

고추탄저병(*Colletotrichum gloeosporioides*) 방제를 위한 엽권 길항미생물의 탐색

백수봉* · 김동우

건국대학교 농과대학 농학과

Screening for Phyllospherical Antagonistic Microorganisms for Control of Red-pepper Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*)

Su-Bong Paik* and Dong-Woo Kim

Department of Agronomy, College of Agriculture, Kon-Kuk University, Seoul 133-701, Korea

ABSTRACT: For the screening of biocontrol agents against red-pepper anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) 248 isolates of bacteria, 51 of fungi and 30 of yeasts were obtained from phyllosphere of medicinal plants. Of isolated microorganisms, four bacterial isolates, KB6, KB12, KB13 and KB14 were highly antagonistic to *C. gloeosporioides* than the others through dual culture test on potato dextrose agar (PDA). Among the four bacterial isolates, culture filtrate of the isolate KB12 showed the highest inhibition of *C. gloeosporioides* on PDA. The culture filtrates of four isolates controlled anthracnose on the red fruits, but not on the green fruits. In the living bacterial cell test, high control effect was observed both on the red and the green fruits. In the biochemical test, all isolates were identified as *Bacillus subtilis*.

KEYWORDS: Anthracnose, *Bacillus subtilis*, Biocontrol, *Colletotrichum gloeosporioides*, Medicinal plant, Phyllospere

농작물의 안전성 생산을 위하여 저독성이면서 환경에 해가 없는 생물학적 방제에 있어서 특히 병원균에 길항성을 띠는 미생물을 이용한 생물학적 방제가 관심을 끌고 있다.

지금까지 *Gliocladium*은 *Pythium ultimum*(Howell 1991, Papavizas 1985), *Trichoderma*는 *P. ultimum* 및 *Rhizoctonia solani* 등(Abelwalbab 등 1984, Ahamed 등 1987, Chet 등 1981), *Pseudomonas*는 *Sclerotinia sclerotiorum* 및 *Phytophthora capsici* 등(Bin 등 1991, 김 등 1992, Kim 등 1993, 김 등 1991, 이 등 1990, 박 등 1993), *Bacillus*는 *Uromyces phasoli*, tobacco spot disease, *Fusarium solani*, *Monilinia* sp., *Pyricularia oryzae* 및 핵과류, 잿빛무늬병 등을(Baker 등 1983, Fravel 등 1977, Kim 등 1994,

Mckeen 등 1986, 복 등 1990, Pusey 등 1984, Smith 등 1991), *Erwinia*는 *F. culmorum*(Kempf 등 1989), *Chaetomium*는 *P. ultimum*(Di Pietro 등 1992) 등의 방제를 위해 많은 연구자들에 의해서 토양으로부터 분리되어 이들에 의한 병원균의 억제기작, 길항균들의 증식조건(김 등 1990, 이 등 1990)등에 관해 많은 연구가 이루어져 왔다.

이러한 병원균에 길항성을 보이는 길항미생물의 탐색은 주로 토양으로부터 이루어졌으며, 식물 표면으로부터의 길항균의 분리는 간간이 이루어졌을 뿐(Hirano 등 1982, Leben 1964, Rytter 등 1989, Spurr 1981, Spurr 등 1985) 식물의 뿌리나 근권 토양에 대한 연구에 비하여 미약한 실정이다.

본 연구에서는 지금까지는 길항미생물을 찾는 데 있어서 토양에 편중되어 있고 엽권으로부터의 탐색(Fravel 등 1977, Spurr 등 1985, Baker 1983, Rytter

*Corresponding author

등 1989)이라 하더라도 기주식물에만 국한되어 이루어져 왔으므로, 이를 극복하고 길항미생물의 탐색에 있어서 탐색장소의 다양성을 기하여, 고추에서 문제시되는 병종의 하나인 고추 탄저병균에 길항성이 있는 미생물을 선별하여 생물학적 방제 이용가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

엽권미생물의 분리

본 연구에서 이용한 엽권미생물의 수집은 수원 농촌진흥청 작물 시험장 약용작물 포장에서 이루어졌다. 무작위로 100개의 약용작물의 균락 중심부위로부터 잎을 따서 bacto-peptone(0.1% wt/vol, pH 7.0)이 첨가된 0.1M phosphate buffer 용액이 들어있는 시험관에 각각 넣고 아이스박스에 보관 운반하였다.

운반 후 clean bench 안에서 각각의 엽으로부터 직경 5 mm의 엽편 3개씩을 절단하여 10 ml의 0.01M phosphate buffer가 들어있는 시험관에 넣고 vortex mixer를 이용, 엽면으로부터 미생물이 충분히 이탈 되도록 한 뒤 $10^3 \sim 10^4$ 배가 되도록 희석하였다(Andrews 등 1980).

희석된 액을 산처리된 PDA(potato 200 g, dextrose 20 g, agar 15 g, distilled water 1 l + chloramphenicol(200 mg/l)), NA(Bacto beef extract 3 g, peptone 5 g, agar 15 g, distilled water 1 l) + 2.5% w/v, glycerol + cycloheximide(100 mg/l), YEA(yeast extracts 3.0 g, peptone 5.0 g, apple juice 200 ml, distilled water 1 l)가 각각 20 ml 들어 있는 90 mm 크기의 petri-dish 위에 0.1 ml 씩 넣고 배지 표면위에 고르게 퍼지도록 하였다.

이때 PDA 및 YEA 배지에서는 곰팡이와 효모의 분리를 위하여 10^3 배, NA 배지에서는 세균의 분리를 위하여 10^4 배로 희석하여 25°C의 항온기에서, 사상균과 효모는 3~6일 세균은 1~3일 동안 배양하여 세균 243균주, 사상균 51균주, 효모 30균주를 분리하였다.

항균력 검증

저지대형성에 의한 항균성 검증 고추탄저병 병원균은 건국대학교 농과대학 병리연구실에서 분리

보관한 균주를 공시하였다.

직경이 90 mm인 petri-dish에 PDA 배지를 각각 20 ml 씩 부어 굳힌 다음 배지의 가운데에 PDA 배지에서 7일 동안 배양한 병원균(*Colletotrichum gloeosporioides*)의 균총(5 mm)을 접종하고 이로부터 20 mm 떨어진 곳에 세균과 효모는 streaking 하고 사상균은 균총(5 mm)을 접종하여 25°C 항온기에서 7일간 배양 후 저지대를 형성하는 균주를 1차 선별하였다.

1차로 선별된 세균 48균주를 다시 1차선별과 동일한 방법으로 검정하여 뚜렷한 저지대를 형성하는 세균 15균주를 2차선별하였다.

2차선별된 균주들은 PDA가 20 ml 씩 들어있는 petri-dish(9 cm)의 한가운데에 직선으로 접종하고 동시에 선별균주로부터 20 mm 떨어진 곳에 공시병원균의 균총을 접종하여 25°C에서 7일후에 가장 넓은 저지대를 나타내는 4균주를 최종선별하였다.

액체배양여액에 의한 항균성검정 PDB 배지가 100 ml 씩 들어있는 250 ml 삼각플라스크에 최종 선별된 4개균주를 접종하고 28°C의 shaking incubator에서 180 rpm으로 7일 동안 배양하였다.

배양된 액을 여과지(whatman No. 2)로 여과한 후 8000 rpm에서 15분간 원심 분리하고 상등액을 다시 0.45 μ m의 세균 여과지에 통과시켜 여과액을 얻었다. 이 액을 petri-dish에 2 ml 씩 붓고 PDA가 적당히 식은 후 18 ml를 부어서 잘 섞은 후 굳혔다. 7일간 배양된 공시 균의 균총을 접종한 7일 후에 각각의 균사직경을 측정하여 균사생장억제율을 검정하였다.

생물검정

액체배양여액에 의한 생물검정 푸른 고추와 붉은 고추를 각각 85% alcohol로 표면소독하여 핀으로 상처를 준 다음 배양액을 30 μ l 씩 처리하였고, 10^6 /ml이 되도록 조제된 공시균의 포자현탁액을 20 μ l 씩 접종한 다음 습식처리된 플라스틱 상자에 넣고 25°C의 항온기에서 10일 둔 후에 그 발병 정도를 조사하여 방제효과를 검정하였다.

Bacterial cell에 의한 생물검정 선별된 4균주를 각각 PDB 배지에서 48시간 동안 180 rpm, 28°C의 shaking incubator에서 배양한 후 5000 rpm에서 25 분 동안 원심 분리하여 여액은 버리고 pellet를 멸균수로 3번씩 동일한 방법으로 씻었다. 그리고 spec-

trophotometer를 이용하여 660 nm에서 10^7 cfu/ml의 농도로 조정하였다(Keinth 등 1987).

푸른 고추와 붉은 고추에 핀으로 상처를 주고 준비된 10^7 cfu/ml 농도의 세균현탁액을 $30 \mu\text{l}$ 씩 처리하여 충분히 마른 후 병원균의 포자(10^6 /ml)를 $20 \mu\text{l}$ 씩 접종하였다. 이것을 플라스틱 상자에 넣고 비닐을 씌워 25°C 의 항온기에 7~10일 보관한 다음 발병도를 달관조사하여 방제효과를 검정하였다.

길항균의 동정

길항균의 동정은 TSA(triptic soy broth 27.5 g, yeast extract 5.0 g, glucose 5.0 g, agar 15.0 g, distilled water 1 l)배지에서 18~24시간 배양후 vitek system에 의하여 실시하였다(Breed 등 1989).

결 과

항균력 검정

38과, 87종의 약용식물 엽권으로 부터 세균 243 균주, 사상균 51균주, 효모 30균주를 분리하여 *Colletotrichum gloeosporioides*에 대한 항균성을 검정한 결과 세균에서만 항균성이 있는 48균주가 1로차 선발되어 19.8%의 선발효율을 나타냈다.

1차 선발된 48균주에 대하여 다시 항균성이 높은 세균 15균주를 선발하고 이것에 대한 항균성을 조사한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 항균성이 뛰어난 4개의 균주가 선발되었다.

즉 KB6, KB12, KB13 및 KB14 균주가 *C. gloeosporioides*에 대해서 10 mm 이상의 저지대를 형성하였다. 그리고 저지대를 현미경으로 관찰한 결과 모두에서 균사가 기형으로 후막화 되어 있었다.

Table 2는 대치배양을 통해서 저지대를 나타낸 세균 KB6, KB12, KB13 및 KB14 균주를 각각 액체배양한 배양여액을 PDA와 9:1로 혼합하여 병원균의 균사생장억제력을 비교한 결과이다.

KB12의 배양여액이 *C. gloeosporioides*에 대하여 66.10%의 억제력을 보여 가장 높았고 다음으로 KB 13, KB6, KB14의 순으로 나타났다.

생물검정

Table 3은 세균 KB6, KB12, KB13 및 KB14 균주의 액체배양 여액을 고추열매에 처리한 후 *C.*

Table 1. Inhibition zone of mycelial growth of *Colletotrichum gloeosporioides* by bacteria isolated from phyllosphere on PDA medium.

Isolates	Inhibition zone
KB1	+*
KB2	+
KB3	+
KB4	+
KB5	+
KB6	++
KB7	+
KB8	+
KB9	+
KB10	+
KB11	+
KB12	++
KB13	++
KB14	++
KB15	+

*++: >10 mm, +: >5 mm

Values are the average of three replications.

Table 2. Inhibition percentage of mycelial growth of *Colletotrichum gloeosporioides* with the culture filtrates of bacteria KB6, KB12, KB13 and KB14 on PDA*

Isolate	Colony diam. (mm)	Inhibition percentage
KB6	11.0	39.9**
KB12	6.2	66.1
KB13	8.7	52.5
KB14	14.0	23.5
Control	25.8	-

*: The culture filtrates was mixed with PDA before inoculation of the pathogen

** : $\left(1 - \frac{\text{mycelial growth of treatment (mm)}}{\text{mycelial growth of control (mm)}}\right) \times 100$

Values are the average of three replications

*gloeosporioides*을 접종한 결과를 나타낸 것이다.

푸른 고추에서는 KB13 균주를 제외하고 방제효과가 있었고, 붉은 고추에서는 모든 균주에서 방제효과를 나타냈다.

Table 3. Effect of culture filtrates of antagonistic bacteria KB6, KB12, KB13, KB14 on the disease development in red-pepper fruits inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*

Isolate	Green fruits	Red fruits
KB6	+*	±
KB12	+	±
KB13	++	±
KB14	+	±
Control	+++	++

*Degree of disease ±: <1.0 mm, +: 1.1~5.0 mm, ++: 5.1~10.0 mm +++: >10.1 mm

Values are the average of six replications

Table 4. Control effect of bacterial cells of KB6, KB12, KB13 and KB14 on the red-pepper fruits inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*.

Isolate	Green fruits	Red fruits
KB6	+*	±
KB12	±	±
KB13	±	±
KB14	±	±
Control	++	+

*Degree of disease ±: <1.0 mm, +: 1.1~5.0 mm, ++: 5.1~10.0 mm

Values are the average of six replications

Table 4는 24시간 동안 배양한 균주들의 cell을 직접 고추열매에 처리하여 그 방제가를 비교한 결과를 나타낸 것이다.

모든 균주들이 무처리에 비하여 푸른 고추나 붉은 고추에서 방제효과가 있었다.

길항균의 동정

Vitek system에 의하여 각 선발균주들의 생화학적 특성을 조사한 결과 Table 5와 같이 나타났고, 모두 gram negative, 간균, 주모이고 0.8×1.5~2.5 μm 크기로 *Bacillus subtilis*로 동정되었다.

고 찰

엽권에는 많은 미생물이 서식하고 있으며, 이들

Table 5. Biochemical characteristics of the isolates of bacteria KB6, KB12, KB13 and KB14

Characteristics	Isolate of bacteria			
	KB6	KB12	KB13	KB14
1. Negative control	-*	-	-	-
2. Sucrose	+	+	+	+
3. Tetrazolium red	+	+	+	+
4. Tagatose	-	-	-	-
5. Glucose	+	+	+	+
6. Inositol	+	+	+	+
7. Galactose	-	-	-	-
8. Arabinose	+	+	+	+
9. Xylose	+	-	-	-
10. Mannitol	+	+	+	+
11. Raffinose	+	+	+	+
12. Salicin	+	+	+	+
13. Amygdalin	+	+	+	+
14. Inulin	+	+	+	+
15. Ribose	+	-	+	+
16. Maltose	+	+	+	+
17. Trehalose	+	+	+	+
18. Palatinose	+	+	+	+
19. Sorbitol	+	+	+	+
20. N-acetyl-d-glucosamine	+	+	+	+
21. Amylopectin	+	-	-	+
22. Potassium thiocyanate	+	+	+	+
23. 7% NaCl	+	+	+	+
24. Mandelic acid	+	+	+	+
25. Oleandomycin	+	+	+	+
26. Sodium acetate	+	+	+	+
27. Arabitol	-	-	-	-
28. Polyamidohydrostrepin	+	+	+	+
29. Nalidixic acid	-	+	-	-
30. Esculin	+	+	+	+
31. TRM	-	-	-	-

*-: negative, +: positive

중에는 항균성 미생물도 존재한다고 알려져 있다.

Lindow(1985)는 병해활성세균에 대한 엽권미생물의 길항성 조사에서 1500 이상의 균주로부터 88균주의 길항균을 선발하고 그 길항성을 보이는 균주 중에서 항균성 물질을 생산하는 균주는 58%였다고 했고, Leben(1964)은 오이 묘로부터 분리한 230 균주의 세균중에서 오이탄저병에 방제효과를 나타내는 균주 A180을 선발하였는데 본 연구에서도 고추탄저병균 *C. gloeosporioides*에 항균성이 높은 세균 4균주가 분리되었다.

Fravel과 Spurr(1977)는 담배와 그밖에 작물의 엽권에서 분리한 *Bacillus cereus* var. *mycoides*가 담배의 *Alternaria alternata*에 의한 점무늬병에 대하여 방제효과가 있다고 했고, Spurr와 Knudsen(1985)은 *Bacillus thuringiensis*와 *Pseudomonas cepacia*를 이용한 땅콩 *Cercospora personata* 방제에 대한 대단위 포장시험에서 농약에 비하여는 다소 떨어지나 무처리에 비하여 이병엽의 출현율에는 명확히 효과가 인정되었고 또한 낙엽을 지표로 한 경우에서도 효과가 인정된다고 했다. 또 Baker(1983) 등은 *B. subtilis* APPL-1을 분리하여 그 액체 배양액을 처리한 후, *Uromyces phaseoli* var. *typica*의 여름포자를 접종한 결과 95%의 방제가를 얻었다고 했고, Rytter 등(1989)은 *B. subtilis*에 의한 제라늄 녹병균의 생물학적 방제 실험에서 71%의 방제효과를 얻었다고 했다.

김 등(1994)은 식물에 뿌리썩음병을 일으키는 *Fusarium solani*의 생물학적 방제자로서 *B. subtilis* YB-70을 이용한 실험에서 cell을 처리하여 3일 후 76%의 발병억제효과를 얻었고, 복 등(1990)은 토양으로부터 분리한 *B. subtilis*로부터 KRF-001이라는 물질을 추출하여 벼 도열병균에 대한 실험에서 Kasugamycin과 대등한 효과를 얻었는데 본 연구에서 배양액 처리의 경우는 붉은 고추에서 방제효과가 컸고, cell 처리의 경우는 푸른 고추나 붉은 고추에서도 높은 방제효과를 얻고 있어 균주에 따라 다소 차이는 있으나 cell 처리에 의한 방제가 기대된다.

이들 항균성 있는 세균균주들을 Bergey's manual (Breed 등 1989)에 기록된 *Bacillus*의 특성과 비교한 결과 *B. subtilis*로 동정되었다.

고추탄저병(*Colletotrichum gloeosporioides*)에 대한 생물학적방제 능력을 가지는 엽권미생물을 선발하기 위하여 38과 87종의 약용식물로부터 243균주의 세균과 51균주의 사상균 그리고 30균주의 효모를 분리하여 이들에 대하여 항진균활성검정을 *in vitro* 및 *in vivo*에서 실시한 결과는 다음과 같다.

분리된 엽권미생물중에서 PDA 배지 대치배양에서 10 mm 이상의 생육저지대를 형성하는 4개의 엽권미생물이 선발되었다. 선발된 4개의 세균균주 KB6, KB12, KB13 및 KB14의 PDB 배양여액 중에서 KB12 균주가 균사생장 억제율이 가장 높았다. 액체배양여액 처리에서 푸른 고추보다 붉은 고추에서 방제효과가 컸다. Bacterial cell 처리에서는 푸른 고추나 붉은 고추에서도 높은 방제효과가 있었다. 선발된 4개의 세균균주들은 모두 *Bacillus subtilis*로 동정되었다.

參考文獻

- Abdelwalbab, D.A. and Buchenau, G.W. 1984. Factos affecting biological control of *Phythium ultimum* on alfalfa using seed treatment with *Gliocladium virens*, *Trichoderma harzianum* and *T. hamatum*. *Phytopathology* 74: 863.
- Ahamed, J.S. and Baber, R. 1987. Rhizosphere competence of *Trichoderma harzimum*. *Phytopathology* 77: 182-189.
- Andrews, J.H. and Kenerley, C.M. 1980. Microbial population associated with buds and young leaves of apple. *Can. J. Bot.* 58: 847-855.
- Baker C.J., Stavely, J.R., Tomas, C.A., Myron, S. and Janet, S. Macfall. 1983. Inhibitory effect of *Bacillus subtilis* on *Uromyces phasoli* and on development of rust pustules on bean leaves. *Phytopathology* 73 (8): 1148-1152.
- Bin, L., Knudsen, G.R. and Eschen, D.J. 1991. Influence of an antagonistic strain of *Pseudomonas fluorescens* on growth and ability of *Trichoderma harzianum* to colonize sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. *Phytopathology* 81: 994-1000.
- Breed, R.S., Murray, E.G. and Smith, N.R. 1989. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. The Williams and Wilkins Co.
- Chet, I. and Baker, R. 1981. Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive of *Rhizoctonia solani*. *Phytopatho-*

- logy 71: 260-269.
- Di Pietro, A. and Gut-Rella, M.J.P., et al. 1992. Role of antibiotic produced by *Chaetominum globosum* in biocontrol of *Pythium ultimum*, a causal agent damping-off. *Phytopathology* 82: 131-135.
- Fravel, D.R. and Spurr, H.W. Jr. 1977. Biocontrol of tobacco brown-spot disease by *Bacillus cereus* subsp. *mycoides* in a controlled environment. *Phytopathology* 67: 930-932.
- Hirano S.S. and Nordhein, E.V., et al. 1982. Lognormal distribution of Epiphytic bacterial population on leaf surfaces. *Applied and Environmental Microbiology* 44(3): 695-700.
- Howell, C.R. 1991. Biological control of Pythium damping-off of cotton with seed-coating preparation of *Gliocladium virens*. *Phytopathology* 81: 738-741.
- Keith, A., Seifert, Hamilton, W.E., Colette, B. and Maureen, B. 1987. Evaluation of *Bacillus subtilis* C186 as a potential biological control of supstain and mould unseasoned lumber. *Canada J. Microbial.* 33: 1102-1107.
- Kempf, H.J. and Wolf, G. 1989. *Erwinia herbicola* as a biocontrol agent of *Fusarium culmorum* and *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* on wheat. *Phytopathology* 79: 990-994.
- 김범석, 황병국. 1992. 고추재배토양에서 *Phytophthora capsici*에 길항효과가 있는 항생물질생성세균의 분리와 항균작용. *한국식물병리학회지* 8(4): 241-248.
- Kim, B.S. and Byung, K.H. 1993. Production and antifungal activity of antibiotic substance produced by *Pseudomonas aeruginosa* strain B5. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 3(1): 12-18.
- 김충희, 지정진, 박경석. 1990. 고추역병에 대한 생물학적 방제 V. 길항균의 농가포장 시용효과. *한국식물병리학회지* 6(2): 201-206.
- 김정식, 이인원, 오승환, 이영근, 유연현, 김영호, 박교진. 1991. *Pseudomonas aeruginosa*가 생성하는 항생물질의 분리 및 동정. *한국식물병리학회지* 7(3): 169-176.
- Yong-Su, Kim, Ho-Seong, Lim and Sang-dal, Kim. 1994. *Bacillus subtilis* YB-70 as a biocontrol agent of *Fursarium solani* causing plant root-rot. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 4(1): 68-74.
- Leben, C. 1964. Influence of bacteria isolated from healthy cucumber leaves on two leaf disease of cucumber. *Phytopathology* 54: 405-408.
- 이은중, 지정진, 박경석, 김충희. 1990. 고추역병에 대한 생물학적 방제 연구 IV. 농가하우스 포장에서의 길항균 시용효과. *한국식물병리학회지* 6(1): 58-64.
- 이영희, 심재열, 이은중, T.W. Mew. 1990. 실내 및 온실에서 형광성 *Pseudomonas* spp.의 수도진균병에 대한 생물학적 방제효과 검정. *한국식물병리학회지* 6(1): 73-80.
- Lindow, S.E. 1985. Integrated control and role of antibiosis in biological control of fire blight and frost injury. "Biological control on the phylloplane." (Wincles, C.E. and Lindow, S.E., eds.) Amer. Phytopath. Soc., St. Paul. p.83-115.
- Mahaffee, W.F. and Bakman, P.A. 1993. Effect of seed factors on spermosphere and rhizosphere colonization of cotton by *Bacillus subtilis* GB03. *Phytopathology* 83(10): 1120-1125.
- Mckeen, C.D., Reilly, C.C. and Pusey, P.L. 1986. Production and partial Characterization of antifungal substance antagonistic to *Monilinia* from *Bacillus subtilis*. *Phytopathology* 76(2): 136-139.
- 박경석, 추원황, 김충희. 1993. Isolation of an antibiotic substance from *Pseudomonas cepacia* antagonistic to *Phytophthora capsici*. *한국식물병리학회지* 9(1): 1-6.
- Papavizas, G.C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, Ecology, and *Romyces flavus* in soil and survival in alginate pellets. *Phytopathology* 77: 131-139.
- 복성해 외. 1990. 미생물공학을 이용한 신규무공해 살균제 개발(I). *한국과학재단*.
- 복성해 외. 1990. 미생물 자원탐색을 통한 신규천연생리활성물질의 개발: 신규 항진균성물질의 개발(II). *한국과학기술처*.
- Pusey, P.L. and Wilson, C.L. 1984. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. *Plant disease* 68: 753-756.
- Rytter, J.L., Lukezic, F.L., Craig, R. and Moorman, G.W. 1989. Biological control of Geranium rust by *Bacillus subtilis*. *Phytopathology* 79(3): 367-370.
- Smith R.A. and Couche G.A. 1991. The phylloplane as a source of *Bacillus thuringiensis* variants. *Applied and Environmental Microbiology* 57(1): 311-315.
- Spurr, H.W. Jr. 1981. Experiment on foliar disease control using bacterial antagonists. "Microbial ecology of the phylloplane." (Blakeman, J.P., ed.) Academic Press, London. p.369-381.
- Spurr, H.W. Jr. and Knudsen, C.R. 1985. Biological control of leaf diseases with bacteria. "Biological control on the phylloplane." (Wincles, C.E. and S.E. Lindow, eds.) p.45-62.