

수종의 농림해충에 대한 *Beauveria bassiana* GY1-17 균주의 병원성

Pathogenicities of *Beauveria bassiana* GY1-17 against Some Agro-forest Insect Pests

이상명 · 이동운¹ · 추호렬¹ · 박지웅²

Sang Myeong LEE, Dong Woon LEE¹, Ho Yul CHOO¹ and Ji Woong PARK²

ABSTRACT Biological control of forest insect pests, *Agelastica coerulea*, *Meganola melancholia*, and *Glyphodes perspectalis*, turfgrass insect pest, *Blitopertha orientalis*, vegetable insect pests, *Plutella xylostella* and *Agrotis segetum* with entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* GY1-17 isolated from rice paddy of Yangsan in the southern part of Korea were investigated. Mortalities of *A. coerulea* and *P. xylostella* larvae were 100% at the rate of 7.0 and 2.0×10^7 conidia/ml after 7 and 5 days and those of *M. melancholia* were 66.7 ~ 100% at the rate of 0.03875 ~ 3.1×10^7 conidia/ml. However, *G. perspectalis* was not affected at the rate of 2.0×10^7 to $\times 10^4$ conidia/ml. And mortalities of *B. orientalis* and *A. segetum* larvae were 46.7% at 3.7×10^7 conidia/ml and 63.3% at 2.5×10^7 conidia/ml.

KEY WORDS entomopathogenic fungi, biological control, *Beauveria bassiana*, pathogenicity, *Agelastica coerulea*, *Meganola melancholica*, *Glyphodes perspectalis*, *Blitopertha orientalis*, *Plutella xylostella*, *Agrotis segetum*

초 록 남부지방에서 분리한 곤충병원성곰팡이 *Beauveria bassiana* GY1-17 균주를 이용하여 산림해충인 오리나무잎벌레 (*Agelastica coerulea*), 밤나무혹나방 (*Meganola melancholica*), 회양목명나방 (*Glyphodes perspectalis*), 잔디해충인 등얼룩풍뎡이 (*Blitopertha orientalis*), 채소해충인 배추좀나방 (*Plutella xylostella*) 및 거세미나방 (*Agrotis segetum*)의 생물적 방제 가능성을 알아보기 위하여 실험한 결과, 오리나무잎벌레와 배추좀나방유충은 $7.0 \sim 2.0 \times 10^7$ conidia/ml 농도에서 처리 7일과 5일후 100%의 치사율을 나타내었다. 밤나무혹나방유충은 $0.03875 \sim 3.1 \times 10^7$ conidia/ml 처리에서 66.7 ~ 100%의 높은 치사율을 보였으나 회양목명나방유충은 $2.0 \times 10^7 \sim 2.0 \times 10^4$ conidia/ml 처리에서도 전혀 치사되지 않았다. 등얼룩풍뎡이유충은 3.7×10^7 conidia/ml 농도에서 46.7%의 치사율을 보였고, 거세미나방유충은 2.5×10^7 conidia/ml 농도에서 63.3%의 치사율을 나타내었다.

검색어 곤충병원성곰팡이, 생물적 방제, *Beauveria bassiana*, 병원성, 오리나무잎벌레, 밤나무혹나방, 회양목명나방, 등얼룩풍뎡이, 배추좀나방, 거세미나방

서 론

농림생태계는 복잡 다양한 해충상으로 구성되어

있고 이러한 해충상은 지역과 계절 및 기주식물의 분포 등에 따라 차이를 보이고 있다. 지금까지는 이들 해충들을 방제하기 위하여 농약 일변도의 화학적 방법을 사용하여 왔으나, 최근 해충의 종합적 방

임업연구원 남부임업시험장, 경남 진주, 660-300 (Nambu Forestry Experiment Station, Forestry Research Institute, Chinju, 660-300, Gyeongnam, Korea)

¹ 경상대학교 농과대학 농생물학과, 경남 진주, 660-701 (Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju, 660-701, Gyeongnam, Korea)

² 동래 베네스트 골프 클럽, 부산광역시 금정구, 609-380 (Dongrae Benest Golf Club, Kumjeonggu, 609-380, Pusan, Korea)

제 개념이 도입·이용되면서 생물적방제인자에도 지대한 관심을 갖게 되었다. 종합적 방제에 활용되는 생물적방제인자는 많지만 곤충병원성곰팡이도 매우 유용한 인자이다(Fuxa, 1978). 곤충병원성곰팡이는 전세계에서 약 500여종이 보고되어 있는데(福原 1991), 이들중 *Beauveria bassiana*와 *Metarhizium anisopliae*가 가장 많이 연구되고 있다(추 등, 1994). *B. bassiana*의 경우 Hu 등(1996)이 허리노린재 *Riptortus linearis*에 대하여 병원성 검정을 하였고, Watt와 Lebrun(1984)은 감자잎벌레의 번데기 밀도에 미치는 영향을, McDowell 등(1990)은 *Elasmodipalpus lignoscllus*알락명나방에 대한 병원성을 Jones 등(1996)은 *Coptotermes formosanus* 흰개미에 대해서, Feng 등(1996)은 개미에 대해서 병원성을 보고하고 있는 등 각종 농작물과 산림해충 방제에 이용되고 있다(Feng과 Johnson 1990). 한편, 생물적 방제 인자를 해충방제에 이용하기 위해서는 해충과 동일서식처를 공유해 온 인자를 이용하는 것이 바람직한데 곤충병원성 곰팡이도 마찬가지이다(Zoberi, 1995). 우리나라에서의 곤충병원성곰팡이 연구는 그렇게 많지가 않다. 즉, 서 등(1995)과 이 등(1996a)이 분포에 관하여 보고하고 있고, 김 등(1982)은 산림해충 방제에의 활용 가능성을, 추 등(1994a)과 이 등(1996b)은 경제적인 대량배양법을, 신 등(1992)과 추 등(1994b, 1996)은 몇몇 해충에 대한 병원성을 검정한 바 있다.

본 실험은 우리나라의 남부지방에서 분리된 *B. bassiana* GY1-17균주를 이용한 몇몇 농림해충의 생물적 방제 가능성을 알아보기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

곤충병원성 곰팡이

곤충병원성 곰팡이는 이 등(1996b)이 경남 양산의 논토양에서 분리한 *B. bassiana* GY1-17균주를 이용하였고, 배양은 PDA (potato dextrose agar 39 g, water 1,000 ml) 배지에서 7일간 1차 배양하였다. 포자의 대량 배양을 위하여 쌀을 1일간 물에 불린 다음 용량 1l의 병벼섯 재배용 플라스틱 용기(가나화학, 충남 천안)에 600cc씩 넣고 2회 살균한 다음 고두밥을 만들어 1차배양한 포자 현탁액 1ml를 접종하여 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 항온기에서 2주간 배양하였다. 그리고 각각의 실험시 포자를 수확하여 실험에 이용하

였다.

오리나무잎벌레 (*Agelastica coerulea*)에 대한 병원성 검정

오리나무잎벌레에 대한 병원성을 검정하기 위하여 고두밥 배지에서 배양한 병원성곰팡이를 살균수에 넣어 혼든 뒤 가아제로 고두밥을 걸러 7×10^7 , $\times 10^6$, $\times 10^5$, $\times 10^4$ conidia/ml 농도로 희석하였다. 희석한 포자현탁액을 500cc의 비이커에 300cc씩 넣고 오리나무 잎을 1분간 침지시킨 다음 20분간 그늘에서 건조시켰다. 그리고 9×1.5 cm 1회용 petri dish에 여과지(Whatman #2) 1매를 깔고 살균수 1ml를 주입한 다음 병원성 곰팡이 현탁액에 침지, 건조 시킨 오리나무 잎을 한장씩 넣었다. 여기에 야외에서 채집하여 실험실에서 사육한 오리나무잎벌레 3령충 10마리씩을 넣었다. 그리고는 수분증발을 방지하기 위하여 비닐팩에 싸서 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 항온기에 보관하면서 7일 후에 병원균에 의한 치사유무를 조사하였다. 대조구는 살균수에 침지시킨 오리나무잎을 이용하였다. 처리는 3반복으로 하였다.

밤나무혹나방 (*Meganola melancholica*)에 대한 병원성 검정

밤나무혹나방에 대한 병원성 검정을 위하여 고두밥 배지에서 배양한 병원성곰팡이를 살균수에 넣어 혼든 뒤 가아제로 고두밥을 걸러 $0.3875 \times$, $0.775 \times$, $1.55 \times$, 3.1×10^7 conidia/ml 농도로 희석하였다. 희석한 포자현탁액을 500cc의 비이커에 300cc씩 넣고 밤나무 잎을 1분간 침지시킨 다음 20분간 그늘에서 건조시켰다. 그리고 9×1.5 cm 1회용 petri dish에 여과지(Whatman #2) 1매를 깔고 살균수 1ml를 주입한 다음 병원성 곰팡이 현탁액에 침지, 건조 시킨 밤나무 잎을 한장씩 넣었다. 여기에 야외에서 채집한 밤나무혹나방 10마리씩을 넣었다. 그리고는 수분증발을 방지하기 위하여 비닐팩에 싸서 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 항온기에 보관하면서 7일 후에 병원균에 의한 치사유무를 조사하였다. 대조구는 살균수에 침지시킨 밤나무잎을 이용하였다. 처리는 3반복으로 하였다. 대조약제로 BT 수화제(*Bacillus thuringiensis*)를 사용하였다.

희양목명나방 (*Glyphodes perspectalis*)에 대한 병원성 검정

회양목명나방에 대한 병원성 검정은 회양목 1년 생가지를 2×10^7 , $\times 10^6$, $\times 10^5$, $\times 10^4$ conidia/ml 농도의 곰팡이 현탁액에 1분간 침지시켜 그늘에서 20분간 건조시킨 뒤 오리나무잎벌레에 대한 병원성 검정과 동일한 방법으로 수행하였다. 그리고 각 petri dish에 회양목명나방 유충 1마리씩을 넣어 10개의 petri dish를 1반복으로 하여 3반복으로 조사하였다. 대조 약제로 deltamethrin 1% EC 1,000배액을 이용하였으며, 처리 7일후 병원성곰팡이에 의한 치사유무를 조사하였다.

등얼룩풍뎡이 (*Blitopertha orientalis*) 유충에 대한 병원성 검정

등얼룩풍뎡이 유충에 대한 병원성 검정을 위하여 $44 \times 33 \times 15$ cm 플라스틱 상자에 벤투그라스(*Agrostis palustris* Huds.)를 이식하고는 15일후 부산 동래 베네스트 골프장에서 채집한 등얼룩풍뎡이 3령충 15마리를 접종하였다. 여기에 곰팡이 현탁액(3.7×10^7 conidia/ml) 4l를 살포한 뒤 실온에 방치하였다. 대조구는 살균수 4l를 살포하였으며, 대조 약제로는 시판되고 있는 fenitrothion 50% EC 1000배액을 물조리개로 4l씩 관주하였다. 처리 2주일 후에 병원성곰팡이에 의한 치사유무를 조사하였다. 각 처리는 3반복으로 하였다.

배추좀나방 (*Plutella xylostella*)에 대한 병원성 검정

배추좀나방에 대한 병원성 검정은 병원성 곰팡이를 $2 \times$, $1 \times$, 0.5×10^7 conidia/ml 농도로 희석하여 실내 pot에서 20일간 키운 배추(춘하왕배추)잎을 1분간 침지시킨 뒤 20분간 그늘에서 건조시켰다. 이 잎을 여과지(Whatman #2) 1매를 깔고 살균수 1ml를 주입한 9×1.5 cm petri dish에 한잎씩 넣고 경남 농촌 진흥원에서 사육중인 화현 계통 3령 유충을 10마리씩 접종하여 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 항온기에 두었으며, 5일 후에 치사율을 조사하였다. 대조구는 물을, 대조 약제로는 prothiofos 50% EC 1,000배액을 이용하였다. 처리는 3반복으로 수행하였다.

거세미나방 (*Agrotis segetum*)에 대한 병원성 검정

거세미나방 유충에 대한 병원성 검정은 등얼룩풍뎡이 유충에 대한 병원성 검정과 동일한 방법으로

수행하였으며, 포자현탁액의 농도는 2.5×10^7 conidia/ml였다. 살포 7일 후에 병원성곰팡이에 의한 치사유무를 조사하였다.

결 과

오리나무잎벌레에 대한 병원성

오리나무잎벌레유충에 대한 *B. bassiana* GY1-17 균주의 병원성은 그림 1과 같이 7.0×10^7 conidia/ml 처리에서 100%의 치사율을 나타내었으며 7.0×10^6 과 7.0×10^5 conidia처리에서도 90% 이상의 높은 치사율을 보였다. 그러나 7.0×10^4 처리에서는 $56.7 \pm 11.6\%$ 의 치사율을 보여 농도가 높은구에서만 효과가 있는 편이었다. 한편 오리나무잎벌레에 대한 *B. bassiana* GY1-17균주의 LC₅₀값은 표 3과 같이 4.1×10^4 conidia/ml 였다.

밤나무혹나방에 대한 병원성

최근 밤의 개화 및 착과시기에 많은 피해를 입히고 있는 밤나무혹나방(백, 1987)의 미생물적 방제

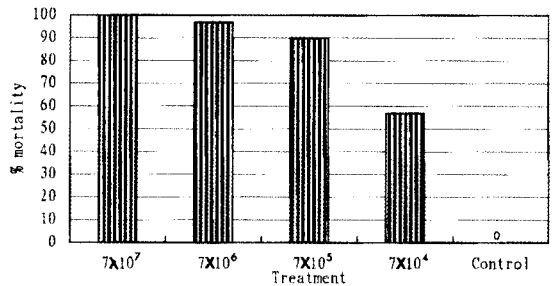


Fig. 1. Effect of *Beauveria bassiana* GY1-17 on the *Agelastica coerulea* in petri dish.

Table 1. Effect of *Beauveria bassiana* GY1-17 on the *Glyphodes perspectalis* in petri dish

Treatment	Concentration/ml	% mortality \pm SD
<i>B. bassiana</i> GY1-17	2×10^7	0
	2×10^6	0
	2×10^5	0
	2×10^4	0
Deltamethrin	100 ppm [#]	100
Control	-	0

[#]Insecticide concentration was recommended one from agrochemical company.

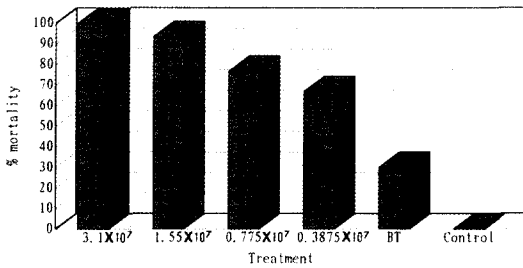


Fig. 2. Effect of *Beauveria bassiana* GY1-17 on the *Meganola melancholica* in petri dish.

Table 2. Effect of *Beauveria bassiana* GY1-17 on the *Blitopertha orientalis* and *Agrotis segetum* in turfgrass

Treatment	Insect	Concentration/ml	% mortality ±SD
<i>B. bassiana</i>	<i>Blitopertha orientalis</i>	3.7 × 10 ⁷	46.7 ± 6.7
GY1-17	<i>Agrotis segetum</i>	2.5 × 10 ⁷	63.3 ± 9.4
Fenitrothion	<i>Blitopertha orientalis</i>	500 ppm [#]	0.0
Control	<i>Blitopertha orientalis</i>		0.0
	<i>Agrotis segetum</i>		0.0

[#]Insecticide concentration was recommended one from agrochemical company.

가능성을 알아보기 위하여 실시한 실험 결과는 그림 2와 같다. 즉, 3 × 10⁷ conidia 처리에서 100%의 밤나무혹나방유충 치사율을 보였으며, 가장 낮은 농도인 0.3875 × 10⁷ conidia 처리에서도 66.7%의 비교적 높은 치사율을 보여 *B. bassiana* GY1-17의 효과가 인정되었다. 반면 대조약제로 사용한 BT 수화제의 경우 3.0 × 10⁷ 처리에서 30%의 낮은 치사율을 나타내었다. 한편 밤나무혹나방에 대한 *B. bassiana* GY1-17균주의 LC₅₀값은 표 3과 같이 2.71 × 10⁶ conidia/ml 였다.

회양목명나방에 대한 병원성

회양목명나방 유충에 대한 *B. bassiana* GY1-17균주의 효과는 표 2와 같다. 대조약제로 사용한 deltamethrin의 경우 100%의 치사율을 보였으나 병원성 곰팡이는 2 × 10⁷ 농도에서도 전혀 효과가 없었다.

Table 3. Toxicity of *Beauveria bassiana* GY1-17 for different insect pests

Insect	LC ₅₀ *(95% fiducial limits)
<i>Agelastica coerulea</i>	4.1 × 10 ⁴ (0.1567-1.312 × 10 ⁴)
<i>Meganola melancholica</i>	2.71 × 10 ⁶ (0.845-4.209 × 10 ⁶)
<i>Plutella xylostella</i>	4.91 × 10 ⁶ (3.084-6.149 × 10 ⁶)

*Concentration expressed in conidia/ml.

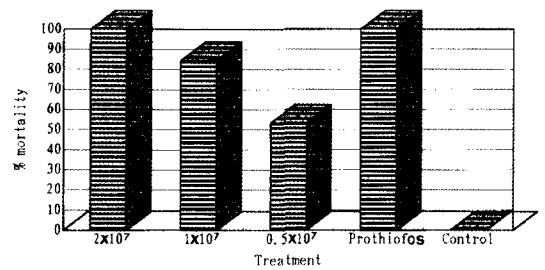


Fig. 3. Effect of *Beauveria bassiana* GY1-17 on the *Plutella xylostella* in petri dish.

등알룩풍뎡이와 거세미나방 유충에 대한 병원성

잔디의 주요한 식근성 해충인 등알룩풍뎡이 유충과 농작물에 피해를 주고 있는 거세미나방 유충의 방제 가능성을 알아보기 위한 처리 결과는 표 3과 같이 등알룩풍뎡이 유충에 대한 치사율은 3.7 × 10⁷ 농도에서 46.7%로 낮은 편이었고, 거세미나방 유충에 대하여는 2.5 × 10⁷ 농도에서 63.3%의 치사율을 보였다.

배추좀나방유충에 대한 병원성

배추좀나방에 대한 병원성 결과는 그림 3과 같다. 처리 5일후 2 × 10⁷ conidia/ml 농도에서 보정 사충율은 대조약제로 사용한 prothiofos 50% 유제와 같이 100%의 높은 살충율을 나타내었으며 1 × 10⁷ conidia/ml 농도에서도 84.4%의 높은 보정 사충율을 보였다. 한편 배추좀나방에 대한 *B. bassiana* GY1-17균주의 LC₅₀값은 4.91 × 10⁶ conidia/ml 였다.

고 찰

곤충병원성 곰팡이는 농림 생태계 전반에 널리 분포되어 있다고 알려져 있다(岡田, 1989). 우리나라

라의 경우도 남부지방의 200점의 토양 시료중 병원성곰팡이의 검출율은 20%였으며, 이들중 10.5%에서 *Beauveria* sp. 가 분리되어 농림생태계내에서 병원성곰팡이의 분포는 보편적인 것으로 나타나고 있다(이 등, 1996a). 한편 *Beauveria bassiana*의 경우 기주범위가 대단히 넓어 200여종의 곤충에 대해 병원성을 가지는 것으로 보고되고 있다(Li, 1988). 그러나 동종의 병원성 곰팡이라 할지라도 strain에 따라 병원성에 차이가 있고(Paris와 Segretain, 1975) 기주에 따라서도 차이가 있다(Feng과 Johnson, 1990). 따라서 지역 생태계에서 분리된 곤충병원성곰팡이를 해충 방제에 효율적으로 사용하기 위해서는 곰팡이 strain별로 각각의 해충에 대한 병원성을 검정하여 살충효과가 우수한 곰팡이를 대상해충별로 찾는 것이 필요하다. 본 실험에서는 이들 목적을 달성하기 위한 일환으로 경남 양산의 논 토양에서 분리된 *B. bassiana* GY1-17을 이용하여 지역에서 발생하는 몇종의 농림해충에 대한 병원성을 검정하였는데 해충에 따라 차이가 있었다. 즉, 오리나무잎벌레와 밤나무혹나방, 배추좀나방 유충에 대해서는 10^7 conidia/ml 농도에서 100%의 높은 병원성을 보여 이들 해충이 *B. bassiana* GY1-17에 매우 감수적인 것으로 나타났으며, 거세미나방 유충은 63.3%, 등얼룩풍뎠이 유충은 46.7%의 치사율을 나타내었지만 회양목명나방 유충은 전혀 치사되지 않았다. 오리나무잎벌레 방제에 있어 김 등(1982)은 실내실험에서 성충의 경우 상대습도 90%에서 88.7%, 유충의 경우 82.0%의 치사율을 나타내었고 신 등(1992)은 유충의 경우 1.7×10^7 /ml 농도에서 50.4%의 치사율을 보여 본 실험의 10^5 농도 이상에서 90% 이상의 치사율을 보인것과는 차이가 있었다. 이는 실험에 이용한 병원균의 strain 차이에 의한 것으로 생각되며(Paris와 Segretain, 1975), 오리나무잎벌레 성충에서도 김 등(1982)과 신 등(1992)에 의하면 *Beauveria* 균의 병원성이 높게 나타났는데 본 실험에 이용한 균주에 있어서도 오리나무잎벌레성충에 대한 병원성이 있을것으로 사료되나 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. *B. bassiana*의 경우 나비목과 딱정벌레목 해충에 특히 효과적인데(Li 1988) 본 실험의 결과 밤나무혹나방유충에 대해서는 매우 효과적이었으나 회양목명나방유충에는 전혀 병원성이 나타나지 않았다. 또한 같은 명나방과 유충이지만 벼슬집명나방(*Locastra muscosalis*)유충에

서는 매우 높은 치사율을 나타내었다(이 등, 미발표). 이러한 병원성의 차이는 기주곤충의 표피층의 형태적, 생화학적 차이나 물리적 특성에 의해서거나(Leger, 1993), 병원성 곰팡이의 종에 따른 차이(Paris와 Segretain, 1975) 또는 실험에 이용한 기주식물의 표면이 병원성 곰팡이의 부착에 적합지 않았기 때문일 것으로 생각된다. 한편, 골프장에 있어 잔디의 뿌리를 가해하여 잔디를 고사시키거나 까치 등 야생 조류가 이들을 쪼아먹기 위해 잔디를 파헤치는 피해를 일으키게 하는 등얼룩풍뎠이 유충(김 등, 1991)에 대해서는 46.7%의 치사율을 보여 다른 대상해충에 비하여 상대적으로 낮은 병원성을 보였으나, 병원성곰팡이가 잔디포내에서 4개월이상 병원성을 유지하는 것으로 볼때(이 등, 1997) 활용가능성이 있을것으로 생각된다. 또한 배추좀나방의 경우 우리나라의 채소 재배지에 심한 피해를 주면서(김과 이, 1991) 각종 살충제에 대하여 비교적 빠른 저항성을 보이는 해충으로(조와 이, 1994) 가장 문제시되는 채소해충의 하나인데, 이 종에 대한 병원성 곰팡이의 병원성이 높게 나타나 생물농약으로서의 활용 가능성이 높을 것으로 생각된다. 한편, 지역 생태계에서 분리된 곰팡이에 대한 screening을 통해 특성의 대상해충에 효과적인 병원성 곰팡이를 선별함과 동시에 이들의 효율적 이용을 위하여 다른 방제법과의 병용이나 혼합 등 곤충병원성 곰팡이의 병원성증대에 관한 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

인용문헌

- 김인섭. 1991. Golf장 관리의 기본과 실제. 한국잔디 연구소. 경기 군포. 772pp.
- 김경희, 이창근, 고재우. 1982. 산림해충 방제를 위한 병원미생물의 연구 -오리나무잎벌레와 미국 흰불나방에 대한 *Beauveria* sp.와 *Bacillus thuringiensis* AF101의 병원성에 대하여-. 임업시험장 연구보고 29: 229-238
- 김명화, 이승찬. 1991. 남부지방에서 배추좀나방의 발생생태에 관한 연구. 한응곤지 30(3): 169-173.
- 백홍렬. 1987. 산림해충방제. 임업연구원세미나보고 제6호. pp. 1-18.
- 서종복, 진병래, 신상철, 박호웅, 이범영, 이창근, 감석근. 1995. 산림토양으로부터 솔잎혹파리 감염 사상균의 분리. 한응곤지 34(4): 368-372.

- 신상철, 변병호, 박지두. 1992. *Beauveria bassiana* 균의 분생포자 배양과 오리나무잎벌레의 2종에 대한 병원성 검정. 임업연보 46: 109-114.
- 이상명, 이동운, 추호렬. 1996a. 남부지방에서 곤충병원성선충과 곤충병원성곰팡이의 분리. 산림과학논문집 53: 110-116.
- 이상명, 이동운, 박지두, 문일성, 박경순. 1996b. 곤충병원성 곰팡이 *Beauveria bassiana* GY1-17과 *B. felina* GHI, *Metarhizium anisopliae* CN14의 대량배양을 위한 새로운 경제배지 및 기술 개발. 산림과학논문집 54: 15-22.
- 이상명, 이동운, 추호렬. 1997. 농약이 곤충병원성곰팡이 *Beauveria bassiana*와 *Metarhizium anisopliae*의 병원성과 지속성에 미치는 영향. 한응곤지 36(2): 179-184.
- 조영식, 이승찬. 1994. 단제도태에 의한 배추줄나방 (*Plutella xylostella*)의 약제저항성 발달과 교차저항성에 관한 연구. 한응곤지 33(4): 242-249.
- 추호렬, 김형환, 이동운, 박영도. 1996. 곤충병원성 선충과 곰팡이를 이용한 농가화장실 파리의 미생물적 방제. 한응곤지 35(1): 80-84.
- 추호렬, 이상명, 허 진. 1994a. 곤충병원성 *Beauveria* 곰팡이를 이용한 생물 살충제 개발 연구 1. *Beauveria brongniartii*의 대량생산을 위한 경제배지 선발과 제제기술 개발. 농시논문집 36: 119-129.
- 추호렬, 이상명, 허 진. 1994b. 곤충병원성 *Beauveria* 곰팡이를 이용한 생물 살충제 개발 연구 2. 경제배지에서 증식된 *Beauveria brongniartii*의 병원성과 지속성. 농시논문집 36: 131-140.
- 岡田齊夫. 1989. 微生物 製劑-現狀と展望. 植物防疫 43(11): 58-61.
- Feng, M.G. and J.B. Johnson. 1990. Relative virulence of six isolates of *Beauveria bassiana* on *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae). Environ. Entomol. 9(3): 785-790.
- Fuxa, J.R. 1987. Ecological considerations for the use of entomopathogens in IPM. Ann. Rev. Entomol. 32: 225-251.
- 福原敏彦. 1991. 昆蟲病理學. 學會出版センター. 東京. pp. 77-103.
- Hu, W-J., R. F-n. Hou and N.S. Talekar. 1996. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* to *Riptortus linearis* (Hemiptera: Coreidae), a pest of soybean. Appl. Entomol. Zool. 31(2): 187-194.
- Jones, W.E., J.K. Grace and M. Tamashiro. 1996. Virulence of seven isolates of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). Environ. Entomol. 25(2): 481-487.
- Leger, R. St. 1993. Biology and mechanisms of insect-cuticle invasion by Deuteromycete fungal pathogens. pp. 211-229. In N. E. Beckage, S. N. Thompson, B.A. Federici. Parasites and pathogens of insects. Vol. 2: Pathogens. Academic Press. SanDiego.
- Li, Z.Z. 1988. A list of insect hosts of *Beauveria bassiana*. pp. 241-255. In Li, Y.W., Z.Z. Li, Z.Q. Liang, J.W. Wu, J.K. Wu, & Xu, Q.F. Study and application of entomogenous fungi in China Vol. 1. Academic Periodical Press. Beijing.
- Mcdowell, J.M., J.E. Funderburk., D.G. Bouclias., M.E. Gilreath and R.E. Lynch. 1990. Biological activity of *Beauveria bassiana* against *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on leaf substrates and soil. Environ. Entomol. 94(1): 137-141.
- Paris, S. and Segretain. G. 1975. Caracteres physiologiques de *Beauveria tenella* en rapport avec la virulence de souches de ce csampignon pour la larve du hanneton commun, *Melolontha melonontha*. Entomophaga. 20(2): 135-138.
- Watt, B.A. and R.A. Lebrun. 1984. Soil effects of *B. bassiana* on pupal populations of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ. Entomol. 13: 15-18.
- Zoberi, M.H. 1995. *Metarhizium anisopliae* a fungal pathogen of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). Mycologia. 87(3): 354-359.

(1997년 8월 14일 접수, 1997년 12월 15일 수리)