

하계육묘 시 다양한 Diniconazole 농도로 처리한 토마토 접목묘의 생장 특성

김호철^{1,2}, 조윤희¹, 구양규^{1,2}, 황승재³, 배종향^{1,2*}

¹원광대학교 원예산업학과, ²원광대학교 생명자원과학연구소, ³경상대학교 응용생명과학부 원예학과

Growth Characteristics of Grafted Tomato Seedlings following Treatment with Various Concentrations of Diniconazole during the Summer Growth Season

Ho Cheol Kim^{1,2}, Yun Hee Cho¹, Yang Gyu Ku^{1,2}, Seung Jae Hwang³, and Jong Hyang Bae^{1,2*}

¹Department of Horticulture Industry, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

²Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

³Department of Horticulture, Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

*Corresponding author: bae@wku.ac.kr

Abstract

This study was performed to investigate the effect of various concentrations of Diniconazole (DC) on the growth and quality of grafted tomato (*Solanum lycopersicum*) seedlings cultivated during the summer season. Concentrations of DC were set to 0 (non-treatment), 5, 10 and 20 mg·L⁻¹, were treated once 3 days after grafting. Rootstock of the seedlings was shorter in the DC 5 mg·L⁻¹ and 10 mg·L⁻¹ treatment compared to the non-treatment, and the scions were significantly shorter in the DC 20 mg·L⁻¹ treatment. Seedlings were significantly shorter in the DC 20 mg·L⁻¹ treatment compared with the non-treatment. Leaf area was lower for seedlings subjected to all treatments than for seedlings in non-treatment group, and reduction was dose dependent. In particular, the DC 20 mg·L⁻¹ treatment inhibited both leaf and stem growth. The fresh weights of leaves and stems of the seedlings treated with DC 5 mg·L⁻¹ and the fresh weights of roots subjected to all treatments were significantly greater than those of the non-treatment seedlings. Dry weight per organs of the seedlings treated with DC 5 mg·L⁻¹ was significantly greater that of the non-treatment seedlings, but the dry weight of leaves of seedling treated with DC 20 mg·L⁻¹ was much less than that of the non-treatment seedlings. The T/R ratio of the seedlings was lower for all treatments than for the non-treatment. The relative growth rate of the seedlings was significantly lower in the DC 20 mg·L⁻¹ treatment and, the leaf area rate of seedlings was lower in the DC 5 mg·L⁻¹ and 10 mg·L⁻¹ treatment than in the non-treatment. Therefore, the optimal concentration of Diniconazole used to produce a suitable grafted tomato seedling in the summer season is 10 mg·L⁻¹ or less.

Additional key words: dry weight, leaf area rate, relative growth rate, *Solanum lycopersicum*

Korean J. Hortic. Sci. Technol. 34(2):249-256, 2016
<http://dx.doi.org/10.12972/kjst.20160026>

pISSN : 1226-8763
eISSN : 2465-8588

Received: August 6, 2015

Revised: December 30, 2015

Accepted: March 23, 2016

Copyright©2016 Korean Society for Horticultural Science.

This research was supported by Advanced Production Technology Development Program, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA).

서론

공정묘의 생육조절은 묘 소질 향상과 경영비의 절감에 매우 중요한 요인이 된다(Lee and Kim, 1999). 묘 소질 중 하나인 생장량을 조절하기 위해 살균제인 트리아졸계 농약이 주로 사용되고 있다(Bae, 1999). 트리아졸 성분은 시트르롬 P450산화효소와 kaurene산화효소에 의해 촉매되는 kaurene의 미립체적 산화를 억제함으로써 식물 생장을 억제시키고, 또한 처리 시 식물 생장 반응에 호르몬이 관여하는 것으로 알려져 있다(Arteca, 1996; Eum et al., 2011; Luster and Miller, 1993). 트리아졸계 농약은 생장억제제로서 채소류보다는 화훼 및 목본류 식물에서 생육 및 개화 조절에 널리 이용되었다(Choi et al., 2011; Kang, 2006; Keever and Foster, 1991). 하지만 최근에는 다양한 채소류에 pacbutrazole, uniconazole, diniconazole 등 트리아졸계 농약이 다용되고 있다(Yun et al., 2007). 특히, 밀식, 고온다습, 광 부족에 따른 묘의 도장을 방지하기 위한 목적으로 사용하고 있다(Zhang et al., 2003).

채소류의 주요 작물인 배추, 고추, 토마토, 오이 등에서 트리아졸계 농약의 도장방지 효과에 대한 연구들이 진행되었다. 배추 묘는 처리 후 40일, 고추 묘는 처리 후 24일 경과하면 살포 농약의 잔류가 거의 없는 것으로 밝혀졌고(Sun et al., 2002; Sung et al., 2004), 박과 채소에서는 저농도 처리에서도 빠른 흡수 이행에 따라 생장억제 효과를 기대할 수 있는 것으로 밝혀졌다(Bae, 1999). 특히, 트리아졸계 농약의 한 성분인 diniconazole은 토마토(Yun et al., 2007), 오이(Sun et al., 2010), 박(Kim et al., 1998) 및 고랭지 여름배추(Shin et al., 2002)의 생육(도장) 억제, 그리고 봄배추의 추대 억제(Seong et al., 2003) 등에 효과가 있는 것으로 알려졌고, 단가가 저렴하여 기존 비싼 생장조절제의 대용으로 널리 쓰이고 있다. 하지만 육묘 기간 중 작물, 처리 방법(시기, 농도) 등에 따라 묘의 소질이 달라지므로(Sun et al., 2010; Yun et al., 2007) 사용시 작물 및 환경 특성을 세밀히 검토하여 활용해야 약해를 최소화할 수 있고 농도 변화에 따른 식물 반응이 강하기 때문에 주의해야 한다(Shin and Jeong, 2002; Venkatramesh and Croteau, 1989; Zhang et al., 2003). 특히, 현장에서 다용되고 있는 ‘빈나리(diniconazole 5%)’ 제품은 배추와 분화용 백합에 한정되어 생장조절제로 공시되어(KCPA, 2014) 다른 작물에 적용할 시 발생하는 문제점을 해결하기가 어렵다. 그럼에도 불구하고 불량 환경에서 도장에 따른 불량 묘를 최소화하거나 경영비 절감을 위해 다용되고 있는 만큼 ‘빈나리’의 올바른 활용 방안을 마련하여 현장에 제시해야 할 필요가 있다.

이에 본 연구는 완숙용 토마토를 대상으로 하계 육묘 중 생장조절제(diniconazole) 처리 농도에 따른 생장 억제 효과를 구명하여 생산 현장에서 활용할 수 있는 기초 자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시 품종 및 접목묘 양성

2014년 7월에 전북 정읍에 위치한 공정 육묘장에서 완숙용 토마토 ‘도테랑다이아 (Koregon co., Anseong, Korea)’를 접수로 하여 대목 ‘스파이더(Koregon co., Anseong, Korea)’에 접목한 후 생장조절제 ‘빈나리(diniconazole 5%, Dongbangagro co., Seoul, Korea)’를 농도별로 처리한 후 묘 소질 차이를 알아보았다. 접수와 대목의 생산을 위해 40공 트레이에 파종한 후 온도를 $28 \pm 2^\circ\text{C}$ 로, 상대습도는 90% 이상으로 하여 3일간 암실에 두어 발아시킨 후 4일차에 자연광 상태로 옮겨주었다. 이후 본엽이 2-3매 전개되었을 때 접수와 대목을 직경 1.5mm 실리콘 튜브를 이용하여 봉합하는 방법으로 접목하였다. 접목 후 온도는 $27 \pm 2^\circ\text{C}$ 로, 상대습도는 85% 이상으로 조절하였고, 양·수분은 아마자키 토마토 전용배양액($\text{EC } 1.5\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, pH 6.5)을 매일 1회 두상 관수하였다.

접목묘의 생장조절제 처리

생장조절제 처리는 제품(diniconazole 함량) 사용 기준으로 $2\text{g} \cdot 20\text{L}^{-1}$ ($5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$), $4\text{g} \cdot 20\text{L}^{-1}$ ($10\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 및 $8\text{g} \cdot 20\text{L}^{-1}$ ($20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)

로 조제하여 접목 3일 후 처리별로 3개 트레이에 1회 엽면살포를 하였다.

접목묘의 생육 특성 조사

묘의 생육 조사는 접목 직후부터 4일 간격으로 처리 농도별로 트레이당 4주씩(총 12주) 무작위 선발하여 조사하였다. 조사 항목은 초장, 기관(엽, 줄기, 뿌리)별 생체중 및 건물중, 엽면적, T/R률로 하였다. 총 생체중 및 건물중은 잎, 줄기 및 뿌리의 무게를 모두 합하였고, T/R률은 엽 및 줄기 건물중의 합을 뿌리 건물중으로 나누어 계산하였다. 엽면적은 LI-3000 엽면적 측정기(LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA)로 측정하였고, 건물중은 70°C 건조실에서 72시간을 건조시킨 후 측정하였다. 또한 상대생장률(RGR)과 엽면적(LAR)은 조사데이터를 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 따라 산출하였다.

통계 분석

통계처리는 SPSS 프로그램(Version 19.0, SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 95% 신뢰수준에서 Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 이용하였다.

결과 및 고찰

생장조절제 처리 농도에 따른 토마토 접목묘의 생장량

Diniconazole 엽면 살포 농도에 따라 20일간 자란 토마토 묘의 생장 특성 조사 결과(Table 1), 대목은 무처리구에 비해 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 및 $10\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구들에서 유의하게 짧았고, 접수는 $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서만 유의하게 짧았다. 이는 Han et al.(2002)이 고추 접목묘를 대상으로 한 diniconazole 처리 시 대목 및 접수 모두 생장 억제가 되었다는 연구 결과와 유사하였다. 초장은 무처리에 비해 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 및 $10\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구들에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나 $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 유의하게 낮아 뚜렷한 억제 효과를 나타내었다. 묘의 엽면적은 무처리구 대비 diniconazole 처리구들에서 유의하게 낮아 농도가 높을수록 엽 확장의 억제 효과가 컸는데 이는 Sun et al.(2010)의 diniconazole에 종자 침지되었던 토마토 묘 중 그 처리 농도가 높을수록 엽면적이 적었다는 결과와 일치하였다. Diniconazole 처리 후 초장은 $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 접목 후 12일째 조사부터 다른 처리구들에 비해 급격히 적은 경향이었고, 엽면적도 처리구들 모두 접목 후 12일째 조사부터 무처리구에 비해 증가가 적은 경향을 나타내었다(Fig. 1). 이를 고려하면 diniconazole의 생장억제 효과는 처리 후 대략 일주일 후부터 우선 엽면적 신장 억제로 나타나며 고농도에서는 줄기 신장 억제로도 나타나는 것으로 이는 diniconazole 물질 처리시 가장 먼저 잎으로 이행하여 억제 효과를 나타내기 때문으로 생각된다(Seong et al., 2003).

Table 1. Plant height and leaf area of grafted tomato seedlings subjected to different diniconazole concentrations 20 days after grafting in the summer season

Concentration ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Plant height (cm)			Leaf area (cm^2/plant)
	Rootstock	Scion	Total	
non-treatment	2.9 a ²	27.1 a	30.0 a	191.1 a
5	2.3 b	28.4 a	30.7 a	164.1 b
10	2.3 b	27.4 a	29.7 a	151.1 c
20	2.7 a	20.8 b	23.5 b	148.2 c

²Different letters within columns indicate significant difference based on Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

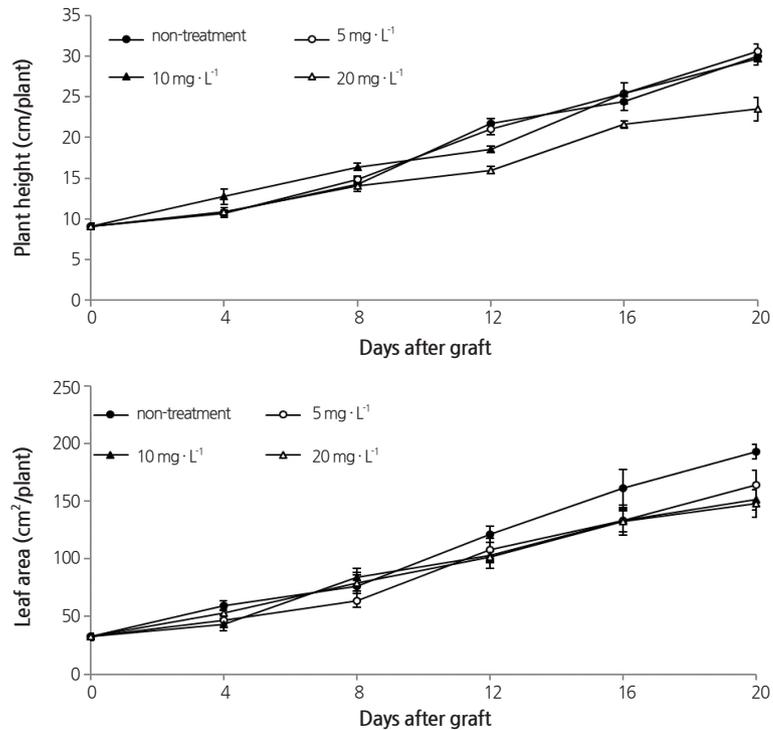


Fig. 1. Change of plant height and leaf area of grafted tomato seedlings subjected to different diniconazole concentrations 20 days after grafting in the summer season. Vertical bars represent standard error of the mean (n = 12).

생장조절제 처리 농도에 따른 토마토 접목묘의 기관별 생체중 및 건물중

Diniconazole 엽면 살포 농도에 따라 20일간 자란 토마토 묘의 기관별 생체중을 조사하였다(Table 2). 잎의 생체중은 처리구들에서 엽면적이 적었음(Table 1)에도 불구하고 5mg·L⁻¹ 및 10mg·L⁻¹ 처리구에서 유의하게 컸으며 10mg·L⁻¹ 처리구에서는 무처리구의 1.7배였다. 줄기의 생체중은 초장이 가장 높았던 무처리구와 5mg·L⁻¹ 처리구에서 다른 처리구들에 비해 유의하게 컸다. 뿌리의 생체중은 무처리보다 처리구 모두에서 뚜렷하게 컸고 높은 농도 처리구일수록 적은 경향이였다. 이에 따라 묘의 총 생체중은 5mg·L⁻¹ 및 10mg·L⁻¹ 처리구에서 무처리와 20mg·L⁻¹ 처리구보다 유의하게 컸다. 이러한 차이는 잎과 뿌리 생장량에서 기인된 것으로 생각된다. 하지만 Kim et al.(1998)은 diniconazole에 단용 처리된 박종자를 파종하였을 때 발아 초기 묘의 뿌리 생체중은 지상부 억제와 더불어 적었지만, 처리된 묘의 지상부를 잘라 삼목하였을 시 부정근 생체중이 처리구에서 무처리구에 비해 컸다고 한 결과를 보면 종자침지나 발아 후 엽면살포 등 처리법에 따라 뿌리 생장에 있어 그 효과가 달라질 수 있을 것으로 사료된다.

Table 1과 2의 결과는 Sun et al.(2009), Yun et al.(2007) 및 Zhang et al.(2003)의 연구에서 diniconazole 처리에 따라 토마토 묘의 초장 및 엽면적이 감소되고 처리농도가 높을수록 그 감소 효과는 뚜렷하였다는 연구결과와 Sankhla et al.(1985)의 연구에서 콩에 paclobutrazole을 처리하였을 때 줄기 생체중을 감소시켰다는 결과와 일치하였다. 특히, Eum et al.(2011)은 이러한 식물 생장 억제 현상은 diniconazole의 처리에 따른 체내 지베렐린의 생합성 억제에 의해 나타나며 그 지베렐린 생합성 억제 정도에 따라 생장 억제 정도도 차이를 나타낸다고 하였다. 또한 Gomathinayagam et al.(2007)은 트리아졸의 처리 시 생체중 증가는 식물체내의 탄수화물 대사와 관련된 효소의 활성 증가와 더불어 전분을 포함한 탄수화물이 증가하기 때문이라고 하였다.

Diniconazole 엽면 살포 농도에 따라 20일간 자란 토마토 묘의 기관별 건물중을 조사하였다(Table 3). 잎의 건물중은 무처리구와 5mg · L⁻¹ 처리구에서 다른 처리구에 비해 유의하게 컸다. 특히, 농도가 가장 높은 20mg · L⁻¹ 처리구에서는 주당 0.17g으로 무처리구 대비 34% 수준으로 아주 적었다. 줄기의 건물중은 5mg · L⁻¹ 처리구에서 가장 큰 경향이었고, 다른 처리구들은 무처리구와 유사한 수준이었다. 뿌리의 건물중도 줄기의 건물중과 거의 유사한 경향이였다. 이에 따라 묘의 총 건물중은 무처리구에 비해 가장 낮은 농도 5mg · L⁻¹ 처리구에서 유의하게 가장 컸고 가장 높은 농도 20mg · L⁻¹ 처리구에서 적었다. 여기에서도 생체중의 경향(Table 2)과 같이 잎과 뿌리의 건물중이 총 건물중에 가장 크게 영향을 미쳤다. 이에 따라 T/R률을 보면 무처리구 4.1에 비해 처리구들에서는 2.3-3.0으로 낮아 diniconazole 처리는 생체중뿐만 아니라 잎에서 생산된 건물이 뿌리로 분배되는 비율을 높게 하여 뿌리 활착을 촉진하는데 영향을 준 것으로 사료된다. Symons et al.(1990)은 열대과수인 아보카도에 paclobutrazol를 처리하면 각 기관별 건물중이 감소되며, 동화산물은 뿌리부로 가장 잘 분배된다고 보고하였다.

생체중(Table 2)과 건물중(Table 3)의 결과로 diniconazole 처리구에서 식물체 내 수분함량이 높다는 결과를 도출할 수 있는데(자료 미제시), 이는 Kitahata et al.(2005)과 Suh and Chung(1986)이 보고한 diniconazole은 ABA의 이화작용 억제제 역할을 하여 가뭄 스트레스 저항성을 높여준다는 연구결과와 관계된 것으로 사료된다. 특히 본 연구 기간이 여름철 고온기, 근권부가 작은 트레이 육묘라는 점을 고려할 때 부적합한 관리에 따른 일시적인 수분 부족 시 처리구들이 무처리구에 비해 수분 부족에 따른 스트레스를 덜 받았을 것으로도 생각된다.

Table 2. Fresh weight of grafted tomato seedlings subjected to different diniconazole concentrations 20 days after grafting in the summer season.

Concentration (mg · L ⁻¹)	Fresh weight (g/plant)			
	Leaf	Stem	Root	Total
non-treatment	3.81 b ^z	6.02 a	1.47 c	11.30 b
5	4.06 b	6.43 a	3.77 a	14.26 a
10	6.35 a	4.42 b	3.39 a	14.16 a
20	3.57 b	5.55 ab	3.28 b	12.40 b

^zDifferent letters within columns indicate significant difference based on Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

Table 3. Dry weight and T/R ratio of grafted tomato seedlings subjected to different diniconazole concentrations 20 days after grafting in the summer season.

Concentration (mg · L ⁻¹)	Dry weight (g/plant)				T/R ratio
	Leaf	Stem	Root	Total	
non-treatment	0.50 a ^z	0.58 ab	0.26 b	1.34 b	4.1 a
5	0.52 a	0.68 a	0.53 a	1.73 a	2.3 c
10	0.36 b	0.53 b	0.30 b	1.19 bc	3.0 b
20	0.17 c	0.55 ab	0.28 b	1.00 c	2.6 bc

^zDifferent letters within columns indicate significant difference based on Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

조사기간 동안 묘의 생체중과 건물중 변화를 보면(Fig. 2), 처리구들 간 생체중은 접목 후 20일째 다소 차이를 나타낸 것을 제외하고는 접목 후 뚜렷한 차이를 나타내지 않았지만, 건물중은 접목 후 8일부터 16일 조사까지 무처리구 및 10mg · L⁻¹ 처리구

와 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 및 $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구들 간 차이를 나타내다 최종 조사일인 20일째에는 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 급격한 상승이 나타났다. 이러한 결과들은 트리아졸계 성장억제제를 처리했을 때 처리 농도가 높아질수록 지상부 생육은 억제되나 지하부의 발근을 촉진시킨다는 Kim and Kwack(1991), Kim and Lee(1997)의 연구결과와, diniconazole에 의한 성장 억제 정도는 물질 투여량에 의존한다는 Venkatramesh and Croteau(1989)의 연구결과와 일치하였다.

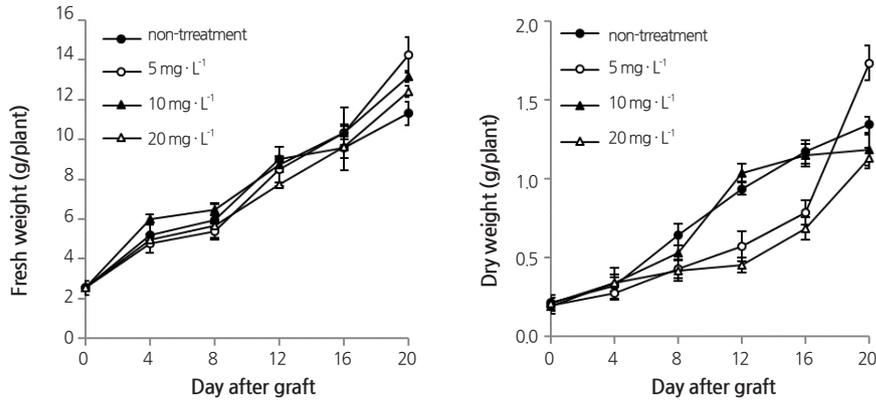


Fig. 2. Change of fresh and dry weight of grafted tomato seedlings subjected to different diniconazole concentrations 20 days after grafting in the summer season. Vertical bars represent standard error of the mean (n = 12).

성장조정제 처리 농도에 따른 토마토 접목묘의 상대성장률 및 엽면적률

Diniconazole 엽면 살포 농도에 따라 20일 동안 자란 토마토 묘의 상대성장률과 엽면적률을 분석하였다(Fig. 3). 상대성장률은 무처리구에 비해 처리구들에서 유의하게 낮은 경향이었는데, 가장 높은 농도인 $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 유의하게 낮았다. 엽면적률은 무처리구에 비해 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 및 $10\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 낮았는데 특히, $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 무처리구의 66.6% 수준이었다. 전반적으로 엽면적 대비 건물 생산능력은 무처리보다 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 높았고 $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 낮았다.

조사기간 동안 상대성장률 및 엽면적률의 변화를 보면(Fig. 3), Table 4에서 엽면적 대비 건물 생산능력이 가장 높았던 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 육묘 후반기 상대성장률의 급격한 증가와 엽면적률의 감소에 의한 것으로 나타났고 이에 반해 무처리구에서는 반대의 경향을 나타내었다.

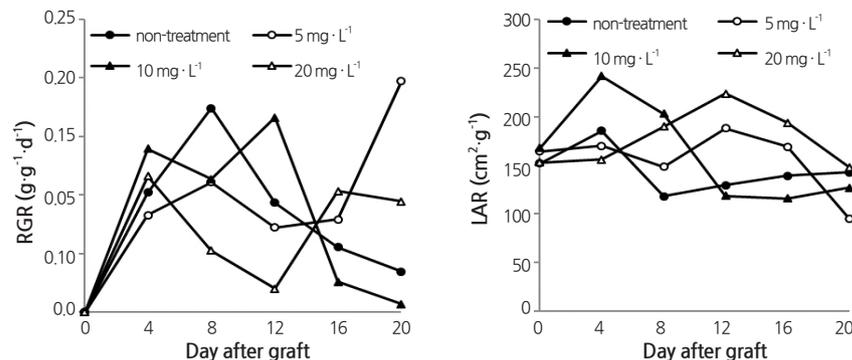


Fig. 3. Change of relative growth rate (RGR) and leaf area rate (LAR) of grafted tomato seedlings subjected to different diniconazole concentrations 20 days after grafting in the summer season.

Table 4. Relative growth rate (RGR) and leaf area rate (LAR) of grafted tomato seedlings subjected to different diniconazole concentrations 20 days after grafting in the summer season.

Concentration (mg · L ⁻¹)	RGR (g · g ⁻¹ · d ⁻¹)	LAR (cm ² · g ⁻¹)
non-treatment	0.092 b ^c	142.5 a
5	0.109 a	94.9 c
10	0.090 b	127.0 b
20	0.077 c	148.2 a

^cDifferent letters within columns indicate significant difference based on Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

본 연구 결과를 종합하여 볼 때 토마토 하계 육묘 시 생장을 억제시키는 데에는 diniconazole의 효과가 분명하고 높은 농도 처리일수록 생장억제 효과가 뚜렷하였다. 그리고 뿌리부 생체중 및 건물중 비율을 높이는 데도 효과가 있었다. 하지만 본 연구의 최대 농도인 20mg · L⁻¹ 처리에서는 초장과 엽면적에 있어 무처리 대비 20% 이상의 높은 생장억제 효과를 나타내었기 때문에 정식 후 생육에는 적합하지 않을 것으로 사료된다. 작물은 다르지만 Sung et al.(2003)은 봄 배추의 경우에도 diniconazole 35mg · L⁻¹ 이상의 농도 처리 시에는 지나치게 왜화되거나 상토 처리 시에는 발아억제로 인한 결주가 발생하였다고 하였다. 따라서 토마토의 하계 육묘 시 diniconazole 활용은 10mg · L⁻¹ 이내로 하여 육묘 기간에 따른 처리 시기, 그리고 처리 후 묘 상태를 고려하여 낮은 농도로 활용하는 것이 적합할 것으로 사료된다. 그리고 육묘기간 중 처리 시기 및 농도(Sung et al., 2003; Yun et al., 2007), 약제의 효과 지속 시간(Han et al., 2002) 등에 따라 묘의 소질이 달라질 수 있다는 기존 연구 결과들이 있으므로 현장 지도를 위해서는 더욱 세밀한 검토가 필요해 보인다.

적 요

본 연구는 하계육묘 시 Diniconazole 처리농도에 따른 토마토 접목묘의 생육과 묘소질에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다. Diniconazole 처리 농도는 0(무처리), 5, 10 및 20mg · L⁻¹로 하였고, 접목 3일 후에 1회 처리하였다. 대목은 무처리구에 비해 5mg · L⁻¹ 및 10mg · L⁻¹ 처리구에서 짧았고, 접수는 20mg · L⁻¹ 처리구에서 유의하게 짧았다. 이에 따라 묘의 초장은 가장 높은 농도인 20mg · L⁻¹ 처리구에서 유의하게 짧았다. 묘의 엽면적은 무처리구에 비해 모든 처리구에서 적었는데 높은 농도 처리구일수록 그 경향이 뚜렷하였다. 특히, 20mg · L⁻¹ 처리구에서는 엽과 줄기 모두 유의하게 신장이 억제되었다. 묘의 엽 및 줄기 생체중은 무처리에 비해 5mg · L⁻¹ 처리구에서, 뿌리 생체중은 모든 처리구에서 유의하게 컸다. 묘의 각 기관별 건물중은 5mg · L⁻¹ 처리구에서 모두 유의하게 컸지만, 20mg · L⁻¹ 처리구에서는 엽 건물중이 무처리구에 비해 크게 적었다. T/R률은 모든 처리구에서 무처리구보다 낮았다. 상대생장률은 무처리구에 비해 20mg · L⁻¹ 처리구에서, 엽면적률은 5mg · L⁻¹ 및 10mg · L⁻¹ 처리구에서 유의하게 낮았다. 따라서 토마토 접목묘의 하계 육묘 시 도장 억제를 통한 건전한 묘를 생산하고자 diniconazole를 이용할 때에는 10mg · L⁻¹ 이하의 농도로 하여 사용하는 것이 적합할 것으로 생각된다.

추가주제어: 건물중, 엽면적률, 상대생장률, 토마토

Literature Cited

Arteca RN (1996) Plant Growth Substance: principle and applications. Chapman & Hall press, London, UK, pp 244. doi:10.1007/978-1-4757-2451-6

- Bae EJ (1999) Growth control of vegetable seedlings by plant growth retardant and UV light treatment. PhD. Diss. Kyung Hee Univ, Seoul, Korea
- Choi SH, Kang JS, Choi YW, Lee YJ, Park YH, Kim MR, Son BG, Kim HK, Kim HY, et al (2011) Effect of diniconazole on growth and flowering of *Vinca rocea* and *Salvia splendis*. J Life Sci 21:1004-1008. doi:10.5352/JLS.2011.21.7.1004
- Eum SJ, Park KI, Lee IJ, Choi YJ, Oh W, Kim KW (2011) Effects of foliar-sprayed diniconazole on contents of endogenous gibberellic acids and abscisic acid in *Lilium davuricum*. Korean J Hortic Sci Technol 29:165-171
- Gomathinayagam M, Jaleel CA, Lakshmanan GMA, Panneerselvam R (2007) Changes in carbohydrate metabolism by triazole growth regulators in cassava (*Manihot esculenta Crantz*); effects on tuber production and quality. C R Biol 330:644-655. doi:10.1016/j.crvi.2007.06.002
- Han EJ, Son BG, Choi YW, Ahn CK, Kang JS, Lee YJ, Son GW, Choi BD (2002) Effect of diniconazole on the growth of scions and rootstocks in hot pepper seedlings (*Capsicum annuum* L.). J Bior Dev Inst 6:1-7
- Kang BH (2006) Effect of triazole bioregulators on the quality of plug seedlings in chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) and hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Master's thesis, Kyung Hee Univ, Seoul, Korea
- Keever GJ, Foster WJ (1991) Uniconazole suppresses bypass shoot development and alters flowering of two forcing *azalea* cultivars. Hort Science 26:875-877
- Kim JS, Kwack BH (1991) Effect of paclobutrazol on growth, chlorophyll content and tolerances to drought and rust in Korean lawn grass (*Zoysia japonica* Steud.). J Kor Soc Hort Sci 32:112-117
- Kim SE, Lee JM (1997) Analysis of the auxin-like activity in triazole chemical. Memorial Thesis Collection of Kyung Hee Univ, pp 1029-1037
- Kim, SJ, JM Lee, Kang CK (1998) Effects of seed treatment with triazole chemicals on emergence, seedling growth, and adventitious rooting of gourd. J Kor Soc Hort Sci 39:140-144
- Kitahata N, Saito S, Miyazawa Y, Umezawa T, Shimada Y, Min Y.K, Mizutani M, Hirai N, Shinozaki K, et al (2005) Chemical regulation of abscisic acid catabolism in plants by cytochrome P450 inhibitors. Bioorganic & Medicinal Chem 13:4491-4498. doi:10.1016/j.bmc.2005.04.036
- Korea Crop Protection Association (KCPA) (2014) Instructional manual of agricultural chemicals. pp 1091 (in Korean)
- Lee JW, Kim KY (1999) Effect of seedling age and transplanting depth on growth and yield of tomato. J Kor Soc Hort Sci 40:412-415
- Luster DG, Miller PA (1993) Triazole plant growth regulator binding to native and detergent-solubilized plant microsomal cytochrome P450. Pesticide Biochem Physiol 46:27-39. doi:10.1006/pest.1993.1033
- Rural Development Administration (RDA) (2012) Aanalysis standard for research in agricultural science and technology. pp 503-504 (in Korean)
- Sankhla N, Davis TD, Upadhyaya A, Sankhla D, Walser RH, Smith BN (1985) Growth and metabolism of soybean as affected by paclobutrazole. Plant Cell Physiol 26:913-921
- Seong KC, Cho JR, Moon JH, Kim KY, Suh HD (2003) Effect of triazole chemicals on bolting retardation of chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) in spring cultivation. J Kor Soc Hort Sci 44:434-437
- Shin WG, Jeong BR (2002) Seed treatment of growth retardants for height suppression of pepper plug seedlings. J Kor Soc Hort Sci 43:565-570
- Suh SG, Chung HD (1986) Effect of paclobutrazol on growth and tolerance to chilling and drought stress in cucumber plant (*Cucumis sativus* L.). J Kor Soc Hort Sci 27:111-118
- Sun ES, Kang HM, Kim YS, Kim IC (2009) Effect of diniconazole treatment on the inhibition of over-growth of tomato seedlings. J Bio-Environ Control 18:401-407
- Sun, ES, Kang HM, Kim YS, Kim IS (2010) Effects of seed soaking treatment of diniconazole on the inhibition of stretching of tomato and cucumber seedlings. J Bio-Environ Control 19:55-62
- Sun SY, Jeon JY, Yeoung YR, Kim BS (2002) Application of diniconazole for growth inhibition of chinese cabbage (*Brassica pekinensis* Pupr.) for summer production in alpine region. J Kor Soc Hort Sci 43:280-284
- Sung KY, Choe GI, Jeong MH, Heo JH, Kim JG, Lee GS (2004) Residues and half-lives of bitertanol and tebuconazole in greenhouse-grown peppers. J Korean Soc Appl Biol Chem 47:113-119
- Symons, PR., Hoftman PY., Wolstenholme BN (1990) Responses to paclobutrazol of potted "Hass" avocado trees. Acta Hortic 275:193-198. doi:10.17660/ActaHortic.1990.275.21
- Venkatramesh M, Croteau RB (1989) Influence of diniconazole on growth and essential oil content of sage and pearmint. Pesticide Biochem Physiol 34:32-38. doi:10.1016/0048-3575(89)90138-7
- Yun HK, Seo TC, Lee JW, Yang EY (2007) Effect of triazole growth regulator treatment on the growth of plug seedling and yield of tomato. J Bio-Environ Control 16:205-209
- Zhang CH, Chun IJ, Park YC, Kim IS (2003) Effect on the inhibition of over-growth of plug seedling by triazole-type growth regulator treatment. J Bio-Environ Control 12:139-146