019, Humidification and shading affect growth and development of cutting propagated ‘Maehyang’ strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) at propagation stage. *Protected Hort Plant Fac* 28:429-437. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2019.28.4.429
- Kang D.J., and I.J. Lee 2003, Water deficit in salt- and droughtstressed rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Agric Res Bull Kyungpook Natl Univ* 21:1-9. (in Korean)
- Kang H.J., H.J. Song, S.J. Park, Z.H. Kim, and S.W. Lee 2011, Effects of crown diameter on plant growth and fruit yield in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *J Agric Life Sci* 45:81-86. (in Korean)
- Kang J.H., H.M. Kim, H.M. Kim, H.W. Jeong, H.R. Lee, H.S. Hwang, B.R. Jeong, N.J. Kang, and S.J. Hwang 2018, Gibberellin application method and concentration affect to growth, runner, and daughter plant production in ‘Maehyang’ strawberry during nursery period. *Protected Hort Plant Fac* 27:407-414. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2018.27.4.407
- Kim C.S., and Z.S. Kim 2012, Effects of cutting time, auxin treatment, and cutting position on rooting of the green-wood cuttings and growth characteristics of transplanted cuttings in the adult *Prunus yedoensis*. *Korean J Hortic Sci Technol* 30:129-136. (in Korean) doi:10.7235/hort.2012.11041
- Kim H.M., H.M. Kim., H.W. Jeong., H.R. Lee., B.R. Jeong., N.J. Kang., and S.J. Hwang 2018, Growth and rooting rate of ‘Maehyang’ strawberry as affected by irrigation method on cutting propagation in summer season. *Protected Hort Plant Fac* 27:103-110. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2018.27.2.103
- Lang A. 1957, The effect of gibberellin upon flower formation. *Proc Nati Acad Sci USA* 43:709-717. doi:10.1073/pnas.43.8.709
- Lee J.E., H.W. Do, D.W. Choi, J.D. Cheung, M.K. Kim, and

- Y.S. Shin 2013, Runner production as influenced by gibberellin treatment in mother plant of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). Korean J Horticult Sci Technol 31:55. (in Korean)
- Lopez-Galarza S., B. Pascual, J. Algarda, and J.V. Maroto 1989, The influence of winter gibberellic acid applications on earliness, productivity and other parameters of quality in strawberry cultivation (*Fragaria × ananassa* Duch.) on the spanish mediterranean coast. Acta Hort 265:217-222. doi:10.17660/ActaHortic.1989.265.32
- Mann C.E.T. 1930, Studies in the root and shoot growth of the strawberry. V. The origin, development, and function of the roots of the cultivated strawberry (*Fragaria virginiana × chiloensis*). Ann Bot 44:55-86. doi:10.1093/oxfordjournals.aob.a090215
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) 2022, 2021 production amount and index of agriculture and forestry. Available via <http://www.mafra.go.kr> Accessed 6 March 2023
- Momenpour A., T.S. Taghavi, and S. Manochehr 2011, Effects of benzyladenine and gibberellin on runner production and some vegetative traits of three strawberry cultivars. Afr J Agric Res 6:4357-4361.
- Pamfil D., and C. Bellini 2011, Auxin control in the formation of adventitious roots. Not Bot Horticult Agrobot Cluj-Napoca 39:307-316. doi:10.15835/nbha3916101
- Park G.S., and J.M. Choi 2015, Medium depths and fixation dates of ‘Seolhyang’ strawberry runner plantlets in nursery field influence the seedling quality and early growth after transplanting. Korean J Horticult Sci Technol 33:518-524. doi:10.7235/hort.2015.15004
- Porlingis I.C., and D. Boynton 1961, Growth responses of the strawberry plant, *Fragaria chiloensis* var. *ananassa*, to gibberellic acid and to environmental conditions. J Am Soc Horticult Sci 78:261-269.
- Pritts M.P., G.S. Posner, and K.A. Worden 1986, Effects of 6-BA application on growth and development in Tristar a strong day-neutral strawberry. HortScience 21:1421-1423. doi:10.21273/HORTSCI.21.6.1421
- Rungrat T., M. Awlia, T. Brown, R. Cheng, X. Sirault, J. Fajkus, M. Trtilek, F. Furbank, M. Badger, M. Tester, B.J. Pogson, J.O. Borevitz, and P. Wilson 2016, Using phenomic analysis of photosynthetic function for abiotic stress response gene discovery. The Arabidopsis Book 14:e0185. doi:10.1199/tab.0185
- Rural Development Administration (RDA) 2015, Strawberry forcing culture cultivation and nursery technique for the production of high quality seedling. RDA, Jeonju, Korea.
- Rural Development Administration (RDA) 2017, Standard manual of characteristics investigation for breeding new varieties of strawberries. RDA, Jeonju, Korea.
- Swain S.M., and D.P. Singh 2005, Tall tales from sly dwarves: novel functions of gibberellins in plant development. Trends Plant Sci 10:123-129. doi:10.1016/j.tplants.2005.01.007
- Thompson P.A. 1969, The effect of applied growth substances on development of the strawberry fruit.: II. Interactions of auxins and gibberellins. J Exp Bot 20:629-647. doi:10.1093/jxb/20.3.629
- Thompson P.A., and C.G. Guttridge 1959, Effect of gibberellic acid on the initiation of flowers and runners in the strawberry. Nature 184:72-73. doi:10.1038/184072a0b