

# 마늘 흑색썩음균핵병 방제 길항세균 *Burkholderia pyrrocinia* CAB08106-4의 대량배양 조건

이동국 · 이은숙 · 김정석 · 백철기 · 박매솔 · 박은희 · 이석희 · 정창국\*

한국삼공(주)농업연구소

## Condition for Mass Production of Antagonistic Bacterium *Burkholderia pyrrocinia* CAB08106-4 to Control Garlic White Rot

Dong Guk Lee, Eun Sook Lee, Jeong Seok Kim, Cheol Ki Baek, Mae Sol Park, Eun Hee Park, Suk Hee Lee and Chang Kook Chung\*

Agricultural Research Center, HANKOOKSAMGONG Co. Ltd., Jeonrabuk-Do 576-942, Korea

**ABSTRACT** : *Burkholderia pyrrocinia* CAB08106-4 was parceled out from the Chungnam Agricultural Research and Extension Center, Korea to evaluate the antagonistic activity against garlic white rot caused by *Sclerotium cepivorum*. The optimum cultural conditions including temperature, pH, enzyme activity, carbon and nitrogen sources were determined. The optimum culture conditions of *B. pyrrocinia* CAB08106-4 were 28°C, 150 rpm and pH 7. Chitinase only showed activity among several tested enzymes. The highest cell growth was obtained with 1% glucose and 0.1% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, respectively.

**KEYWORDS** : Biocontrol, *Burkholderia pyrrocinia*, White rot disease

### 서론

마늘(*Allium sativum*)은 백합과에 속하는 구근 식물로 오래 전에 중앙아시아 지역에서 우리나라로 전래한 외래 식물이다. 우리나라에서는 고추와 함께 빼놓을 수 없는 중요한 조미 채소로서 강장작용과 함께 매운맛을 지니고 있기 때문에 식욕을 돋우는 역할을 한다. 마늘은 전국의 많은 농가에서 재배되고 있지만, 특히 충남, 전남, 경남, 제주

등 중남부 지역에서 집단으로 재배되고 있다(Kim *et al.*, 2012).

국내에서는 마늘에 발생하는 병으로는 현재까지 17종이 보고되어 있다(List of Plant Diseases in Korea, 2009). 그 중 마늘밭의 에이즈라 불리는 흑색썩음균핵병은 우리나라에서 1988년 고흥지방의 난지형 마늘 포장에서 최초로 발생하였다. 봄에 기온이 상승함에 따라서 병징이 발현되는 것이다(Kim *et al.*, 2004). 병원균은 1894년 Berkeley에 의해 양파에서 처음 분리된 *Sclerotium cepivorum*로 보고되었다(Scott, 1956). 대표적인 식물 병원균으로 균핵이라는 내구체를 형성하여 불량한 조건에서 생존할 수 있다. 생육적온은 15~20°C이며, 1°C에서도 균사생장이 가능하며(McLean *et al.*, 2000), 전염경로는 토양에서 균핵상태로 존재하다가 파종과 함께 씨마늘에 감염이 될 뿐만 아니라 농기구 등에 의해서도 가능하다(Davis *et al.*, 2007). 마늘, 양파를 비롯한 *Allium*속 작물의 토양전염병해에서 가장 피해가 크며 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 매년 피해가 증가해 큰 영향을 미치고 있다(Entwistle, 1990).

마늘 흑색썩음균핵병은 파 속 채소 35종 중 마늘(조선 마늘, 왕마늘), 파, 양파, 부추 등 27종에서 발병되는 것으로 알려졌으며, 특히 조선마늘이 가장 감수성이 높은 것으

Kor. J. Mycol. **41**(1): 42-46 (2013)  
<http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2013.41.1.42>  
 pISSN 0253-651X  
 ©The Korean Journal of Mycobiology

\*Corresponding author  
 E-mail : cck7808@30agro.co.kr

Received January 8, 2013  
 Revised March 5, 2013  
 Accepted March 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.

로 보고되어 있다(Mordue and Holliday, 1976). 양파, 사과, 쪽파와 함께 최근에는 달래의 주산지에서도 피해가 급속히 확산되고 있으며, 한지형보다는 난지형에서, 논보다는 밭에서 피해가 크다(Kim *et al.*, 2004; Clarkson *et al.*, 2002).

외국에서 흑색썩음균핵병에 대한 친환경적인 생물학적 방제는 과거 1969년부터 지금까지 활발히 이루어지고 있었다. 대표적인 개발 균주로는 *Coniothyrium minitans*, *Cheatonium globosum*, *Trichoderma hazianum*, *T. viride*, *T. koningii* 등이 있다(Mclean *et al.*, 2000; Clarkon *et al.*, 2002). 그러나 마늘 흑색썩음균핵병에 등록된 생물농약은 현재까지 없는 실정이다.

최근 우리나라 국민의 삶의 질 향상으로 건강에 대한 관심이 증대되는 추세이다. 안전한 먹거리를 위해서는 화학농약의 오남용 등을 방지하고 유기농비료, 생물농약 등을 사용하는 방법 등이 모색되어야 한다. 마늘의 경우 일반인들은 화학농약을 살포하지 않고 재배할 것이라 생각하지만 살균제, 살충제와 제초제 등 많은 화학농약이 살포되고 있다. 구근채소인 마늘은 화학농약을 살포하는 경우에 안전사용기준을 철저히 지킨다면 잔류농약 문제가 발생하지 않지만, 토양 속에서 농약에 얼룩진 마늘을 생각한다면 소비자로 하여금 극도의 거부감을 불러 일으킬 수밖에 없다.

따라서 마늘 병해 방제법도 화학농약을 대체할 수 있는 환경친화형 방제법으로 전환되는 것이 필요하다고 판단된다. 그리고 마늘 흑색썩음균핵병에 대한 항균활성을 증대시킬 수 있는 최적배양 조건을 확립하여 미생물농약의 제조를 위한 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 시험 균주 및 배양

마늘에 흑색썩음균핵병을 감염하는 *S. cepivorum*에 강력한 길항력을 가진 *Burkholderia pyrrocinia* CAB0816-4 균주를 충남기술원으로부터 받았다. CAB0816-4 균주는 토양에서 분리된 균주로 -70°C 초저온냉동고에 보관하였다. Nutrient broth(DIFCO, USA)를 이용하여 기본배양을 하였고, 300 mL 용량 삼각플라스크에 넣고 멸균한 배지를 사용하였다. 최초 조건은 150 rpm, 30°C에서 7일 동안 진탕배양기를 사용해 배양하였다(Lee *et al.*, 2011). 배양산물의 실제 균체수를 측정하기 위해 9 mL 시험관에 배양액을 1 mL씩 옮겨 10배 희석한 용액 100  $\mu$ L를 nutrient agar(DIFCO, USA)에 도말하였다. 각 시험에서는 결과의 재현성을 위해 3반복씩 3회 수행하였다.

### 최적 배양 적온 및 초기 pH 영향

길항균의 최적 배양조건을 조사하기 위해 먼저 본 균주를 nutrient broth배지에 접종하여 사용하였다. 그리고 최적 배양적온을 조사하기 위해 10°C에서 40°C까지 10°C 단위로 측정하였고, 선정된 온도에서  $\pm 3^\circ\text{C}$ 로 하여 1°C 단위로

재측정하였으며 1~5일까지 6시간 단위로 흡광도를 측정하였다.

초기 생육단계에 미치는 pH의 영향을 조사하기 위해 배지의 pH 범위를 1~10까지 설정하였고, 시료를 배양 후 각 48, 72시간에 1 mL씩 채취하여 증류수로 10배 희석한 뒤 spectrophotometer(SHIMADZU, JAPAN)를 이용해 흡광도(Optical Density value, 660 nm)를 측정하였으며, 측정된 흡광도를 이용하여 성장곡선을 작성하였다.

### 효소활성

4°C 항온기에 보관한 nutrient agar 배지상의 *B. pyrrocinia* CAB 08106-4 균주를 다시 동배지에 순수분리배양하여 30°C 항온기에 2일간 배양하였다. 배양한 균주의 single colony와 오염여부를 확인한 후 실험에 사용하였다. 획득한 single colony를 nutrient broth 배지에 접종하여 28°C, 150 rpm, 3일간 진탕배양기에서 배양하였다.

Cellulase, hemicellulase(Shin *et al.*, 2011), chitinase(Kim *et al.*, 2005), agarase(Fu *et al.*, 2009), protease(Park *et al.*, 2010) 등 효소활성 검정배지를 응용하여 제작하였다. 3일간 nutrient broth 배지에 배양한 배양액과 0.2  $\mu$ L filter(CORNING, USA)를 사용한 배양여액을 동시에 준비하여 미리 제작한 효소검정배지 위에 8 mm paper disc(ADVANTEC, JAPAN)를 치상한 후, 20  $\mu$ L를 점적하였다. 균체는 nutrient agar배지에서 배양한 single colony를 접종하였다. 그리고 30°C 항온기에 보관하여 1일 단위로 관찰을 실시하였다. Cellulase 활성 검정은 congo red solution(1 mg/100 mL)으로 30분 염색하고 1 M NaCl로 씻어낸 뒤 클리어존 부위를 육안으로 관찰하여 활성유무를 판단하였다.

### 탄소원 선별 및 최적 농도

CAB08106-4 균주를 nutrient broth배지에 3일간 배양하여 최적의 탄소원을 선별하기 위해 고·저분자 탄소원 13종(Park *et al.*, 2010)을 실험에 사용하였다. Pseudomonas medium( $\text{K}_2\text{HPO}_4$  2.56 g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  2.08 g,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1.0 g,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.5 g, agar 2%, g/L)에 13종의 탄소원을 3% 농도로 첨가하여 각각의 배지를 제조한 후 미리 배양한 *B. pyrrocinia* CAB08106-4를 50  $\mu$ L씩 첨가하였다. 다음으로 기초 배양조건에서 확립된 최적조건으로 진탕배양기에 배양하여 3, 5, 7일 후에 spectrophotometer를 이용해 660 nm 파장으로 흡광도를 측정하였다. 또한, 각각의 시료에 대한 항균활성을 조사하였다. 항균활성은 PDA배지에 마늘 흑색썩음균핵병원균을 8 mm 균총으로 치상한 다음 2.5 cm 간격으로 8 mm paper disc를 치상하였다. 8종류의 질소원을 첨가한 후 배양한 배양액 및 배양여액을 20  $\mu$ L 씩 점적하고 음건한 뒤 대치배양하고 관찰하였다. 항균활성은 배양 9일 후에 버니어 캘리퍼스를 사용해 paper disc와 병원균 사이의 억제된 길이를 조사하였다.

선별한 탄소원의 최적농도를 결정하기 위하여 pseudomonas

medium에 탄소원을 1~5%의 농도 수준으로 첨가하였다. 배지는 멸균을 실시한 다음 미리 준비해 둔 접종원을 각각의 배지에 100 µL씩 접종하여 진탕배양기에서 28°C, 150 rpm 조건으로 배양하였다. 배양한 각각의 시료는 3, 5, 7 일차에 1 mL를 채취하여 흡광도를 측정하였다.

**질소원 선발 및 최적 농도**

*B. pyrrocinia* CAB08106-4 균주의 단일클로니를 미리 준비한 nutrient broth배지 100 mL에 72시간 배양하여 접종원을 준비하였다. 질소원의 선발을 위해 *pseudomonas* medium의 질소원(NH<sub>4</sub>Cl)을 미리 제거하였다. 다음으로 8종의 질소원을 0.5%씩 첨가하여 멸균하고 미리 준비한 접종원을 100 µL씩 첨가한 후 진탕배양기에 28°C, 150 rpm 조건으로 배양하였다. 배양한 각각의 시료는 3, 5, 7일차에 1 mL를 채취하여 흡광도(660 nm)를 측정하여 질소원을 선발하였다. 그리고 항균활성 측정은 질소원 선발실험과 동일하게 실시하였다.

선발한 질소원의 최적농도를 결정하기 위하여 *pseudomonas* medium의 질소원(NH<sub>4</sub>Cl)을 제거하고 0~0.5%까지 0.1% 단위로 첨가하여 멸균하였다. 다음으로 미리 준비한 접종원을 100 µL씩 접종하여 진탕배양기에 28°C, 150 rpm으로 배양하여 7일 동안 흡광도(660 nm)를 매일 측정하여 최적의 질소원 농도를 선발하였고, 각각의 시료를 채취해 마늘 흑색썩음균핵병원균에 대한 항균활성을 조사하였다. 항균활성 조사방법은 탄소원 선발실험과 동일하게 실시하였다.

**결 과**

**배양적온**

*B. pyrrocinia* CAB08106-4 균주의 배양적온과 최적 배양 시간을 조사하기 위해 nutrient broth에 배양한 후 20°C에서 40°C까지 10°C간격으로 흡광도를 조사하였을 때 30°C에서 가장 높았다. 30°C에서 ±3°C 간격으로 길항균주의 증식정도를 조사하여 생장곡선을 나타내었다(Fig. 1).

27~33°C까지 온도별로 배양적온을 조사했을 시에 모든 온도의 범위에서 0~60시간까지는 비슷하게 보였으나 33°C 조건에서는 아주 낮았다. 배양적온의 순서는 28°C, 27°C, 29°C, 30°C, 31°C, 32°C, 33°C로 길항균의 밀도가 가

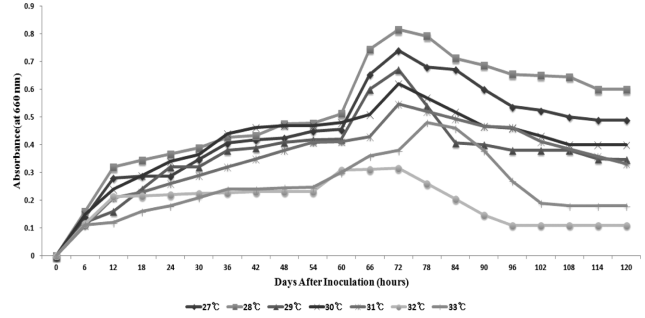


Fig. 1. Effect of cultivation temperature and period on the cell growth of *B. pyrrocinia* CAB08106-4 in nutrient broth.

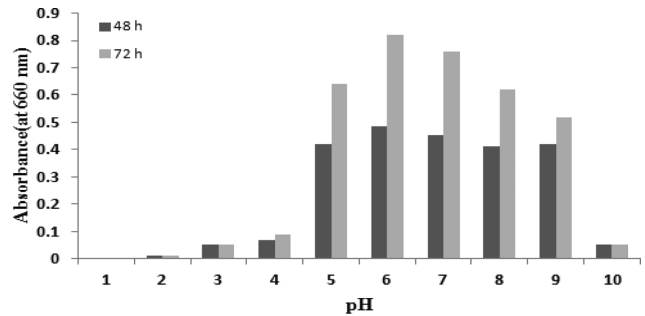


Fig. 2. Effect of initial pH on the cell growth of *B. pyrrocinia* CAB08106-4 in nutrient broth.

장 증가하는 28°C에서는 60~72시간째 되는 시간에 O.D. 값이 가장 높았다.

**초기 pH 영향**

*B. pyrrocinia* CAB08106-4 균주를 다양한 pH로 보정된 nutrient broth 배지에서 48시간과 72시간의 증식밀도를 조사하였다. pH 3과 pH 10에서는 길항균주가 거의 증식하지 못하였고 pH 5에서 pH 7까지는 pH가 증가함에 따라 생육이 증가하였고 pH 6에서 최고 밀도를 관찰하였다(Fig. 2).

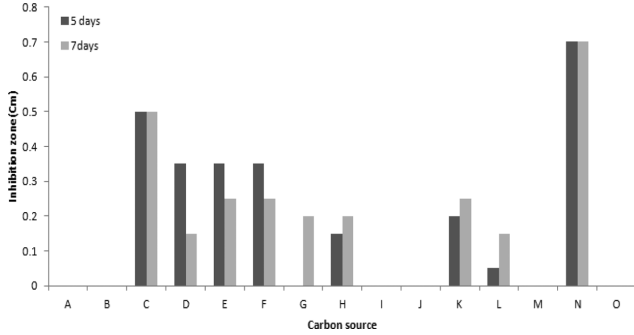
**효소활성**

CAB08106-4의 균주의 배양액, 배양여액, 균체의 효소활성을 관찰하기 위해 5종류의 검정배지를 제작하여 조사하였다. 균체와 배양액에서 chitinase의 활성이 있었으나, 배양여액에서는 관찰할 수 없었다. 한편 cellulase, hemicellulase,

Table 1. Enzyme activities in culture broth, cell-free culture broth and cell suspension of *B. pyrrocinia* CAB08106-4 for filter paper assay

Treatments	Enzyme activity				
	Cellulase	Chitinase	Hemicellulase	Agarase	Protease
Cell suspension	- <sup>a</sup>	+ <sup>b</sup>	-	-	-
Culture broth	-	+	-	-	-
Cell-free culture broth	-	-	-	-	-

<sup>a</sup>: inactive, <sup>b</sup>: active



**Fig. 3.** Effect of high and low molecular weight carbon sources for the antifungal activity of *B. pyrrocinia* CAB08106-4 cell-free culture broth against white rot caused by *Sclerotium cepivorum* on PDA medium after 5 to 7 days dual culture. A: Cellulose, B: Fructose, C: Glucose, D: Lactose, E: Maltose, F: Mannitol, G: Mannose, H: Sucrose, I: Corn starch, J: Potato starch, K: Black sugar, L: Yellow sugar, M: Rice bran oil, N: NB, O: Control

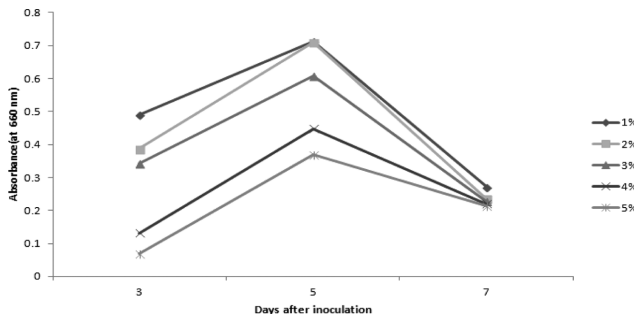
agarase, protease 등의 효소활성이 없었다(Table 1).

**길항균의 증식 및 항균활성을 증가시키는 탄소원**

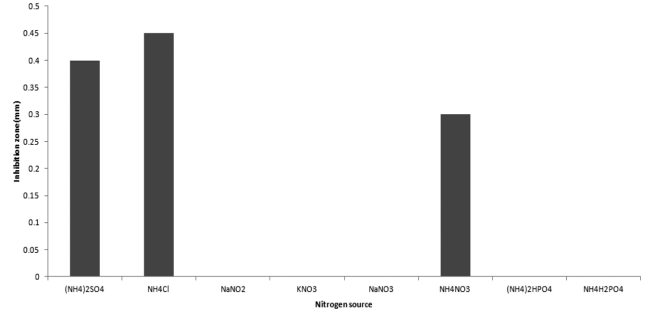
고·저분자 탄소원 13개 중 glucose, rice bran oil을 첨가한 배지에서 가장 많은 생균수가 측정되었다. 각각의 배양산물을 배양액, 배양여액으로 구분하여 마늘 흑색썩음균핵병원균과 대치배양하였다. 그 결과 배양액과 배양여액에서 nutrient broth, glucose 순으로 가장 높은 활성을 나타내었다(Fig. 3). 또한 선정된 탄소원인 glucose를 농도별로 달리하여 배지에 1~5% 첨가하였을 때 1%에서 길항균 증식이 가장 높은 것으로 나타났고 2%와 3%는 초기에 미생물의 증식정도가 낮았으며, 4%와 5%는 72시간이 지난 뒤에 증식이 시작되었다(Fig. 4). 따라서 최적 탄소원의 농도는 glucose 1%로 나타났다.

**길항균의 증식 및 항균활성을 증가시키는 질소원**

길항세균 *B. pyrrocinia* CAB08106-4 균주의 대량배양을 위한 7개의 질소원 중에서 마늘 흑색썩음균핵병에 대한 항균활성을 증가시키는 질소원을 탐색하였다. 길항균의



**Fig. 4.** Cell growth of *B. pyrrocinia* CAB08106-4 by glucose concentrations.



**Fig. 5.** Inhibition effects of nitrogen sources for *B. pyrrocinia* CAB08106-4, antagonistic fungi to the mycelial growth of white rot caused by *Sclerotium cepivorum* on PDA medium.

배양여액이 마늘 흑색썩음균핵병의 균사생육에 미치는 영향은 NH<sub>4</sub>Cl이 가장 크게 억제하였으며, 다음은(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 순으로 관찰되었다(Fig. 5). 그러나 최적 질소원을 넣은 배지의 흡광도를 측정했을 때 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>가 배양이 더 원활한 것으로 나타났다.

**고찰**

길항균 *B. pyrrocinia* CAB08106-4 균주의 배양적은 및 시간, pH 등을 조사하였을 때 28°C, 72시간 조건에서 길항균주의 밀도가 최고에 도달하였다. 또한 pH를 6으로 보정하여 배양할 경우 가장 높은 밀도가 관찰되었다. 한편 *Burkholderia pyrrocinia* CH-67(Lee et al., 2011) 균주는 30°C를 배양적으로 선택하여 실험하였다. 이는 토양에서 유래한 균주는 동일하지만 균주마다 분리된 장소, 성질, 특성 등의 차이가 있을 수 있다고 판단되었기 때문이다.

16S rDNA를 바탕으로 군분류학적 *Burkholderia pyrrocinia*의 위치는 *Burkholderia cepacia* 속에 속해있고 chitinase 활성만을 가진다고 알려져 있다(Lee et al., 2011). 본 연구에서도 agarase, protease, cellulase, hemicellulase, chitinase 등의 효소활성을 조사한 결과 기존의 연구내용과 동일한 것으로 관찰되었다.

*B. pyrrocinia* 균주는 *Burkholderia* 종으로 재분류 되었지만(Viallard et al., 1998), 최초 *B. pyrrocinia* 균주가 *Pseudomonas* (Imanaka et al., 1965)로 분리가 되었다. 이러한 개념을 이용하여 탄소원·질소원 선별실험에 pseudomonas medium을 응용하였다. Pseudomonas medium에 고·저분자 탄소원을 첨가하여 최적 탄소원과 농도를 조사한 결과, 그 중에서 rice bran oil, glucose에서 배양이 우수하게 나타났다. 그러나 rice bran oil(Lee et al., 2011)의 배양액의 경우, glucose에서 보다 균체수가 더 많지만 마늘 흑색썩음균핵병에 대한 길항력이 떨어지며 배양산물에 찌꺼기와 같은 이물질이 뜨는 현상이 관찰되었다. 이는 향후 제형화하는데 있어서 문제가 나타날 수 있기 때문에 glucose가 최적 탄소원으로 생각되었다. 특히 glucose는 미생물 대량 배양 및 기본적인 배양에 널리 이용되는 탄소원이며, 최적 질소

원은  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 를 첨가하였을 때 배양과 항균활성을 동시에 충족하는 것으로 나타났다.

길항세균을 대량배양하여 미생물체제로 제형화할 때 길항세균의 항균활성을 증대시킬 수 있는 특정 영양원을 배지에 첨가함으로써 미생물체제의 길항능력을 향상시킬 수 있다(Iwase *et al.*, 2009). 그러나 *Burkholderia* 속 균주는 *Bacillus* 속 균주보다 연구가 활발하지 않는 실정이며, 포자 등 어려운 환경에서 이겨낼 수 있는 내구체를 형성할 수 없어 제형상의 많은 어려움이 있을 것으로 판단된다. 이와 같은 성질은 작물보호제에서 제일 중요한 유통기한과 직결된 문제로 내구체를 형성할 수 없는 큰 문제를 안고 있지만 *Burkholderia* 속 균주의 재형화는 실용적으로 아직 어려운 것이 현실이다.

현재 본 연구에서 길항균의 최적 대량 배양조건을 위해 질소원과 탄소원 그리고 각각의 농도를 탐색하였다. 추후 연구에서는 대량 배양기를 활용한 실험을 통해 실제로 대량배양에서의 기술에 응용과 이 모든 최적의 조건이 확립되면 제형화와 그에 따른 미생물농약의 유통기한 그리고, 실내 및 포장에서의 효과를 검정 할 것이다.

## 적 요

길항균주의 기초배양 조건 및 특성은 nutrient broth 배지를 사용하여 조사하였고, 그 결과 온도는 28°C, pH는 6이었으며 효소활성은 chitinase로 관찰이 되었다. 대량배양 조건은 pseudomonas medium을 이용하였고 위와 동일한 기초 배양조건들을 사용하였으며, 항균활성과 생육정도를 동시에 충족시키는 탄소원과 질소원을 조사하였다. 그 결과 탄소원 13종 중에서 glucose, 질소원은 8종류 중에서  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 로 나타났다. 또한 각각의 탄소원과 질소원의 농도는 1%, 0.1%에서 가장 좋은 것으로 나타났다.

## 감사의 글

이 논문은 2011년도 농림수산식품기술기획평가원(111045-032-SB010)의 재원으로 지원을 받아 수행된 연구임.

## 참고문헌

Clarkson, J. P., Payne, T., Mead, A. and Whipps, J. M. 2002. Selection of fungal biological control agents of *Sclerotium cepivorum* for control of white rot by sclerotial degradation in a UK soil. *Plant pathology*. 51:735-745.

Davis, R. M., Hao, J. J., Romberg, M. K., Nunez, J. J. and Smith, R. F. 2007. Efficacy of germination stimulants of *Sclerotia* of *Sclerotium cepivorum* for management of white rot of garlic.

*Plant Dis.* 91:204-208.

Entwistle, A. R. 1990. Root diseases. In: Rabinowitch HD, Brewster JL, eds. Onions and Allied crop, Vol. II. Boca Raton, FL. USA: CRC Press, 105-54.

Fu, X. T., Lin, H. and Kim, S. M. 2009. Optimization of medium composition and culture conditions for agarase production by *Agarivorans albus* YKW-34. *Process Biochem.* 44:1158-1163.

Imanaka, H., Kousaka, M., Tamura, G. and Arima, K. 1965. Studies on pyrrolnitrin, a new antibiotic. Taxonomy studies on pyrrolnitrin-producing strain. *J. Antibiot.* 18:205-206.

Iwase, N., Rahman, M. S. and Ano, T. 2009. Production of iturin A homologues under different culture conditions. *J. Environmental Sci.* 21:S28-S32.

Kim, S. J., Kim, M. Y., Koo, B. S., Yoon, S. H., Yeo, Y. S., Park, I. C., Kim, Y. J., Lee, J. W. and Whang, K. S. 2005. Isolation and phylogenetic characterization of chitinase producing oligotrophic bacteria. *J. Microbiol.* 41:293-299.

Kim, Y. K., Kwon, M. K., Shim, H. S., Kim, T. S., Yeh, W. H., Cho, W. D., Choi, I. H., Lee, S. C., Ko, S. J., Lee, Y. H. and Lee, C. J. 2005. Various cultural factors associated with disease development of garlic white rot caused by two species of *sclerotium*. *Res. Plant Dis.* 11(1):28-34.

Kim, Y. K., Kwon, M. K., Shim, H. S., Yeh, W. H., Kim, T. S., Cho, W. D. and Kim, C. H. 2004. A new method for sclerotial isolation of two species of *Sclerotium* from infested soils. *Plant Pathol. J.* 20(4):240-243.

Kim, Y. W., Jang, M. W., Hong, S. Y. and Kim, Y. H. 2012. Assessing southern-type garlic suitability with regards to soil and temperature conditions. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 45(2):266-271. (in Korean).

Lee, K. Y., Kong, H. G., Choi, K. H., Lee, S. W. and Moon, B. J. 2011. Isolation and identification of *Burkholderia pyrocinia* CH-67 to control tomato leaf mold and damping-off on crisphead lettuce and tomato. *Plant Pathol. J.* 27:59-67.

List of Plant Diseases in Korea. 2009. Korean Society of Plant Pathology. pp. 95-98.

McLean, K. L. and Stewart, A. 2000. Application strategies for control of onion white rot by fungal antagonists. *N. Z. J. Crop Hort. Sci.* 28:115-122.

Mordue, J. E. M. and Holliday, P. 1976. *Sclerotinia sclerotiorum*. CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 513.

Park, H. J. and Park, H. D. 2010. Isolation from chungkookjang and characterization of a bacterium producing an extracellular protease of high specific Activity. *Korean J. Food Preservation.* 17:410-417.

Scott, M. R. 1956. Studies of the biology of *Sclerotium cepivorum* BERK. *Anna. Appl. Biol.* 44:576-583.

Shin, P. G. and Cho, S. J. 2011. Cellulase and xylanase activity of compost-promoting bacteria *Bacillus* sp. SJ21. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44: 836-840.

Viallard, V., Poirier, I., Cournoyer, B., Haurat, J., Wiebkin, S., Ophel-Keller, K. and Balandreau, J. 1998. *Burkholderia graminis* sp. nov., a rhizospheric *Burkholderia* species, and reassessment of [*Pseudomonas*] phenazinium, [*Pseudomonas*] pyrocinia and [*Pseudomonas*] glathei as *Burkholderia*. *International J. System. Bacteriol.* 48: 549-563.