

살균제 처리에 따른 인삼의 지상부 병해 방제효과

김주형 · 이선욱¹ · 민지영 · 배영석² · 신명욱 · 김선보 · 김명기 · 연초룡 · 임진영¹ · 김흥태*

충북대학교 농업생명환경대학 응용생명환경학부 식물의학전공,

¹(주)영일케미컬연구소, ²작물과학원 인삼약초연구소 인삼과

Development of Control System with Fungicides against Diseases of Ginseng Plant

Joohyung Kim, Seon Wook Lee¹, Ji Young Min, Young-Seok Bae², Myeong Uk Shin, Sun Bo Kim, Myoung Ki Kim, Cho Rong Yeon, Jin Young Lim¹ and Heung Tae Kim*

Department of Plant Medicine, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

¹Institute of Youngill Chemical, Cheongseong-myeon, Okcheon, Chungbuk 373-883, Korea²Ginseng & Medicinal Plants Research Institute, National Institute of Crop Science(NICS), RDA, Eumseong Chungbuk 369-873, Korea

(Received on November 13, 2007)

Three kinds of disease occurring on ginseng leaves, such as grey mold, Alternaria blight, and anthracnose, started at the beginning of June, July, and August, respectively. The disease incidence was rapidly increased from the beginning of rainy season. To develop the control system with fungicides, 6 fungicides were selected and applied on ginseng at the indicated time. Calculating the control value by using the area under the disease progressing curve (AUDPC), the control activities of the supervised control system with fungicides were 61.7, 78.8 and 70.5% against grey mold, Alternaria blight, and anthracnose, respectively. The application of the mixture of carbendazim and diethofencarb on first of June was very important in control system with fungicides. If it was deleted in control system, control value was decreased against grey mold. In the case of Alternaria blight and anthracnose, the application of difenoconazole on July 18, and trifloxystrobin on August 7 were indispensable. If difenoconazole and trifloxystrobin were not applied on July 18, and August 7, the control activities against Alternaria blight and anthracnose, respectively, were decreased to 28.9% and 44.4%.

Keywords : Alternaria blight, Anthracnose, Control system, Ginseng, Grey mold

인삼은 식물체내에 함유되어 있는 사포닌 때문에 여러 가지의 뛰어난 약리적 효능이 있으며, 항암작용 또한 탁월한 것으로 알려져 있다. 인삼은 1996년까지는 재배면적과 생산량이 계속적으로 하락하여, 면적이 8,940 ha, 생산량은 10,147 M/T으로 저조하였지만, 1996년 이후 증가하기 시작하여 2006년의 재배면적은 약 16,400 ha, 생산량은 19,900 M/T까지 증가하였다. 국내에서 인삼의 지상부와 지하부를 침입하는 병해로 총 19종의 병해가 알려져 있다 (한국식물병리학회, 2004). 인삼은 저온다습한 동일한 지

역에서 다년간 재배되고, 재배기간 중에 병이 발생하기 쉬운 조건에 노출되어, 포장에서의 병해 관리에 주의하여야 한다. 인삼병을 방제하기 위해서 윤작, 저항성 품종의 재배 등은 가능성이 낮은 방법들이다. 오래 전부터 생물적 방제를 통하여 병해 관리를 시도하고 있지만, 살균제를 사용하는 화학적 방제만큼 정확하고 효과적인 방법은 없다. 그러나 매년 반복되는 식물병의 방제를 위해서 동일한 기작을 갖는 살균제가 다년간 사용될 경우, 포장에서 살균제에 저항성인 병원균이 출현하여 문제가 될 가능성이 많기 때문에 효과적이면서도 저항성 발현 문제가 없는 살균제 처리 체계의 확립이 필요하다.

남아프리카공화국에서는 *Cercospora zeae-maydis*가 일으키는 grey leaf blight에 의해 옥수수 생산량의 20-60%

*Corresponding author

Phone) +82-43-261-2556, Fax) +82-43-271-4414

E-mail) htkim@chungbuk.ac.kr

가 감소하였는데, 발병된 식물 잔재물을 포장에서 제거하거나, 비기주 식물을 윤작하거나, 저항성 품종을 개발하여 재배하는 방법 등을 시행함으로써 옥수수의 grey leaf blight을 방제할 수 있었다고 한다(Ward 등, 1994). 그러나 윤작과 저항성 품종의 개발은 경제성의 문제가 있어서 농가에서 쉽게 접근할 수 있는 방법은 살균제를 이용하는 방법으로, 남아프리카공화국에서는 grey leaf blight을 방제하기 위해서 benomyl이 1991년부터 등록되어 사용되었다. 그러나 benzimidazole계 살균제의 저항성의 문제가 우려되기 때문에 다양한 작용기작을 갖는 여러 가지의 살균제를 사용하여 방제 체계를 확립하였다. 미국 오하이오주의 포도 재배지역에서는 연간 생산량 중 30% 이상의 손실을 주고 있는 *Phomopsis* 점무늬병을 방제하기 위해서, 병 경보 시스템을 살균제의 처리 체계와 연결함으로써 처리 횟수를 감소시킬 수 있었으며, 적당한 처리의 시기도 결정할 수 있었다(Ellis 등, 1986; Madden 등, 2000). 또한 사탕수수 *Cercospora* 잎점무늬병은 전세계적으로 매우 중요한 병으로서, 설탕 생산량의 주된 감소 원인이 되고 있기 때문에(Shane과 Teng, 1983), Vereijssen 등(2007)은 살균제의 처리 횟수를 감소시키면서 방제 효과를 극대화할 수 있는 방제체계를 확립하였다. 브라질에서는 *Alternaria alternata* pv. *citri*에 의해서 감귤류가 큰 피해를 보고 있는데, Peres와 Timmer(2006)는 온도와 강우 등을 근거로 하여 살균제의 처리 횟수를 줄일 수 있는 방제 체계를 확립하여 *Alternaria*에 의한 갈색점무늬병을 방제하고 있다. 이처럼 다양한 작물에서 살균제 살포 체계를 확립함으로써 식물병을 효과적으로 방제할 수 있을 뿐만 아니라, 살균제의 처리 횟수를 줄일 수도 있고, 포장에서의 살균제 저항성 병원균의 출현을 관리할 수도 있다.

본 실험에서는 인삼의 재배 시기 중에 잎에 나타나는 중요한 병인 잿빛곰팡이병, 점무늬병, 탄저병에 대한 적절한 살균제 처리 체계를 확립하고자 하였다. 또한 그 처리 체계에 사용된 살균제가 이들 인삼의 병을 방제하는데 어느 정도의 중요한 역할을 담당하고 있는지를 조사하였다.

재료 및 방법

살균제의 선발 및 처리. 인삼의 지상부에서 발생하는 잿빛곰팡이병, 점무늬병, 탄저병에 대한 방제 효과를 조사하기 위하여 Table 1과 같이 6종의 살균제를 선발하여 실험하였다. 선발한 살균제는 6월 1일에 carbendazim과 diethofencarb 합제를 시작으로 각각의 살균제를 Table 2에 기술한 것과 같이 총 7회 살포하여 방제 체계의 효과를 비교하였다. 또한 시도된 방제 체계에서 살균제를 지

Table 1. List of fungicides used in this experiment

Fungicide	a.i. Content (%) and formulation	Application disease	Applied rate
Carbendazim/ Diethofencarb	a.i. 25+25, WP	Grey mold	40 g/20 l
Polyoxin B	a.i. 10, WP	Grey mold Leaf spot	40 g/20 l
Kresoxim-methyl	a.i. 42, SC	Leaf spot	6.7 ml/20 l
Trifloxistrobin	a.i. 22, SC	Anthraco- nose Leaf spot	10 ml/20 l
Difenoconazole	a.i. 10, WP	Leaf spot	10 g/20 l
Iminoctadine tri-albesilate	a.i. 40, WP	Leaf spot Anthraco- nose	20 g/20 l

정된 날짜에 각각 한 종류씩의 살균제를 제외하고 나머지의 살균제를 계획된 방제 체계에 따라 처리함으로써, 선발한 각각의 살균제가 방제 체계를 확립하는데 있어서 어느 정도의 중요성을 갖는 지를 조사하였다.

병 발생 조사. 잿빛곰팡이병과 점무늬병, 탄저병은 발병엽을 조사하여 방제 효과를 비교하였는데, 각 실험구에서 임의로 500개의 소엽을 선발하여 병든 소엽의 수를 조사함으로써 발병엽률을 구하였다. 발병 조사 시기는 잿빛곰팡이병과 점무늬병은 6월 11일부터, 탄저병은 8월 9일부터 10일 간격으로 각각 10회, 10회, 4회씩 조사하였다.

살균제 처리의 효과 검증. 선발한 6종의 살균제를 정해진 시기에 총 7회 처리함으로써 계획된 방제 체계가 인삼의 지상부에서 잿빛곰팡이병, 점무늬병, 탄저병의 발생에 미치는 효과를 조사하였다. 정해진 일자에 모든 처리구의 발병엽률을 조사하고, 각각의 처리구의 병진전 곡선 면적을 계산하여, 무처리구와 비교하여 각 처리구에서의 효과를 분석하였다.

실험 포장 및 실험 설계. 충북 옥천군 청산면 백운리에 위치한 인삼 포장에서 실험을 실시하였다. 실험 포장에서의 실험구 배치는 난괴법 3반복으로 설계하여 살균제의 효과를 검증하였다.

결 과

주요 지상부 병의 병 발생 상황. Fig. 1과 같이 2007년 6월 1일경부터 잎에서 잿빛곰팡이병의 초기 병반인 작은 수침상의 병반을 발견할 수 있었다. 7월 11일경까지는 서서히 증가하다가 7월 중순을 지나면서 그 발병 속도가 증가하기 시작하였다. 8월 10일경부터는 계속되는 장마의 영향으로 발병엽률이 7.4%에서 19.2%로 급격하게 상승하였으며, 8월말을 지나면서는 발병이 서서히 감소하였다. 점무늬병은 7월 초순부터 발생하기 시작하였으며,

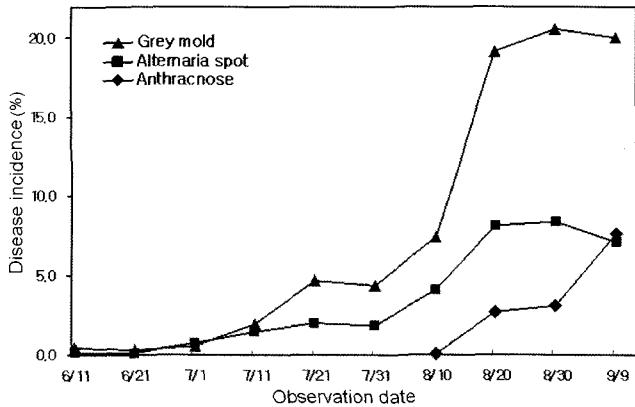


Fig. 1. Disease development of grey mold, Alternaria blight and anthracnose in ginseng field.

8월 초부터 발병이 증가하기 시작하여, 8월 30일에 8.4%의 발병엽률을 보였다. 탄저병은 강우가 집중적으로 시작되었던 8월 10일 이후에 발병이 시작되어 9월 9일에는 7.6%의 발병엽률을 보였다. 시기적으로 잣빛곰팡이병이 제일 먼저 출현하고, 2007년 경우에는 8월 중순 이후 계속적인 강우에 의해서 병의 발생이 급증한 것으로 나타났다.

살균제 방제 체계의 병 발생 억제 효과. 인삼의 지상부 병의 효율적인 방제를 위하여 살균제 처리 체계를 확립하고자 실험에 사용한 6종의 살균제를 적용 대상 병과 작용 기작 등을 고려하여, 각각의 정해진 시기에 7회 처리하는 인삼 살균제 처리 체계를 확립하고, 3종의 식물병에 대한 방제 효과를 검증하였다. 인삼 살균제 처리 체계에서는 carbendazim과 diethofencarb의 합제를 6월 1일에 처리하고 polyoxin B(6월 5일), kresoxim-methyl(6월 20일), iminoctadine(6월 27일), difenoconazole(7월 18일), trifloxystrobin(8월 7일), iminoctadine(8월 23일)를 순차적으로 처리하였다. 본 연구의 살균제 처리 체계는, 병진전

곡선면적을 가지고서 무처리구와 비교하였을 때, 잣빛곰팡이병, 점무늬병, 탄저병에 대해서 61.7, 78.8, 70.5%의 방제 효과를 보였다(Table 2). 병 진전곡선 면적이 아닌 병 발생을 조사한 시기에 발병엽률로 방제 효과를 비교하면, 잣빛곰팡이병은 8월 30일에 무처리구에서 20.6%, 살균제 처리구에서 6.7%로 67.3%의 방제 효과를 보였지만, 9월 초순인 9월 9일에는 살균제 처리구에서도 14.3%로 병 발생이 증가하여 효과가 28.7%로 감소하였다(Fig. 2A). 점무늬병의 경우에는 8월 하순인 8월 20일의 조사에서 무처리구에서는 8.1%, 살균제 처리구에서는 2.5%로 69.5%의 효과가 있었으며, 시간이 경과하여도 그 효과는 70.4와 75.3%로 유지되었다(Fig. 2B). 탄저병의 경우, 9월 9일의 마지막 조사에서 74.1%의 효과를 보였다(Fig. 2C). 본 실험에서 사용한 인삼 살균제 처리 체계는 9월 초순에 잣빛곰팡이병에 대한 효과가 감소하였을 뿐, 모든 조사 시점에서 살균제 처리구가 우수한 방제 효과를 나타냈다.

살균제 처리 체계 중에서 각 살균제가 병 방제 효과에 미치는 영향. 총 7회 살균제를 처리하고, 3가지 주요 병의 병 진전 곡선 면적을 계산하여 무처리구의 병진전 곡선면적과 비교하여 계산한 방제 효과를 보면, 모든 병에 대해서 살균제 처리 체계는 우수한 효과를 보였다(Table 2). 각 처리 시기별로 전체 살균제 처리 체계에서 한 종류의 살균제를 제외하고 처리하였을 때, 인삼 지상부에 발생하는 세 종류의 식물병에 대한 방제 효과에는 변화가 있었다. 잣빛곰팡이병의 경우, 1차 처리에서 carbendazim/diethofencarb 합제를 처리하지 않으면, 살균제 처리 체계에서 61.7%이었던 효과가 36.7%로 감소하였다. 하지만 2차 처리의 polyoxin B와 5차 처리인 difenoconazole을 처리에서 제외하였을 때의 방제 효과는 65.0과 58.2%로, 모든 살균제를 처리한 살균제 처리 체계의 효과와 동일하

Table 2. Fungicide spray scheme and effects of each fungicide on the ginseng grey mold, Alternaria blight and anthracnose

Fungicide application							Ginseng diseases		
1st (6/1) carbendazim /diethofencarb	2nd (6/5) polyoxin B	3rd (6/20) kresoxim -methyl	4th (6/27) iminoctadine	5th (7/18) difenoconazole	6th (8/7) trifloxystrobin	7th (8/23) iminoctadine	Grey mold	Alternaria blight	Anthracnose
O ^a	O	O	O	O	O	O	61.7 ^c	78.8	70.5
X ^b	O	O	O	O	O	O	36.7	53.4	67.9
O	X	O	O	O	O	O	65.0	48.1	78.0
O	O	X	O	O	O	O	49.0	62.0	59.4
O	O	O	O	X	O	O	58.2	28.9	66.9
O	O	O	O	O	X	O	50.6	56.4	44.4
O	O	O	O	O	O	X	51.5	82.1	61.8

^aApplication of fungicide.

^bFungicide was not applied at each time.

^cFigures indicated the control value (%), which was calculated by using area under disease progressing curve.

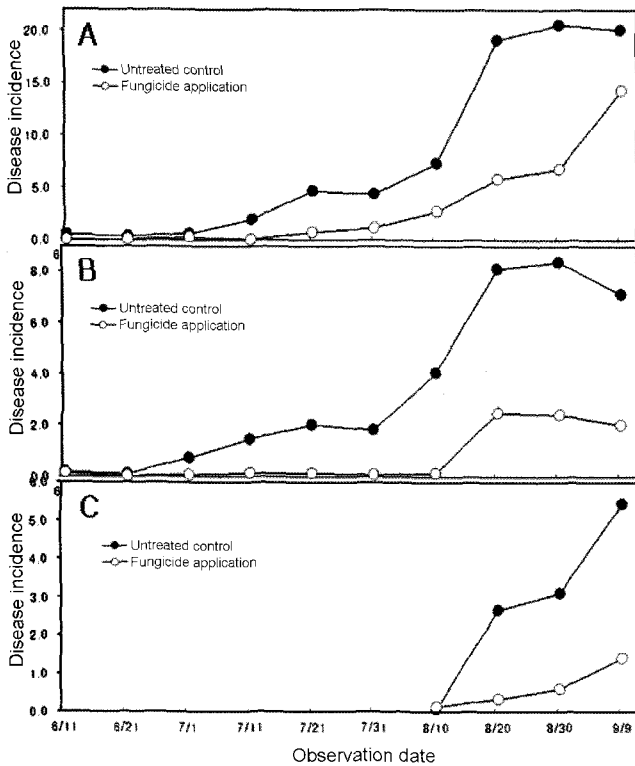


Fig. 2. Disease incidence (%) of ginseng grey mold, *Alternaria* blight and anthracnose in fungicide application treatment and untreated control. A: grey mold, B: *Alternaria* blight, C: anthracnose.

였다. 3차, 6차, 7차의 kresoxim-methyl, trifloxystrobin, iminoctadine의 처리가 제외되었을 경우에는 49.0, 50.6, 51.5%로 그 효과가 조금 감소하였다. 점무늬병의 경우에는 7차에 처리한 iminoctadine을 처리하지 않았어도 82.1%의 효과가 나타나, 모든 살균제를 처리한 처리 체계와 비등한 방제효과를 보이고 있음이 관찰되었다. 하지만 7월 18일에 처리한 difenoconazole을 처리하지 않은 처리구에서는 28.9%로 매우 크게 감소하였으며, 나머지의 살균제들도 각 처리 시기에 처리하지 않을 경우에는 그 효과가 조금씩 감소하는 것을 알 수 있었다. 탄저병의 경우에는 8월 7일 trifloxystrobin을 처리하지 않은 처리구에서의 효과는 44.4%로 크게 감소하였으며, 3차 처리 시기인 6월 20일 kresoxim-methyl을 처리하지 않았을 경우에도 59.4%의 효과를 보여, 살균제 처리 체계의 효과인 70.5%에서 낮아지는 것을 알 수 있었다.

고 찰

본 연구에서 확립한 인삼 살균제 처리 체계는 인삼의 지상부에서 발생하는 주요 병인 잣빛곰팡이병, 점무늬병,

탄저병을 효과적으로 방제할 수 있었다. 잣빛곰팡이병의 경우 8월 30일 이후 방제 효과가 감소하는 것은 8월 이후 처리된 살균제가 점무늬병과 탄저병을 방제하는 살균제만이 처리되어서, 이전에 처리한 잣빛곰팡이병 방제 살균제의 효과가 지속되지 못하였던 것으로 생각한다. 하지만 점무늬병과 탄저병에 대해서는 인삼 살균제 처리 체계의 효과가 9월 초까지도 지속되는 것을 알 수 있었다.

잣빛곰팡이병의 방제를 위해서는 6월 초에 carbendazim/diethofencarb 합제를 처리하는 것이 매우 효과적임을 알 수 있었다. Table 2처럼 carbendazim/diethofencarb 합제를 처리하지 않았을 경우 병진전 곡선면적을 계산하여 구한 방제 효과는 인삼 살균제 처리 체계의 효과보다 크게 감소하는 것을 알 수 있었다. 점무늬병은 발병염률이 크게 증가하는 8월 초순 이전에 적절한 살균제를 처리하지 않으면 병을 방제하기가 어려웠다. Difenoconazole을 7월 18일에 처리하지 않은 처리구의 효과는 28.9%로, 인삼 살균제 처리 체계의 방제 효과가 78.8%인 것에 비교하면 매우 낮은 효과를 보이고 있었다. 탄저병 역시 발병이 시작되었던 8월 10일 전에 trifloxystrobin을 처리하지 않은 경우에는 그 효과가 44.4%로 감소하였다. 잣빛곰팡이병과 탄저병은 병이 발생하기 전에 예방적인 처리를 실시하는 것이 매우 중요하다는 것을 Table 2를 통해서 알 수 있었다. 점무늬병의 경우에는 difenoconazole이라는 살균제의 처리가 매우 중요하지만, kresoxim-methyl, iminoctadine 등도 현재 점무늬병에 등록되어 사용되고 있는 살균제이어서 그런지, 각각의 살균제가 처리되지 않을 경우에는 병 방제 효과가 조금씩 감소하고 있었다. 점무늬병의 발생이 정지하는 8월 20일 후반에는 iminoctadine을 처리하지 않아도 효과가 전혀 감소하지 않는 것을 보아 점무늬병의 발병이 줄어드는 8월 하순경에는 살균제를 처리하지 않아도 될 것으로 생각한다.

Carbendazim은 식물병원균의 β -tubulin과 결합하여 중합 반응을 억제함으로써 미세소관의 형성을 저해하는 살균제로 알려져 있다(Davidse, 1973, 1986). Carbendazim과 혼합하여 합제로 사용하는 diethofencarb도 β -tubulin 단백질이 미세소관을 형성하기 위한 중합 과정을 저해하는 살균제이며, carbendazim과는 역상관 교차저항성이 있다고 알려져 있다(Kato 등, 1984; Elad 등, 1988; Fujimura 등, 1992). 이 합제는 benzimidazole계 살균제에 대해서 저항성을 보이는 다양한 식물병원균에 작용하여 병 발생을 억제할 수 있기 때문에 여러 작물에서의 식물병 방제에 사용되고 있으며, 특히 *Botrytis cinerea*에 의한 잣빛곰팡이병 방제에 효과적이다. 본 실험에서도 인삼의 잎에서 잣빛곰팡이병이 발생하기 시작하는 시기에 처리하면 우수

한 방제효과를 얻을 수 있다는 것을 보여주었다. 인삼에 있어서 잣빛곰팡이병은 주로 봄에 새순이 올라오는 뇌두 부위를 병원균이 가해하면서 나타나는 것으로 보고되어 있다. 그러나 여름의 장마기에 저온 다습한 날씨가 지속된다면 뇌두와 줄기뿐만 아니라 잎에도 상당한 피해를 주고 있으며, 또한 비슷한 시기에 발생하는 점무늬병이나 탄저병의 발생도 용이하게 해주는 역할을 하는 것 같다. 따라서 포장에서 인삼 재배 초기에 잣빛곰팡이병을 방제하는 것은 매우 중요하다. 본 실험에서도 처음 살균제를 처리하는 시기가 6월 초순이었기 때문에 뇌두와 줄기에 발생하는 잣빛곰팡이병을 방제할 수 없었다(결과 미발표). 그러나 살균제의 처리 횟수를 늘리지 않고 살균제의 처리 시기를 조절하여 인삼의 뇌두가 나오기 이전부터 살포하며 잣빛곰팡이병을 방제한다면 포장에서의 피해를 더 감소시킬 수 있을 것으로 생각한다. 초기에 잣빛곰팡이병을 방제하기 위하여 사용하는 살균제는 본 연구에서 사용한 carbendazim/diethofencarb의 합제를 사용하지 않아도 문제가 없으며, 합제와는 전혀 작용기작이 다른 fenhexamide를 사용하여도 우수한 효과를 얻을 수 있었다(결과 미발표).

점무늬병의 발생을 억제하는데 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀진 difenoconazole은 예방과 치료 효과 모두를 가지는 살균제로 보고되어 있으며(Zarn 등, 2003), 식물 병원균의 ergosterol 생합성을 억제하며, 치료효과와 침투이행효과가 있는 살균제로 알려져 있다. 본 실험에서 7월 18일은 점무늬병의 발생이 서서히 증가하다가 급증하기 직전인 것으로 나타났다(Fig. 1). 이미 이 시기에는 병원균의 침입과 감염 그리고 발병이 시작된 시기로, difenoconazole과 같은 치료효과를 갖는 살균제가 처리되지 않는다면 병 방제 효과를 얻기가 힘들 것으로 생각한다. 실제로 Table 2에서도 difenoconazole을 처리하지 않은 처리구의 효과는 28.9%에 그쳤다. 하지만 difenoconazole도 대상 병원균에 따라서 효과가 나타나지 않는 경우가 있다. 열대 과일에 발생하는 *Colletotrichum acutatum*의 방제를 위해서 difenoconazole을 과실의 개화기 때에 1회에서 4회까지 각각 처리를 하여도 무처리구에 비하여 병 발생 억제효과가 낮은 것으로 나타났다(Zarn 등, 2003). Difenoconazole은 *Alternaria alternata*에 대해서 포자의 발아뿐만 아니라, 균사의 생장을 크게 억제하기 때문에 치료적인 효과를 나타내고 있는 것으로 판단한다(Reuveni, 2006). 본 실험에서도 difenoconazole의 처리 시기인 7월 18일경에는 점무늬병의 발병엽율이 2.0%로 침입의 초기이기 때문에, difenoconazole의 처리가 전체 살균제 처리 체계에서 중요한 역할을 할 것으로 생각하였다.

본 실험에서는 탄저병이 8월 초순을 지나면서 발생하기 시작하였기 때문에, 발생 초기에 trifloxystrobin을 처리한다면 좋은 효과를 얻을 수 있었던 것으로 생각한다. Trifloxystrobin은 병원균의 미토콘드리아 호흡 과정을 저해하는 살균제로 알려져 있다(Anke, 1995; Bartlett 등, 2002). 이 계열의 살균제는 치료효과가 있는 살균제로 알려져 있기 때문에 발병 직전에 처리하여도 우수한 효과를 기대할 수 있다. Table 2에서 보는 것과 같이 탄저병 발병 초기인 8월 7일에 trifloxystrobin을 처리하는 것을 제외한 살균제 처리 체계에서는 그 효과가 44.4%로, trifloxystrobin을 처리한 인삼 살균제 처리 체계에서 얻은 70.5%의 효과와 비교하여 저조하였다.

인삼 살균제 처리 체계에서 3차로 6월 20일에 처리하는 kresoxim-methyl을 처리하지 않을 경우에는, 3종의 병해에 대한 처리 체계의 효과가 49.0, 62.0, 59.4% 모두 조금씩 감소하여, 처리 체계에서는 병 발생이 시작된 초기에 필요한 살균제라고 생각된다. 하지만 탄저병 방제에 큰 영향을 주는 trifloxystrobin과 동일한 strobilurin계의 살균제로 알려져 있기 때문에 처리에 주의하여야 한다. 왜냐하면 strobilurin계 살균제의 작용기작이 매우 특이적이기 때문에 쉽게 저항성이 나타나고 있으며, 여러 가지의 식물병원균에서 strobilurin계 살균제에 대한 보고가 되고 있기 때문이다. 따라서 본 실험의 인삼 살균제 처리 체계에서도 kresoxim-methyl을 처리하는 시기인 6월 20일 경에 kresoxim-methyl을 대체하여 처리할 수 있는 살균제의 개발이 필요하다.

본 실험의 결과, 인삼의 지상부에서 발생하는 잣빛곰팡이병, 점무늬병, 탄저병을 방제하기 위해서는 병 발생을 정확하게 예찰하고, 각각의 시기에 처리해야 하는 적합한 살균제를 선발하는 것이 매우 중요하다고 생각한다. 인삼을 재배하는 지역에 따라서 온도, 습도 등과 같은 환경은 매우 다르기 때문에 발병 환경에 대한 사전 예찰을 통하여 살균제의 처리 시기를 결정하고, 그 시기에 처리하였을 때 우수한 효과를 얻을 수 있는 적합한 살균제를 선정할 수 있어야 할 것으로 생각한다. 이처럼 인삼병의 방제를 위한 살균제 처리 체계가 확립될 수 있다면 최소의 농약 사용을 통하여 효과적인 병 방제를 할 수 있을 것으로 생각한다.

요 약

잣빛곰팡이병은 6월 초순부터 작은 수침상의 병반이 잎에 나타나기 시작하였고, 점무늬병은 7월 초순부터 초기의 병반을 발견할 수 있었는데, 두 가지의 병 모두 7월말

과 8월 초에 강우일수가 많아지면서 병의 발생이 크게 증가하기 시작하였다. 탄저병 역시 강우가 많아지는 8월 초순부터 발생하기 시작하여 9월까지 발생량이 계속 증가하였다. 인삼의 지상부 병의 효율적인 방제를 위하여 살균제 처리 체계를 확립하고자 실험에 사용한 6종의 살균제를 정해진 시기에 7회 처리하고 3종의 식물병에 대한 방제 효과를 검증하였다. 본 연구의 인삼 살균제 처리 체계는 병진전 곡선면적에 기초하여 계산하였을 때, 잣빛곰팡이병, 점무늬병, 탄저병에 대해서 61.7, 78.8, 70.5%의 효과를 보였다. 인삼 살균제 처리 체계에서 1차 처리에서 carbendazim/diethofencarb 합제를 처리하지 않은 처리구는 잣빛곰팡이병에 대한 방제가가 36.7%로, 5차 처리에서 difenoconazole을 처리하지 않을 경우에는 점무늬병의 방제가가 28.9%로, trifloxystrobin을 6차 처리에서 처리하지 않으면 탄저병에 대한 방제가가 44.4%로 크게 감소하였다.

감사의 글

본 연구 결과는 농촌진흥청의 국책기술개발사업 연구과제(과제번호: 20070201030025)로 지원받은 과제로 수행된 것으로 본 논문을 발표하는 자리를 빌려 감사를 표합니다.

참고문헌

- Anke, T. 1995. The antifungal strobilurins and their possible ecological role. *Can. J. Bot.* 73(Suppl. 1): S940-S945.
- Bartlett, D. W., Clough, J. M., Godwin, J. R., Hall, A. A., Hamer, M. and Parr-Dobrzenski, B. 2002. The strobilurin fungicides. *Pest Manage. Sci.* 58: 649-662.
- Davidse, L. C. 1973. Antimitotic activity of methylbenzimidazol-2-yl carbamate (MBC) in *Aspergillus nidulans*. *Pesticide Biochem. Physiol.* 3: 317-325.
- Davidse, L. C. 1986. Benzimidazole fungicides: Mechanism of action and biological impact. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24: 43-65.
- Elad, Y., Shabi, E. and Katan, T. 1988. Negative cross resistance between benzimidazole and *N*-phenylcarbamate fungicides and control of *Botrytis cinerea* on grapes. *Plant Pathology* 37: 141-147.
- Ellis, M. A., Madden, L. V. and Wilson, L. L. 1986. Electronic grape black rot predictor for scheduling fungicides with curative activity. *Plant Dis.* 70: 938-940.
- Fujimura, M., Kamakura, T., Inoue, H., Inoue, S. and Yamaguchi, I. 1992. Sensitivity of *Neurospora crassa* to benzimidazoles and *N*-phenylcarbamates: Effect of amino acid substitutions at position 198 in β -tubulin. *Pesticide Biochem. Physiol.* 44: 165-173.
- Kato, T., Suzuki, K., Takahashi, J. and Kamoshita, K. 1984. Negatively correlated cross-resistance between benzimidazole fungicides and methyl *N*-(3,5-dichlorophenyl)carbamate. *J. Pesticide Sci.* 9: 489-495.
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록(제4판). 한국식물병리학회. 779 pp.
- Madden, L. V., Ellis, M. A., Lalancette, N., Hughes, G. and Wilson, L. L. 2000. Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grapes. *Plant Dis.* 84: 549-554.
- Reuveni, M. 2006. Inhibition of germination and growth of *Alternaria alternata* and mouldy-core development in Red Delicious apple fruit by Bromuconazole and Syngnum. *Crop Protect.* 25: 253-258.
- Peres, N. A. and Timmer, L. W. 2006. Evaluation of the Alter-Rater model for spray timing for control of *Alternaria* brown spot on Murcott tangor in Brazil. *Crop Protect.* 25: 454-460.
- Shane, W. W. and Teng, P. S. 1983. Sugarbeet yield losses due to *Cercospora* leafblight. *Sugarbeet Res. Ext. Rep.* 23:193-198.
- Vereijssen, J., Schneider, J. H. M. and Jeger, M. J. 2007. Supervised control of *Cercospora* leaf blight in sugar beet. *Crop Protect.* 26: 19-28.
- Ward, J. M. J., Laing, M. D. and Nowell, D. C. 1994. Chemical control of maize grey leaf blight. *Crop Protect.* 16: 265-271.
- Zarn, J. A., Bruschweiler, B. J. and Schlatter, J. R. 2003. Azole fungicides affect mammalian steroidogenesis by inhibiting sterol 14 α -demethylase and aromatase. *Environ. Health Perspect.* 111: 255-261.