

Hexaconazole의 처리가 수박의 생육 및 박의 ethylene 발생에 미치는 영향

김수정* · 이정명¹ · 강충길

농업과학기술원 작물보호부 농약개발과, ¹경희대학교 원예학과

요약 : Hexaconazole의 처리가 수박의 생육 및 박의 ethylene 발생에 미치는 영향을 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다. 약제처리 방법에 따른 수박 생장의 억제효과는 경엽처리가 현저하게 효과적이데 반하여 토양관주 처리에서는 효과가 없거나 미미하였다. Hexaconazole 경엽처리시 수박생장은 약제처리 7일후에는 농도가 높으면 높을수록 신장, 마디수가 억제된 반면 약제처리 42일후에는 무처리와 차이가 없었다. Hexaconazole 처리시 수박의 암꽃 착화위치는 착과부위인 제 2번 암꽃까지의 길이생장 및 마디수에는 아무런 영향이 없었고, 측지길이에 미치는 영향은 제 2, 제 3마디에서 현저하게 억제되었는데 이는 처리시기와 밀접한 관련이 있을 것으로 판단된다. Hexaconazole 처리시 박의 ethylene 발생량은 처리농도가 높을수록 ethylene 발생량이 증가하는 경향을 보였으며 약제처리 5일까지는 계속 증가하다가 이후 감소하였다. (1998년 6월 10일 접수, 1998년 7월 30일 수리)

Key words : hexaconazole, triazole, watermelon, gourd, gibberellin, ethylene, growth retardant.

서 론

1996년 우리 나라의 채소재배 면적은 양념채소 166,477 ha, 과채류 81,485 ha, 엽채류 70,882 ha, 근채류 45,038 ha, 양채류 473 ha 등 총 388,655 ha이다(농촌진흥청, 1996). 특히, 이들 채소작물 중 박과채소의 시설재배 면적과 생산량이 매년 증가하는 추세를 보이고 있다.

최근 육묘방식은 농민이 직접 묘를 생산하는 개별생산에서 공정육묘 기계화 시스템을 도입하여 대량, 집단 생산하는 방식으로 바뀌어 가고 있다. 그런데 시설내에서의 육묘는 도장 또는 과번무하기 쉽기 때문에 양질묘를 생산한다는 것이 매우 어렵다. 따라서, 묘의 성장제어를 위해 성장조절제 이용, 주야간 온도조절(DIF 처리), 비료양분의 조절, 건조 및 저온처리 등의 방법이 이용되고 있으나 가장 손쉬운 방법은 성장조절제를 이용하는 것인데 우리나라에는 아직 육묘 성장제어에 이용할 수 있는 성장조절제가 등록되어 있지 않다(농약공업협회, 1998). 따라서 생산자 입장에서는 육묘효율 향상을 위한 생산조절기술이, 그리고 농민입장에서는 작물별 묘소질의 규격화에 의한 건묘의 보급이 가장 바람직한 것으로 생각된다.

Triazole계 화합물의 특성에 대한 연구는 1980년대부터 시작되었고, 주로 이 화합물들의 살균 및 생리활성물질로서의 작용성에 관해 보고되고 있다(Fletcher 등, 1986; Davis 등, 1988). Triazole계의 종류로는 paclobutrazol, uniconazole, triadimefon, triadimenol, bitertanol, tricyclazole, fluotrimazole, myclobutanil, diniconazole, propiconazole, etaconazole, flusilazole, hexaconazole, tebuconazole 등이 있으며, 대부분이 주로 살균제로 이용되지만 paclobutrazol과 uniconazole은 성장억제제로 외국에서 이용되고 있고 국내에서는 아직 등록되어 있지 않다.

본 실험은 살균제로 주로 사용되고 있는 triazole계 약제를 이용하여 박과채소의 양질묘 및 규격묘 생산을 위한 재배기술을 개발하고자 선발된 hexaconazole(Kim 등, 1998)을 처리하여 수박 생장, 암꽃 착화위치 및 측지발생에 미치는 영향을 검토하고자 하였다. 또한, hexaconazole을 처리한 박으로부터 포집한 ethylene gas를 gas chromatograph(GC)로 분석하므로써 식물체내에서의 hexaconazole의 작용기작을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

Hexaconazole 처리시 수박 생장, 암꽃 착화위치 및 측지발생

* 연락처

본 실험에 사용된 시험약제는 (주)한국삼공의 2% hexaconazole 액상수화제였으며, 시험품종으로 (주)서울종묘의 ‘달고나수박’을 접수로 사용하였고, (주)홍농종묘의 ‘강력참박’을 대목으로 사용하였다. 1997년 3월 29일부터 6월 10일까지 농업과학기술원 농약개발과 유리온실에서 수행하였고, 수박 파종 2일 후에 ‘강력참박’을 파종하였다. 수박 파종 18일(본엽이 전개시)후 수박과 박을 채취해 호접한 후 직경 10 cm 비닐포트에 이식하였고, 24시간 동안 차광하였다.

수박 파종 30일(본엽 3매 전개시) 후에 직경 25 cm 포트에 이식하였다. 경엽처리구는 이식 다음날 hexaconazole을 10, 100, 500, 2,500, 5,000 mg · L⁻¹ 로 희석하여 경엽살포하였으며, 토양관주처리구는 5, 50, 250, 1,250, 2,500 mg · L⁻¹을 포트당 50 ml씩 처리하였다. 액비는 하이포넥스를 2,000배로 희석하여 5월 18일과 6월 3일 2회에 걸쳐 엽면시비하였다. 생육조사는 초장, 엽수, 암꽃 착화위치 및 측지발생을 조사하였다. 시험구배치는 완전 임의배치법으로 3반복으로 반복당 5개체였다.

Hexaconazole 처리시 박의 ethylene 발생

본 실험에서 사용한 공시약제는 (주)한국삼공의 2% hexaconazole 액상수화제였으며, 공시품종으로 (주)홍농종묘의 ‘강력참박’을 사용하였다. 72공 파종상(53×27×6 cm)에 각 파공(cell)당 1립씩 파종하였다. 파종후 신문지를 1장 덮고, 저면관수하였다. 유리온실 온도는 주간 22~27℃, 야간 17~22℃ 내외로 유지시켰고, 하루에 1~2회 관수하였다. 파종 12일(본엽 전개시) 후에 공시약제를 500, 2,500, 5,000 mg · L⁻¹의 농도로 희석하여 경엽살포하였다. ethylene 발생량을 조사하기 위하여 증류수 10 ml를 넣은 100 ml 시험관에 약제 처리 1, 3, 5, 7일 후의 유묘를 깨끗이 씻어 1주씩 넣었다. 발산되는 ethylene gas를 포집하고자 이중 고무마개로 막았으며, 시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 수행하였다. Ethylene 발생량은 gas chromatography(Varian 6000, 분리관: Porapak N, 길이 2 m, 내경 0.5 cm, 검출기 FID, 분리관 온도: 80℃, 주입구온도: 100℃, 검출기 온도: 100℃, 담체(N₂), 유속: 40 ml/min)로 분석하였다.

결과 및 고찰

Hexaconazole 처리시 수박 생장

Hexaconazole 경엽처리가 수박의 생장에 미치는 영향은 표 1에서 보는 바와 같다. 약제처리 7일 후에는 hexaconazole 농도가 높을수록 초장의 신장이 억제된 반면 약제처리 42일 후에는 무처리와 차이가 없었다. 마디수의 경우에서도 역시 약제처리 7일 후에는 hexaconazole 농도가 높을수록 마디수가 감소하는 경향을 보였으며, 고농도 처리에서는 억제효과가 더욱 현저하였다. 그러나 약제처리 42일 후에는 무처리와 거의 유사하였다. 이는 hexaconazole이 식물체내에서의 작용기간이 짧거나 다른 성분으로 대사되거나 혹은 분해됨에 따라 그 작용성이 감소된데 기인된 것으로 사료된다.

Table 1. Growth of watermelon grafted onto gourd as affected by foliar application of hexaconazole

Conc. (mg · L ⁻¹)	Plant height(cm)		No. of node		Fresh wt. (g/plant)
	7DAT ^{a)}	42DAT	7DAT	42DAT	
0	33.6a ^{b)}	142.6 ^{ns)}	6.0a	22.5 ^{ns)}	36.54b
10	29.9ab	134.3	5.7ab	22.8	38.62a
100	26.4b	135.0	5.3bc	21.4	34.54c
500	24.7b	141.1	4.8c	22.3	32.60d
2,500	18.8c	140.1	4.1d	22.0	25.00e
5,000	18.9c	130.3	4.3d	22.1	27.20e

^{a)}Days after treatment.

^{b)}Means with the same letter in column are not significantly different by DMRT at 5% level.

^{ns)}Not significant.

Hexaconazole의 토양관주처리가 수박의 생장에 미치는 효과는 표 2에서 보는 바와 같다. 약제처리 7일 후에는 초장의 신장억제 효과가 보이지 않았다. 약제처리 42일 후에도 hexaconazole 2,500 mg · L⁻¹ 농도를 제외한 모든 처리구에서 초장의 신장억제 효과가 보이지 않았다. 또한, 마디수도 약제처리 7일후에 무처리와 차이를 보이지 않았으며, 약제처리 42일 후에 조사한 결과에서도 무처리와 유사하게 나타났다.

이처럼 경엽처리에 비하여 토양관주처리시 신장억제 효과가 낮은 것은 약제의 식물체내로의 흡수경로가 주로 앞에서 아주 신속하게 이루어지는데 비하여 뿌리에서는 거의 흡수되지 않거나 흡수속도가 아주 늦은 것에 기인된 것으로 판단된다. 또한 뿌리에서 일부 약제가 흡수되어도 약제의 이동이 구정적(acropetal transport)으로

이루어지지 않았을 가능성도 대두되어 약제의 흡수기작에 대한 추후 보다 면밀한 검토가 요망된다.

Table 2. Growth of watermelon grafted onto gourd as affected by soil drench of hexaconazole

Conc. (mg · L ⁻¹)	Plant height (cm)		No. of node		Fresh wt. (g/plant)
	7DAT ^{a)}	42DAT	7DAT	42DAT	
0	33.6 ^{ns)}	142.6abc ^{b)}	6.0 ^{ns)}	22.5ab	36.54a
5	36.1	138.2bc	5.8	22.2ab	35.54ab
50	37.3	147.8a	5.3	22.3ab	37.74a
250	35.2	145.7ab	5.8	21.7b	28.96c
1,250	33.5	144.1abc	5.9	23.4a	33.60b
2,500	30.1	136.9c	5.5	22.3ab	27.56c

^{a)}Days after treatment.

^{b)}Means with the same letter in column are not significantly different by DMRT at 5% level.

^{ns)}Not significant.

Hexaconazole 처리시 수박의 암꽃 착화위치

Hexaconazole의 경엽처리시 수박 암꽃 착화위치에 미치는 영향은 표 3에서 보는 바와 같이 실제로 착과시키는 부위인 제 2번 암꽃까지의 길이생장 및 마디수는 무처리와 차이가 없었고, 또한 제 2번 암꽃에 위치한 엽장과 엽폭도 통계적 유의차가 없었으며, 다만 농도가 높을수록 엽형지수는 낮아지는 경향을 보였다.

Table 3. The second female growth of watermelon grafted onto gourd as affected by foliar application of hexaconazole

Conc. (mg · L ⁻¹)	Length (cm)	No. of node	Leaf		LSI ^{a)}
			Length (cm)	Width (cm)	
0	87.6ab ^{b)}	13.9 ^{ns)}	10.4 ^{ns)}	10.1 ^{ns)}	103
10	90.5a	14.8	10.8	10.3	105
100	86.7a	14.4	10.4	11.2	93
500	77.2b	14.8	10.7	11.6	92
2,500	78.7b	14.4	10.0	11.6	86
5,000	77.1b	14.6	10.4	11.8	88

^{a)}Leaf shape index [(Leaf length/Leaf width) × 100].

^{b)}Means with the same letter in column are not significantly different by DMRT at 5% level.

Measurements were taken 42 days after treatment.

^{ns)}Not significant.

Hexaconazole 토양관주처리가 수박 암꽃생장에 미치는 효과는 표 4에서 보는 바와 같다. 제 2번 암꽃까지의 길이생장은 무처리와 통계적 유의차가 없었고, 제 2번 암꽃에 위치한 엽장과 엽폭 또한 무처리와 차이가 없었다.

이처럼 hexaconazole 처리시 수박의 착화위치에 영향이 없거나 미미한 것은 표 2와 3에서 보는 것처럼 hexaconazole 처리후 단기간에 있어서는 신장, 절간수 등이 억제되나 약제처리후 42일처럼 비교적 장기간에 있어서는 그 효과가 거의 없었던 것은 약제자체의 작용 지속성이 짧거나 다른 성분으로 대사 혹은 분해에 의한 것으로 사료된다.

Hexaconazole의 이러한 점은 성장억제제로 이미 알려진 paclobutrazol이나 uniconazole과는 달리 작용 지속성이 짧아 작물이 단기간의 성장억제를 보이다가 곧 빠른 회복을 보이는 것이 특징으로 여겨진다. 따라서 비닐하우스 등 광이 차단되는 조건에서 수박이 과번무 될 때에 살균제로서의 효과 뿐만 아니라 단기간의 성장제어를 위하여 hexaconazole의 이용 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다.

또한 토양 잔류기간이 긴 paclobutrazol이나 uniconazole과는 달리 작용지속성이 짧으므로 후작물(second crop)에 미치는 영향이 없어 동계 비닐하우스 작물의 안전재배가 가능할 것으로 생각된다.

Table 4. The second female growth of watermelon grafted onto gourd as affected by soil drench of hexaconazole

Conc. (mg · L ⁻¹)	Length (cm)	No. of node	Leaf		
			Length (cm)	Width (cm)	LSI ^{a)}
0	87.6ab ^{b)}	13.9 ^{ns)}	10.4ab	10.1ab	103
5	91.0ab	13.6	11.1a	11.4a	97
50	95.8a	14.4	10.2ab	10.8ab	94
250	89.8ab	13.8	10.9a	11.1ab	98
1,250	90.3ab	15.1	9.8b	10.1b	97
2,500	80.8b	13.7	9.6b	10.5ab	91

^{a)}Leaf shape index [(Leaf length/Leaf width) × 100].

^{b)}Means with the same letter in column are not significantly different by DMRT at 5% level.

Measurements were taken 42 days after treatment.

^{ns)}Not significant.

Hexaconazole 처리시 수박의 측지발생

Hexaconazole의 처리방법이 수박의 측지길이에 미치는 영향은 그림 1, 2에서 보는 바와 같다. 측지역제 정도는 제 2마디 또는 제 3 마디에서 현저하였으며 hexaconazole 농도가 높을수록 측지의 길이생장이 더욱 억제되었다. 처리방법별로 살펴보면 경엽처리가 토양관주처리보다 억제정도가 현저하였다.

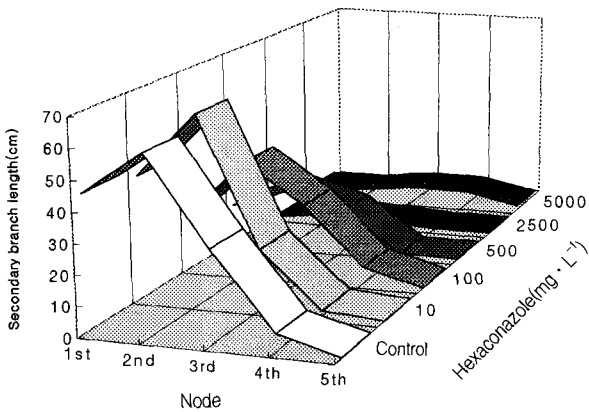


Fig. 1. Length of secondary branch in watermelon grafted onto gourd as influenced by foliar application of hexaconazole.

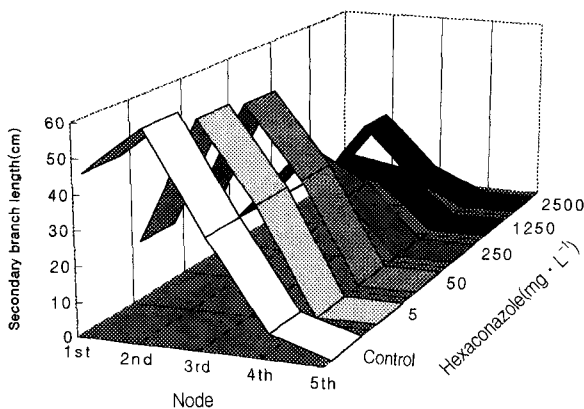


Fig. 2. Length of secondary branch in watermelon grafted onto gourd as influenced by soil drench of hexaconazole.

Hexaconazole 처리시 제 2마디나 제 3마디가 현저히 생장이 억제되는 것은 어느 특정마디가 억제되는 것 보다는 약제 처리시기가 제 2마디나 제 3마디의 신장 직전에 처리되므로 신장생장이 억제된 것으로 생각되며, 처리시기가 다를 경우에는 그 반응도 달라질 것으로 생각되고, 경엽처리가 토양관주처리보다 억제정도가 현저한 것은 표 1에서 설명한 바와 같이 잎에서의 흡수가 신속히 이루어지는 것에 기인된 것으로 생각된다. 반면에 Barret 등(1982)은 국화에 paclobutrazol을 뿌리 및 줄기 처리시 왜화효과가 현저한 반면 경엽처리 효과는 크게 인정되지 않는다고 본 시험결과와는 상반된 보고를 하였는데 이는 triazole계 성장조절제의 약제별 작용특성이 약제에 따라 작용성에 큰 차이가 있음을 시사하고 있다.

Hexaconazole 처리시 박의 ethylene 발생

Hexaconazole 처리가 박의 ethylene 발생에 미치는 효과는 그림 3에서 보는 바와 같이 처리농도가 높으면 높을수록 ethylene 발생량이 증가하는 경향을 보였다. 약제 처리후 경과일수별 ethylene 발생량은 약제처리후 5일까지는 계속 증가하다가 이후 감소하였다.

Kang 등(1992)의 연구보고에 의하면 triazole계 성장조절제 처리후 5일까지는 벼 잎의 ethylene 발생이 증가하였다고 보고하여 본 실험의 결과를 뒷받침해주고 있으며, 또한 Kazuo 등(1988)도 벼 어린묘에 uniconazole을 처리한 후 6일에 ethylene 발생량을 분석한 결과 약간 증가하였다고 보고하였다. 작물의 신장생장이 주로 억제되는 것은 triazole 자체가 gibberellin의 생합성과정을 blocking하므로서 일어나는 현상이나 여기에 triazole 처리시 ethylene 발생이 촉진되므로서 더욱 식물의 신장생장이 억제되는데 상가적 작용을 하고 있음을 시사하고 있다. 이는 hexaconazole 처리시 작물의 생장억제가 주로 gibberellin 생합성 과정을 억제함으로써 일어나는 현상이며, 여기에 hexaconazole의 side effect인 ethylene 발생이 촉진됨으로써 작물의 생장제어에 ethylene gas가 상가적으로 작용하고 있음이 밝혀졌다. 다행히 고무적인 것은 triazole의 약효지속성이 짧아 약효지속성이 긴 paclobutrazol이나 uniconazole에 비하여 회복력이 훨씬 빠르기 때문에 비닐하우스 등 빛의 강도가 낮은 곳에서의 작물재배시 일어날 수 있는 과번무 및 도장 등의 성장제어와 건묘생산에 안전하게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

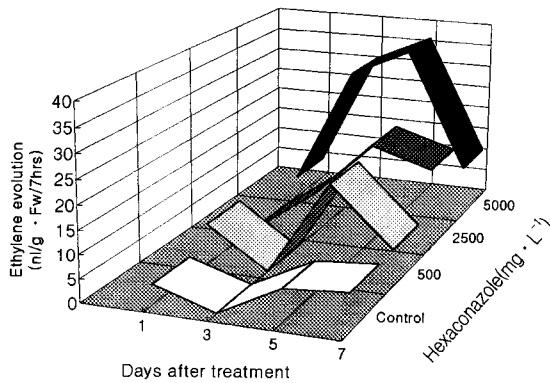


Fig. 3. Ethylene evolution from gourd as influenced by hexaconazole treatment at different concentrations. Ethylene evolution was measured 1, 3, 5 and 7 days after treatment with a gas chromatograph.

인용문헌

Barret, J. E., C. A. Bartuska, and T. A. Nell (1982) Chrysanthemum height control by ancymidol, PP-333, and EL-500 dependent upon medium composition.

HortScience 17(5):896~897.

Davis, T. D., G. L. Steffens, and N. Sankhla (1988) Triazole plant growth regulators. Hort. Rev. 10:63~105.

Fletcher, R. A., G. Hofstra, and J. Gao (1986) Comparative fungitoxic and plant growth regulating properties of triazole derivatives. Plant Cell Physiol. 27(2): 367~371.

Kang, C. K., Y. S. Park, and H. Y. Yoon (1992) Effect of rice lodging inhibitors on the gibberellin antagonism, auxin interaction, ethylene evolution and growth of second crops. J. Kor. Weed Sci. 12(1):39~45.

Kazuo, I., S. Nadagawa, M. Kobayash, H. Oshio, A. Sakurai, and N. Tadahash (1988) Levels of IAA, cytokinins, ABA and ethylene in rice plants as affected by a gibberellin biosynthesis inhibitor, uniconazole-P. Plant Cell Physiol. 29(1):94~104.

Kim, S. J., J. M. Lee, and C. K. Kang (1998) Effects of seed treatment with triazole chemicals on emergence, seedling growth, and adventitious rooting of gourd. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(2):140~144.

농촌진흥청(1996) 채소생산통계.

농약공업협회(1998) 농약사용지침서.

Effects of hexaconazole on growth of watermelon(*Citrullus lanatus* Schrad) and ethylene evolution of gourd(*Lagenaria siceraria* Standl)

Su Jeong Kim*, Jung Myung Lee¹, and Chung Kil Kang(Division of Pesticides, National Institute of Agricultural Science & Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea and ¹Department of Horticulture, KyungHee University, Suwon 441-440, Korea)

Abstract : This studies were conducted to investigate the effects of hexaconazole on growth of watermelon(*Citrullus lanatus* Schrad) and ethylene evolution from gourd(*Lagenaria siceraria* Standl). While foliar application of hexaconazole exhibited inhibition effect, little or no inhibition was found in the plants treated with soil drench application. The plant height and number of internode in watermelon were significantly inhibited at 7 days after treatment(DAT), but no significant difference was found at 42 DAT. No significant difference was found in site of female flower setting when treated with hexaconazole. The length of branch was significantly inhibited at the 2nd or the 3rd internode. It was suggested that the inhibition of stem elongation was related with application timing of the chemical. Hexaconazole increased ethylene evolution more effectively at earlier stage of gourd, but after 5 DAT ethylene evolution was decreased.

*Corresponding author