

Suppression of Height of Tomato Plug Seedlings by Seed Treatment of Growth Retardants

Woo Gun Shin · Byoung Ryong Jeong*

Department of Horticulture, Division of Applied Life Science, Graduate School,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

This experiment was conducted for the efficient use of plant growth retardants (PGR) for suppression of plug seedling height. 'Seokwang' tomato seeds were soaked in 15 mL solution of daminozide (1,000, 10,000, or 100,000 mg·L⁻¹) or uniconazole (1, 10, or 100 mg·L⁻¹). And then, they were put in 25°C chamber for one or three days. Seeds were washed in tap water, and were dried in 5°C chamber for one day. Dried tomato seeds were sown and seedlings were raised in 288-cell plug trays. Seedlings grown were evaluated at 21 and 38 days after sowing. Treatments of 10 or 100 mg·L⁻¹ uniconazole as compared to the control had significantly suppressed hypocotyl length and seedling height, but fresh and dry weights of roots, emergence, no. of leaves, chlorophyll concentration, dry matter, and T/R ratio were not significant by different among treatments.

Key words: uniconazole, daminozide, spindliness, stretchiness, seed soaking

*Corresponding author

서 론

1990년대 초반에 도입된 이후로 플러그묘는 육묘노력 절감, 균일묘의 대량생산, 작물생산을 분업화 등과 같은 장점(Ito, 1992; Jeong, 1998) 때문에 이용이 보편화 되었으나 개선해야할 많은 문제점도 안고 있다. 대표적인 문제점은 대량 생산을 위한 밀식 환경에서 묘가 도장되기 쉽다는 것이다. 특히 토마토는 묘소질이 정식 후 생육, 과실의 크기, 수확 소요기간, 수량 등에 많은 영향을 미치는 대표적인 작물이다(Kemble 등, 1994; Leskovar 등, 1991; Weston과 Zandstra, 1986). 묘의 도장방지를 위해서는 개체간 충분한 공간을 두어 육묘하는 것이 좋지만 이럴 경우 생산비가 증가하게 된다. 따라서 플러그 육묘에서는 묘의 생육조절이 묘소질의 향상과 경영비의 절감에 매우 중요한 요인이 된다(Lee와 Kim, 1999).

현재 육묘시설에서는 묘의 도장방지를 위해 온도조절, 광, 진동이나 접촉자극과 같은 물리적 스트레스, 생장조절제, 상토내 양수분 조절법 등을 사용하는데 그 중에서도 생장조절제를 엽면 살포하거나 배지에 관주하는 방법이 가장 널리 사용되고 있다. 일반적으로 생

장억제제, 특히 유니코나졸은 지베렐린 생합성을 억제함으로써 식물의 생장을 억제하는데(Izumi 등, 1984) 줄기의 생장억제 외에 엽면적, 뿌리의 형태, 뿌리와 줄기의 비율 등에 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Davis 등, 1988).

생장억제제는 사용량이 많아짐에 따라 그에 따른 문제점도 발생하고 있다. 생장억제제 사용에 있어서 두 가지 큰 문제점은 부적절한 사용으로 토양과 수질오염을 유발시킬 수 있고 작물별로 사용시기와 처리방법이 확립되지 않아 결과가 불확실하다는 것이다. 생장억제제의 사용시기는 재배작물에 따라 차이가 있는데 일반적으로 생장초기에 처리하는 것이 효과적이거나 너무 어린 묘에 처리하면 약해 우려가 있는 것으로 보고되어 있다(Pasian과 Bennett, 2001).

따라서 생장억제제 처리 문제점의 해결방안을 모색하기 위해 종자의 처리효과를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 종자 침지처리

2000년 8월 7일에 토마토(*Lycopersicon esculentum*

‘Seokwang’, 홍농종묘 주식회사) 종자를 87 mm×15 mm 펠트리디쉬에 처리별로 약 500립씩 담은 후 daminozide(B-9) 1,000, 10,000, 100,000 mg·L⁻¹과 uniconazole(Sumagic) 1, 10, 100 mg·L⁻¹을 각각 15 mL 씩 넣은 후에 25°C, 상대습도 80%, 암조건 상태의 생장조절상에서 1일 또는 3일간 두었다(Table 1). 생장억제제에 침지하지 않은 처리를 대조구로 두었다. 침지가 끝난 후 처리된 종자를 흐르는 물에 씻고 다시 5°C 생육상에서 24시간 건조시켰다.

2. 파종 및 발아

2000년 8월 14일에 종자침지 후 건조된 종자를 파종하였다. 피트모스와 펠라이트(파라트, 삼손)를 7:3(v/v)으로 혼합한 배지를 288공 플러그 트레이에 채우고 처리당 3반복, 반복당 144립의 토마토 종자를 파종하였다. 발아를 위해 파종된 트레이를 온도 25°C, 상대

습도 80%의 항온항습 암상태인 생장조절상에 완전임의 배치하였다.

3. 육묘

2000년 8월 18일에 트레이를 3/4식 동서동의 유리온실의 베드에 난괴법으로 배치를 하였다. 공정육묘 다용도 액비(Table 2)를 1일 6회(9시, 11시, 13시, 15시, 16시, 18시), 매회 2분씩 매트저면관수시스템을 사용하여 관수하였다. 온실 내에 설치된 온도계로 30분마다 온도를 기록하였는데 재배기간동안 주간 최대온도는 35.7°C, 야간 최저온도는 12.8°C이었으며 평균온도는 24.6°C였다.

8월 19일부터 10일 동안 오전 10시에 유묘출현을 조사하였다. 묘 생육은 파종 후 21일(1차)과 38일(2차) 2회에 걸쳐 반복당 트레이의 동일한 위치에서 자란 20 개체를 채취하여 조사하였다. 건물중은 생체중을 측정 한 후 60°C의 항온건조기 내에서 72시간 건조한 직후에 측정하였다. 엽록소 농도는 각 실험구에서 식물체의 잎을 채취하여 80%(v/v) 아세톤으로 추출하고 분광광도계(Unikon 922, Kotron Instruments, Italy)를 이용하여 645 nm와 663 nm에서의 흡광도를 측정 한 후 아래의 공식을 이용해 산출하였다(Arnon, 1949).

$$\text{엽록소 농도}(\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}\text{f.w.}) = \{(20.29 \times A_{645}) + (8.02 \times A_{663})\} \times \frac{\text{아세톤량}(\text{mL})}{\text{생체중}(\text{mg})}$$

측정된 생육조사 결과는 SAS(V.6.12, NC, USA)프로그램을 이용하여 통계분석하였다.

결과 및 고찰

daminozide 100,000 mg·L⁻¹에 1일 동안 침지시킨 종자와 10,000 mg·L⁻¹ 또는 100,000 mg·L⁻¹에 3일 동안 침지시킨 종자는 50% 이상 유묘가 출현하지 않아 더 이상 조사를 하지 않았다. daminozide를 이용한 토마토 종자침지 처리는 생장억제제의 농도가 지나치게 고농도였거나 토마토 종자의 발아나 유묘출현에 있어 uniconazole보다 더 억제적인 영향을 주었다고 사료되었다. Pasian과 Bennett(2001)은 paclobutrazol과 다른 triazoles(Davis 등, 1988)의 침투 특성은 생장억제제가 종자의 발아에는 영향을 끼치지 않을지도 모른

Table 1. Treatments used in the experiment

Soaking duration (day)	Growth retardant	Concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment no.
Control (unsoaked seeds)			1
1	Daminozide	1,000	2
		10,000	3
		100,000	4
	Uniconazole	1	5
		10	6
		100	7
		1,000	8
3	Daminozide	1,000	8
		10,000	9
		100,000	10
	Uniconazole	10	11
		100	12
		1,000	13

Table 2. The chemicals and their concentrations used in the nutrient solution for the culture of plug seedlings

Formula	g·100 L ⁻¹	Formula	g·100 L ⁻¹
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	47.2	Fe-EDTA	1.50
MgSO ₄ ·7H ₂ O	24.6	H ₃ BO ₃	0.14
KNO ₃	20.2	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.02
NH ₄ NO ₃	8.0	MnSO ₄ ·4H ₂ O	0.21
KH ₂ PO ₄	27.2	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.01
		ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.08

Table 3. Hypocotyl length, plant height, total fresh and dry weights, shoot and root fresh weights, and shoot and root dry weights of tomato seedlings 21 days after sowing seeds which were soaked in growth retardant solutions

Treatment no. ^z	Hypocotyl length (cm)	Plant height (cm)	Fresh wt. (mg)			Dry wt. (mg)		
			Shoot	Root	Total	Shoot	Root	Total
1	3.7 b ^y	7.6 b-d	139.0 cd	23.3 bc	162.3 cd	2.5 bc	1.0	3.5 bc
2	4.0 ab	11.2 a0	225.0 a	23.7 bc	248.7 a	2.8 bc	1.7	4.5 ab
3	3.6 b	8.3 bc	183.3 a-c	19.0 c	202.3 a-c	2.8 bc	1.7	4.4 ab
4	- ^x	-	-	-	-	-	-	-
5	2.6 c	6.0 de	162.0 a-d	32.7 b	194.7 a-c	3.0 b	1.3	4.4 ab
6	2.5 cd	5.7 b-e	158.3 b-d	46.3 a	204.7 a-c	4.3 a	1.3	5.6 a
7	2.1 de	5.2 de	140.3 cd	29.0 bc	169.3 c	2.7 bc	1.3	4.0 b
8	4.2 a	9.0 ab	206.0 ab	34.3 b	240.3 ab	2.9 bc	1.3	4.2 ab
9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-
11	2.6 c	6.4 c-e	168.7 a-d	32.0 b	200.7 a-c	2.4 bc	1.3	3.7 bc
12	2.2 c-e	4.7 e	111.3 de	32.7 b	144.0 cd	2.2 c	1.0	3.2 bc
13	2.0 e	3.7 e	71.7 e	23.7 bc	95.3 d	1.3 d	1.0	2.3 c

^zSee Table 1 for treatments.

^yMean separation within columns for each cultivars by Duncan's multiple range test, $P=0.05$.

^xNo measurement.

다고 하였다.

파종 후 21일 지난 토마토묘의 생육은 지상부 건물 중, 엽수, 건물률, 그리고 T/R율을 제외한 모든 조사 항목에서 처리간 유의한 생육차이를 보였다(Table 3, 4). 특히 하배축 길이와 초장에서는 대조구와 비교해 uniconazole 10 또는 100 mg·L⁻¹에 3일 동안 침지한 후 파종한 처리에서는 생육이 억제되었다. 그러나 지하부 생체중에서는 대조구와 uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 3일 동안 침지시킨 것 간에는 유의차가 없었다. 다시 말해 지상부 생육은 생장억제제의 영향을 받았으나 뿌리의 발육은 uniconazole 10 mg·L⁻¹ 또는 100 mg·L⁻¹에 영향을 받지 않았다.

uniconazole 침지처리는 초기생장을 억제함으로써 엽 면적에서도 처리간에 유의차를 나타냈다. 특히 uniconazole 10 mg·L⁻¹ 또는 100 mg·L⁻¹에 3일 동안 침지시킨 종자의 경우 묘의 생육이 대조구와 큰 차이를 보이고 있다. 그러나 엽수에서는 차이가 없으므로 보아 생장억제제가 초기 생장에 영향을 미치지만 식물체의 기관형성에는 영향을 미치지 않은 것을 알 수 있었다.

유묘 출현률에서도 유의차를 보였는데 전반적으로 농도가 높을수록, 그리고 침지기간이 길수록 유묘 출현률이 낮았다. 건물률과 T/R율에서는 처리간 차이를 보

Table 4. Leaf area, number of leaves, % emergence, % dry matter, and T/R ratio of tomato seedlings 21 days after sowing seeds which were soaked in growth retardant solutions

Treatment no. ^z	Leaf area (cm ²)	No. of leaves	Emergence (%)	Dry matter (%)	T/R ratio
1	4.4 a ^y	4	99 a	2.2	0.4 bc
2	5.6 a	4	92 b	1.8	0.6 a-c
3	6.4 ab	4	72 d	2.2	0.6 ab
4	- ^x	-	-	-	-
5	2.7 bc	4	92 b	2.3	0.4 bc
6	2.4 cd	4	95 ab	2.9	0.3 c
7	2.5 cd	4	83 c	2.2	0.5 bc
8	6.5 cd	4	93 b	1.9	0.5 bc
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
11	3.1 cd	4	85 c	1.9	0.6 a-c
12	2.5 d	4	71 d	2.2	0.5 bc
13	2.1 d	4	77 d	2.4	0.8 a

^zSee Table 1 for treatments.

^yMean separation within columns for each cultivars by Duncan's multiple range test, $P=0.05$.

^xNo measurement.

이지 않았다(Table 4).

파종 후 토마토 플러그묘의 생육은 처리간에 유의차를 나타냈는데 생육이 진전됨에 따라 억제 효과

Table 5. Hypocotyl length, plant height, total fresh and dry weights, shoot and root fresh weights, and shoot and root dry weights of tomato seedlings 38 days after sowing seeds which were soaked in growth retardant solutions

Treatment no. ^z	Hypocotyl length (cm)	Plant height (cm)	Fresh wt. (mg)			Dry wt. (mg)		
			Shoot	Root	Total	Shoot	Root	Total
1	3.61 by	30.31 b	213 cd	21 e-g	234 d	14 d	2 de	16 cd
2	4.39 a	37.07 a	299 ab	25 d-f	324 bc	20 bc	2 cd	22 b
3	3.43 b	36.22 a	344 a	44 a	388 a	22 ab	4 a	26 a
4	- ^x	-	-	-	-	-	-	-
5	2.36 c	30.00 b	261 bc	32 b-d	293 c	14 d	3 bc	17 cd
6	2.34 c	18.22 c	189 d	33 bc	222 d	13 d	3 cd	16 d
7	2.33 c	16.31 cd	164 de	30 cd	194 d	12 d	2 cd	14 d
8	3.80 b	37.59 a	332 a	39 ab	371 ab	24 a	4 ab	28 a
9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-
11	2.29 c	29.15 b	313 ab	29 c-e	342 a-c	18 c	2 cd	20 bc
12	2.40 c	14.34 de	119 e	17 g	136 e	8 e	1 ef	9 e
13	2.37 c	13.03 e	112 e	19 fg	131 e	8 e	1 f	9 e

^zSee Table 1 for treatments.

^yMean separation within columns for each cultivars by Duncan's multiple range test, $P=0.05$.

^xNo measurement.

더 뚜렷하였다. 토마토 묘를 288공 트레이에 밀식해 재배하였지만 uniconazole 10 또는 100 mg·L⁻¹에 1일 동안 침지시킨 종자와 3일 동안 침지시킨 종자에서는 밀식에 의한 도장은 나타나지 않았다. 대조구와 daminozide 1,000 또는 10,000 mg·L⁻¹에 1일 동안 침지시킨 종자와 uniconazole 1 mg·L⁻¹에 3일 동안

침지시킨 종자에서 생산된 묘는 도장하여 대부분이 도복하는 경향을 보였다. 지상부와 지하부 생체중과 건물중에서는 대조구와 비교해서 uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 1일간 침지시킨 경우에 지하부 생체중을 제외하고 처리간 유의차가 없었다. 지하부 생체중은 uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 1일간 침지시킨 경우

Table 6. Leaf area, number of leaves, chlorophyll concentration, % dry matter, and T/R ratio of tomato seedlings 38 days after sowing seeds which were soaked in growth retardant solutions

Treatment no. ^z	Leaf area (cm ²)	No. of leaves	Chlorophyll (µg·mg ⁻¹ fw)	Dry matter (%)	T/R ratio
1	8.7 c ^y	5.0 ab	1.82 a	6.83 a	7.00 a-d
2	15.3 a	5.3 a	1.57 ab	6.81 a	8.67 a
3	13.9 b	5.3 a	1.41 b	6.80 a	5.05 de
4	- ^x	-	-	-	-
5	16.0 a	5.3 a	1.55 a	5.83 b	4.67 e
6	6.7 d	5.6 a	1.39 b	6.90 a	4.94 e
7	3.9 e	5.0 ab	1.27 b	7.39 a	5.28 e
8	15.7 a	5.3 a	1.28 b	7.35 a	6.47 b-e
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
11	13.6 b	5.0 ab	1.26 b	5.87 b	7.89 a-c
12	6.7 d	4.3 bc	1.34 b	6.59 ab	6.17 c-e
13	3.79 e	4.0 c	1.32 b	7.12 a	8.33 ab

^zSee Table 1 for treatments.

^yMean separation within columns for each cultivars by Duncan's multiple range test, $P=0.05$.

^xNo measurement.

보다 오히려 더 좋은 생육을 보였다(Table 5).

uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 3일 동안 침지시킨 경우 전체 생체중과 건물중이 대조구보다 억제되었다. 파종 21일 후 조사에는 대조구와 비교해 uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 1일 또는 3일동안 침지시킨 경우 모두 지상부 생체중을 제외하고 모든 유의차를 보이지 않았으나 파종 38일 후에는 uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 1일 동안 침지시킨 경우에는 처리간 차이를 보이지 않았다. 저농도 처리에서는 생육이 진전됨에 따라 억제효과가 소멸되는 것을 알 수 있었다.

uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 1일 동안 침지시킨 경우, 하배축, 초장, 엽면적, 엽록소 농도, T/R율은 대조구와 비교해 유의하게 적었으며 그 외 다른 조사항목에서는 처리간 차이가 없었다(Table 6). 엽록소 농도는 전체적으로 처리간 차이를 나타내지 않았다.

uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 1일 동안 침지시킨 경우에는 하배축 길이와 초장을 줄이고 엽수는 모두 균일하게 나타나는 것으로 보아 초기 생장에는 영향을 미치지만 식물체의 기관형성에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

플러그 육묘시 토마토 종자를 uniconazole 10과 100 mg·L⁻¹에 3일 동안 침지시키면 육묘 초기에는 하배축 길이와 초장만을 억제시키고 다른 생장에는 많은 영향을 끼치지 않았지만 육묘기간이 길어질수록 다른 생장에까지 영향이 나타났다. 그러나 1일 침지시킨 것은 초기 하배축 길이와 초장을 억제시킬 뿐만 아니라 육묘기간이 길어져도 다른 생장에는 큰 영향을 미치지 않았다. 이상의 결과로부터 플러그 육묘시 종자를 생장억제제에 침지시키는 방법은 밀식재배 조건에서의 도장방지 가능성을 보여 준 새로운 방안이라고 사료되었고 이후 품종별 억제반응 차이에 대한 검토가 필요하다고 생각된다.

Literature cited

1. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24:1-15.
2. Davis, T.D., F.L. Steffons, and N. Sankhla. 1988. Triazole plant growth regulators, p. 63-105. In: J. Janick (ed.). *Hort. Rev.* vol. 10. Timber Press, Portland, ORe.
3. Ito, T. 1992. Present state of transplant production practices in Japanese horticultural industry. p. 65-82. In: Kurata K. and Kozai T. (eds.). *Transplant Production Systems*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
4. Izumi, K., I. Yamaguchi, A. Wada, H. Oshio, and N. Takahashi. 1984. Effects of a new plant growth retardant (E)-1-(4-Chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-1-penten-3-01 (S-3307) on the growth and gibberellin content of rice plants. *Plant Cell Physiol.* 25:611-617.
5. Jeong, B.R. 1998. Technology and environment management for the production of plug transplants of flower crops. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 16:282-286.
6. Kemble, J.M., J.M. Davis, R.G. Gradner, and D.C. Sanders. 1994. Spacing, root cell volume, and age affect production and economics of compact-growth-habit tomatoes. *HortScience* 29:1460-1464.
7. Lee, J.W. and K.Y. Kim. 1999. Tomato seedling quality and yield following raising seedlings with different cell sizes and pretransplant nutritional regimes. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:407-411.
8. Leskovar, D.I., D.J. Cantliffe, and P.J. Stoffella. 1991. Growth and yield of tomato plants in response to age of transplants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:416-420.
9. Pasian, C.C. and M.A. Bennett. 2001. Paclobutrazol soaked marigold, geranium, and tomato seeds produce short seedlings. *HortScience* 36:721-723.
10. Weston, L.A. and B.H. Zandstra. 1986. Effect of root container and location of production on growth and yield of tomato transplants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:498-501.

신우근 · 정병룡

생장억제제의 종자처리를 통한 토마토 플러그묘의 도장억제

신우근 · 정병룡*

경상대학교 대학원 응용생명과학부 원예학과, 경남 진주시 가좌동 900

적 요

플러그 육묘의 도장억제를 위한 많은 양의 생장억제제 사용과 사용의 적절한 시기를 선택하기 위해 여러 농도의 daminozide(B-nine)과 uniconazole(Sumagic)용액에 토마토 종자를 침지하는 실험을 수행하였다. Daminozide 1,000, 10,000 및 100,000 mg·L⁻¹과 uniconazole 1, 10 및 100 mg·L⁻¹ 용액 15 mL에 처리별로 토마토 종자 약 500립씩을 침지하여 25°C 챔버에 1일 또는 3일간 두었다. uniconazole 100 mg·L⁻¹과 1,000 mg·L⁻¹에 1일 동안 침지시킨 것과 대조구를 비교해 볼 때 하배축 길이와 초장의 억제에 있어서는 유의차가 크게 나타났고, 지상부와 지하부 생체중과 건물중, 전체 생체중과 건물중, 유묘 출현률, 엽수, 엽면적, 엽록소 농도, 건물률, 그리고 T/R율에서는 유의차가 없거나 크지 않았다. 그러므로 종자침지 처리는 하배축길이와 초장을 억제하는데 유의한 효과를 나타내는 새로운 생장억제제처리 방법의 하나로 가능성을 보여주었다.

주제어 : 유니코나졸, 다미노자이드, 도장, 종자침지