THE KOREAN JOURNAL OF MYCOLOGY
Vo. 30, No 1, p44-49 April 2002
Printed in S. KOREA
Copyright © 2002 by The Korean Society of Mycology

느타리 재배에서 버섯파리의 생물학적 방제를 위한 곤충병원성 세균의 분리 및 동정

이수희 · 임은경 · 최광호 · 이재필 · 이현욱 · 김익수[1] · 문병주*

동아대학교 생명자원과학부, [1]농업과학기술원 잠사곤충부

Isolation and Identification of Entomopathogenic Bacteria for Biological Control of the Mushroom Fly, *Lycoriella mali*

Su-Hee Lee, Eun-Kyung Lim, Kwang-Ho Choi, Jae-Pil Lee, Hyun-Ouk Lee, Iksoo Kim[1] and Byung-Ju Moon*

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea
[1]Sericulture & Entomology, National institute of Agricultural Science and Technology, Suwan 441-707, Korea

(Received October 29, 2001)

ABSTRACT: The study was conducted to isolate and identify insecticidal bacteria for biological control of larvae of mushroom fly, *Lycoriella mali*, which is one of serious pests to oyster mushrooms during its cultivation period. Among eight bacteria isolated from the soil in the oyster mushroom beds and the dead body of *L. mali*, two bacteria, Bti-D and Bti-U showed more toxicity with mortality rate than other six-bacteria isolates. The two bacteria showed more toxicity in three instar of the period of development of the mushroom fly than in other instar. Symptoms of the larvae of *L. mali* infected by the two bacteria developed as follows: at the early infection, the front middle gut changed color to light brown, the middle gut to brown, whole body to black brown, and eventually, the fly died. For the identification of these isolates, cultural and biochemical characteristics by Bergey's manual and Biolog system, cell morphology by TEM, endospore and endotoxin by phase-contrast microscope, and test using 33H antisera were examined. According to the results, these two isolates, Bti-D and Bti-U were identified as *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* respectively.

KEYWORLDS: *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*, Identification, *Lycoriella mali*, Oyster mushrooms

최근 국민소득의 증가와 식생활 패턴의 변화로 버섯 소비량이 증가되어 버섯 재배면적이 급증하고 있는데 버섯 중 가장 생산량이 많은 것은 느타리버섯이다. 그러나 시설내에 재배되는 버섯 재배의 특수성 때문에 병해충의 발생이 극심하여 고품질 버섯 생산에 막대한 지장을 초래하고 있는 실정에 있다.

느타리버섯 재배사에 발생하는 해충으로서 선충, 응애, 달팽이류 및 버섯 파리류 등이 보고되고 있으며, 이 중 버섯파리류에 의한 피해가 심각한 것으로 알려져 있다(Hussey, 1959; Kim and Hwang, 1996; 한 등, 1989; Choi *et al.*, 1997). 느타리버섯에 대한 버섯파리의 감염은 재배초기에는 자연상태의 서식처에서 서식하던 버섯파리가 버섯재배 시작과 함께 균상에 산란한 후 부화된 유충이 균사체와 버섯의 자실체 조직을 섭식하여 버섯의 수량감소와 품질 저하를 초래하고 또한 각종의 병원체를 매개하여 간접적 피해를 주는 것으로 알려져 있다(Kinrus, 1978; Wetzel, 1981; 전 등, 1990; Kim and Hwang, 1996). 최근의 보고에 따르면 버섯파리 중 *Lycoriella mali*(Sciaridae)와 *Coboldia fuscipes*(Scatopsidae)는 느타리버섯에 전국적으로 연중 발생하는 종으로 보고된 바 있어 향후 이들 버섯파리류에 의한 느타리버섯 재배에 큰 피해가 우려된다(Choi *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1999).

현재 버섯파리에 대한 효과적인 방제약제로는 dusban, primicide, disyston, 주론(디밀린)수화제, diazinon, morcap 등이 보고되고 있으며(Snetsinger, 1978; Cantelo and McDaniel, 1978, 1980; 김 · 김, 1981, 1982; 유 등, 1983; 전 등, 1990), 주론 수화제와 테프루벤주론(노물트) 등의 액상수화제도 품목고시 되어있다(농약공업협회, 1999). 그러나 지속적인 화학살충제의 사용으로 인한 잔류독성 및 약제내성 등의 문제가 야기되고 있는 실정이다(김 · 김, 1981; Cantwell and Cantelo, 1984; 전 등, 1990). 한편 곤충병원성 세균인 *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*(이하 *B. t. israelensis*로 표시)을 이용한 버섯파리의 생물학적 방제연구가 시도되고 있으나 연구가 극히 미진한 실정에 있다(Cantwell and Cantelo, 1984; Choi *et al.*, 1996). 이에 본 연구에서는 느타리버섯 재배에 있어서 주요해충인 버섯파리를 생물학적으로

*Corresponding author <E-mail: bjmoon@mail.donga.ac.kr>

방제하기 위하여 느타리버섯 재배사의 버섯파리 병사충과 버섯 재배상에서 곤충병원성 세균을 분리하여 살충효과가 우수한 균주를 선별하고 동정하였다.

재료 및 방법

공시 해충 및 사육

버섯파리류 중 전국적으로 연중 지속적으로 발생하여 느타리버섯에 피해가 큰 *Lycoriella mali*를 공시하였으며(Choi *et al.*, 1996; Choi *et al.*, 1997), 이 버섯파리는 1997년 경남 산청군 생비량면 소재 느타리버섯 재배농가에서 성충을 포획하여 Choi 등(1997)의 방법에 따라 87×15 mm 페트리디쉬 내에서 25±1°C, 70±10% 습도 조건으로 실내 누대사육하였다. 원형느타리 1호 균사를 potato dextrose agar(PDA) 배지에 25°C, 15일간 배양한 것을 유충의 먹이로 매일 공급하였다.

공시 곤충병원성 세균

각종 곤충의 병원성 세균으로 확인된 *Bacillus thuringiensis*(*B. t.*) 15 subspecies(Ohba and Aizawa 1978)를 서울대 응용곤충학과로부터 분양 받아 살충효과 검정에 공시하였다. 또한 전국 느타리버섯 재배지의 버섯 재배상과 버섯파리 병사충에서 분리하여 순수배양 후 형태와 내생포자 형성 유무 등의 관찰을 통해 *Bacillus* sp.의 특성을 보인 53균주와 일반세균 284균주를 살충효과검정에 공시하였다.

공시 세균의 살충효과 검정

PDA 배지에 원형느타리 1호 종균을 이식하여 25°C에서, 15일간 배양한 다음 공시 세균부유액 1 m*l*(10^8 spores/m*l*)를 종균 균총에 골고루 도말하고 24시간 풍건하였다. *B. t.*와 *Bacillus* sp. 세균은 nutrient broth(NB) 배지에 6일간, 일반세균은 2일간 30°C, 120 rpm에서 진탕 배양한 것을 사용하였다. 페트리디쉬내에서 24시간 절식시킨 공시 버섯파리 3령 유충 100마리를 공시세균으로 도말하여 풍건한 버섯종균 PDA 배지에 이식하고 다음날부터 6일 후까지 치사 유충수를 조사하여 살충율이 가장 큰 균주를 곤충 병원성 세균으로 선발하였으며, 한 처리구당 100마리씩 완전임의배치법 5반복으로 시험을 수행하였다.

또한, 유충의 발육단계에 따른 살충효과 검정을 위해 앞서와 같은 방법으로 페트리디쉬내에서 24시간 절식시킨 공시 버섯파리 1~4령 유충 각 100마리씩을 이식하고 다음날부터 6일 후까지 치사 유충수를 조사하여 살충율을 조사하였다.

선발 세균의 동정

선발된 우수 곤충병원성 세균을 동정하기 위하여 선발 세균의 배양적, 생화학적 및 생리적 특성을 조사하고 Bergey's manual(Peter *et al.*, 1984)에 기록된 세균의 특성과 비교하였으며, Biolog system(MicroStation™ System Release 3.50)을 동정에 이용하였다. 또한 *Bacillus* sp.는 1% PTA Negative stain하여 주사전자현미경(TEM)으로 형태를 관찰하였으며, 위상차현미경으로 내생포자와 내독소 단백질을 관찰하여 동정에 이용하였다(Berkeley *et al.*, 1984). 또한 *B. thuringiensis*로 동정된 경우에는 subspecies를 확인하기 위하여 H1에서 H27까지의 33개 *B. thuringiensis* 편모항체(Ohba and Aizawa, 1978)를 사용하여 편모항원성을 검정하였는데 Ohba 등(1981)과 Park 등(1998)의 방법에 따라 편모항체와 공시 *B. thuringiensis* 균주를 동량으로 섞어 응집반응여부를 조사하였으며, 또한 공시 *B. thuringiensis* 균주의 내독소 단백질 패턴(Park *et al.*, 1998)을 SDS-PAGE로 Laemmli(1970) 방법으로 조사하고, plasmid DNA 패턴은 Birnboim과 Doly (1979) 방법으로 조사하였다.

결 과

공시세균의 살충효과검정 및 우수 곤충병원성 세균 선발

공시한 *B. t. israelensis* 등 *B. t.* 15아종의 버섯파리 유충에 대한 살충효과를 검정한 결과, 모두 살충율이 13.2% 이하로서 매우 낮았다. 느타리버섯 재배지의 버섯 재배상과 버섯파리의 사충에서 분리한 일반세균 284균주의 살충효과 검정에서는 6균주만이 병원성을 보여 이들에 대한 검정 결과, *Serratia marscens* SC2 및 KH3 균주의 살충율은 각각 76.7%, 73.3%, *Salmonella* sp.

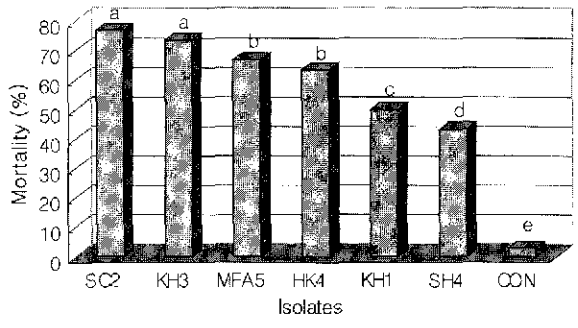

Fig. 1. Insecticidal effect of six entomopathogenic bacteria on larvae of mushroom fly, *Lycoriella mali*. The bacteria were isolated from oyster mushroom beds and dead body of mushroom fly. The test was performed by using agar plate assay. SC2 and KH3, *Serratia marscens*; MFA5, *Salmonella* sp.; HK4 and SH4, *Pseudomonas* sp.; KH1, *Burkholderia cepacia*; CON, larvae alone. Different letter on each bar indicates statistical significance according to Duncan's multiple range test (P = 0.05).

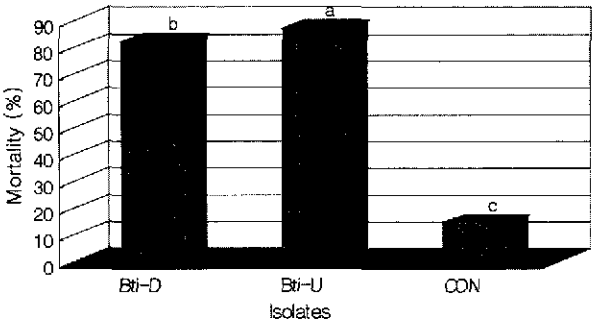

Fig. 2. Insecticidal effect of two entomopathogenic bacteria (two isolates of *Bacillus* sp.) on larvae of mushroom fly, *Lycoriella mali*. The bacteria were isolated from oyster mushroom beds and dead body of mushroom fly. The test was performed by using agar plate assay. CON, larvae alone. Different letter on each bar indicates statistical significance according to Duncan's multiple range test (P = 0.05).

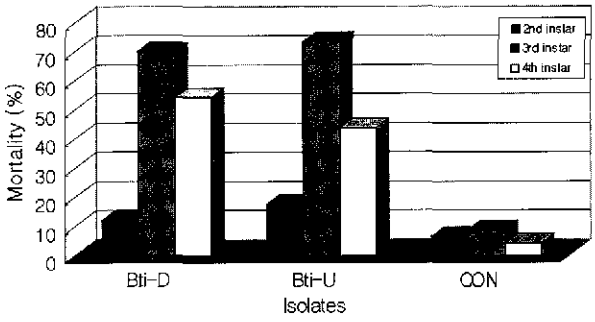

Fig. 3. Insecticidal effect of *Bacillus thuringiensis* subsp. israelensis strains, Bti-D and Bti-U, on different instars of *Lycoriella mali*. The test was performed by using agar plate assay. 2nd instar, 3rd instar, and 4th instar represent each instar in the period of development of *L. mali*; CON, larvae alone.

MFA5는 66.7%, *Pseudomonas* spp. HK4 및 SH4는 63.3%, 43.3%, *Burkholderia cepacia* KH1은 50.0%이었다(Fig. 1).

또한 동일한 느타리버섯 재배지의 버섯파리 병사충에서 분리한 *Bacillus* sp. 53균주의 살충효과 검정에서는 2개의 균주가 병원성을 보였는데, Bti-D 및 Bti-U의 살충율이 각각 82.3%, 87.3%이었다(Fig. 2).

이상의 결과, 곤충 병원성 세균 8균주 중 *Bacillus*속 2균주(Bti-D 와 Bti-U)는 살충효과가 높을 뿐만 아니라 내생포자를 형성하므로 버섯파리의 생물학적 방제를 위한 우수 곤충병원성 세균으로 선발하였다. 한편 이들 선발세균에 의한 살충효과 검정시 효율성을 높이기 위하여 버섯파리 유충의 발육단계에 따른 살충효과를 검정하였는데 Bti-D, Bti-U 2균주 모두 3령에서 높은 살충효과를 보였다(Fig. 3).

선발세균 Bti-D 또는 Bti-U의 접종에 의하여 감염된

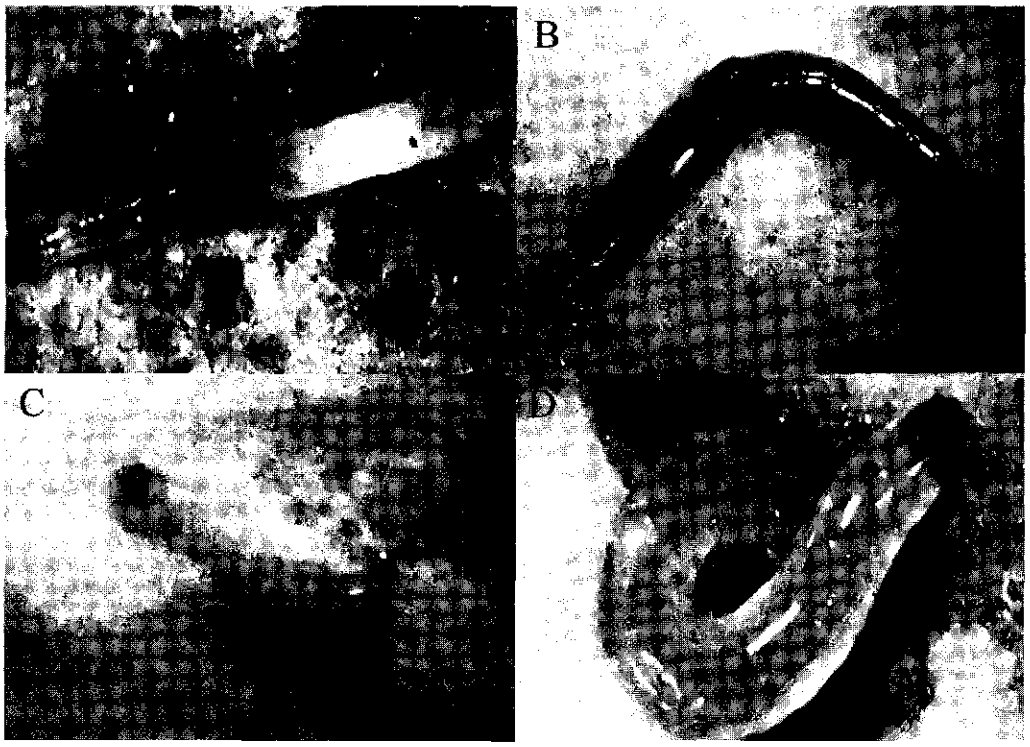

Fig. 4. Infection process of the larval *Lycoriella mali* by *Bacillus thuringiensis* subsp. israelensis Bti-D (A, B and C, 25×; D, 40×). Panel A and B show larva (3rd instar) infected by Bti-D; Panel C shows pupa infected by Bti-D; Panel D shows normal larva (3rd instar).

버섯파리 3령 유충에 나타나는 병징으로서 감염초기에는 중장의 앞부분이 연한 갈색을 띄고, 차츰 중장의 뒷부분까지 진행되어 중장의 전부분이 흑갈색으로 변색되면서 치사되었으며, 또한 중장의 뒷부분에 타원형의 누명부가 형성되고 이 부위가 분해되기 시작하여 결국 사충체 전체가 분해되는 특징을 보였다. 한편 선발세균에 감염되었으나 병진전 속도가 느린 유충은 용으로 변태되었으나 기형이었으며 용의 가슴부분이 분해되어 치사되는 증상을 보였다(Fig. 4).

선발 세균의 동정

버섯파리 유충에 대한 높은 살충효과가 확인된 Bti-D와 Bti-U 균주를 동정하기 위하여 배양적, 생화학적 및 생리적 특성을 조사하고 Bergey's manual과 비교하였으며, Biolog system을 이용한 결과 95% 유사도를 보였다. 또한 주사전자현미경으로 세포형태를, 위상차현미경으로 내생포자와 내독소 단백질을 관찰한 결과, 2균

Table 1. Biochemical, physiology and morphological characteristics of the two entomophathogenic bacteria, Bti-D and Bti-U, using a reference species, *Bacillus thuringiensis*

Characteristics	Isolates		*B. thuringiensis*[a]
	Bti-D	Bti-U	
Gram staining	+[b]	+	+
Endospore	+	+	+
Shape	rod	rod	rod
Parasporal inclusions	+	+	d
Motility	+	+	+
Catalase	+	+	+
Indole	−	−	−
Voges-Prokauer test	+	+	+
Growth in NaCl			
2.0%	+	+	+
5.0%	+	+	+
7.0%	+	+	+
Growth at			
5°C	−	−	−
10°C	−	−	d
30°C	+	+	+
40°C	+	+	+
50°C	−	−	−
Growth at pH			
6.8	+	+	+
5.7, nutrient broth	+	+	+
Acid from			
D-Glucose	+	+	+
D-Mannitol	−	−	−
D-Xylose	−	−	−
L-Arabinose	−	−	−
Hydrolysis of			
Casein	+	+	+
Gelatin	+	+	+
Starch	+	+	+

[a]Data from Bergey's manual of Systematic Bacteriology. Vol. 2. 1122-1129.

[b]Symbols: −, negative reaction; and +, positive reaction. "d" indicates positive stains of 11~89%.

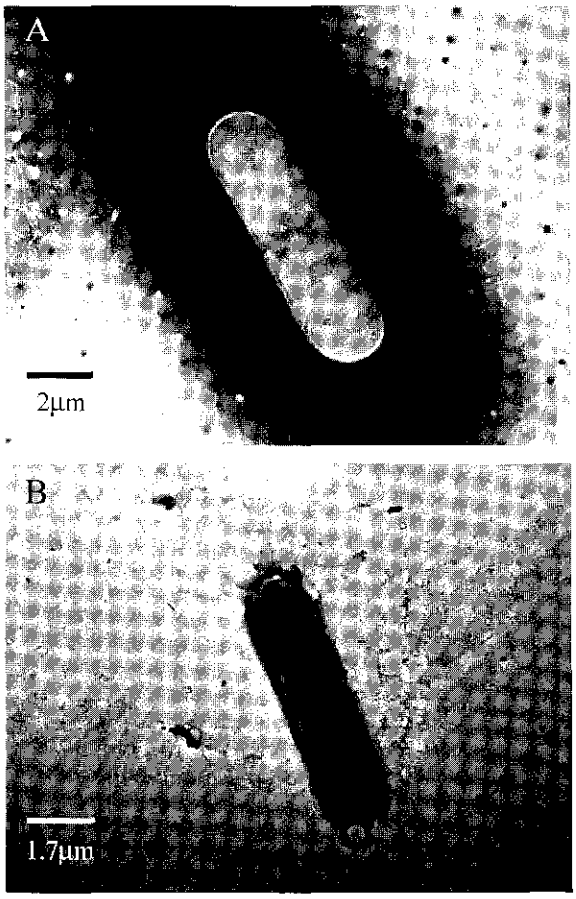

Fig. 5. Transmission electron micrographs of the entomopathogenic bacteria, *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* Bti-D (A) and *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* Bti-U (B).

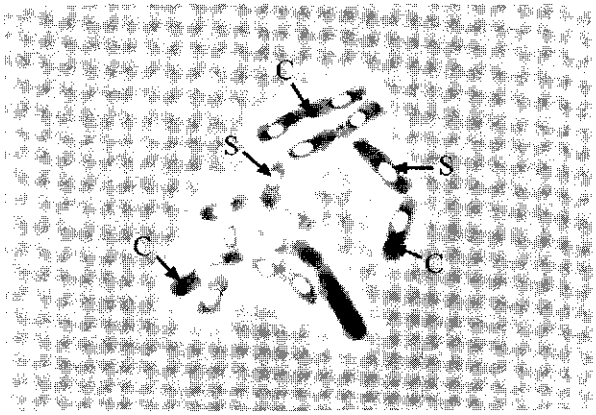

Fig. 6. Phase-contrast photographs of the endospores (S) and parasporal inclusions (C) of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* Bti-D (1500×).

주 모두 *B. thuringiensis*로 동정되었다(Table 1, Figs. 5, 6). 또한 아종임을 확인하기 위하여 H1에서 H27까지의 33개 *Bacillus thuringiensis* 편모항체를 이용, 편모항원성을 조사한 결과, Bti-D, Bti-U는 subsp. *israelensis*와 동일한 H14의 편모항체와 응집반응을 보여 *B. t. israelensis*로 동정되었으며, 보다 정확성을 기하기 위하여 내독소 단백질 패턴을 SDS-PAGE로 조사하였는데, 선발세균인 Bti-D와 Bti-U는 표본균주인 *B. t. israelensis*(serotype 14)와 거의 유사한 밴드 패턴을 보여주었다(Fig. 7). 그러나, Bti-D와 Bti-U의 plasmid 패턴을 조사한 결과, *B. t. israelensis*와는 상이하였다(Fig. 8).

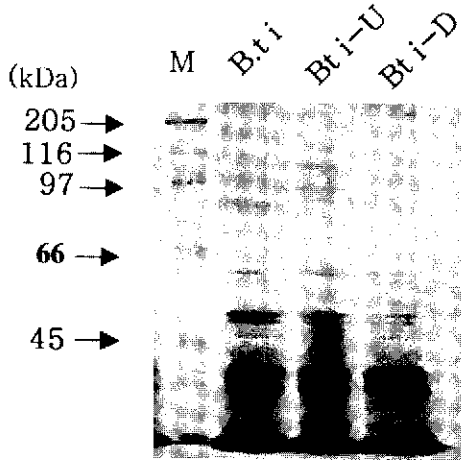

Fig. 7. SDS-PAGE analysis of parasporal inclusion of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (B.t i), subsp. israelensis U (Bt i-U), subsp. *israelensis* D (Bt i-D). Molecular masses are to given to the left in kDa.

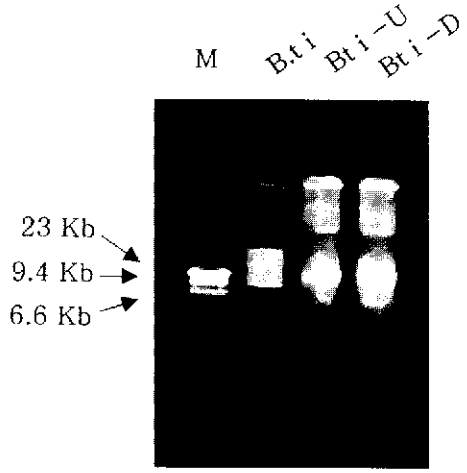

Fig. 8. Plasmid DNA profiles of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (B.t i), subsp. *israelensis* U (Bt i-U), subsp. *israelensis* D (Bt i-D). M indicates Lambda DNA degested with *Hin*dIII.

고 찰

Bacillus thuringiensis subsp. *israelensis*는 파리목 유충에 높은 독성을 갖고 있으며 집모기나 애모기(black flies) 등의 해충방제에 널리 이용되는 것으로 알려져 있는데 Cantwell과 Cantelo(1984)에 의해 버섯파리 *Lycoriella mali*에도 독성을 나타내는 것으로 밝혀졌다. 그러나, 본 연구에서 공시한 *B. t. israelensis*(serotype 14)를 포함한 15 subspecies은 버섯파리 유충에 대한 독성이 매우 낮았으며, Choi *et al.*(1996)도 *B. t. israelensis*(serotype 14)는 버섯파리에 독성이 높지 않다고 보고하였다. 이와 달리 본 연구에서 분리한 선발세균 Bti-D와 Bti-U, 2균주는 버섯파리 유충에 높은 독성을 나타내었고 상이한 plasmid DNA 패턴을 보인 반면, 내독소 단백질 패턴은 *B. t. israelensis*(serotype 14)와 거의 유사하였다. 이러한 결과는 동일한 *B. thuringiensis* 아종 일지라도 균주에 따라서 버섯파리에 대한 독성이 다를 수 있음을 제시하는 결과라고 추정될 수 있지만 Bti-D와 Bti-U, 2균주가 기존의 *B. t. israelensis*와는 별개의 새로운 균주일 가능성 또한 배제할 수 없으므로 추후 보다 신도 있는 분자생물학적 기법으로 유전자형의 분석 뿐만 아니라 내독소 단백질의 특성 비교 등이 필요할 것으로 생각된다. 또한 이 두 균주 외에 *Serratia marscens*, *Salmonella* sp., *Pseudomonas* spp., *Burkholdria cepacia* 등 6균주도 버섯파리에 독성을 보여 이들 또한 버섯파리 유충의 잠재적 병원성 세균으로 간주되어져 이에 관한 상세한 연구가 수반되어야 할 것으로 생각된다.

B. t. israelensis Bti-D나 Bti-U 균주에 감염된 버섯파리 유충의 중장에 나타나는 갈색 내지 흑갈색의 변색은 *B. t. israelensis*의 전형적인 내독소 단백질에 의한 중장 내부조직의 급작스러운 파괴 때문인 것으로 보이며, 감염 후기의 주로 중장 뒷부분에 나타나는 투명 팽창 부위와 이 부위의 분해현상도 활성독소가 중장벽 상피세포에 결합하면서 소공(pore)을 형성하고 이온 평형에 의한 이온 통로의 비정상적인 활동으로 세포가 팽창되고 곧바로 분해된다는 보고와 일치하는 것으로 생각된다(Gill *et al.*, 1992; 姬島正樹, 2001).

적 요

느타리버섯 재배에 있어서 주요해충인 버섯파리 *Lycoriella mali*의 생물학적 방제를 위하여 전국 느타리버섯 재배지와 버섯파리의 병사충에서 버섯파리 유충에 병원성을 갖는 세균 8균주를 분리하였다. 이 중 Bti-D 및 Bti-U 2균주에 의한 사충율이 각각 82.3%와 87.3%로 가장 높았다. 버섯파리 유충의 발육단계에 따른 살충효과 검정에서는 두 균주 모두 3령 충에서 높은 살충효

과를 보였다. 이들 세균으로 감염된 유충에 나타나는 병징으로서 감염초기에는 중장의 앞부분이 연한 갈색을 띄고, 차츰 중장의 뒷부분까지 진행되어 전 부분이 흑갈색으로 변색되면서 치사되었다. 이들 두 균주를 동정하기 위하여 배양적, 생화학적 및 생리적 특성을 조사하고 Bergey's manual과 Biolog system을 동정에 이용하였으며, 주사전자현미경으로 세포형태를, 위상차현미경으로 내생포자와 내독소를 관찰하여 판정한 결과, 두 균주 모두 *Bacillus thuringiensis*로 동정되었으며, 편모항원성을 조사한 결과, *B. t.* subsp. *israelensis*로 동정되었다.

감사의 말씀

이 논문은 1997년도 농림부에서 시행한 농림특정연구과제의 연구결과 입니다.

참고문헌

김태산, 김광포. 1981. 버섯파리 방제약제 선발시험. 시험연구보고서(농업기술연구소 생물부), 660-671.

_____, _____. 1982. 느타리버섯의 버섯파리 방제약제 선발시험. 시험연구보고서(농업기술연구소 생물부), 792-794.

농약공업협회. 1999. 농약사용지침서. 767 pp.

유창현, 한기학, 전창성. 1983. 느타리 버섯파리 방제약제 선발시험. 시험연구보고서(농업기술연구소 생물부), 558-560.

전창성, 유창현, 차동렬. 1990. 디밀린수화제 처리에 따른 느타리 버섯파리 방제 효과에 관한 연구. 농진청, 농시논문집 **32**(2): 58-63.

한용식, 신관철, 김광포. 1989. 버섯파리류 *Mycophila* sp. 유충에 의한 양송이 자실체 오염 방지에 관한 시험. 농진청, 농시논문집 **19**: 21-25.

姫島正樹. 2001. 農業および園藝 - BT剤の利用と現状. 第76卷 第1號. 152-156.

Berkeley, R. C. W., Logan, N. A., Shute, L. A. and Capey, A. G. 1984. Identification of *Bacillus* species. *In* Bergan (Editor), Methods in Microbiology, Vol. 16, Academic press, London. 328 pp.

Birnboim, H. C. and Doly, J. 1979. A rapid alkaline extraction procedure for screening recombinant plasmid DNA. *Nucleic Acids Res.* **7**: 1513-1523.

Cantelo, W. W. and McDaniel, J. S. 1978. Mushroom flies controlled by incorporating Diazinon. *J. Econ. Entomol.* **71**: 670-673.

_____ and _____. 1980. Controlling flies in compost with Diazinon. *Mushroom News*. Apli: 21-27.

Cantwell, G. E. and Cantelo, W. W. 1984. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* in controlling a Sciarid fly, *Lycoriella mali*, in mushroom compost. *J. Econ. Entomol.* **77**: 473-475.

Choi, K. H., Park, H. C., Park, H. W., Jin, B. R., Kang, S. K. and Sohn, H. D. 1996. A Study on the Biological control of sciaride fly (*Lycoriella* sp.) using *Bacillus thuringiensis*. *Korean J. Life Science* **6**(4): 293-298.

_____, _____, Kang, P. D., Kang, S. K. and Sohn, H. D. 1997. Development characteristics and life cycle of Sciarid fly (*Lycoriella* sp.) in indoor rearing. *Korea J. Appl. Entomol.* **36**(1): 77-82.

Gill. S. S., Cowles, E. A. and Pietrantonio, P. V. 1992. The mode of *Bacillus thuringiensis* endotoxin. Dep. of *Entomology*, Univ. of California.

Hussey, N. W. 1959. Biology of mushroom phorids. *Mushroom Science* **IV**: 260-270.

Kinrus, A. 1978. New developments in fly control. *Mushroom News*. Feb.: 11-13.

Kim, K. P. and Hwang, C. Y. 1996. An investigation of insect pest on the mushroom (*Lentinus edode*, *Pleurotus osteratus*) in south region of Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* **35**(1): 45-51.

Kim, S. R., Choi, K. H., Cho, E. S., Yang, W. J., Jin, B. R. and Sohn, H. D. 1999. An inverstigation of the major dipteran pests on the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in Korea. *Korea J. Appl. Entomol.* **38**(1): 41-46.

Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* **227**: 680-685.

Ohba, M. and Aizawa, K. 1978. Serological identification of *Bacillus thuringiensis* and related bacteria isolated in Japan. *Journal of Invertebrate Pathology* **32**: 303-309.

_____, Ono, K., Aizawa, K. and Iwanami, S. 1981. Two new subspecies of *Bacillus thuringiensis* isolated in Japan: *Bacillus thuringiensis* subsp. *kumamotoensis* (Serotype 18) and *Bacillus thuringiensis* subsp. *tochigiensis* (Serotype 19). *Journal of Invertebrate Pathology* **38**: 184-190.

Park, H. W., Roh, J. Y., Je, Y. H., Jin, B. R., Oh, H. W., Park, H. Y. and Kang, S. K. 1998. Isolation of a non-insecticidal *Bacillus thuringiensis* strain belonging to serotype H8a8b. *Letters in Applied Microbiology* **27**: 62-66.

Peter, H. A. S., Nicholas, S. M., M. Elisabeth, S. and John, G. H. 1984. *Bergey's manual of Systematic Bacteriology*, Vol. 2. Williams & Wilkins Baltimore. 1599 pp.

Snetsinger, R. 1978. Morcap 10% granular insecticide for larval Sciarid fly cintrol. *Mushroom News* **26**(4): 12-14.

Wetzel, H. A. 1981. Integreated pest management. *Mushroom News*. Aug.: 29-33.