

Triazole계 살균제의 살포 및 훈증처리에 의한 포도 흰가루병(*Uncinula necator*)의 방제

오 정 행*

단국대학교 농과대학 농학과

Control of Powdery Mildew (*Uncinula necator*) in Vineyards by Spraying and Vapor-Action Treatments of Triazole Fungicides

Jeung-Haing Oh*

Department of Agronomy, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

ABSTRACT : Triazole fungicides flusilazole, myclobutanil, difenoconazole, penconazole, tri-flumizole, triadimefon were applied as formulated products to grapevine (cv. Gubong) in rain-shielding cultivation orchard to obtain basic informations for control of the powdery mildew caused by *Uncinula necator*. The diseased grape clusters and berries were markedly decreased by the fungicide application as compared to the control without fungicide application. The control value ranged from 94.7% to 97.9% in grape cluster and 85.5% to 90.9% in leaves, showing similar effect to polyoxin B used for a standard fungicide. As for the protective effect of the fungicides, the control value ranged from 72.2% to 90.5% 3 weeks after application, when the fungicides were applied a week before powdery mildew occurrence. The effect was decreased to 21.2~41.6% 4 weeks after application, indicating less effect than polyoxin B with control value of 52.5%. Conidial germination was markedly inhibited by the fungicides and the inhibition increased in proportion to the increment of concentration, with an exception of myclobutanil. In the experiment that fungicide-treated cheesecloth was hung beneath the fruiting zone in the grapevine trellis to determine fungicidal effect by vapor-action of the triazole fungicides, sufficient control value, 57.2~71.1%, was observed in a zone having radius of approximately 30 cm from the treated cheesecloth in the treatment of double concentration, while in case of whole vine the effect was less than the application by 3 consecutive sprays with 10-day intervals.

Key words : *Uncinula necator*, grapevine, triazole fungicides.

우리나라 포도 재배면적은 전체 과수 재배면적의 14.8%인 19,773 ha로 211,930 M/T이 생산되고 있다. 최근 고소득작목의 하나로 인식되면서 재배면적이 증가하고 상품의 출하기 조절, 품질향상 및 병발생 억제를 위한 시설재배 등의 집약적인 재배형태로 변화하고 있다. 현재 시설재배 면적은 1,711 ha로 포도 재배면적의 10.1%를 차지하며 이중 비가림재배는 1,350 ha에 이른다. 그러나 피복재배는 일조부족, 고온다습, 결실과다, 저장양분의 부족 등으로 각종 생리장애와 병해충의 발생이 증가하는 문제점을 안고 있다.

포도 흰가루병(*Uncinula necator* (Schwein.) Burril)은 비가림재배 또는 시설재배 면적의 증가로 그 피해가 심화되는 경향이며 효과적인 방제법의 개발이 필요한 실정이다. 포도 흰가루병의 이병과는 성숙이 불완전하여 위축과로 되며 만일 과일표면의 3% 이상이 감염되면 이것으로 양조한 포도주의 맛이 저하되므로 양조 및 기타 가공산업의 원료로는 부적당하게 되고 잎의 감염은 조기낙엽 등으로 수세를 약화시키는 원인이 되고 있다(15, 16).

포도 흰가루병의 방제는 수 차례의 약제살포에 의존하고 있으나 그 효과가 불확실하여 효과적인 방제 약제의 선발 및 방법의 개선이 필요한 실정이다. 그동안, 몇 가지 엽면살포용 살균제의 증기상(vapor-phase)은 각종 식물의 흰가루병(1~4, 7, 10, 14, 21, 22),

*Corresponding author.

『본 논문의 내용은 실험의 결과일 뿐, 한국식물병리 학회의 공식적인 평가가 아님을 밝혀둡니다.』

및 토양 전염병 방제(8, 12)에 효과적인 것으로 알려져 있으며 우리나라의 포도 비가림재배 환경은 비바람에 의한 약제의 손실이 억제되므로 엽면살포용 살균제의 혼중효과를 이용하는 방제방법이 가능할 것으로 생각된다. 이 처리방법은 과립에의 균일한 약제접촉으로 방제효과를 증대시키고 농약에 의한 환경오염을 크게 감소시키는 장점이 있으므로 본 연구에서는 몇 가지 triazole계 살균제의 포도 흰가루병 방제 효과를 검정하고 이들의 혼중작용을 이용한 병 방제 가능성을 비가림재배의 거봉재배 포도원에서 검토하였다.

재료 및 방법

병 발생소장. 천안시 성거읍 정촌리 무가온 비가림재배 농가포장에서 10년생 거봉포도를 대상으로 1995년 봄부터 포도 출하기인 8월 말까지의 포도 과방 및 과립의 이병율을 조사하였다. 이 지역 3지점의 포도원에서 각 3주를 임의 선정하고 3반복 총 9주 전체 과방의 이병율을 15일 간격으로 조사하여 발생소장으로 나타내었다.

분무살포에 의한 방제효과. 관행 재배되고 있는 비가림재배 거봉 포도원에서 발병 초기에 흰가루병 방제약제인 polyoxin B를 대조약제로 하여 농약공업 협회에서 공급받은 공시약제 및 시판제품(Table 1)을 1차 살포하고 10일 간격으로 총 3회 살포하였으며 최종살포 10일 후에 이병엽율, 이병과방율, 이병과립율을 조사하였다. 이병엽율은 구당 100엽을, 이병과방율은 구당 전체 과방수를 조사하였고 방제가는(무처리구의 발병율-처리구의 발병율)/(무처리구의 발병율) × 100으로 산출하였으며, 시험은 3주를 1구로 하는 3반복 난괴법 배치로 수행하였다.

살균제의 보호효과. 온실에서 포도 묘목을 포트에 이식, 주당 20엽이상의 식물체로 성장시킨 후 잎에 살균제를 분무기로 엽면살포하고 각각 1일, 1주일 후에 병원균을 접종하였으며 접종 2주와 3주 후에 구당 40엽의 병반면적율을 조사하였다. 병원균의 접종은 자연발생한 이병엽과 이병과를 채집하여 그 표면을 붓으로 털어 엽표면에 고르게 분산, 접종시켰으며 구당 2주씩 3반복의 완전임의배치법으로 시험하였다.

분생포자 발아율. 한천의 함량을 0~5%까지 달리 하는 한천배지에 이병과의 분생포자를 접종시킨 다음 약 100 lux의 미광이 비치는 25°C, 27°C 배양기에서 경시적으로 포자발아율을 조사하였다. 공시 살균제에 대한 분생포자의 발아율은 약제의 적정 희석농도를 1% 한천배지에 혼합하여 분주하고 이병과의 병반표면을 부드러운 붓으로 배지 위에서 가볍게 털어 분생포자를 고르게 분포시킨 다음 25°C 항온기에서 배양하면서 일정 시간마다 발아율을 조사하였다. 포자수는 구당 100개 이상을 조사하여 평균값으로 나타내었다.

살균제의 혼중효과. 공시 살균제의 적정량을 cheesecloth에 묻혀 포도원 선반에 매달아 줌으로서 살균제의 혼중효과를 조사하였다. 각 주당 4겹의 cheesecloth를 45 × 180 cm로 접어 100 ml 증류수에 적정약량을 용해시킨 용기에 침지하고 살균제가 고르게 침윤되었을 때 포도선반의 철사줄에 고착시켜 매달아 둠으로써 약제의 증기상 처리를 하였다. 처리약량은 일반살포 농도를 기준으로 1주당 소요약량을 산출하여 기본농도와 2배 농도로 하였다. 처리시키는 발병초기에 1회 부착처리하고 처리 40일 후에 이병과방율을 조사하여 분무살포구의 방제효과와 비교하였다. 시험은 구당 2주의 3반복 난괴법 배치로 수행하였다.

Table 1. Formulations and properties of tested chemicals

Fungicide	Chemical name	Formulation (%)	Application conc. (g/L water)
Flusilazole	1-[(bis(4-fluorophenyl) methylsilyl methyl)-1H-1,2,4-triazole	2.5	1.0
Myclobutanil	2-P-chlorophenyl-2-(1H-1,2,4-triazole-1-ylethyl) hexanenitrile	6	0.7
Difenoconazole	Cis,trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-(1H-1,2,4-triazole-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl]-	60	0.5
Penconazole	1-(2,4-dichloro-β-propenyl phenethyl)-1H-1,2,4-triazole	50	0.2
Triflumizole	(E)-4-chloro-α,α-trifluoro-N-(1-imidazole-1-yl-Z-propoxyethylidene)-O-toluidine	30	0.3
Triadimefon	1-(4-chlorophenoxy)-3,3-dimethyl-1-(1H-1,2,4-triazole-1-yl) butanone	5	0.5
Polyoxin B	5-(2-amino-O-carbamoyl-2-deoxy-L-xylonamido) 1,5-dideoxy-1-(1,2,3,4-tetrahydro-	50	0.2

결 과

포도 흰가루병의 발생소장. 우리나라 중부지방(천안)에서의 포도 흰가루병 발생은 6월 중순에 포도의 과방에 발병하기 시작하여 7월 하순까지 급격히 증가하였으며 그 이후부터 과일의 성숙과 함께 수확기까지는 증가속도가 둔화되었다(Fig. 1). 이병과립율은 이병과방율에 비해 낮았으나 증가하는 경향은 비슷하였다.

살균제의 분무살포에 의한 방제. Triazole계 살균제 6종류를 발병 초부터 3회 살포하여 10일 후에 조사한 이병과방율, 이병과립율, 이병엽율과 방제가는 Table 2와 같다. 살균제 살포구의 이병과방율은 1.5~3.9%로서 무처리구 73.1%에 비해서 현저히 감소하였으며 이병엽율에서도 2.5~4.0%로서 무처리구의 27.5%에 비해 현저한 감소를 나타냈다. 치료약제간에는 차이가 인정되지 않았으나 대조약제인 polyoxin B의 6.2%와 5.2%에 비해서는 감소하였다. 이병과립율로 나

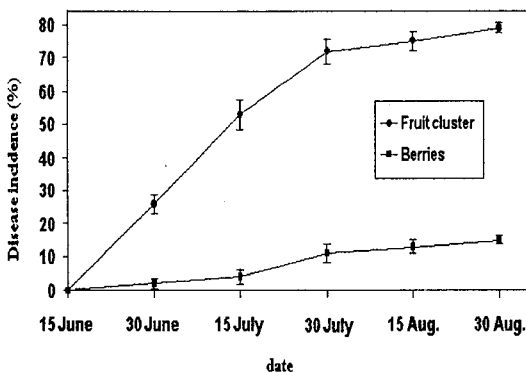


Fig. 1. Incidence of powdery mildew on the fruit clusters and berries of grapevine (cv. Gubong) under field conditions of rain-shielded cultivation in Cheonan.

타낸 경우는 살균제 처리와 무처리간에 상당한 차이는 보였으나 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 이들 살균제의 방제가는 과방에서는 94.7~97.9%였고 잎에서는 85.5~90.9%의 높은 방제가를 보였으며 polyoxin B의 방제가 91.5%와 81.1%에 비해서도 높았으나 통계적인 유의차는 인정되지 않았다. 공시한 살균제간에 방제효과는 큰 차이가 없었으나 방제가로 비교한다면 difenoconazole이 가장 높았고 이에 비해 flusilazole, myclobutanil 등이 낮은 편이었다.

공시 살균제들의 보호효과를 검증하기 위하여 병원균 접종 1일전, 1주일 전에 각각 약제를 살포하고 접종 2주와 3주 후에 잎의 병반면적율과 방제가를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 병원균 접종 1일전에 살포한 경우, 접종 2주후의 병반면적율은 3.8~7.4%였고, 3주후의 병반면적율은 39.4~49.5%로 무처리구의 49.5%와 82.3%에 비해 현저한 감소를 나타내었다. 그들의 방제가는 접종 2주후의 경우 85.1~92.3%였으나 접종 3주후에는 39.9~52.1%로 감소하였다. 한편, 병접종 1주일 전에 살포한 경우, 접종 2주후의 병반면적율은 4.5~18.0%였으며 접종 3주후에는 48.1~63.5%로 무처리구의 병반면적율 49.5%와 82.3%에 비해 현저히 낮았으나 이들의 방제가는 접종 2주후에는 63.6~90.5%였고 접종 3주후에는 21.1~41.6%로 급격히 감소하였다. 반면, 대조약제 polyoxin B의 방제가는 1일전 및 1주일전 살포구에서 각각 54.7%, 52.5%로 별차이 없이 약 50% 이상의 보호효과를 보였다. 따라서 공시한 triazole계 살균제의 보호효과는 병발생 1주일전에 살포하여 3주 동안은 평균 50% 정도의 방제가를 유지할 수 있는 것으로 보였다.

살균제에 의한 분생포자 발아 억제. 살균제 처리에 의한 분생포자의 발아 억제효과를 검증하기 위하여 적정 발아배지와 온도조건을 조사한 결과는 Table

Table 2. Control effect of the fungicides to powdery mildew of grapevine (cv. Gubong) 10 days after the last spray

Fungicide	Diseased plant (%)			Control value (%)			No. of conidia/mm ² on the fruit surface
	Cluster	Berries	Leaves	Cluster	Berries	Leaves	
Flusilazole	3.7 a ^a	0.24 a	3.8 a	94.9	88.7	86.2	57.0
Myclobutanil	3.9 a	0.19 a	4.0 a	94.7	91.0	85.5	56.6
Difenoconazole	1.5 a	0.05 a	2.5 a	97.9	97.6	90.0	41.6
Penconazole	2.0 a	0.06 a	2.8 a	97.3	97.2	89.8	54.0
Triflumizole	1.5 a	0.06 a	3.0 a	97.9	97.2	89.1	56.0
Triadimefon	1.8 a	0.15 a	2.8 a	97.5	92.9	89.8	55.3
Polyoxin B	6.2 a	0.15 a	5.2 a	91.5	92.9	81.1	29.3
No fungicide	73.1 b	2.12 b	27.5 b	-	-	-	1,278.0

^a Means within columns followed by the same letters do not differ significantly at p=0.05 level as analyzed by Duncan's multiple range test.

Table 3. Protective effects of the fungicides on powdery mildew of grapevine (cv. Gubong) leaves

Fungicide	Day ^a				Week			
	DLA ^b		Effect		DLA		Effect	
	2wk	3wk	2wk	3wk	2wk	3wk	2wk	3wk
Flusilazole	4.2 a ^c	41.3 a	91.5	49.8	10.7 a	59.4 a	78.4	27.8
Myclobutanil	6.9 a	49.5 a	88.1	39.9	18.0 a	61.2 a	63.6	21.1
Difenoconazole	3.8 a	42.1 a	92.3	48.9	4.7 a	48.4 a	90.5	41.2
Penconazole	7.4 a	43.2 a	85.1	47.5	12.2 a	63.5 a	75.4	22.8
Triflumizole	6.1 a	39.4 a	87.7	52.1	12.5 a	48.1 a	74.8	41.6
Triadimefon	7.3 a	42.6 a	85.3	48.2	14.0 a	51.4 a	72.7	37.6
Polyoxin B	2.7 a	37.3 a	94.6	54.7	4.5 a	39.1 a	90.9	52.5
No fungicide	49.5	82.3 b	-	-	49.5 b	82.3 b	-	-

^a Fungicides were sprayed once a day and a week before pathogen inoculation, respectively.

^b DLA (diseased leaf area, %) was measured in 2 and 3 weeks after pathogen inoculation and effect (protective value, %) was figured out with the diseased leaf area.

^c Treatment means within columns followed by the same letter do not differ significantly at $p \leq 0.05$ level as analyzed by Duncan's multiple range test.

Table 4. Effect of agar content in water agar medium and incubation temperature on conidial germination of *Uncinula necator*

Agar content (%)	Temperature (°C)	% Germination at the incubation hours			
		5	11	17	24
0.0 ^a	25	55.7	9.7	13.5	16.9±1.23 ^b
	27	5.4	11.3	16.6	20.0±1.25
0.5	25	6.5	11.1	15.1	18.7±1.79
	27	7.1	12.1	17.3	22.5±2.24
1.0	25	7.2	10.5	15.7	19.0±1.29
	27	11.4	21.3	29.0	32.9±1.67
3.0	25	7.1	11.4	15.0	19.4±2.67
	27	12.8	21.8	29.4	34.1±2.83
5.0	25	9.7	14.4	19.6	24.5±2.23
	27	13.0	25.8	36.4	42.2±2.38

^a Distilled water.

^b Standard deviation.

4와 같다. 발아율은 배지의 한천함량이 많을수록 증가하여 증류수에서는 25°C에서 치상 24시간후 발아율이 16.9%였으나 수분함량이 가장 낮은 한천 5% 배지에서는 24.5%로 가장 높았다. 온도에 따른 분생포자의 발아율은 25°C에서 보다 27°C에서 높았으며, 전체적으로 온도가 높고 습도가 낮은 배지조건에서 발아율이 높았다.

한천배지에 공시 살균제를 농도별로 혼합하여 치상한 분생포자의 발아율을 48시간후에 조사한 결과는 Table 5와 같다. 공시 살균제는 무처리 대조구에 비해 현저한 발아 억제효과를 보였고 살균제 농도의 증가에 따라 급격한 감소를 보였다. 분생포자 발아율에 미치는 살균제의 영향은 살균제 종류에 따라 차이가 있

었으며 포장에서의 방제효과와 유사한 경향을 보였다. 공시 살균제 중에서 myclobutanil과 triflumizole은 다른 살균제에 비해 발아억제효과가 다소 낮았으며 특히 myclobutanil은 농도의 증가에 따른 발아율의 감소정도가 극히 낮아 농도간 차이가 거의 없었다. 대부분의 살균제는 무처리에 비해 약 90%정도의 발아억제효과를 나타냈으나 myclobutanil은 약 60%정도의 억제효과를 보였다.

살균제의 훈증처리에 의한 방제. Triazole 살균제의 증기압을 이용한 훈증효과를 조사하기 위하여 살포농도와 유사한 농도로서 처리한 결과 Table 6에서와 같이 공시 살균제들의 방제효과가 인정되었다. 처리점으로부터 30 cm 이내의 이병과발율은 20.1~35.5%였고

Table 5. Conidial germination of *Uncinula necator* on 1% water agar supplemented with different concentrations of the fungicides incubated at 25°C for two days

Fungicide	Germination % at the concentration (mg/ml)					
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
Flusilazole	34.3	5.27	4.36	2.42	1.38	0.52 a ^a
Myclobutanil	34.3	13.53	12.74	12.50	10.28	9.36 b
Difenoconazole	34.3	5.03	3.80	1.33	1.38	0.90 a
Penconazole	34.3	7.14	3.33	1.36	1.00	0.50 a
Triflumizole	34.3	7.80	2.61	0.81	0.39	0.36 a
Triadimefon	34.3	12.14	6.64	5.16	3.33	3.33 ab

^a Treatment means within columns followed by the same letters do not differ significantly at $p \leq 0.05$ level as analyzed by Duncan's multiple range test.

Table 6. Control of powdery mildew of grapevine (cv. Gubong) on the fruit clusters by vapor phase activity of triazole fungicides treated by cheesecloth with rates of the usual spraying concentration

Fungicide	Rate of ^a fungicide/vine (g)	Clusters w/n 30 cm from cheesecloth		All clusters on a vine	
		Disease, %	Control value, %	Disease, %	Control value, %
Flusilazole	0.44	35.5 a ^b	45.4	40.4 a	44.7
Myclobutanil	0.24	35.1 a	46.0	41.0 a	43.9
Difenoconazole	0.22	20.1 a	69.1	27.7 a	62.1
Penconazole	0.44	24.0 a	63.1	28.6 a	60.9
Triflumizole	0.14	27.3 a	58.0	39.5 a	46.0
Triadimefon	0.22	32.5 a	50.0	37.5 a	48.7
No fungicide	—	65.0 b	—	73.1 b	—

^a Cheesecloth was treated by absorbing suspension of the fungicides in the usual spraying concentration and draped as a sheet in the trellis around the fruiting zone of the vine on 12 July 1995, at the beginning of the powdery mildew. Data were collected on 22 August, 40 days after treatment.

^b Treatment means within columns followed by the same letter do not differ significantly at $p \leq 0.05$ as analyzed by the Duncan's multiple range test.

Table 7. Control of powdery mildew of grapevine (cv. Gubong) on fruit clusters by vapor phase activity of triazole fungicides treated by cheesecloth with double rates of the usual spraying concentration

Fungicide	Rate of ^a fungicide/vine (%)	Clusters w/n 30 cm from cheesecloth		All clusters on a vine	
		Disease, %	Control value, %	Disease, %	Control value, %
Flusilazole	0.88	24.1 a ^b	62.9	36.0 a	40.8
Myclobutanil	0.48	27.8 a	57.2	37.2 a	49.1
Difenoconazole	0.44	18.8 a	71.1	25.0 a	65.8
Penconazole	0.88	24.0 a	63.1	25.1 a	65.7
Triflumizole	0.28	20.8 a	68.0	31.4 a	57.0
Triadimefon	0.44	20.2 a	68.9	34.5 a	52.8
No fungicide	—	65.0 b	—	73.1 b	—

^a Cheesecloth was treated by absorbing the suspension of fungicides in double rates of the usual spraying concentration and draped as a sheet in the trellis around the fruiting zone of the vine on 12 July 1995, at the beginning of the powdery mildew. Data were collected on 22 August, 40 days after treatment.

^b Treatment means within columns followed by the same letter do not differ significantly at $p \leq 0.05$ as analyzed by the Duncan's multiple range test.

식물체의 전체과방에 대해서는 27.7~40.4%로 약제간 차이는 인정되지 않았으나 무처리구의 65.0% 및 73.1%에 비해 뚜렷한 감소를 나타냈다. 그들의 방제가는 처리점 30 cm 이내 과방의 경우 45.4~69.1%였으나 식물체를 기준으로 했을 경우는 43.9~62.1%에 불과하여 약제에 따라서는 50% 이하의 방제가를 보였다.

그러나, 약제의 농도를 살포량의 2배로 하여 처리하였을 때는 Table 7에서와 같이 처리점 30 cm 이내에서의 이병과방율은 18.8~27.8%였고, 식물체의 전체과방에서는 25.0~37.2%로서 무처리구의 65.0% 및 73.1%에 비해 뚜렷이 감소하였으며 그들의 방제가는 각각 57.2~68.9% 및 49.1~65.8%로 나타나 기준농도에 비해 다소 증가하는 경향을 보였다.

고 찰

우리나라 중부지방에서의 포도 흰가루병은 6월 중순에 과방에 발병하여 7월 하순까지 급속히 증가하며 그 이후부터 수확기까지는 증가속도가 둔화되었다. 이러한 경향은 기온이 점차 상승하고 강우기가 되면서 피복재 및 수관무성애에 의한 환기불량, 일조부족으로 고온다습 환경을 초래하여 발병이 급증하다가 8월 이후부터는 과일의 성숙, 착색으로 병저항성이 증대되어 발병이 둔화되는 것으로 보였다(5).

공시한 6종류의 살균제 분무살포에 의한 병 방제효과는 뚜렷하였으며 약제간에는 큰 차이가 없었고 대조약제인 polyoxin B와 유사한 방제효과를 보여 다른 연구보고와 일치하였다(11, 18, 21, 23). 분무살포에 의한 이들 살균제의 보호효과는 약제살포후 3주까지(병 접종 2주후)는 63.6~90.5%의 방제가를 보여 충분한 방제효과를 기대할 수 있었으며 이는 Kato(9)에 의해 보고된 triazole의 보호, 치료 및 직접살균 효과와 일치하였다. 그러나, 약제살포 4주후(병원균 접종 3주후)에는 방제가가 21.1~41.6%로 현저히 감소하여 보호효과를 기대하기 어려웠다. 이러한 잔효성은 발병 직전에 살포(병원균 접종 1주일후 살포)한 처리구에서도 비슷한 경향을 보여 약제살포 3주후의 방제가는 39.9~52.1%로 감소하였다. 즉, triazole 살균제에 의한 보호효과는 발병 1주일전에 살포하여 3주일간 유효한 것으로 나타났다. 그러나 대조약제 polyoxin B는 1일 전, 1주일 전 살포에서 각각 54.7%, 52.5%의 방제가를 보여 4주후까지도 약 50%이상의 보호효과를 나타내었다. 따라서 polyoxin B는 공시한 triazole 살균제에 비해 잔효성이 있는 것으로 보였다(23).

살균제의 작용기작은 대체로 엽표면에서의 지속성 및 보호작용, 감염후 병원균 제거작용, 발병후 억제작용, 기주식물의 저항성 증대 등에 의한 효과로 생각할 수 있다. 이들 작용의 일부는 포자의 발아억제 및 균사생장 억제작용에 의해서 발현되는 것이므로 공시 살균제의 흰가루병 방제효과가 부분적으로 분생포자의 발아억제에 의한 것인가를 구명하기 위하여 약제별, 농도별로 수행한 결과 triflumizole은 높은 방제가와 함께 포자발아 억제작용이 우수한 것으로 나타났다. 공시약제중 myclobutanil과 triadimefon은 0.2 mg/ml 처리구에서 무처리에 비해 약 36%의 분생포자 발아율을 보여 다른 약제의 2%내의 발아율에 비해 발아억제력이 낮았으며 특히, myclobutanil은 약제농도의 증가에 따라 억제효과에 큰 차이가 없어 triazole계 살균제의 종류에 따라 발아억제력의 차이가 있는 것으로 보였다.

일반적으로 triazole계 화합물은 진균의 세포막구성에 중요한 ergosterol 생합성을 저해하는 살균작용기작을 가진 약제로서 포자발아는 정상이나 균사생장을 저해하여 극심한 분지현상 및 균사선단의 팽대, 붕괴를 일으키는 것으로 알려져 있으며(17, 20) Sister 등(18)은 ergosterol 생합성저해제의 10 μ M 처리에 의해 *Botrytis cinerea*의 포자 발아율이 현저히 감소하였으며 발아관의 다분지현상과 함께 균사생장 억제효과가 있음을 보고하였다. 본 연구에서도 살균제 처리에 의한 포자발아 억제효과가 현저하였으며 균사의 초기생장이 억제되고 균사선단의 팽대, 붕괴현상이 관찰되었다.

포도 흰가루병 방제를 위한 효율적인 살균제처리 방법을 모색하기 위해서 엽면살포용 살균제를 침지한 cheesecloth를 포도선반에 매달아 훈증효과를 기대한 실험에서 상당한 방제효과를 보였다. 분무처리시의 농도와 유사한 처리농도에서는 살균제 처리점 30 cm 이내의 과방에서 45.4~69.0%의 방제가를, 2배농도 처리에서는 57.2~68.9%를 보여 94.9~97.9%방제가를 보인 분무처리효과에 비해서는 다소 낮지만 엽면살포용 triazole 살균제의 훈증처리 방법을 이용한 포도 흰가루병의 방제가능성을 보였다. 엽면살포용 살균제의 훈증효과를 이용한 식물병의 방제시도는 1940년에 이미 온실의 가운데관에 유향을 칠하여 훈증효과를 이용한 흰가루병 방제연구가 있었으며(14) 근래에 와서는 엽면살포용 살균제의 작용기작연구에서 증기압에 의한 훈증작용을 밝힌바 있고(6, 11, 19) 수행방법의 차이는 있으나 훈증작용을 이용하여 Powdery mildew(2, 11, 16, 17), *Botrytis fabae*(3), *Cercospora beticola*(12)

등의 방제효과가 있음을 보고하였다. 포도의 선반재배 방식은 치밀한 수관 아래에 과방이 밀집되므로 밀폐된 온실에서의 훈증처리와 유사한 효과를 기대할 수 있다고 하였는데(10, 14) 본 실험에서도 대등한 방제효과를 나타내었다. 더욱이 우리나라의 비가림재배 방식은 강우, 바람에 의한 처리약제의 손실을 최소화할 수 있고 재배기간의 여름고온은 훈증작용을 상승시키므로 처리효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 약제 훈증처리의 장점은 한번 처리로 과방의 모든 과립에 약제가 균일하게 접촉할 수 있고, 과일에 직접 살포하므로써 수확후 과일에 잔류할 수 있는 약량을 감소시키며, 대형분무기의 포장진입으로 토양을 경화시킬 염려가 없으며, 환경오염도를 감소시킬 수 있다는 점 등을 들 수 있다. 그럼에도 이 방법을 실용화하기 위해서는 약제의 적정농도 결정, 노동력의 확보문제, triazole계 살균제에 대한 병원균의 저항성 발생문제, 등이 고려되어야 하므로 이러한 문제해결을 위한 충분한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

요 약

비가림재배 포도원에서 발생하는 흰가루병에 대하여 triazole계 살균제 flusilazole, myclobutanil, difenconazole, penconazole, triflumizole, triadimefon의 방제효과를 검정한 결과는 다음과 같다. 살균제 처리구의 이병과방울과 이병엽율은 무처리구에 비해 현저히 감소하였고, 이들의 방제가는 과방에서 약제에 따라 94.7~97.9%, 잎에서 85.5~90.9%였으며 대조약제인 polyoxin B의 방제가와 유사한 정도를 보였다. 공시살균제의 보호효과는 살균제를 병발생 1주일전에 살포하는 경우, 살포 3주 후의 방제가는 약제에 따라 72.2~90.5%였으나 4주 후에는 21.2~41.6%로 감소하여 대조약제 polyoxin B의 52.5%보다 감소하였다. 살균제 처리는 분생포자 발아율을 현저히 감소시켰으나 myclobutanil의 발아억제 효과는 약제 농도증가에 크게 영향받지 않았다. 살균제에 침지한 cheesecloth를 포도원 선반에 매달아 조사한 공시살균제의 훈증효과는 살포농도의 2배로 처리했을 때 처리점으로부터 반경 30 cm이내의 포도송이에서는 약제에 따라 57.2~71.1%의 방제가를 보였으나 전체 식물체에서는 49.1~65.8%로서 10일 간격으로 3회 살포한 것 보다 낮은 방제가를 보였다.

감사의 말씀

이 연구는 단국대학교 학술연구비 지원으로 수행되었으며 학교 당국에 감사를 포함합니다.

참고문헌

1. Bent, K. J. 1967. Vapor action of fungicides against powdery mildews. *Ann. Appl. Biol.* 60 : 251-263.
2. Clark, T., Clifford, D. R., Deas, A. H. B., Gendle, P. and Watkins, D. A. M. 1978. Photolysis, metabolism and other factors influencing the performance of triadimefon as a powdery mildew fungicide. *Pestic. Sci.* 9 : 497-506.
3. Coyier, D. L. and Gallian, J. J. 1982. Control of powdery mildew on greenhouse grown roses by volatilization on fungicides. *Plant Dis.* 66 : 842-844.
4. Coyier, D. L. 1983. Control of rose powdery mildew in the greenhouse and field. *Plant Dis.* 67 : 919-923.
5. Delp, C. J. 1954. Effect of temperature and humidity on the grape powdery mildew fungus. *Phytopathology* 44 : 615-626.
6. Gallian, J. J. and Coyier, D. L. 1979. Volatile mode of action of nuarimol and sisthane against rose powdery mildew in enclosed chambers. *Phytopathology* 69 : 915.
7. Hislop, E. C. 1967. Observations on the vapor phase activity of some foliar fungicides. *Ann. Appl. Biol.* 60 : 265-279.
8. Jenkyn, J. F., Dyke, G. V. and Todd, A. D. 1983. Effect of fungicide movement between plots in field experiments. *Plant Pathol.* 32 : 311-324.
9. Kato, T. 1982. Biosynthetic processes of ergosterol as the target of fungicides. *Pesticide Chemistry, Human Welfare and the Environment*, Vol. 3, ed. by T. Miyamoto and S. Kearney. IUPAC.
10. Kim, H. T., Chung, Y. R. and Cho, K. Y. 1989. Protective and curative effects of ergosterol biosynthesis inhibiting fungicides against barley powdery mildew. *Korean J. Plant Pathol.* 5 : 151-160.
11. Kuck, K. H. and Scheinpflug, H. 1986. Biology of sterol-biosynthesis inhibiting fungicides. *Chemistry of Plant Protection*, Vol. 1, ed. by G. Haug and H. Hoffmann, pp. 65-96. Springer Verlag, Berlin.
12. Lim, T. K., Ham, R. T. and Mohamad, R. B. 1990. Persistency and volatile behavior of selected chemicals in treated soil against three basidiomyceteous root disease pathogens. *Trop. Pest Manage.* 36 : 23-26.
13. Park, E. U. 1989. Ecology and protection of the major diseases in grapevine. *Agrochemicals and Plant Protection* 5 : 82-89.
14. Pearson, R. C., Riegel, D. G. and Gadoury, D. M. 1994. Control of powdery mildew in vineyards using

- single-application vapor-action treatment of triazole fungicides. *Plant Dis.* 78 : 164-168.
15. Pearson, R. C. and Goheen, A. C. 1988. *Compendium of Grape Diseases*. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
 16. Pool, R. M., Pearson, R. C., Welser, M. J., Lakso, A. N. and Seem, R. C. 1984. Influence of powdery mildew on yield and growth of rosette grapevines. *Plant Dis.* 68 : 590-593.
 17. Scheinpflug, H. and Paul, V. 1977. On the mode of action of triadimefon. *Neth. J. Plant Pathol.* 83 : 105-111.
 18. Sisler, H. D., Walsh, R. C. and Ziogas, B. N. 1982. Ergosterol biosynthesis; A target of fungitoxic action. *Pesticide Chemistry, Human Welfare and the Environment*. Vol. 3, ed. by T. Miyamoto and S. Kearney. IUPAC.
 19. Solel, Z. 1971. Vapor phase action of some foliar fungicides. *Pestic. Sci.* 2 : 126.
 20. Szkolnik, M. 1981. Physical modes of action of sterol-inhibiting fungicides against apple diseases. *Plant Dis.* 65 : 981-985.
 21. Szkolnik, M. 1982. Applied usage of Vanguard vapor in the control of powdery mildew on many hosts. (Abstr.) *Phytopathology* 72 : 266.
 22. Szkolnik, M. 1983. Unique vapor activity by CGA-64251 (Vanguard) in the control of powdery mildew roomwide in the greenhouse. *Plant Dis.* 67 : 360-366.
 23. Tomlin, C. ed. 1994. *A world compendium, The Pesticide Manual, Incorporating the Agrochemicals Handbook*, Tenth edition. The Bath Press, Bath. 897pp.