

토마토 육묘 시 물리적 자극 및 약제 처리가 묘의 소질과 수량에 미치는 영향

최영하 · 이한철 · 박동금 · 권준국 · 이재한

영남농업시험장 부산원예시험장

Effects of Mechanical Stimulation and Chemical Treatments on Growth of Seedlings and Yield of Tomato

Young Hah Choi*, Han Cheol Rhee, Dong Kum Park, Joon Kook Kwon, and Jae Han Lee

Busan Horticultural Experiment Station, Yeongnam Agri. Exp. St., RDA, Busan 616-300, Korea

*corresponding author

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effects of mechanical stimulation and growth regulators known to control overgrowth in hot temperature tomato transplants on the seedling quality and the growth and yield after planting. Brushing and impedance were applied as mechanical stimulation, and diniconazole and hexaconazole as chemical growth regulator were used in various ways at different concentrations and treatment times. Diniconazole treatment regardless of concentration and treatment times reduced plant height, leaf area and fresh weight of young plant. Though treatments of high concentration and many times reduced the yield of tomato after planting, these of proper amount and proper times maintained the level of control. Hexaconazole treatment controlled less plant height of transplants than diniconazole, and its effect also didn't support continuously after planting. However, hexaconazole treatment reduced the yield due to little fruit number and malformed plants, and also delayed the harvesting time as compared to the control. Both brushing and impedance controlled plant height of transplants. However, impedance treatment reduced the yield due to malformed plants after planting, and also delayed the harvesting time, while brushing treatment didn't reduced growth and yield as compared to the control. From the above results, it was thought that proper application of brushing and diniconazole can control excessive overgrowth without reducing yield.

Additional key words: brushing, diniconazole, overgrowth, tomato seedlings

서 언

수출용 토마토의 경우 연료비가 많이 드는 동계 재배를 피하는 동시에 일본의 단경기에 수출하기 위해 여름에 과중하여 가온하기 전에 수확을 종료하는 이른바 억제재배 작형이 증가하고 있다. 이 작형의 가장 큰 문제점은 고온기에 육묘를 해야 하는 것이다. 고온기 육묘는 고온과 잦은 관수로 인해 묘가 연약 도장하기 쉽다. 따라서 도장을 억제하기 위해 지금까지 주로 화훼류의 절간신장 억제 및 개화조절용으로 사용된 여러 가지 물리·화학적 처리가 일부 과채류 육묘 시에도 행해지고 있는데 대부분의 경우 이같은 처리가 육묘상태의 묘의 형태 및 질적 변화에 미치는 영향에 대한 검토로 끝나고 있다. 그러나 중요한 것은 이같은 묘의 형태 및 질적 변화가 정식 후 토마토의 생육과 궁극적으로는 수량에 어떠한 영향을

미치는가 하는 것이다. 따라서 본 시험은 최근에 많이 이용되고 있는 몇 가지 물리적 자극방법과 약제 처리가 수출용 토마토의 묘의 생육과 정식 후의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명코자 하였다.

재료 및 방법

1999년 8월 16일 하우스모모타로(ハウス桃太郎)를 과중상에 과중한 후 8월 30일 직경 9cm 포트에 이식 육묘하여 9월 20일에 채식거리 90×40cm로 구당 20주씩 난피법 3반복으로 정식하였다.

물리적 자극은 Brushing과 Impedance의 두 가지 방법으로 9월 4일부터 9월 17일까지 처리하였다. Brushing 처리는 모타와 24시간 타이머를 이용하여 자동주행이 가능하도록 하였고 접촉부의 높이를 임의로 조절할 수 있게 하였다. 접촉부는 철제 앵글에 종이테이프

※ Received for publication 2 July 2001. Accepted for publication 2 August 2001.

를 붙여 사용하였으며 생장점부에 30분에 1회 간격으로 분당 10m의 속도로 24시간 연속 처리하였다. Impedance는 두께 0.5cm의 아크릴판으로 일몰 후 30분부터 일출 전 30분까지 눌러 주었는데 판의 모서리와 중앙부에 높이를 조절할 수 있는 받침대를 설치하여 생장점부에 가해지는 압력이 비교적 균일하도록(약 $70\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$) 해주었다.

화학적 처리는 지금까지 화훼류의 절간신장 억제용으로 많이 사용해진 Uniconazole과 같은 트리아졸계이면서도 부작용이 비교적 적다고 알려진 Diniconazole 수화제(상표명: 빈나리, 동방아그로 Inc.)와 Hexaconazole 수화제(상표명: 헥사코나졸, 한국삼공 Inc.)를 이용하였다. Diniconazole은 두 가지 방법으로 처리하였는데, 한 처리는 물 20L당 10g을 녹여서(2,000배) 9월 7일에 1회만 식물체 전체에 충분히 엽면살포(0.5mL/주) 후 관주(10mL/주)해 주었고(Diniconazole I) 다른 한 처리는 9월 7일과 9월 15일 2회에 걸쳐 지상부에만 포그 형태로 스프레이(1회 처리 시 0.1mL/주)해 주었다(Diniconazole II). Hexaconazole은 물 20L당 10mL를 희석하여(2,000배) 9월 7일에 1회만 식물체 전체에 충분히 엽면살포(0.5mL/주) 후 관주처리(10mL/주)하였다.

생육조사는 정식 시(9월 20일), 정식 후 15일, 30일 및 45일에 각각 조사하였고 엽록소 함량은 SPAD-502(Minolta), 엽면적은 Meiwa-AMB로 측정하였다. 개화일 조사는 화방당 2번화의 개화일을 기준하였다. 수확은 12월 7일부터 이듬해 2월 1일까지 약 일주일 간격으로 하였다. 수량은 상품과와 비상품과로 구분하여 조사하였고, 시비, 관수 및 기타 재배법은 농진청 토마토 표준재배법에 따랐다.

결과 및 고찰

정식 직전의 처리별 생육을 조사한 결과(Table 1), 초장은 물리, 화학적 처리에 의해 Control구보다 현저히 짧아졌는데 특히 Diniconazole의 효과가 컸다. Kim 등(1993)과 Nam 등(1995)도 Diniconazole과 같은 계열의 화합물인 Uniconazole 처리로 국화와 필레아의 초장을 효과적으로 감소시킬 수 있다고 하였다. 엽면적은 Diniconazole 처리구만이 유의하게 적었고, 줄기직경과 뿌리중량은 처리 간에 차이가 없었다. 생체중도 Diniconazole 처리구만 적었다.

데 이는 초장이 작고 엽면적이 적었기 때문으로 생각되었다. 단위면적당 엽록소 함량은 Diniconazole 처리구가 많았는데 타 처리에 비해 개개엽의 크기가 줄어들고 식물체가 위축되면서 잎색이 짙어진 것 등이 그 원인으로 생각되었다. 이에 관해서는 Lee와 Kwack(1993)은 무궁화에서, Song 등(1997)은 섬 초롱꽃에서, Yoo와 Kang(1999)은 낙동구절초에서 농도가 높을수록 엽록소 함량이 증가되었다고 하여 본시험 결과를 뒷받침하였다.

물리적 방법인 Impedance와 Brushing처리는 초장은 작아졌으나 다른 생육요소는 처리 간 큰 차이가 없었다. Garner와 Bjorkman(1966), Tanaka와 Shimaji(1992), Latimer와 Thomas(1991) 등도 접촉자극으로 토마토의 초장을 효과적으로 억제시킬 수 있다고 하였고, You와 Sang(1977), Lauren과 Bjorkman(1997) 등은 줄기직경도 증가된다고 하였으나 본 시험에서는 줄기 직경의 증가는 없었고 다만 Impedance 처리구에서 줄기가 휘어지는 경향을 보였다(Fig. 1).

Table 2는 정식 후 45일째의 생육을 조사한 것이다. 다른 처리구에 비해 Diniconazole I 처리구는 초장, 엽면적, 생체중, 건물중 등은 적었으나 줄기직경은 굵었고 엽록소 함량이 많은 등의 차이가 있었다. 줄기직경이 굵어진 것은 절간신장이 억제됨으로써 상대적으로 비대생장이 촉진되었기 때문으로 생각되었다.

Diniconazole II 처리구의 생육은 정식 직전에는 Diniconazole I 처리구와 같은 경향이였으나 정식 45일 후에는 완전히 달라져서 Control구와 차이가 없게 되었다. Kim 등(1993)도 triazole계



Fig. 1. Comparison of the growth in planting time of the tomato from left side, brushing, diniconazole, hexaconazole, impedance and control.

Table 1. Effects of mechanical stimulation and chemical treatment on plant height, number of leaves, leaf area, stem diameter, root weight, fresh weight, SPAD unit in planting time of the tomato.

Treatment	Plant height (cm)	No. of leaves (ea/plant)	Leaf area (cm ² /plant)	Stem dia. (cm)	Root weight (g/plant)	Fresh weight (g/plant)	SPAD unit
Diniconazole I	28 c ²	6.6 a	148 b	0.71 a	0.22 a	12.5 b	49.4 a
Diniconazole II	31 c	6.6 a	155 b	0.70 a	0.21 a	12.6 b	49.1 a
Hexaconazole	39 b	6.8 a	195 a	0.70 a	0.20 a	16.7 a	42.8 b
Brushing	43 b	6.7 a	183 a	0.66 a	0.19 a	15.7 a	42.8 b
Impedance	42 b	6.9 a	196 a	0.70 a	0.20 a	16.5 a	42.7 b
Control	48 a	6.7 a	195 a	0.66 a	0.20 a	15.8 a	41.5 b

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Effects of mechanical stimulation and chemical treatment on plant height, number of leaves, leaf area, stem diameter, root weight, fresh weight, dry weight, SPAD unit at 45 days after planting of the tomato.

Treatment	Plant height (cm)	No. of leaves (ea/plant)	Leaf area (cm ² /plant)	Stem dia. (cm)	Root weight (g/plant)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)	SPAD unit
Diniconazole I	85b ^c	14a	2,467b	1.15a	0.9b	145b	14.4b	46.6a
Diniconazole II	150a	16a	6,135a	1.02b	1.2a	395a	37.6a	41.5b
Hexaconazole	133ab	16a	5,879a	1.01b	1.3a	353a	30.5a	41.2b
Brushing	155a	16a	5,989a	1.01b	1.3a	382a	33.9a	39.9b
Impedance	158a	15a	6,038a	0.99b	1.2a	360a	31.2a	40.0b
Control	156a	16a	6,537a	1.03b	1.2a	423a	40.3a	39.8b

^cMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

왜화제는 엽면살포하면 토양관주에 비해 효과가 적고 지속기간도 짧아진다고 하였다. 따라서 약제처리는 Itho 등(1996)의 보고와 같이 동일약제라도 사용방법에 따라 그 효과와 지속기간이 현저하게 달라지므로 사용목적에 따라 적절하게 처리해야 한다.

Brushing이나 Impedance 등의 물리적 자극효과도 거의 없어졌는데, Garner와 Bjorkman(1966), Tanaka와 Shimaji(1992) 등도 접촉자극은 자극의 후작용이 거의 없어 자극을 중단하는 즉시 효과도 없어지는 것이 약제처리와 다른 점이라고 하였다. 다만 자극이 지나쳐서 성장점부에 물리적인 장애가 발생하였을 경우에는 그 효과가 화아분화에 영향을 미칠 수 있다고 하였다.

1, 2화방 착과절위, 화방장 및 착과수를 조사한 결과(Table 3), 착과절위는 처리간에 차이가 없었다. Diniconazole I 처리구는 초장이 타 처리에 비해 현저히 짧았으나 착과절위에 차이가 없는 것은 정식 후에도 절간신장이 좋지 않았기 때문이고, 그 결과 화방장도 짧아졌다. 1, 2화방의 총 착과수는 Hexaconazole 처리구가 가

장 적었고 타처리 간에는 유의한 차이가 없었다. Hexaconazole 처리구가 Diniconazole 처리구에 비해 정식전후의 일반적인 생육(Table 1, 2)이 나쁘지 않았는데도 불구하고 착과수만 적어진 원인을 잘 알 수는 없었으나 Table 4에서 보는 바와 같이 정식 후 개화기가 늦어지고 성장점 부위가 기형으로 되는 경향이 많은 것 등의 원인과 관계가 있을 것으로 생각되었다.

Table 4는 1, 2화방의 개화일과 수확개시기를 조사한 것이다. Control에 비해 Diniconazole I과 Diniconazole II 처리구는 개화일과 수확개시기가 며칠 빠른 경향이었고, Hexaconazole, Brushing, Impedance 처리구는 며칠 늦어지는 경향이었으나 큰 차이는 없었다. Yoo와 Kang(1999)은 낙동구절초에서 Uniconazole 처리로 개화기가 다소 빨라진다고 하였으나 Choi 등(1998)은 백합에서 Uniconazole 농도가 증가할수록 개화기가 지연된다고 하여 작물에 따라 반응이 다른 것을 알 수 있었다. 기형주 발생률은 Hexaconazole과 Impedance 처리구에서 현저히 많았는데, Hexaconazole은

Table 3. Effects of mechanical stimulation and chemical treatment on node of fruiting, number of fruit, length between trusses of the tomato.

Treatment	Node of fruiting		No. of fruit			Length between truss (cm)
	1st truss	2nd truss	1st truss	2nd truss	Total	
Diniconazole I	8.8	11.8	3.5	2.5	6.0 a ^z	18 b
Diniconazole II	8.8	11.9	3.7	3.0	6.7 a	30 a
Hexaconazole	9.0	12.0	2.5	1.6	4.1 b	31 a
Brushing	8.9	12.0	4.0	3.3	7.3 a	30 a
Impedance	9.0	12.0	3.7	2.9	6.6 a	31 a
Control	8.8	11.8	4.0	3.2	7.2 a	30 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Effects of mechanical stimulation and chemical treatment on flowering day, first harvesting day, rate of malformed plant of the tomato.

Treatment	Flowering day		First harvesting day	Rate of malformed plant (%)
	1st truss	2nd truss		
Diniconazole I	Oct. 4	Oct. 15	Dec. 7	0 a ^z
Diniconazole II	Oct. 5	Oct. 15	Dec.14	2 a
Hexaconazole	Oct.12	Oct. 23	Dec.14	20 c
Brushing	Oct. 9	Oct. 20	Dec.14	8 b
Impedance	Oct. 9	Oct. 19	Dec.21	15 c
Control	Oct. 7	Oct. 18	Dec.12	0 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 5. Effects of mechanical stimulation and chemical treatment on yield of the tomato.

Treatment	Yield (kg/10a)				Mean weight of marketable fruit (g)
	Marketable	Rate (%)	Unmarketable	Total	
Diniconazole I	6,405 b ²	86	1,003	7,408 b	166 b
Diniconazole II	10,225 a	92	930	11,155 a	238 a
Hexaconazole	6,355 b	83	1,338	7,693 b	240 a
Brushing	9,625 a	94	576	10,201 a	208 a
Impedance	7,473 b	87	1,083	8,556 b	210 a
Control	10,996 a	93	807	11,803 a	236 a

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

약제성분이, Impedance와 Brushing 처리는 접촉에 의한 물리적 장애나 발생되는 에틸렌(Latimer와 Thomas, 1991; Samimy, 1993)이 성장점에 영향을 미친 것으로 생각되었다. 특히 Impedance의 경우 사용재질의 압력이 지나치거나 불투과성의 재질로 처리 할 경우 물리적 장애를 주거나 또는 재질 밑에 에틸렌이 고농도로 축적되어 악영향을 미칠 수도 있다고 하였다(Lauren과 Bjorkman, 1997).

Table 5는 수량을 나타낸 것이다. 총수량과 상품수량은 Control에 비해 Brushing과 Diniconazole II 처리구는 큰 차이가 없었으나 Diniconazole I, Hexaconazole, Impedance 처리구는 수량감소가 현저하였다. Diniconazole I 처리구의 수량감소 이유는 수확개시기와 착과수의 차이가 없는 것으로 보아 엽면적 부족에 의해 평균 과실무게가 적었던 것이, Hexaconazole 처리는 착과수의 감소와 기형주 발생이 많았던 것이, Impedance 처리는 수확개시기의 지연과 기형주 발생이 많았던 것 등이 주 원인으로 생각되었다.

이상의 결과에서 육묘기의 묘에 적절한 물리·화학적 처리는 줄기신장을 억제하여 묘의 도장을 다소 방지할 수 있고 정식 후에는 서서히 정상적인 생육상태로 회복되어 수량에 큰 영향을 미치지 않지만 부적절한 처리는 정식 후에도 계속 생육이 억제되어 엽면적과 생체중 감소를 초래하고, 성장점에 이상을 일으켜 수확기가 늦어지거나 기형주 발생이 많아지게 되어 수량이 현저히 감소하게 된다. 따라서 약제의 선택과 사용방법 등에 주의하고 사용 시에 식물체의 생육단계나 생육상태 등도 신중히 고려해야 할 것으로 생각되었다.

초 록

고온기 토마토(cv. House-momotaro)육묘 시에 묘의 도장을 방지하기 위해 물리적 자극방법으로 Impedance와 Brushing 처리를, 화학약제로는 Diniconazole과 Hexaconazole을 이용하여 묘의 생육조절 효과 및 정식 후의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하였다. Diniconazole 처리에 의해 육묘 시의 묘의 초장, 엽면적, 생체중 등이 감소되었다. Diniconazole I 처리구에서는 정식 후 생육이 억제되고 수량이 감소되었으나 Diniconazole II 처리구에서는 Control과 비슷한 생육과 수량성을 보였다. Hexaconazole 처리는 묘의 초장을 감소시키나 Diniconazole 처리에 비해 그 정도가 약하였다. 정식 후의 생육은 Control과 큰 차이가 없었으나 착과수가

적고 기형주 발생이 많아 수량이 적었다. Impedance 처리 또한 묘의 초장을 감소시켰으나 정식 후 수확개시기가 늦고 기형주 발생이 많아 수량이 적었다. Brushing 처리는 묘의 초장만 감소시킬 뿐 정식 후 생육 및 수량은 Control과 차이가 거의 없었다. 따라서 Diniconazole의 적절한 사용(Diniconazole II)과 Brushing 처리는 토마토의 수량을 크게 감소시키지 않고 묘의 도장을 억제시킬 수 있어 실용성을 기대할 수 있었다.

추가 주요어 : brushing, diniconazole, overgrowth, tomato seedlings

인용문헌

- Choi, J. M., J.J. Choi, H.J. Chung, and J.S. Choi. 1998. Growth of oriental hybrid lily 'Star Gazer' affected by application method and concentration of uniconazole in pot plant production. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:776-779.
- Garner, L.C. and T. Bjorkman. 1966. Mechanical conditioning for controlling excessive elongation in tomato transplants: sensitivity to dose, frequency and timing of brushing. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:894-900.
- Itho, N., T. Hosoki, K. Otha, and K. Endo. 1996. Effects of plant growth retardants and root pruning on growth and yield of tomato cultured hydroponically at high temperature during summer. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 65:89-94.
- Kim, H.Y., B.J. Choi, and C.K. Sang. 1993. Effect of uniconazole, ancymidol and chlormequat on the growth of *Pilea cadierei*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 34:129-135.
- Lauren, C.G. and T. Bjorkman. 1997. Using impedance for mechanical conditioning of tomato transplant to control excessive stem elongation. *HortScience* 32:227-229.
- Latimer, J.G. and P.A. Thomas. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. *HortTechnology* 1:109-110.
- Lee, H.S. and B.H. Kwack. 1993. Effects of uniconazole, GA, and light intensity on growth of *Hibiscus syriacus* for pot culture. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 34:81-89.

- Nam, S.Y., Y.W. Kwon, and C.H. Soh. 1995. Effect of daminozide, uniconazole, flurprimidol and maleic hydrazide on growth of pot chrysanthemum. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:90-97.
- Samimy, C. 1993. Physical impedance retards top growth of tomato transplants. *HortScience* 28:883-885.
- Song, J.S., B.Y. Ryu, C.S. Bang, K.Y. Huh, C.Y. Song, and B.H. Kim. 1997. Effects of growth regulators on the growth of plug seedling of *Campanula takesimana* and *Elsholtzia splendens* cv. Jahyang. *RDA. J. Hort. Sci.* 39:95-100.
- Tanaka, K. and H. Shimaji. 1992. Production of tomato seedling at high planting density by mechanical stimulation. *Environ. Control in Biol.* 30:59-64.
- Yoo, Y.K. and S.W. Kang. 1999. Effects of uniconazole treatment on the growth and flowering of *Chrysanthemum zawadskii* ssp. *naktongense*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:515-519.
- You, S.N. and C.K. Sang. 1977. The effect of mechanical stress on the growth and development in various floricultural crops. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 18:88-100.