한 국 균 학 회 지 The Korean Journal of Mycology Research Note

살균제가 곤충병원성곰팡이 *Beauveria bassiana* GHA 포자발아 및 균사생장에 미치는 영향

김정준* · 송유진 · 한지희 · 이상엽

농촌진흥청 국립농업과학원 농업미생물과

Influence of Fungicide on the Spore Germination and Mycelial Growth of *Beauveria bassiana* GHA

Jeong Jun Kim*, Yu Jin Song, Ji Hee Han and Sang Yeob Lee

Agricultural Microbiology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to test effect of fungicides on the spore germination and mycelial growth of BotaniGard®(*Beauveria bassiana* GHA). Eight fungicides, which are using for plant disease control in cucumber cultivation, with different concentration were mixed with conidia of GHA isolate for 0.5, 2, and 4 hours. The fungicides trifluminazol, fenarimol, ethaboxam, copper hydroxide and tetraconazol did significantly not inhibit on spore germination and mycelial growth. The trifluminazol, propineb and tetraconazol on high concentrations inhibited the mycelial growth of GHA. However, mixing time of fungicide with conidia of GHA did not affect in spore germination and mycelial growth. These results suggest that fungicide effect needed be checked before mycopesticide is applied in the field.

KEYWORDS : Entomopathogenic fungi, Fungicide, Tank-mixing

작물 재배 중 발생하는 병해충 방제를 위해 다양한 종류의 살균 · 살충제가 사용되고 있고 저항성 발현과 환경 오염의 부작용을 일으킨다. 이러한 문제 해결을 미생물을 이용한 해충방제가 그 대안으로 제시되고 있고, 곤충병원성 곰팡이를 이용한 미생물 살충제가 등록 사용되고 있다(Faria and Wraight, 2007). 전 세계적으로 등록된 곰팡이 살충제는 171 품목으로 진딧물, 가루이 등 흡즙성 해충제 방제에 많이 사용되고 있고(Faria and Wraight, 2007), 국내에는 3종의 곰팡이 살충제가 등록되어 있다(Kim, 2011).

Kor. J. Mycol. 2013 December, **41**(4): 295-300
http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2013.41.4.295
pISSN 0253-651X
© The Korean Society of Mycology

***Corresponding author**
E-mail: jjkim66@korea.kr

Received November 20, 2013
Revised December 3, 2013
Accepted December 8, 2013

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

오이는 재배기간 동안 흰가루병, 잿빛곰팡이병, 균핵병 등 곰팡이 병과 목화진딧물, 꽃노랑총채벌레, 담배가루이 등 다양한 해충의 심각한 피해를 받고 있다. 이들의 방제를 위해 화학농약과 생물적 방제제가 동시 또는 각 방제 수단 처리 전후에 살포되고 있다. 따라서 곰팡이 병 방제를 위해 살포되는 살균제는 진딧물 등 해충방제를 위해 살포되는 곤충병원성 곰팡이의 포자 발아나 균사 성장에 영향을 미쳐 방제 효과를 저하시킬 수 있다. 그 예로, 진딧물 방제를 위해 사용되는 곰팡이 *Lecanicillium attenuatum*은 살균제 프로피넵이 첨가된 배지에서 배양했을 때 포자발아와 균사 성장이 억제된다고 보고되었고(Kim and Kim, 2007), 메티실과 만코지 등 살균제가 곤충병원성 곰팡이 *Beauveria bassiana*와 동시에 살포되었을 때 해충의 방제력이 상당히 감소된다는 보고가 있다(Kouassi *et al.*, 2003). 또 작물의 잎에 발생하는 병원균의 방제를 위해 살포된 살균제는 해충 방제를 위해 살포되는 곤충병원성 곰팡이의 감염을 방해하기도 한다(Ragsdale, 2008).

농민들은 편의를 위해 두 가지 또는 그 이상의 방제제를 혼합하여 한 번에 살포하기 위해 탱크 혼합을 많이 하고 있다. 재배자 들이 tank-mixing을 하는 이유로는 편리성과 비용, 노동력 절감뿐만 아니라 방제 효율의 증진을 들 수

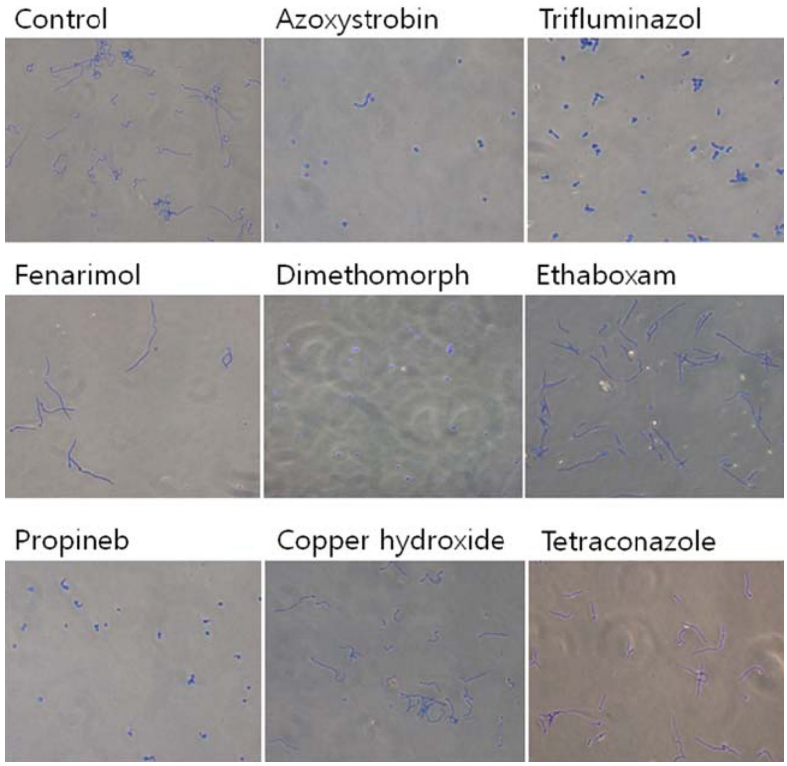

Fig. 1. Conidia germination of *Beauveria bassiana* GHA on water ager added with 8 chemical fungicides. The photographs of germination ratio were taken in 24 hours after treatment of the fungicides.

있으나, 해충 방제를 위한 곤충병원성 곰팡이는 다른 방제 인자들과 혼합하여 살포하였을 때 상승효과가 나타나기도 하지만, 반대로 농약, 특히 살균제와의 혼합 살포는 곰팡이 살충제의 효과를 감소시킬 수 있으므로 혼합 농약의 영향 조사가 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 오이 재배에 많이 사용되는 살균제와 오이 해충방제를 위해 등록된 곰팡이 살충제의 혼합 처리 가능성과 동일 포장 처리시 미생물 살충제의 효과 제고를 위하여 살균제의 농도 및 혼합시간이 곰팡이 살충제의 주원료가 포자발아에 미치는 영향을 조사하였다.

본 연구에 사용된 곤충병원성 곰팡이는 천연식물보호제로 등록된 보타니가드(*B. bassiana* GHA)를 감자한천배지(Patato Dextrose Agar, PDA)에 도말하고 분생포자를 분리하여 10% 글리세롤 용액에 넣어 -80°C에 보관하였다. 포자발아와 균사성장에 미치는 영향 조사를 위하여 GHA 균주는 PDA 배지에서 25±1°C, 광조건 16h L : 8h D (명시간:암시간)에서 14일간 배양한 후, 멸균된 0.05% Tween 80 용액을 균 배양 페트리디쉬에 넣고 유리봉을 이용하여 포자를 회수하고 적정 농도의 포자현탁액을 만들어 사용하였다.

오이 병해 방제에 많이 사용되는 8종의 살균제(트리플루미나졸, 페나리몰, 에타복삼, 코퍼하이드록사이드, 테트라코나졸, 아족시스트로빈, 디메토모르프, 프로피넵)가 미생물 살충제 보타니가드(*B. bassiana* GHA) 포자와 혼합하였을 때 농약의 농도 및 혼합 시간이 포자 발아 및 균사 성장에 미치는 영향을 조사하였다. 8종의 살균제를 제조사가 제시하는 추천농도, 추천농도의 2배액, 1/2 그리고 1/4 배액을 만들어 포자현탁액과 0.5, 2, 그리고 4시간 혼합한 후 1.5% agar 배지에 접종하여 25±1°C에서 12시간 배양한 후 lactophenol cotton blue 용액을 떨어뜨려 균 성장을 정지시킨 후 광학현미경을 이용하여 발아율을 조사하였다. 각 플레이트에서 200개의 포자가 조사되었고, 한 반복당 3개의 플레이트에서 조사되었으며, 각기 다른 포자 배양액을 이용하여 3회의 각기 다른 시기에 반복되었다.

살균제의 혼합 시간이 균사 성장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 포자현탁액(1×10^5 conidia/ml)을 농도가 다른 살균제 용액과 0.5, 2, 4시간 동안 혼합한 후 혼합액 100 μ*l*을 PDA 배지에 접종한 후 25±1°C에서 7일간 배양한 후 균사 성장을 조사하였다. 본 실험은 5개의 다른 플레이트에서 3회의 다른 시기에 수행되었다.

처리 간의 차이는 SAS사의 통계 패키지 중 PROC GLM을 이용하여 분석되었다. 분석은 각 실험의 평균을 종합하여 분석하였으며, 평균은 Duncan의 다중비교를 이용하여 무처리와 비교하여 분석하였다.

트리플루미나졸, 페나리몰, 에타복삼, 코퍼하이드록사이드, 테트라코나졸은 포자발아에 영향을 미치지 않으나, 아족시스트로빈 (0.5시간 혼합, $F = 53.07$, $df = 4, 10$, $P = 0.0001$; 2시간 혼합, $F = 26.33$, $df = 4, 10$, $P = 0.0001$; 4시간 혼합, $F = 16.93$, $df = 4, 10$, $P = 0.0002$), 디메토모르프

(0.5시간 혼합, F = 57.46, df = 4, 10, P = 0.0001; 2시간 혼합, F = 18.55, df = 4, 6, P = 0.0016; 4시간 혼합, F = 6721.1, df = 4, 6, P = 0.0001), 프로피넵(0.5시간 혼합, F = 33.51, df = 4, 10, P = 0.0001; 2시간 혼합, F = 16.60, df = 4, 10, P = 0.0002; 4시간 혼합, F = 26.60, df = 4, 10, P = 0.0001)은 보타니가드 포자 발아를 억제하였다(Table 1). 포자 발아를

Table 1. Effects on spore germination of *Beauveria bassiana* GHA of different fungicides

Fungicides	Concentration (x times of recommcended concentration)	Conidia germination (%)		
		Mixing time of conidia and fungicide solution (hr)		
		0.5	2	4
Control	-	51.1±5.0 A[b]	50.3±8.6 A	53.9±8.5 A
Azoxystrobin	0.25	3.9±3.8 a[a]B	2.9±2.9 a B	6.0±5.5 a B
	0.5	2.0±1.9 a B	1.9±1.9 a B	4.6±4.2 a B
	1	1.1±0.9 a B	1.7±1.7 a B	4.2±4.2 a B
	2	1.4±1.4 a B	0.5±0.5 a B	3.0±2.5 a B
Triflumizole	0.25	30.9±8.2 a AB	44.4±1.3 a A	38.1±9.4 a A
	0.5	31.9±8.2 a AB	41.9±3.9 a A	33.6±11.0 a A
	1	29.0±6.2 a AB	37.2±2.0 a A	34.2±7.4 a A
	2	27.3±6.5 a B	31.5±3.8 a A	31.0±13.3 a A
Fenarimol	0.25	45.4±8.1 a A	53.3±1.7 a A	49.3±9.4 a A
	0.5	46.5±10.2 a A	52.7±5.3 a A	50.0±10.8 a A
	1	45.1±11.0 a A	52.5±4.6 a A	46.5±9.0 a A
	2	40.3±8.0 a A	50.5±4.1 a A	41.3±8.1 a A
Dimethomorph	0.25	0.0±0.0 a B	0.0±0.0 a B	0.4±0.4 a B
	0.5	0.4±0.4 a B	0.0±0.0 a B	0.2±0.2 a B
	1	0.0±0.0 a B	0.0±0.0 a B	0.0±0.0 a B
	2	0.0±0.0 a B	0.0±0.0 a B	0.0±0.0 a B
Ethaboxam	0.25	45.9±11.3a A	58.7±3.6 a A	49.1±13.4 a A
	0.5	48.9±8.0 a A	56.9±3.2 a A	47.7±7.8 a A
	1	51.1±1.8 a A	60.0±3.0 a A	61.5±7.0 a A
	2	53.3±0.8 a A	60.9±3.3 a A	63.2±6.3 a A
Propineb	0.25	11.8±3.9 a B	14.8±4.2 a B	12.1±4.7 a B
	0.5	13.0±3.1 a B	14.6±3.7 a B	15.9±1.4 a B
	1	5.8±1.7 a B	5.7±1.6 a B	6.1±0.4 a B
	2	2.2±1.5 a B	2.2±1.4 a B	0.8±0.5 a B
Copper hydroxide	0.25	48.9±2.7 a AB	61.0±8.6 a A	62.6±8.2 a A
	0.5	47.0±4.9 a AB	58.8±9.7 a A	56.3±5.9 a A
	1	43.7±4.0 a AB	57.5±4.8 a A	55.6±4.2 a A
	2	31.2±3.8 a B	44.0±8.7 a A	49.4±11.1 a A
Tetraconazole	0.25	49.9±2.7 a A	58.3±8.6 a A	58.1±6.8 a A
	0.5	46.7±3.8 a A	55.2±4.8 a A	50.4±7.2 a A
	1	44.0±4.4 a A	50.0±7.6 a A	49.2±6.3 a A
	2	43.5±4.6 a A	49.5±7.3 a A	50.1±6.5 a A

[a]Means within the same row followed by the same letter are not significantly different by by Tukey's Studentized Range (HSD) tests.
[b]Means within the same column followed by the same letter are not significantly different by Tukey's Studentized Range (HSD) tests.
*The incubation times with 0.5, 2, and 4 hours were subjected for 4 different concentrations of 8 fungicides based on recommended concentration; Azoxystrobin (recommended concentration 100 ppm), Triflumizole (895 ppm), Fenarimol (30 ppm), Dimethomorph (250 ppm), Ethaboxam (250 ppm), Propineb (280 ppm), Copper hydroxide (770 ppm) and Tetraconazole (120 ppm). The suspension mixed with spores and fungicide solution was cultured on PDA for 7 days at 25±1°C.

억제하는 살균제는 모든 처리농도에서 포자 발아를 억제하였으나, 트리플루미나졸 만이 농도가 증가함에 따라 포자발아 억제 정도가 증가하는 경향을 보였다. 모든 살균제가 동일 농도에서 혼합 시간 증가에 따른 발아 감소는 없었다.

bassiana GHA의 균사 성장에 미치는 영향은 포자발아와

Table 2. Effects on mycelial growth of fungus *Beauveria bassiana* GHA of different fungicides

Fungicides	Concentration (x times of recommcended concentration)	Mycelial growth (%)		
		Mixing time of conidia and fungicide solution (hr)		
		0.5	2	4
Control	-	21.9±1.3 A[b]	23.3±1.3 A	19.5±1.4 A
Azoxystrobin	0.25	16.2±0.6 a[a]B	16.7±1.3 a B	15.7±0.8 a AB
	0.5	15.7±0.6 a B	15.9±0.7 a B	15.9±0.2 a B
	1	16.1±0.2 a B	16.5±1.4 a B	15.3±0.3 a B
	2	15.2±0.2 a B	16.0±1.7 a B	15.7±0.4 a B
Triflumizole	0.25	15.8±1.3 a B	11.5±1.3 a B	11.1±1.0 a B
	0.5	10.1±1.1 a C	9.2±0.8 a B	9.5±1.0 a B
	1	8.0±0.0 a C	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B
	2	8.0±0.0 a C	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B
Fenarimol	0.25	16.0±1.1 a B	15.1±0.3 a B	15.7±0.8 a AB
	0.5	15.2±1.2 a B	14.7±0.5 a B	14.7±1.7 a AB
	1	15.3±1.2 a B	14.1±1.2 a B	14.0±1.0 a AB
	2	13.9±1.1 a B	13.3±1.1 a B	12.7±1.2 a B
Dimethomorph	0.25	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B
	0.5	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B
	1	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B
	2	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B	8.0±0.0 a B
Ethaboxam	0.25	21.9±1.4 a A	21.6±1.7 a A	21.8±1.9 a A
	0.5	22.1±1.2 a A	22.1±1.3 a A	21.9±2.2 a A
	1	21.1±1.2 a A	21.8±1.3 a A	21.5±2.1 a A
	2	21.3±1.2 a A	21.8±1.8 a A	21.9±2.2 a A
Propineb	0.25	14.8±1.2 a B	15.0±1.1 a B	15.5±1.6 a AB
	0.5	10.9±1.1 a BC	12.0±1.5 a BC	12.0±1.3 a BC
	1	8.0±0.0 a C	9.1±1.1 a C	9.2±1.2 a C
	2	8.0±0.0 a C	8.0±0.0 a C	8.0±0.0 a C
Copper hydroxide	0.25	22.5±1.4 a A	21.6±1.2 a A	22.4±1.3 a A
	0.5	21.3±1.0 a A	21.5±1.4 a A	20.9±1.0 a A
	1	21.2±1.2 a A	21.1±1.3 a A	20.4±1.5 a A
	2	21.0±1.3 a A	21.6±1.0 a A	20.6±1.4 a A
Tetraconazole	0.25	15.7±1.3 a B	14.3±1.0 a B	14.6±1.2 a AB
	0.5	13.9±1.3 a B	13.8±0.7 a B	13.5±1.1 a B
	1	13.1±0.9 a B	12.6±0.6 a B	12.2±0.8 a B
	2	10.8±0.8 a B	10.8±0.3 a B	10.6±0.6 a B

[a]Means within the same row followed by the same letter are not significantly different by by Tukey's Studentized Range (HSD) tests.
[b]Means within the same column followed by the same letter are not significantly different by by Tukey's Studentized Range (HSD) tests.
*The Incubation times with 0.5, 2, and 4 hours were subjected for 4 different concentrations of 8 fungicides based on recommended concentration; Azoxystrobin (recommended concentration 100 ppm), Triflumizole (895 ppm), Fenarimol (30 ppm), Dimethomorph (250 ppm), Ethaboxam (250 ppm), Propineb (280 ppm), Copper hydroxide (770 ppm) and Tetraconazole (120 ppm). The suspension mixed with spores and fungicide solution was cultured on PDA for 7 days at 25±1°C.

마찬가지로 살균제의 종류에 따라 다르게 나타났는데, 아족시스트로빈(0.5시간 혼합, F = 15.31, df = 4, 10, P = 0.0003; 2시간 혼합, F = 5.81, df = 4, 10, P = 0.0111; 4시간 혼합, F = 4.98, df = 4, 10, P = 0.0181), 트리플루미나졸(0.5시간 혼합, F = 27.33, df = 4, 10, P = 0.0001; 2시간 혼합, F = 54.91, df = 4, 10, P = 0.0001; 4시간 혼합, F = 29.8, df = 4, 10, P = 0.0181), 페나리몰(0.5시간 혼합, F = 7.07, df = 4, 10, P = 0.0057; 2시간 혼합, F = 18.42, df = 4, 10, P = 0.0001; 4시간 혼합, F = 4.17, df = 4, 10, P = 0.0305), 디메토모르프(0.5시간 혼합, F = 57.46, df = 4, 10, P = 0.0001; 2시간 혼합, F = 18.55, df = 4, 10, P = 0.0016; 4시간 혼합, F = 672.1, df = 4, 10, P = 0.0001), 프로피넵(0.5시간 혼합, F = 37.32, df = 4, 10, P = 0.0001; 2시간 혼합, F = 30.19, df = 4, 10, P = 0.0001; 4시간 혼합, F = 14.32, df = 4, 10, P = 0.0004), 테트라코나졸(0.5시간 혼합, F = 14.02, df = 4, 10, P = 0.0004; 2시간 혼합, F = 33.76, df = 4, 10, P = 0.0001; 4시간 혼합, F = 9.91, df = 4, 10, P = 0.0017)은 균사 성장을 억제하였다(Table 2). 균사성장을 억제하는 살균제 중 트리플루미나졸, 프로피넵 그리고 테트라코나졸은 농도가 증가함에 따라 균사 성장 억제도 높은 것으로 조사되었으나, 혼합시간은 영향을 미치지 않았다. 조사된 8개의 살균제 중 포자발아와 균사 성장을 모두 억제하는 농약은 아족시스트로빈, 디메토모르프, 프로피넵이었으며, 트리플루미나졸, 페나리몰, 테트라코나졸은 균사 성장만을 억제하였다.

한 포장에서 재배하는 작물에 발생하는 병해충 방제를 위해 화학적 방제인자와 생물적 방제인자가 동시에 사용될 수 있기 때문에 각 방제 인자간의 상호작용이 고려되어야만 한다. 특히 미생물을 직접 병해충에 사용할 경우 화학농약의 영향이 예상되고 있어, 환경 친화적인 병해충 종합 방제를 위해 화학 농약 중 살균제가 곰팡이 살충제의 생존 및 방제에 미치는 영향을 조사하여 이에 대한 정보를 제공하는 것이 중요하다.

식물병 방제에 많이 사용되는 프로피넵은 본 연구에 사용된 GHA 균주의 포자 발아와 균사 성장에 상당한 영향을 미치는 것으로 조사되었는데, 이 화학 살균제는 목화진딧물 방제용으로 개발된 *L. attenuatum* 균주의 포자발아와 균사성장도 억제시키는 균으로 보고되었다(Kim and Kim, 2007). 아족시스트로빈은 *L. attenuatum* 균주에는 포자 발아는 억제하였으나 균사 성장에는 영향을 미치지 않았으나(Kim and Kim, 2007), 본 연구에 사용된 *B. bassiana* GHA 균주의 포자 발아 및 균사성장을 억제하는 것으로 조사되었다. 아족시스트로빈은 실내실험에서 꿀벌부채명나방(*Galleria mellonella*)에 병원성이 있는 *Isaria fumosorosea* 균주에 부정적인 영향을 미치나, 어떤 살균제는 포장에서 곤충병원성 곰팡이의 병원성에 전혀 또는 거의 영향이 없다고 보고하였다(Shah *et al*., 2009). 하지만 아족시스트로빈, 디메소모르포, 트리플루미졸은 미국에서 곰팡이 살충제로 등록되어 있는 *Metarhzium anisolpiae* F52 균주의 포자발아와 균사 성장을 억제하였다. 그러나 아족시스트로빈과 디메소모르프는 이 균주와 토양에 처리시 균의 밀도에 영향을 미치지 않았으나, 디메소모르프는 근권에서 이 균의 밀도를 감소시키는 것으로 조사되었다(Bruck, 2009).

이 결과들은 곤충병원성 곰팡이에 대한 살균제의 영향은 살균제 및 미생물 살충제에 사용되는 곰팡이 균주 그리고 균주의 발육 단계에 따라 다른 것으로 확인되었다. 따라서, 진딧물 방제를 위해 사용되는 미생물 살충제 보타니가드 이용시 동일 포장에 다른 병 방제를 위해 살포되는 살균제 선정 또는 혼합 살포용 살균제 선정시 주의가 필요하다. 앞으로 본 연구에서 사용된 보타니가드와 살균제가 작물에 살포될 때 미생물 살충제의 방제 효과에 영향을 미치지 않는 안전 사용기간 설정을 위한 연구를 수행할 예정이다.

적 요

작물 재배 중 발생하는 다양한 병해충 방제를 위해 화학농약이 단독 또는 혼합제로 사용되고 있어, 살균제가 곰팡이 살충제 보타니가드(*Beauveria bassiana* GHA)의 포자 발아 및 균사 성장에 미치는 영향을 조사하였다. 오이 병 방제에 많이 사용되는 8개의 살균제를 4개 농도의 용액으로 만들어 곰팡이 살충제(보타니가드) 포자와 0.5, 2, 4시간 동안 혼합한 후 포자 발아와 균사 성장에 미치는 영향을 조사하였다. 살균제 트리플루미나졸, 페나리몰, 에타복삼, 코퍼하이드록사이드, 테트라코나졸은 포자발아와 균사 성장에도 영향이 없었으나 트리플루미나졸, 프로피넵, 테트라코나졸은 높은 농도에서 균사 성장 억제력이 증가하는 경향을 보였다. 살균제와 포자의 혼합시간은 포자발아와 균사성장에 영향을 미치지 않았다. 이러한 결과는 곰팡이 살충제와 살균제 혼합 또는 동일 포장 처리시 상호영향을 조사한 후 처리하여야 함을 의미한다.

감사의 글

본 연구는 국립농업과학원의 기관고유사업(PJ00684803)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

Bruck, D. J. 2009. Impact of fungicides on *Metarhizium anisopliae* in the rhizosphere, bulk soil and in vitro. *Biol. Control.* 54: 597-606.

Faria, M. R. and Wraight. S. P. 2007. Mycoinsecticides and mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biol. Control.* 43:237-256.

Kim, J. J., and Kim, K. C. 2007. Compatibility of Entomopathogenic fungus *Lecanicillium attenuatum* and Pesticides to control Cotton Aphid, Aphis gossypii. *Internl. J. Indust. Entomol.* 14:143-146.

Kim, J. J. 2011. Characteristics and instructions of Entomopathogens to use pest control. In: Field Manual of Agricultural Microorganisms for farmer's use, pp. 63-70. Eds. J. S. Suh. Sammi Planning Press, Suwon, Korea.

Kouassi, M., Coderre, D. and Todorova, S. I. 2003. Effects of the timing of applications on the incompatibility of three fungicides and one isolate of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina). *J. Appl. Entomol.* 127:421-426.

Ragsdale, D. W. 2008. Fungicides: Do they adversely affect beneficial insect pathogens in multiple cropping systems. Proceedings of the 2008 Illinois Crop Protection Technology Conference, Published by University of Illinois Extension. pp. 100. 54-66.

Shah, F. A., Ansari, M. A., Watkins, J., Phelps, Cross, Z. J. and Butt, T. M. 2009. Influence of Commercial Fungicides on the Germination, Growth and Virulence of Four Species of Entomopathogenic Fungi. *Biocon. Sci. Technol.* 19:743-753.