

*Rhizoctonia solani*와 *Pythium ultimum*의 접종 농도가 etridiazole과 thiophanate-methyl 합제의 모잘록병 방제 효과에 미치는 영향

김형조 · 장호선 · 이수민 · 김주형 · 신진호 · 김흥태*

충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과

(2010년 1월 14일 접수, 2010년 1월 26일 수리)

Effect of Inoculum Concentration of *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum* Causing Damping-off of Pepper and Cucumber on the Efficacy of the Mixture of Etridiazole and Thiophanate-methyl

Hyung Jo Kim, Ho Sun Jang, Soo Min Lee, Joohyung Kim, Jinho Shin and Heung Tae Kim*

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

Abstract

This study was performed to investigate the inhibiting activity of etridiazole and thiophanate-methyl on mycelial growth of *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum* and the effect of inoculum density of each pathogen on the control efficacy of the mixture of etridiazole and thiophanate-methyl in a seedling assay test. In mycelial growth inhibition test, EC₅₀ values of etridiazole and thiophanate-methyl against *R. solani* were 15.87 and 9.34 $\mu\text{g mL}^{-1}$, while those were 0.2 and more than 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$ against *P. ultimum*, respectively. Controlling activity of the mixture of etridiazole and thiophanate-methyl against damping-off of pepper and cucumber, caused by *R. solani* and *P. ultimum* was tested in a greenhouse. With the inoculation of *R. solani*, disease incidences of seedling in pepper were 73% and 95% at 0.5% and 1.0% of inoculum concentration, while in cucumber those were 55% and 62% at 1.0% and 2.0%. When *P. ultimum* was inoculated into soil by 2.0% of inoculum concentration, those in pepper and cucumber were 66.7% and 96.8%, respectively. The efficacy of the mixture was somehow affected by the concentration of *R. solani*. While each control value of the mixture was 94.4% and 90.7% in pepper and cucumber at low inoculum concentration (0.05%), the efficacy of the fungicide decreased in pepper and cucumber by 70.7% and 72.9% at high concentration of *R. solani* (0.1% in pepper and 0.5% in cucumber). However, the control value of the mixture was 100% in pepper and cucumber, irrespective of the inoculum concentration of *P. ultimum*, however, the increase of inoculum concentration in soil did not result in the decrease of the fungicide efficacy.

Key words the mixture of etridiazole and thiophanate-methyl, damping-off, inoculum concentration, red-pepper, cucumber

서 론

모잘록병은 전 세계적으로 묘포장, 온실, 정원, 작물의 재배지, 산림 등에서 발생하는 중요한 토양병으로, 종자와 발아한 종자, 유묘 등에 심각한 피해를 주고 있다. 병원균으로는 *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Sclerotinia* spp., *Fusarium* spp. 등이 보고되어 있다(Barden과 Huang, 2001; Johnson과 Chambers, 1973; Ranney, 1962; Stephens 등, 1982; Wang과 Davis, 1997). 이 병원균들은 종자를 토양에 파종하였을 때, 종자가 발아되기 전에 토양 중에서 부패시키거나, 발아한 후에도 출아 전에 침입하거나, 출아한 후에 유묘의 지체부를 침입하여 모잘록증상을 유발한다. 모잘록병에 대한 피해는 작물에 따라서 다르게 나타나지만, 미국에서 목화의 경우 1986년 2.2%이었던 피해가 1997년과 1999년 사이에는 연 평균 3.0%로 증가하였다(Hancock 등, 2004; Zaki 등, 1998). 또한 콩의 경우에도 토양 전염성 병원균에 의한 피해가 매년 30 - 40%에 도달한다고 알려져 있다. 이처럼 여러 작물에서 문제가 되는 모잘록병에 대한 가장 효율적인 방제 방법은 살균제를 처리하는 화학적인 방법이다(Allen 등, 2004; Lisker와 Meiri, 1992; Van den Berg 등, 2002). 따라서 파종과 육묘 단계에서 나타나는 모잘록병을 효과적으로 방제하기 위해서는 우수한 방제효과를 보이는 살균제의 선발이 우선적으로 필요하며, 이를 위해서 살균제의 효과를 정확하게 검정할 수 있는 실험 방법이 필요하다. 식물체를 직접 이용하여 조사한 살균제의 효과는 식물체 상에서의 병 발생 조건과 밀접한 관련이 있다. 식물체 상에서 과다하게 병이 발생하였을 때와 병 발생이 적었을 경우에 살균제의 방제효과에는 큰 차이가 있기 때문에, 병 발생에 영향을 미치는 병원균의 접종 농도와 기간 그리고 온도와 같은 발병 조건은 살균제의 효과에 영향을 미친다. 김 등(1991)은 오이 탄저병균인 *Colletotrichum lagenarium*에 대한 benomyl의 방제 효과가 병원균의 접종 농도, 접종 후 습식처리 기간과 온도, benomyl의 살포량 등에 따라서도 변화하기 때문에 적절한 검정 체계를 수립할 필요가 있음을 보고하였다. 모잘록병과 같은 토양병은 지상부에 발생하는 식물병과 다르게, 접종하는 병원균의 농도와 병 발생 정도를 조절하는 것이 매우 어렵다. 따라서 본 실험에서는 모잘록병균인 *R. solani*와 *Pythium ultimum*의 접종 농도가 모잘록병에 대한 살균제의 방제효과에 미치는 영향을 조사하여, 모잘록병 방제 살균제의 효과 검정 방법을 확립하는데 이용하고자 하였다.

재료 및 방법

살균제의 균사생장억제 효과

작물에서 모잘록병을 일으키는 것으로 알려진 *Rhizoctonia solani* KACC40141과 *Pythium ultimum* KACC40705를 한국미생물자원센터(Korean Agricultural Culture Collection, KACC)에서 분양받아 본 실험에 사용하였으며, 모잘록병의 방제 살균제로 사용되는 etridiazole(a.i. 25%, EC)과 thiophanate-methyl(a.i. 70%, WP)을 선발하여 분양받은 병원균인 *R. solani* KACC40141과 *P. ultimum* KACC40705에 대한 균사 생장 억제효과를 조사하였다. 두 종류의 병원균을 potato dextrose agar(PDA; Becton, Dickinson and Co., MD 21152 USA)에 접종하여 25°C 항온기에서 3일간 배양하였다. 균사 선단 부위에서 직경 5 mm의 균사 조각을 떼어내어 각각의 살균제를 농도가 500, 100, 20, 4, 0.8, 0.16, 0.032 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 이 되도록 희석하여 첨가한 새로운 PDA배지에 접종하였다. 이때 PDA배지에서 세균의 오염을 방지하고자 300 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 streptomycin을 첨가하였다. 병원균을 접종한 배지는 25°C에서 3일간 배양한 후, 균총의 직경을 측정하고 아래의 계산식을 사용하여 살균제의 균사 생장 억제율(%)을 계산하였다.

$$\text{균사 생장 억제율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{살균제 배지에서 병원균의 균총 직경}}{\text{무처리 배지에서 병원균의 균총 직경}}\right) \times 100$$

유묘 검정을 위한 접종원의 준비

유묘 검정을 위한 병원균의 접종원 준비는 이 등(1993)의 방법을 개선하여 사용하였다. *R. solani* KACC40141과 *P. ultimum* KACC40705를 25°C의 PDA배지에서 3일간 배양한 후, 균사 선단에서 직경 5 mm의 균사 조각을 떼어내어 밀기울·왕겨배지(밀기울 300 mL, 왕겨 150 mL, 증류수 150 mL)에 5개씩 접종하였다. 병원균을 접종한 배지는 25°C에서 배양하며, 밀기울·왕겨배지에서 병원균이 균일하게 성장하기 위해서 매일 배지를 흔들어서 병원균이 배지 내에서 고루 생장하게 하였다. 병원균을 접종하여 2주간 배양한 밀기울·왕겨배지는 실온에서 풍건시킨 후, 250 mesh의 체로 쳐서 일정한 크기의 접종원만을 사용하였다.

온실에서 유묘를 이용한 살균제 효과 검정

병원균의 접종원은 실험에 사용한 상토에 고르게 혼합하여 접종하였는데, 상토에서의 접종원의 농도는 2.0, 1.0, 0.5,

0.1, 0.05, 0.01%(v/v)가 되도록 조절하여 사용하였다. 병원균을 접종한 상토를 50공 육묘상자(가로, 5 cm; 세로, 5 cm; 높이, 5 cm)에 담고, 고추(품종; 녹광)와 오이(품종; 백다다기)의 종자를 파종하였다. 각각의 처리에는 50립씩 종자를 파종하였다. 종자를 파종한 육묘상자는 온실(25±5°C)에서 14일간 관리한 후, 무처리구에서의 유묘의 수와 병원균을 접종한 처리구에서의 유묘의 수를 조사하여 각각의 병원균 접종구의 발병주율을 계산하였다.

$$\text{각 처리구의 발병주율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{각 처리구의 유묘의 수}}{50}\right) \times 100$$

또한 선발한 살균제인 etridiazole과 thiophanate-methyl의 혼합제(a.i. 10+55%, WP)를 포장에서 사용하는 희석배수인 1000배 용액으로 조제하여 토양에 관주처리하여 잘록병에 대한 방제 효과를 조사하였다. *R. solani*는 고추와 오이를 파종하는 토양에 병원균의 접종 농도가 각각 0.1과 0.5%가 되도록 혼합하여 사용하였다. *P. ultimum*의 경우에는 발병주율을 구하기 위해서 수행한 실험에서 사용한 것과 동일하게 2.0부터 0.01%까지 6가지의 농도로 병원균을 혼합한 토양에서 etridiazole과 thiophanate-methyl의 혼합제의 방제 효과를 실험하였다. 병원균을 각각 정해진 농도 별로 접종한 토양을 사용하여 종자를 50립씩 파종하고, 육묘상자의 각 셀마다 준비한 혼합제 용액을 5 mL씩 관주처리하였다. 위에서와 동일한 방법으로 온실에서 14일간 관리한 후, 각각의 병원균 접종구에서 살균제의 처리구와 무처리구의 발병주율을 조사하

여 아래 식에 의해서 살균제의 방제효과를 구하였다.

$$\text{방제가(\%)} = \left(1 - \frac{\text{살균제 처리구에서의 발병주율}}{\text{살균제 무처리구에서의 발병주율}}\right) \times 100$$

결과 및 고찰

균사생장 억제 효과

Etridiazole과 thiophanate-methyl의 *R. solani* KACC40141과 *P. ultimum* KACC40705에 대한 균사 생장 억제 효과는 병원균에 따라서 다르게 나타났다(Fig. 1). Etridiazole은 *R. solani*에 대해서는 500 µg mL⁻¹에서, 그리고 *P. ultimum*에 대해서는 20 µg mL⁻¹에서 100%의 균사 생장 억제 효과를 보여주었으며, 각각의 병원균에 대한 EC₅₀값은 15.87 µg mL⁻¹과 0.20 µg mL⁻¹이었다. Thiophanate-methyl은 두 병원균 모두 실험한 모든 농도에서 균사 생육을 100% 억제하지 못하였다. *R. solani*에 대한 EC₅₀값은 9.34 µg mL⁻¹이었으나 *P. ultimum*에 대해서는 500 µg mL⁻¹가 상회하는 결과를 보여주었다. *P. ultimum*은 난균문에 속하는 유사잔균으로 일반적인 식물병원진균과는 균학적인 특징이 다른 점이 있어 살균제에 대한 반응 역시 다르게 나타나는 경우가 있다. Thiophanate-methyl은 benzimidazole계에 속하는 살균제로서, tubulin 단백질의 중합을 억제하여 세포분열이나 세포골격을 이루는데 미세소관의 생성을 억제하는 살균제로 알려져 있으며, etridiazole은 미토콘드리아의 막 상에 존재하는 phospholipid

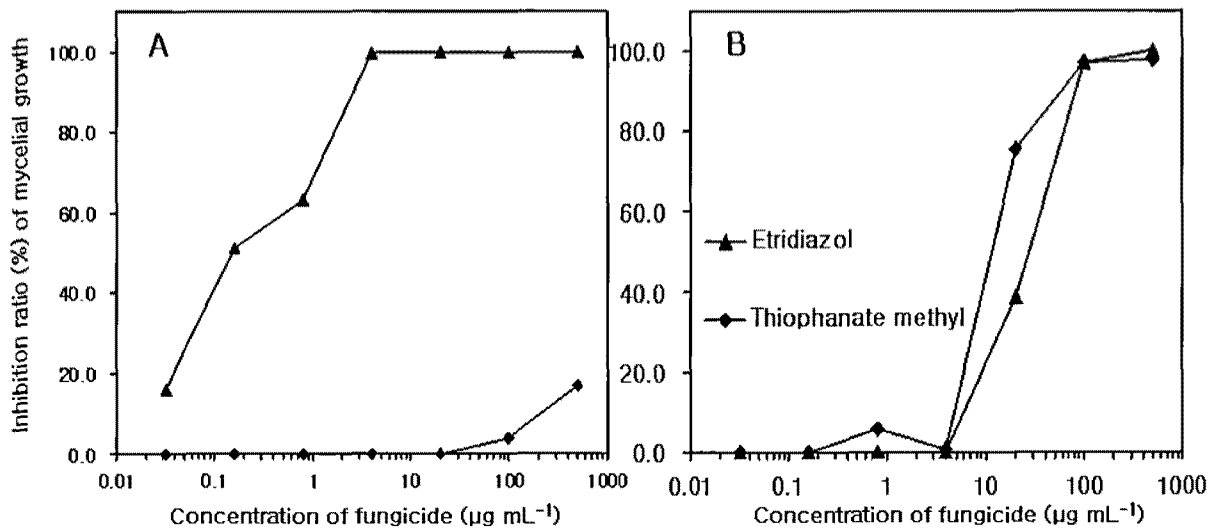


Fig. 1. Effect of etridiazole and thiophanate-methyl on the mycelial growth of *Rhizoctonia solani* (A) and *Pythium ultimum* (B) on potato dextrose agar (PDA). Each pathogen was inoculated on PDA plate amended with each fungicide at several concentrations. Colony diameter was measured after incubating the pathogens at 25°C for 3 days.

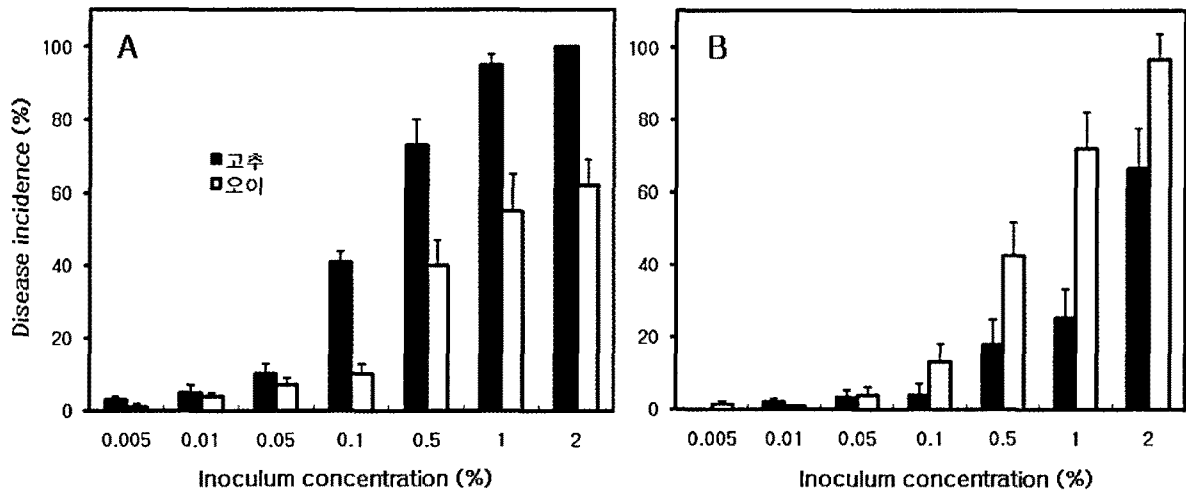


Fig. 2. Disease incidence (%) of *Rhizoctonia solani* (A) and *Pythium ultimum* (B) in pepper and cucumber seedlings. Each inoculum incubated in wheat and rice bran medium at 25°C for 2 weeks was dried up at room temperature. Dried inoculum was mixed with soil by indicated concentrations just before seeding of pepper and cucumber.

의 가수분해를 촉진하며 막의 지질 과산화물을 유발하는 것으로 알려져 있다(Davidse와 Flach, 1977; Radzuhn과 Lyr, 1984). 그런데 난균문에 속하는 유사균류들은 미세소관의 구조가 다르기 때문에, 미세소관을 형성하는 *P. ultimum*에 대한 thiophanate-methyl의 균사 성장 억제 효과가 나타나지 않았다(Fig. 1B). 반면에 이미 *Pythium*에 의한 모잘록병의 방제에 사용되고 있는 etridiazole은 4 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 에서 균사 생장이 99.6% 억제되었으며, 20 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 에서는 100% 균사 생장이 억제되었다(Fig. 1B). *R. solani*에 대해서는 etridiazole과 thiophanate-methyl은 유사한 균사생장 억제효과를 보여주었다.

접종원 농도에 따른 모잘록병 발생

*R. solani*와 *P. ultimum*의 접종원 농도가 높아지면 고추와 오이에서의 병 발생도 상승하였다(Fig. 2). *R. solani*는 접종원의 농도가 0.1%이었을 때 파종 14일 후에는 고추에서 발병주율이 41%로 증가하기 시작하였으며, 0.5%와 1.0%로 접종하였을 때는 73%와 95%까지 상승하였다. 오이의 경우에도 접종원 농도에 따른 발병주율이 계속적으로 상승하다가, 0.5%의 접종원 농도에서 발병주율이 40%로 상승하였으며, 1.0과 2.0%의 농도로 병원균을 접종한 토양에서는 각각 55%와 62%의 발병주율을 보였다. 하지만 모든 접종원 농도에서 오이에서의 발병주율은 고추의 발병주율에 비하여 낮게 나타났다. 이러한 경향은 *P. ultimum*을 접종하였을 때는 반대로 나타나, 고추보다 오이의 발병주율이 더 높게 나타났는데, 2%의 농도로 병원균을 접종하였을 때, 고추와 오이에서

66.7%와 96.8%의 발병주율을 보였다.

병원균 접종량에 따른 살균제의 효과

*R. solani*와 *P. ultimum*의 접종원의 농도에 따른 etridiazole과 thiophanate-methyl 합제(1,000배 희석액)의 고추와 오이 모잘록병에 대한 방제효과를 조사하였다. Table 1에서 보는 것과 같이 *R. solani*의 경우에는 접종한 접종원의 양에 따라서 처리한 혼합제의 효과가 변화하였다. 고추와 오이 모두 0.05%의 접종원 농도에서는 94.4%와 90.7%의 방제효과를 보였지만, 고추에 0.1%, 그리고 오이에 0.5%의 농도로 접종원을 접종하였을 때에는 두 기주 식물 모두 0.05%의 농도로 접종하였을 때보다도 방제효과가 70.7%와 72.9%로 감소하였다. 본 실험의 결과와는 다르게 myclobutanil은 포장에서의 *R. solani*의 밀도에 관계없이 목화 모잘록병에 대한 방제 효과가 우수하였다(Davis 등, 1997). *R. solani*의 밀도가 높음에도 불구하고 myclobutanil의 효과가 우수하게 나타나는 것은 포장에서의 *R. solani* 집단은 다양한 균사융합균으로 구성되어 있기 때문에, 토양 중의 전체 *R. solani*의 밀도가 높다고 하더라도 그 대부분이 재배 토양에 있는 작물에 병원성을 나타내지 못하는 균사융합균이라면, 병이 많이 발생하지도 않을 뿐만 아니라 토양에 처리한 살균제의 효과에도 큰 영향을 미치지 않을 것이다(Kinsbursky와 Weinhold, 1988). 하지만 본 실험에서는 오이에서 모잘록병을 일으키는 AG 4에 속하는 *R. solani* KACC40141 균주를 분양받아 사용하였기 때문에 병원균의 접종 농도에 따라서 살균제의 효과가 변화하였는데, 병원균의 접종 농도가 높아짐에 따라서 살균

Table 1. Control efficacy of the mixture of etridiazole and thiophanate-methyl (a.i. 10+55%, WP) on pepper and cucumber damping off caused by *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum* in a greenhouse

Pathogens	Crops	Inoculum Concentration (%)	Treatment of fungicide	Disease Incidence (%)	Control value (%)
<i>Rhizoctonia solani</i>	Pepper	0.05	soil drenching	0.7±1.2	94.4±9.6
			untreated control	12.0±2.6	
		0.1	soil drenching	12.7±2.3	70.7±5.3
			untreated control	43.3±1.2	
	Cucumber	0.05	soil drenching	1.0±1.0	90.7±9.3
			untreated control	10.7±1.5	
0.5		soil drenching	12.7±3.1	72.9±6.5	
		untreated control	46.7±15.3		
<i>Pythium ultimum</i>	Pepper	0.5	soil drenching	0.0±0.0	100±0.0
			untreated control	8.0±4.0	
		2.0	soil drenching	0.0±0.0	100±0.0
			untreated control	66.7±18.0	
	Cucumber	0.5	soil drenching	0.0±0.0	100±0.0
			untreated control	16.7±3.1	
2.0		soil drenching	0.0±0.0	100±0.0	
		untreated control	95.8±7.2		

^a; The concentration of the mixture was adjusted to 1.3 mg mL⁻¹.

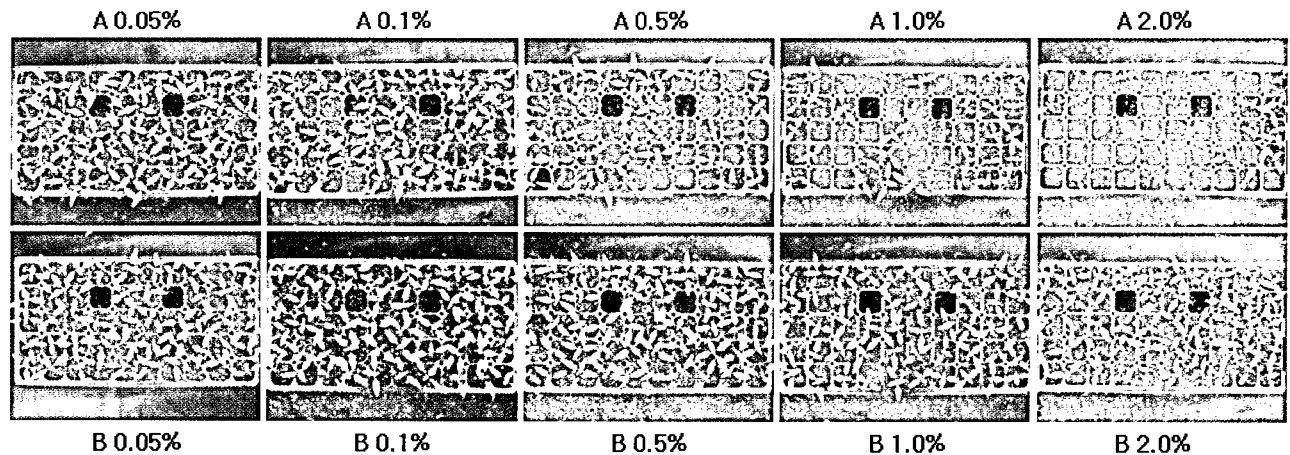


Fig. 3. Effect of the mixture of etridiazole and thiophanate-methyl on damping off of pepper inoculated with *Pythium ultimum* at several concentrations in a greenhouse. A is a treatment that *P. ultimum* was just only inoculated with soil by several indicated concentrations without fungicide application. B is a fungicide treatment applied with recommended concentration of the mixture of etridiazole plus thiophanate-methyl after inoculation of *P. ultimum* into soil.

제의 효과는 감소하였다. 본 실험과 동일하게 온실에서 *R. solani*의 접종 농도를 달리하여 여러 가지 살균제의 효과를 조사한 Goulart의 결과도 접종원의 농도가 높아질수록 살균제의 효과는 감소하였다(Goulart, 2006). *P. ultimum*의 경우

에는 고추와 오이 모두에서 접종원의 농도를 0.5%와 2.0%로 조절하여 접종한 경우, 고추와 오이 모두에서 혼합제는 100%의 효과를 보였다. 고추에서는 0.5%와 2.0% 접종 농도 처리구에서 혼합제를 처리하지 않은 무처리구에서 8.0%와 66.7%

의 발병주율을 보였고, 오이에서는 16.7%와 95.8%의 발병주율을 보였음에도 불구하고, 살균제를 처리한 처리구에서는 전혀 모잘록병이 발생하지 않았다. 고추에 *P. ultimum*을 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0%로 접종한 모든 처리구에서 처리한 혼합제는 모잘록병을 100% 방제하였다(Fig. 3). 이는 포장에서의 사용하는 농도로 처리한 혼합제가 *R. solani*의 경우와는 달리 *P. ultimum*을 충분히 방제할 수 있는 효과를 보였다고 생각한다. 실험에 사용한 혼합제는 etridiazole과 thiophanate-methyl을 혼합하여 제제화한 살균제인데, Fig. 1에서 보는 것과 같이 etridiazole이 *R. solani*보다 *P. ultimum*에 대한 균사 생장 억제효과가 크기 때문에 유묘 검정에 있어서도 *P. ultimum*의 접종 농도가 고농도가 되어도 효과가 변하지 않고서 계속 유지되었던 것으로 생각된다. Goulart도 온실에서 접종하는 *R. solani*의 밀도가 높아짐에 따라 살균제의 방제 효과가 감소하는 것을 방지하기 위하여, 3개의 살균제를 혼합하여 처리함으로써 병원균의 밀도와 관계없이 우수한 살균제의 효과를 얻을 수 있었다(Goulart, 2006). 이 결과는 포장에서 혹은 온실 실험에서 병원균의 밀도가 높다고 하더라도 사용하는 살균제의 효과가 충분히 나타날 수 있는 조건이라면 병원균의 밀도에 관계없이 우수한 효과로 모잘록병을 방제할 수 있다는 것을 보여 준다. 본 실험에서도 *P. ultimum*의 경우에는 접종한 병원균의 밀도와는 관계없이, *P. ultimum*의 높은 접종 밀도에서도 낮은 접종 밀도에서와 같이 우수한 효과를 얻을 수 있었다. 목화 종자도 다른 작물의 종자들과 동일하게 *R. solani*뿐만 아니라 *P. ultimum*과 같은 토양 병원균에 의해서 모잘록병이 발생한다. 하지만 살균제를 낮은 농도로 처리하였을 경우가 포장이나 온실에서의 *P. ultimum*의 밀도에 따라 방제 효과가 변화할 것인지는 지속적인 실험을 통해서 조사해야 할 것으로 생각한다. 이러한 결과를 보면 온실에서 혹은 포장에서 실험할 경우, 실험 조건에서의 병원균의 밀도가 살균제의 효과에 크게 영향을 미치는 요인으로 작용할 것이다. 특히 효과를 신속하고 정확하게 검정해야 하는 신물질이나 새로운 살균제의 경우에는 그 효과를 정확하게 판단하지 못하도록 방해하는 요인이 될 것으로 생각된다. 따라서 여러 가지 접종원 농도로 병원균을 접종하거나, 접종원의 초기 농도가 다른 여러 곳의 포장을 사용하여 동시에 효과 검정 실험을 수행하는 것이 살균제 또는 신물질의 방제 효과를 정확하게 검정할 수 있는 방안이 될 것으로 생각한다.

감사의 글

본 연구는 충북대학교 농업생명환경대학의 BK21 사업단(바이오농업기술실용화사업단)의 지원으로 수행된 연구 결과로서, 지원에 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

- Allen, T. W., S. A. Enebak and W. A. Carey (2004) Evaluation of fungicides for control of species of *Fusarium* on longleaf pine seed. *Crop Prot.* 23:979~982.
- Bardin, S. D. and H. C. Huang (2001) Survey of damping-off diseases of sugar beet in southern Alberta in 2000. *Can. Plant Dis. Surv.* 81:136~137.
- Davidse, L. C. and W. Flach (1977) Differential binding of methyl benzimidazole-2-ylcarbamate to fungal tubulin as a mechanism of resistance to this antimetabolic agent in mutant strains of *Aspergillus nidulans*. *J. Cell Biol.* 72:174~193.
- Davis, R. M., J. J. Nunez and K. V. Subbarao (1997) Benefits of cotton seed treatments for the control of seedling diseases in relation to inoculum densities of *Pythium* species and *Rhizoctonia solani*. *Plant Dis.* 81:766~768.
- Goulart, A. C. P. (2006) Effect of cotton seed treatments with fungicides to control damping-off in relation to inoculum densities of *Rhizoctonia solani*. *Summa Phytopathol.* 32:360~366.
- Hancock, J. H., J. B. Wilkerson, F. H. Moody and M. A. Newman (2004) Seed-specific placement of in-furrow fungicides for control of seedling disease in cotton. *Crop Prot.* 23:789~794.
- Johnson, L. F. and A. Y. Chambers (1973) Isolation and identity of three species of *Pythium* that cause cotton seedling blight. *Plant Dis. Rep.* 57:848~852.
- Kinsbursky, R. S. and A. R. Weinhold (1988) Influence of soil on inoculum density-disease relationships of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 78:127~130.
- Lisker, N. and A. Meiri (1992) Control of *Rhizoctonia solani* damping-off in cotton by seed treatment with fungicides. *Crop Prot.* 11:155~159.
- Radzuhn, B. and H. Lyr (1984) On the mode of action of the fungicide etridiazole. *Pesticide Biochem. Physiol.* 22:14~23.
- Ranney, C. D. (1962) Fungi involved in the seedling disease complex of cotton in the Yazoo-Mississippi delta. *Plant Dis. Rep.* 46:122~123.
- Stephens, C. T., L. J. Herr and A. F. Schmitthenner (1982) Characterization of *Rhizoctonia* isolates associated with damping-off of bedding plants. *Plant Dis.* 66:700~703.
- Van den Berg, N., T. A. S. Aveling and S. L. Venter (2002) The evaluation of six fungicides for reducing *Alternaria cassiae* on cowpea seed. *Crop Prot.* 21:501~505.
- Wang, H. and R. M. Davis (1997) Susceptibility of selected cotton cultivars to seedling disease pathogens and benefits

of chemical seed treatments. Plant Dis. 81:1085~1088.
 Zaki, K., I. J. Misaghi, A. Heydari and M. N. Shatla (1998)
 Control of cotton seedling damping-off in the field by *Burkholderia* (*Pseudomonas*) *cepacia*. Plant Dis. 82:291~293.

김홍태, 정영륜, 조광연 (1991) 오이 탄저병에 대한 Benomyl의 방제 효과에 미치는 요인. 한국식물병리학회지 7:153~158.
 이종규, 김홍태, 조광연 (1993) 계면활성제와 살균제의 벼 잎집무늬 마름병에 미치는 영향. 한국식물병리학회지 9:218~225.

Rhizoctonia solani와 Pythium ultimum의 접종 농도가 etridiazole과 thiophanate-methyl 합제의 모잘록병 방제 효과에 미치는 영향

김형조 · 장호선 · 이수민 · 김주형 · 신진호 · 김홍태*

충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과

요 약 모잘록병균인 *Rhizoctonia solani*와 *Pythium ultimum*에 대한 etridiazole과 thiophanate-methyl의 균사 생장 억제 효과와, 각 병원균의 토양 접종 농도가 etridiazole과 thiophanate-methyl 합제의 고추와 오이 모잘록병에 대한 방제 효과에 미치는 영향을 조사하였다. *R. solani*와 *P. ultimum*의 균사 생장 억제에 대한 etridiazole의 EC₅₀값은 각각 15.87 µg mL⁻¹과 0.20 µg mL⁻¹이었지만, thiophanate-methyl의 EC₅₀값은 *R. solani*에 대해서 9.34 µg mL⁻¹이었고, *P. ultimum*에 대해서는 500 µg mL⁻¹ 이상이었다. 온실에서 실시한 유묘 검정 결과, *R. solani*와 *P. ultimum*의 접종원 농도가 높아지면 고추와 오이에서의 병 발생도 상승하였다. *R. solani*의 토양 접종 농도가 0.1%(w/v)이었을 때 파종 14일 후의 고추 발병주율은 41%이었으며, 0.5%와 1.0%로 접종하였을 때는 73%와 95%까지 상승하였다. 오이에서는 접종원 농도가 1.0과 2.0%일 때, 각각 55%와 62%의 발병주율을 보였다. *P. ultimum*에 의한 유묘에서의 발병주율은 고추보다 오이에서 더 높게 나타났는데, 2%의 농도로 병원균을 접종하였을 때, 고추와 오이의 발병주율은 66.7%와 96.8%이었다. *R. solani*의 경우 혼합제의 효과는 병원균의 접종 농도에 따라서 변화하였는데, 접종 농도가 0.05%일 경우 고추와 오이에서의 방제 효과는 94.4%와 90.7%이었지만, 고추와 오이에서 병원균의 접종 농도가 0.1%와 0.5%일 경우에는 70.7%와 72.9%로 감소하였다. 하지만 *P. ultimum*의 경우에는 접종 농도와 관계없이 고추와 오이에서 모잘록병의 발생을 100% 억제하였다.

색인어 etridiazole과 thiophanate-methyl 합제, 모잘록병, 병원균 접종 농도
