

Paecilomyces fumosoroseus SFP-198의 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)에 대한 살충성 검정과 온실에서 방제 효과

심희진 · 김순기 · Yang Ziwen · 제연호 · 강석권

서울대학교 농업생명과학대학 응용생물화학부

요약 : 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)의 방제를 위하여, 우리 나라 산림토양과 병사충으로부터 수종의 곤충병원성 곰팡이들을 분리하였다. 그 중 비교적 높은 독성을 보이는 세가지 균주를 선택하고 각각 *Beauveria* 속 SFB-582, *Paecilomyces fumosoroseus* SFP-198 및 *Verticillium* 속 SFV-1053이라 명명하였다. 특히 *P. fumosoroseus* SFP-198은 10^7 conidia/ml 농도에서 가장 높은 살충성($91.4 \pm 3.5\%$)을 보였다. 실제 온실에서 온실가루이 유충의 성장정도에 따른 *P. fumosoroseus* SFP-198의 방제 효과는 기존에 보고된 균주인 *V. lecanii* F-903과 비슷하게 80-90%를 보였으며, 미생물 살충제로 제제화하기 위해 수화 보조제와 다른 첨가물을 가한 제제를 시설 하우스에 적용한 결과 수화 보조제로 Silwet L-77을 사용하였을 때 90% 이상의 방제 효과를 보여줌으로써 *P. fumosoroseus* SFP-198이 온실가루이 방제에 있어서 유용한 균주로 판단되어진다.(1999년 1월 18일 접수, 1999년 4월 30일 수리)

Key words : entomopathogenic fungi, *Paecilomyces fumosoroseus*, greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*.

서 론

온실가루이는 Homoptera(매미목)의 Aleyrodidae(가루이과)에 속하며 알부터 성충에 이르기까지 작물의 잎 뒷면에 붙어서 흡즙하기 때문에 작물의 생육에 장애를 일으켜 잎의 퇴색, 왜소, 낙엽고사와 같은 피해를 일으키고, 이들이 분비하는 감로에 의해 그을음병이 유발되어 상품 가치를 저하시킬 뿐만 아니라 바이러스를 매개하는 등 그 피해가 크다(박, 1996).

최근 우리 나라에서 시설재배 면적의 증가는 이 해충의 월동과 번식에 좋은 조건을 제공하고 있다. 또한 이들은 기주 범위가 넓고 침입 직후 급격히 피해 밀도를 형성하며 각 충태가 쉬여 살기 때문에 방제하기 어렵다. 특히 알 및 번데기 기간에는 화학 약제에 강함을 보이기 때문에(최 등, 1992) 방제를 위해서는 여러 번의 약제 살포가 필수적이나, 온실이라는 밀폐된 환경특성을 고려할 때 화학약제의 살포를 최소화하여야 하므로(Brouwer 등, 1992; Illing, 1997) 생물적 방제를 도입하는 종합적인 방제가 요구되고 있다.

생물적 방제 방법으로는 크게 천적 기생봉(*Encarsia formosa*)과 곰팡이를 이용하는 방법을 들 수 있는데, 기생봉의 경우에는 아직까지 큰 효과를 거두지 못하였다(Hall, 1982). 천적 곰팡이로는 *Aschersonia aleyrodes*와 *Verticillium lecanii*가 온실가루이에 병원성이 있는 것으로 일찍이 보고되었으며(Kanagaratnam 등 1982; Franson 등, 1987) 최근에는 *B. bassiana*와 *P. fumosoroseus*도 온실가루이에 병원성을 보인다는 연구가 보고되었다(이 등, 1997). 현재 우리 나라에서는 온실가루이 방제를 위한 생물적 방제 방법이 아직까지 실용화되지 않았으므로 본 연구를 통해 새로운 균주를 분리하고 실제 방제에 적용함으로써 미생물살충제 개발에 기여하고자하였다.

재료 및 방법

곤충병원성 곰팡이의 분리 및 선발

실험에 사용된 곤충병원성 곰팡이의 균주명, 종류, 분리원은 표 1에 제시하였다. SFB-3B, SFB-4B 균주는 농촌진흥청 농업과학기술원 잠사곤충연구부로부터 사충을 받아 분리하여 사용하였고, 그 외의 균주는 우

*연락저자

Table 1. Isolation of entomopathogenic fungi against the 4th instar larvae of *T. vaporariorum*^{a)}

Isolate No.	Isolated from	Identification	Pathogenicity ^{b)}
SFB-3B	<i>Bombyx mori</i>	<i>Beauveria</i> sp.	+
SFB-4B	<i>Bombyx mori</i>	<i>Beauveria</i> sp.	-
SFB-582	Soil	<i>Beauveria</i> sp.	++
SFP-198	Soil	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	++
SFV-51	Soil	<i>Verticillium</i> sp.	-
SFV-1053	Soil	<i>Verticillium</i> sp.	++

^{a)}4th instar larvae of *T. vaporariorum* were inoculated by dipping in a conidial suspension containing 1×10^6 conidia/ml.

^{b)}Pathogenicity was determined seven days after inoculation.

-, not pathogenic; +, mortality was <50%; ++, mortality was >50%.

리 나라의 산림토양으로부터 분리하였다. 전국에서 채집한 토양 시료를 0.02% Tween 80(Sigma) 용액에 현탁한 후 적당량 희석하여 항생제(Ampicillin 50µg/ml)가 첨가된 Sabouraud dextrose agar with yeast extract 배지(SDA+Y, 4% dextrose, 1% bacto-pepton, 0.2% yeast extract, 1.5% agar powder)에 도말하고 20°C에서 3일간 배양한 다음 생성된 콜로니들을 분리하여 각각 배양한 후 누에와 솔잎혹파리를 실험 곤충으로 하여 곤충병원성 곰팡이를 선발하였다. 선발한 곰팡이는 slide culture 방법(Laycey, 1996)을 이용하여 위상차 현미경(Nikon, Type 104)으로 관찰하고 동정하였다.

온실가루이 사육

온실가루이 기주 식물은 '월광' 토마토(서울종묘)를 사용하였으며, 25±5°C 상대습도 75±5% 조건의 유리 온실에서 망사를 씌워 재배하였다. 토마토 묘의 키가 약 30 cm이고, 5개 정도의 가지를 갖추게 되면, 망사 안에 온실가루이 성충을 방사하여 산란을 유도하였다. 3일 후에 잎 뒷면에 붙어있는 성충을 떨어내고 새 망사 안에 묘를 옮겨넣은 다음 흡충관으로 잎에 붙어 있는 성충을 제거하고 온실가루이 유충을 사육하였다. 일정 기간이 경과한 후, 육안 관찰과 해부현미경 관찰을 통해 유충이 부착된 토마토 잎을 선별하여 살충성 검정에 사용하였다.

실내 살충성 검정

SDA+Y배지에 14일 간 배양한 곤충병원성 곰팡이

포자를 0.02% Tween 80 용액에 1분간 흔들어서 현탁하고, 거즈를 이용하여 균사체를 제거한 다음 현탁된 포자의 농도는 혈구계측기를 이용하여 측정하였다. 온실가루이 4령충이 붙어있는 토마토 잎을 따서 약 2.0×2.0 cm 크기에 8~10마리의 온실가루이가 들어가도록 자른 다음, 1×10^6 conidia/ml 농도의 곰팡이 현탁액에 1분간 침지한 후 습도 유지를 위해 1.5% water agar plate(87×15 mm) 위에 옮겼다. 침지한 조각 잎 2개씩을 한 개의 처리구로 3 반복하여 parafilm으로 밀봉한 후 25°C, 12시간/일 명조조건에서 7일 간 배양하며 매일 관찰하였다(Drummond 등, 1987). 사충 발생여부는 곰팡이가 온실가루이 유충 표면을 뚫고 나와 육안으로 균사를 관찰할 수 있을 때를 기준으로 하였다.

살충성이 높은 것으로 선발된 균주들에 대해서는 포자 농도별로 살충성을 검정하였다. 1×10^5 , 10^6 , 10^7 conidia/ml 농도의 포자현탁액을 사용하여 위와 동일한 방법으로 사충율을 측정하였다.

유리온실에서 곤충병원성 곰팡이의 온실가루이에 대한 방제 효과

실제 온실에서 선발한 곰팡이 포자를 단독으로 처리하였을 때 온실가루이의 성장 정도에 따른 방제효과를 알아보기 위하여 다음과 같이 실시하였다. 앞의 실내 실험에서 선발한 *P. fumosoroseus* SFP-198과, 대조 균주로서는 높은 살충성을 보이는 것으로 이미 보고된 *Verticillium lecanii* F-903(이 등, 1997)을 실험균주로 하였다. 실험에 사용한 곰팡이 포자의 수거는

앞에서 설명한 바와 같으며 농도는 5×10^7 conidia/ml 이 되도록 하였다. 성충 제거 8, 12, 15, 18일 후에 해부 현미경을 이용하여 잎 뒷면에 붙어있는 온실가루이 알 또는 유충 수를 조사한 후에 hand carry sprayer를 이용하여 포자 현탁액을 잎 뒷면이 충분히 젖도록 살포하고 투명한 비닐을 씌워 95% 이상의 습도를 일정하게 유지시켰다(Franson 등, 1987). 7일 간 매일 사충 여부를 관찰하였고, 7일 이후에 곰팡이 감염 여부를 확인하여 처리 전과 처리 후의 생충수 대비 방제가(protective value)를 산출하였다(Ahm 등, 1993). 잎 한 개를 1 반복으로 하여 3 반복하였으며, 대조구에는 0.02% Tween 80 용액만을 처리하여 각 처리 일마다 3 반복하였다.

온실가루이 방제를 위한 곰팡이 살충제 제제화

P. fumosoroseus SFP-198을 원료로 한 온실가루이 방제제를 개발하기 위하여 펠렛 배지를 이용하여 대량으로 배양(서 등, 1996) 후 바람을 이용하여 순수하게 수거한 *P. fumosoroseus* SFP-198 포자 가루에 수화 보조제(Silwet L-77과 Agrimax 3) 및 다른 첨가물(포도당, oil(mineral oil; Light white oil, Sigma))을 가하여 4가지 제제를 제조하였다(표 4). Oil을 첨가한 제제는 액제(유화제)형태로 살포 직전 제조하고, 그 외의 제제는 분말형태의 수화제로 제조한 후 살포 직전 상수(tab water)에 현탁하였다. *V. lecanii* F-903의 대량 생산은 서 등(1996)이 보고한 배양 체계를 변형하여 실시하였다. 곱게 간 밀기울 가루 50g에 1차 증류수 100 ml를 부어 반죽한 다음 멸균 가능한 철제 용기($23 \times 23 \times 3$ cm)에 평평하게 깔고 폴리프로필렌 백에 넣어 밀봉한 후 121°C 에서 15분간 멸균하였다. 곰팡이 접종은 SDB+Y 배지에서 25°C , 160 rpm으로 4일간 교반 배양한 것을 접종원으로 하고, 멸균된 피펫을 이용하여 배양용기 당 1×10^7 개의 단균사를 접종한 후 25°C 에서 배양하였다. 접종 2주일 후 멸균된 증류수에 적신 미술용 붓으로 포자를 수거하여 SFP-198 제제와 같은 조성으로 살포직전 제조하였다. 모든 제제의 현탁액 내 곰팡이 포자 농도는 1×10^8 conidia/ml이 되도록 하였다.

시설 하우스에서의 미생물 제제의 살충효과

제제의 살충성 검정 실험은 수원시 농업과학기술원 잠사곤충연구부 소재 비닐 하우스에서 실시하였다. 1.5 m 길이의 토마토 스톨 네 주를 임의로 선발하여 한 주 당 두 잎씩 1내지 2령의 유충이 가해하고 있는 잎을 선별, 7일 간 망을 씌워 더 이상의 산란을 방지한 후에, 망을 제거하고 유충수를 조사한 다음 한 잎에 50마리 전후가 1 반복이 되도록 하고 제제 당 4 반복하였다. 제제는 일몰직후에 hand carry sprayer를 이용하여 잎이 충분히 젖도록 1회 살포한 후 7일간 방치하였다. 이 때 대조구에는 각각 Silwet L-77 (0.05%), Agrimax 3(0.15%)를 처리하였고, 제제 살포 7일 후 모든 처리구의 생충율을 조사하여 무처리구의 생충율과 비교함으로써 방제가를 산출하였다.

결과 및 고찰

온실가루이에 대한 살충성 곰팡이의 선발

1차 선발된 곤충병원성 곰팡이의 온실가루이에 대한 살충성을 비교하기 위하여 4령 유충의 온실가루이를 대상으로 생물검정을 실시하였다(표 1). 실험에 사용한 균주는 국내 산림토양과 병사충으로부터 분리한 것으로 *Beauveria* 속 3균주, *P. fumosoroseus* 한 균주, *Verticillium* 속 두 균주였고 1×10^6 conidia/ml의 분생포자 농도로 살충성을 조사한 결과, SFB-3B, SFB-4B 및 SFV-51의 경우 온실가루이에 대한 병원성이 없거나 50%이하의 낮은 살충성을 보이는 반면, SFB-582, SFP-198 및 SFV-1053 균주는 각각 50% 이상의 살충성을 보였다.

선발한 균주의 분생포자 농도별 살충성 검정

앞의 살충성 검정을 통해 선발한 3균주에 대해 분생포자의 농도를 1×10^5 , 10^6 , 10^7 conidia/ml로 하여 온실가루이에 대한 살충성을 비교 조사하였다(표 2).

우선 분생포자의 농도가 1×10^5 conidia/ml인 경우 세 균주 모두 50% 이하의 낮은 살충성을 보였고 균주간의 차이는 없었다. 그러나 1×10^6 conidia/ml의 경우 SFV-1053과 SFP-198의 살충성이 SFB-582에 비해 비교적 높게 나타났다.

1×10^7 conidia/ml에서는 SFV-1053과 SFP-198은 각각 84.1%와 91.4%로 SFB-582 균주의 56.8% 치사율보

Table 2. Percentage mortality^{a)} of entomopathogenic fungi against 4th instar larvae of *T. vaporariorum*

Isolate	Mortality(%) of conidial concentration ^{b)}			LC ₅₀ (conidia/ml)
	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	
SFV-1053	42.8±14.9	64.0±5.8	84.1±5.3	5.43 × 10 ⁵
SFP-198	46.6±3.0	66.0±8.5	91.4±3.5	3.33 × 10 ⁵
SFB-582	35.0±9.3	50.8±11.7	56.8±7.0	2.21 × 10 ⁶

^{a)}Mortality(%) was determined seven days after inoculation.

^{b)}Concentration was expressed as conidia/ml.

다 훨씬 높은 살충성을 나타내었다.

특히 SFP-198의 경우 모든 처리 농도에서 살충성이 가장 높게 나타났으며, LC₅₀ 값이 3.33×10⁵ conidia/ml로 이후 온실가루이 방제에 있어 가장 유효한 균주로 판단되었다.

유리온실에서 온실가루이에 대한 *Paecilomyces fumosoroseus* SFP-198의 방제 효과

이전의 보고 중 실내 병원성 검정에서 높은 병원성을 나타내었던 *V. lecanii* F-903(이 등, 1997)과 본 실험에서 가장 높은 병원성을 보인 *P. fumosoroseus* SFP-198 포자의 온실에서의 온실가루이에 대한 방제 효과를 비교 조사하였다.

표 3에서와 같이 두 균주 모두 8일 째 되는 날 처리한 경우를 제외하고 80%이상의 방제가를 보여 유충의 성장 정도에 관계없이 적용할 수 있는 것으로 확인되었으며 현재 해외에서 시판되고 있는 *V. lecanii*

를 원료로한 살충제와 더불어 국내에서의 새로운 제품의 개발 가능성을 확인하였다.

온실가루이 미생물 제제의 시설 하우스에서의 효과

P. fumosoroseus SFP-198과 *V. lecanii* F-903의 온실가루이 방제용 미생물 제제를 제조하고 시설 하우스에서 그 효과를 검정하였다(표 4). 제제의 처리는 일몰 직후에 하였으며, 7일간 방치하였다. 7일 동안 하우스 내 온도는 21~34℃, 습도는 62~90%였다. 실제 시설하우스 내의 제제 처리 농도는 95% 이상의 일정한 습도를 유지시켜준 유리온실에서의 조건과 차이가 있음을 고려하여 비교적 고농도인 1×10⁸ conidia/ml로 결정하였고, 동일 조건 내 각 제형간의 방제가를 비교분석함으로써 가장 적합한 보조제를 선별하고자 하였다.

7일 후 생충률을 조사한 결과 무처리구의 생충률은 100%였으며, 곰팡이 제제 처리구에서는 수화 보조제

Table 3. Influence of *P. fumosoroseus* SFP-198 and *V. lecanii* F-903 on *T. vaporariorum*^{a)} when treated at different time after egg laying

Day of Treatment after egg laying	No. Insects ^{b)}			Survival rate(%)			Protective value ^{d)} (%)	
	Control ^{c)}	Treated		Control	Treated		SFP-198	F-903
		SFP-198	F-903		SFP-198	F-903		
8	122	154	136	83.6±4.1	21.4±3.7	17.6±4.1	74.4	78.9
12	78	166	186	92.3±3.9	13.9±2.6	17.2±0.4	85.5	81.4
15	103	120	135	95.2±4.0	8.3±3.6	12.6±4.5	90.0	86.7
18	98	134	180	98.0±2.9	16.4±5.6	18.3±2.6	83.2	81.3

^{a)}*T. vaporariorum* larvae were inoculated by spraying with a suspension containing 5×10⁷conidia/ml, ^{b)}number of larvae before treatment, ^{c)}Control was treated with only 0.02% Tween-80 solution, ^{d)}PV=(1-T_a/T_b×U_b/U_a)×100, T_a=number of larvae on treated leaf seven days after treatment; T_b=number of larvae on treated leaf before treatment; U_b=number of larvae on untreated leaf before treatment; U_a=number of larvae on untreated leaf seven days after treatment(Ahn et al, 1993).

Table 4. Effect of formulation of *P. fumosoroseus* SFP-198 and *V. lecanii* F-903 on the field population of *T. vaporariorum*

Protective value (PV, %)	Formulation ^{a)}						
	SFP-198	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	S	A
		95.6±3.5	61.2±1.4	90.5±8.6	98.8±0.3	48.9±4.4	43.6±4.6
	F-903	97.7±2.4	66.7±2.1	86.1±1.6	97.6±3.1		

^{a)}Type 1, Silwet L-77, 0.05%; Type 2, Agrimax 3, 0.15%; Type 3, Silwet L-77, 0.05%, glucose, 0.6%; Type 4, Silwet L-77, 0.05%, oil, 1.5%, DBS, 0.17%; S, Silwet L-77, 0.05% only; A, Agrimax 3, 0.15% only; The concentration of all formulation types is 1×10^8 conidia/ml.

로 Silwet L-77을 사용했을 때(제형 1) SFP-198과 F-903이 각각 $95.6 \pm 3.5\%$ 와 $97.7 \pm 2.4\%$ 의 방제가를 보여 이 수화보조제가 효과적임을 알 수 있었으며 두 균주 간의 차이는 크게 나타나지 않았다.

그리고 첨가물이 가해진 제제(제형 3과 4)의 방제가 (SFP-198, 90.5 ± 8.6 , $98.8 \pm 0.3\%$; F-903, 86.1 ± 1.6 , 97.6 ± 3.1)와의 비교에 있어서도 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 수화보조제만을 첨가하는 것이 좀 더 경제적인 것으로 판단된다.

제형 2의 방제가가 수화보조제 단독으로 사용했을 때보다 높지 않은 결과로 나타난 것은 Agrimax 3가 곰팡이 포자의 활성에 영향을 주기 때문인 것으로 보인다. 수화보조제인 Silwet L-77, Agrimax 3가 온실가루이에 독성이 있는 것으로 나타나 온실가루이 천적 기생봉에도 영향을 줄 가능성이 있기 때문에 이 부분에 대한 연구가 뒤따라야 하겠다.

또한 *V. lecanii* F-903은 배지에 밀착된 형태로 자라고 분생포자가 잘 날리지 않는 특징이 있어 순수하게 포자를 분리하기 위한 배양방법과 수거방법이 개발되어야 할 것이다.

이상의 결과로 온실가루이 방제에 있어서 새로이 분리된 *P. fumosoroseus* SFP-198은 실내 실험에서 가장 높은 병원성을 보임과 동시에 온실에서도 기존에 보고된 *V. lecanii* F-903 균주와 비슷한 방제효과를 보였고, 대량생산을 통해 국내에서도 미생물 살충제의 개발이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 여름철 고온이 지속되는 온실에서의 곰팡이 생육 조건에 알맞은 제제의 개발과 제제의 안정성 실험과 더불어 다른 온실가루이 천적에의 영향도 연구되어야 할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업특정연구개발과제와 서울대학교 농업생명과학대학 농업생물신소재 연구센터의 지원에 의해 수행되었다.

인용문헌

- Ahn, Y. J., A. Kwon, J. K. Yoo and S. J. Byun (1993) Toxicity of flufenoxuron alone and in mixture with alphacypermethrin or fenbutatin oxide to *Tetranychus urticae* and *Pronychus ulmi*. J. Econ. Entomol. 86:1334~1338.
- Brouwer, D. H., R. Brouwer., G. De Mik., C. L. Maas and J. J. Hemmen (1992) Pesticides in the cultivation of carnations in greenhouses: Part 1-Exposure and concomitant health risk. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 53:575~581.
- Drummond, J., J. B. Heale and A. T. Gillespie (1987) Germination and effect of reduced humidity on expression of pathogenicity in *Verticillium lecanii* against the glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*. Ann. appl. Biol. 111:193~201
- Franson, J. J., K. Winkelman and V. Lenteren (1987) The Differential mortality at various Life Stages of the Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, by infection with the fungus *Aschersonia aleyrodis*. J. Invertebr. Pathol. 50:158~165.
- Hall, R. A. (1982) Control of whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and cotton aphid, *Aphis gossypii* in

- glasshouses by two isolates of the fungus, *Verticillium lecanii*. Ann. appl. Biol. 101:1~11.
- Illing, H. P. (1997) Is working in greenhouses healthy? Evidence concerning the toxic risks that might affect greenhouse workers. Occup. Med. (Oxf). 47:281~293.
- Kanagaratnam, P., R. A. Hall and H. D. Burges (1982) Control of glasshouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, by an 'aphid' strain of the fungus *Verticillium lecanii*. Ann. appl. Biol. 100:213~219.
- Laycey, L. A. (1996) Fungi: Hyphomycetes. pp.213~234. Manual of techniques in insect pathology. Academic Press. San Diego.
- 박종대 (1996) 온실가루이. 농약정보. 7·8월호:30~33.
- 서종복, 진병래, 신상철, 박호용, 이범영, 이창근, 강석권 (1996) 흰곰팡이균(*Beauveria bassiana*) 포자의 대량배양을 위한 고체배지의 개발. 한국잠사학회지 38:31~35.
- 이인기, 심희진, 우수동, 강석권 (1997) 온실가루이 (*Trialeurodes vaporariorum*)에 대한 병원성 곰팡이의 선발. 한국농약과학회지 1:13~17.
- 최귀문, 한만중, 안성복, 이승환, 최동로 (1992) 온실가루이. pp.17~18, 원색도감 화해해충 생태와 방제. 농업과학기술연구소.

Effect of *Paecilomyces fumosoroseus* SFP-198 on greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* in greenhouse
Hee Jin Shim, Soon Kee Kim, Ziwen Yang, Yeon Ho Je and Seok Kwon Kang(Division of Applied Biology and Chemistry, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon, Korea)

Abstract : For the control of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, entomopathogenic fungi were isolated from forest soils and infected insects. We selected three strains, which showed high pathogenicity and named as SFB-582(*Beauveria* sp.), SFP-198(*Paecilomyces fumosoroseus*) and SFV-1053(*Verticillium* sp.) respectively. Particularly, at the concentration of 10^7 conidia/ml, *P. fumosoroseus* SFP-198 had the highest pathogenicity, $91.4 \pm 3.5\%$ in laboratory. In glasshouse application, *P. fumosoroseus* SFP-198 showed high protective values(80~90%) regardless of developmental stages, which were similar with that of *Verticillium lecanii* F-903 already reported. Four kinds of formulations of entomopathogenic fungi were developed, formulation with surfactant Silwet L-77 gave best control of greenhouse whitefly(over 90%). These results suggest that *P. fumosoroseus* SFP-198 is a promising candidate as a microbial pesticide for the control of *T. vaporariorum*.

*Corresponding author (Fax:+82-331-296-0926, E-mail:kskipl@plaza.sun.ac.kr)