

## 참다래 잿빛곰팡이 병원균에 대한 길항균 *Bacillus* sp. 분리와 병해 억제 작용\*

조 정 일\*\* · 조 자 용\*\*\*

### Isolation of Antifungal Bacterial Strain *Bacillus* sp. against Gray Mold infected in Kiwi Fruits and its Disease Control

Cho, Jung-Il · Cho, Ja-Yong

This study was carried out to identify the effects of antifungal bacteria isolated from the soil grown kiwi fruit plants on the growth inhibition of *Botrytis cinerea* causing gray mold in kiwi fruit plants in the southern districts of Jeonnam. Two hundred and fifty antagonistic microorganisms were isolated and examined into the antifungal activity against *Botrytis cinerea*. We screened and isolated four bacterial strains which strongly inhibited *Botrytis cinerea* from the soil grown kiwi fruit plants. And the best antifungal bacterial strain which called CHO 163 was finally selected. Antagonistic microorganism CHO 163 was identified to be the genus *Bacillus* sp. based on the morphological and biochemical characterization. *Bacillus* sp. CHO 163 showed 86.9% of antifungal activity against *Botrytis cinerea*. By the bacterialization of culture broth and heated filtrates of culture broth, *Bacillus* sp. CHO 163 showed almost all of antagonistic activity against *Botrytis cinerea*. And we also confirmed that in vitro the treatment of *Bacillus* sp. CHO 163 cultured by SD+B+P broth efficiently controled the growth of *Botrytis cinerea* causing gray mold in kiwi fruit plants.

Key words : kiwi fruit, gray mold, *Botrytis cinerea*, antifungal bacteria, *Bacillus* sp.

---

\* 이 연구는 2006년도 농촌진흥청 지역연구개발과제(code 구분 : LS 0207)의 지원을 받아 연구되었음.

\*\* 대표저자, 조선이공대학 식품영양조리과학과

\*\*\* 남도대학 약용자원원예개발과

## I. 緒 言

환경친화적 농업 개발이라는 측면에서 농약의 사용량을 줄이고, 천적의 활용을 최대화하며, 유용 미생물을 이용하여 식물의 양·수분 이용성을 높이는 등의 연구가 농업현장 중심으로 더 많이 이루어져야 할 필요성이 있다(Baker와 Scher, 1986; Punja 등, 2003; Whitelaw 등, 1997; Winding 등, 2004). 특히, 병원성 미생물에 대하여 생물학적 항균작용을 갖는 길항 미생물을 활용하는 생물농약의 개발과 퇴비의 발효성을 높이고 식물의 수분과 양분의 이용성을 높이는 생물비료의 개발이 절실한 실정이다(조 등, 2004; Cho와 Cho; 2003; 공, 1996).

그러나, 현재까지도 우리나라의 농업현장에서 기존의 농약, 제초제 및 화학비료 등을 대체할 수 있는 공시된 친환경자재가 부족하므로 이에 대한 적극적인 개발이 필요한 실정이며, 이들에 관한 개발 여부가 앞으로의 친환경 농업의 성공에 가장 중요한 요인이라 할 수 있다(Berg 등, 2001; Bloemberg와 Lugtenberg, 2001; Guo 등, 2004; Nairn과 Chanway, 2002; Zhang 등, 2002).

전남 남부지역에서는 참다래의 재배와 생산이 늘어나고 있는데, 잣빛곰팡이 병해의 피해가 많은 것으로 보고되고 있다. 참다래의 잣빛곰팡이병은 *Botrytis* 속의 진균에 의해서 발생한다. 잣빛곰팡이 병원균에 감염되어 발병되면 잎에는 처음 수침상의 작은 반점이 형성되고 점차 진전되면서 갈색의 대형 병반으로 확대된다. 주로 잎 끝부분에서부터 발병되는 일이 많으며, 습하면 병반상에 잣빛의 분생포자가 밀생한다. 과실에는 주로 저장 중에 나타나며, 처음에는 과육이 변색되고, 심하면 과실전체가 부패한다. 특히, 과실에 피해가 많아 재배 농가에서 문제가 심각한 실정이며, 이에 대한 친환경적 방제 체계 확립이 절실한 실정이다(Punja와 Utkhede, 2003; Winding 등, 2004).

이런 측면에서 본 연구는 참다래의 잎, 꽃 및 과실(열매) 등에서 자주 발생하는 식물병원성 곰팡이 병원균인 잣빛곰팡이(gray mold, *Botrytis cinerea*)에 대하여 항균작용이 우수한 길항성 세균을 선발하여 참다래 농가에 환경친화적 과실 생산의 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 잣빛곰팡이 병원균의 분리

전남지역의 참다래에서 발생하는 잣빛곰팡이병을 유발시키는 병원균을 분리하기 위하여 참다래의 잣빛곰팡이 병환부에서 채집된 병반을 온도 25℃와 상대습도 90% 이상의 항온항습실에서 3일간 습실 처리하였으며, 형성된 이병조직은 Fig. 1과 같이 70% ethanol 및 5%

sodium hypochlorite (NaOCl)로서 표면을 살균하였다. 표면살균 한 병반과 이병조직은 병원균 선택용 배지 [potato dextrose agar (PDA) medium + streptomycin 200 µl/ml, pH 3.0]에 올려 놓고, 25°C 항온배양기에서 4~5일간 배양하여 형성시킨 균총 (colony)에서 잣빛곰팡이 병원균을 분리하였다.

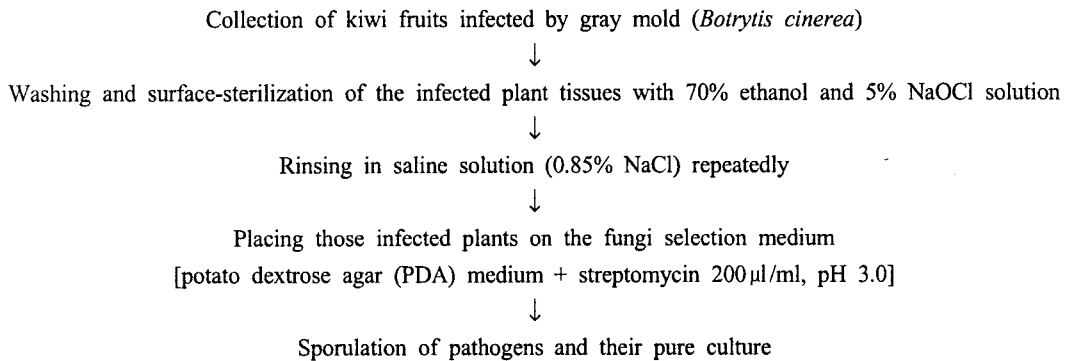


Fig. 1. Isolation of gray mold (*Botrytis cinerea*) from the infected kiwi fruits.

## 2. 자연계로부터 유용 균주 분리

참다래에서 발생하는 잣빛곰팡이 병원균에 대하여 항균성이 우수한 길항균을 분리하기 위하여 참다래 재배지 토양을 채취하였다. 참다래 과수원 토양의 지표로부터 5~20cm 이하 부위의 근권 토양을 3반복으로 채취하여 냉장보관하면서 길항균의 분리에 사용하였으며, 희석평판법을 이용하여 토양 현탁액으로부터 단일 균주를 분리하였다.

즉, 토양 시료 1g을 tris-HCl buffer solution (pH 7.5) 100ml에 넣고 진탕배양을 10분 정도 실시한 후 배지 내에 들어있는 토양현탁액을 생리식염수 (0.85%, NaCl)로 희석하여 영양한천배지 [nutrient agar (NA) plate]에 농도별로 도말 접종하였다.

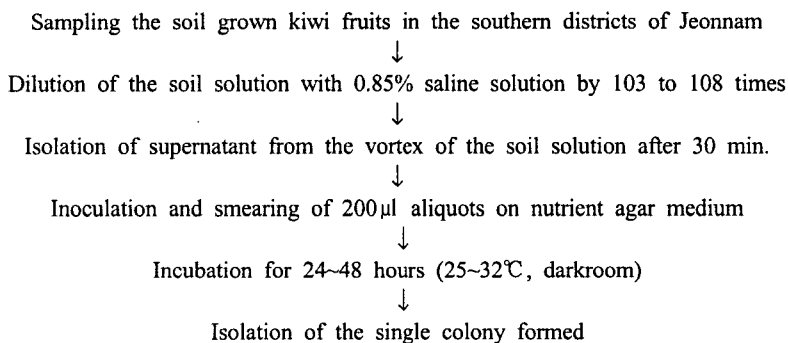


Fig. 2. Isolation of the single bacterial strain from the soil grown kiwi fruits.

### 3. 병원균과 근권 세균의 대치배양 및 길항균 선발

길항성 근권 세균의 분리 방법은 다음과 같이 실시하였다. PDA 배지에 잿빛곰팡이 병원균을 먼저 접종한 후 병원균의 활착 후 근권에서 분리한 단일 세균을 접종하였으며, PDA 배지 상에서 5~7일 정도 대치배양 후 길항성을 조사하였다. 즉, PDA 배지 상에 병원성 곰팡이인 잿빛곰팡이 병원균을 접종하고, 근권 세균류를 접종한 후 5~7일 정도 대치 배양하여 저지대(inhibition zone)를 높은 비율로 형성하는 근권 세균을 길항균으로 선발하였다. 길항균의 병원균에 대한 성장저지율은 PDA 배지에서 7일간 대치배양하면서 형성된 콜로니(colony)들의 크기를 측정하여 무처리구와 비교한 후 백분율로 계산하여 선발하였다.

### 4. 길항성 세균의 동정

전남 남부지역의 참다래 과수원에서 발생하는 잿빛곰팡이 병원균에 대하여 길항작용이 우수한 세균의 균주 동정은 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Microbiological Method, The Procaroyotes 등의 방법에 의하여 미생물의 형태, 배양 및 생리·생화학적 특성 등을 검토하여 실시하였다(Krieg와 Holt, 1984).

### 5. 길항균 배양액의 병원균 생장억제 작용

길항균을 배양시킨 후 길항균 배양액이 참다래 잿빛곰팡이 병원균에 대하여 갖는 생장억제 작용은 다음과 같이 실험하였다. 즉, 길항균을 Table 1과 같은 SD+B+P 배지에서 3일간 배양한 후 형성된 길항균 배양액은 10,000rpm에서 8min. 동안 원심 분리하여 cell을 제거한 후 배양액에 맞는 PDA와 혼합하여 121°C에서 15분간 멸균하였다. 또한, 길항균 배양액을 filter 처리하여 조제한 배지는 전체 배양액에 맞는 PDA(4배 농축)와 1/4의 배양상징액을 멸균한 후 0.45µm membrane filter로 여과한 3/4의 배양상징액을 혼합하여 조제하였다. 조제된 배양액 배지를 plate에 부어 굳힌 다음 참다래의 잿빛곰팡이 병원균을 접종하여 25°C incubator 안에서 7일간 배양시켜 실험한 결과를 PDA에 접종한 대조구와 비교하였다.

Table 1. Composition of cultural broth, SD+B+P medium used in this experiment.

| Characters    | Composition (%)   |
|---------------|---|
| SD+B+P medium | Sugar 5%, soy sauce 3%, beef extract 0.2%, peptone 0.2% |

## 6. 길항균 처리에 따른 잿빛곰팡이병 방제 효과

길항균의 종류별 배양액 처리가 참다래 잿빛곰팡이병원균의 생물학적 방제에 미치는 영향은 *in vitro* 상에서 실시하였으며, 조사한 결과는 매우 심함(+++), 심함(++), 약간 발생(+) 및 비 감염 및 병해발생 전무(-) 등으로 나누어 조사하였다. 길항균 배양액 처리에 따른 잿빛곰팡이병의 방제효과는 잿빛곰팡이병원균의 살포와 길항균 배양액을  $5.0 \times 10^7$  c.f.u./ml의 농도로 희석하여 살포 후 참다래를 성장상에서 환경관리하며 보관하면서 처리 후 30일에 조사하였다.

## Ⅲ. 結果 및 考察

### 1. 자연계로부터 단일 균주 분리

전남 남부지역의 참다래 과수원에서 발생하는 잿빛곰팡이 병원균에 대한 생장억제력이 높은 길항성 근권 세균을 선발하기 위하여 단일 균주 250종을 분리하였다. 세균성 균주 중에서 단일균주로 분리된 250종의 단일 균주들은 영양한천배지에 접종하여 colony를 형성시킨 후 냉장보관하면서 참다래에서 발생하는 잿빛곰팡이 병원균과의 항균성 대치배양 실험에 이용하였다(오, 2005).

### 2. 잿빛곰팡이 병원균의 분리

전남 남부지역의 참다래 주산단지 과수원에서 발생하는 잿빛곰팡이 병원균을 분리하기 위하여 전남 완도군, 해남군 및 장흥군 등의 참다래 과수원을 현지 답사하면서 병징과 표징 별로 병반을 채집하여 참다래에서 잿빛곰팡이병(gray mold)을 발병시키는 병원균인 *Botrytis cinerea*를 분리하였다. 분리된 잿빛곰팡이 병원균을 참다래에 재접종한 결과 참다래 잿빛곰팡이병과 동일한 병징을 보여 본 실험의 공시 병원균으로 사용하였다.

### 3. 길항성 세균 선발

참다래 시설재배 근권 토양에서 분리한 단일균주 250여종 중에서 참다래 잿빛곰팡이 병원균에 대하여 항균작용이 우수한 균주를 선발한 결과는 Fig. 3과 Table 2 등과 같다. Fig. 3과 Table 2 등의 사진과 표에서 보는 바와 같이 항균작용이 가장 우수한 균주는 CHO 163으로서 잿빛곰팡이 병원균과의 대치배양 결과 병원균 생장억제력이 86.9% 정도였으며, 그

다음으로는 CHO 161 (78.3%), CHO 162 (34.8%) 및 CHO 164 (30.4%) 등의 순으로 길항력이 우수하였다.

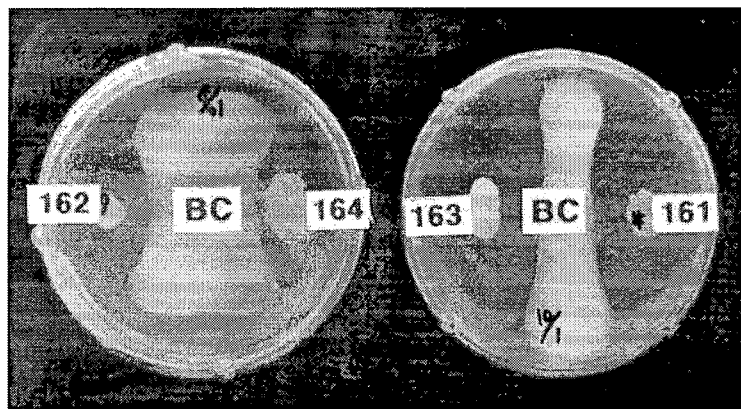


Fig. 3. Inhibition effects of antifungal bacterial strains on potato dextrose agar (PDA) plate against gray mold, *Botrytis cinerea* infected in kiwi fruits for 7 days at 28°C (161, 162, 163, 164: antifungal bacteria, BC: *Botrytis cinerea*).

Table 2. The inhibition zone\*(%) of each antifungal bacterial strains against gray mold, *Botrytis cinerea* infected in kiwi fruits on potato dextrose agar (PDA) plate for 5 days at 28°C.

| Bacterial strains | Pathogen | <i>Botrytis cinerea</i> |
|-------------------|----------|-------------------------|
| CHO 161           |          | 78.3 b <sup>2</sup>     |
| CHO 162           |          | 34.8 c                  |
| CHO 163           |          | 86.9 a                  |
| CHO 164           |          | 30.4 c                  |

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

$$\text{*Zone of inhibition (\%)} = \frac{\text{NT} - \text{T}}{\text{NT}} \times 100$$

NT; colony diameter of no treatment (mm), T; colony diameter of treatment (mm)

#### 4. 길항성 세균의 동정

전남 남부지역의 참다래 과수원에서 감염하여 발생하는 잿빛곰팡이 병원균에 대하여 길항작용이 우수한 세균성 균주인 CHO 163을 대상으로 Bergey's Manual of Systematic Bac-

teriology, Microbiological Method 및 The Procaryotes 등의 방법에 의하여 미생물의 형태, 배양 및 생리 생화학적 특성 등을 검토하여 균주 동정을 실시하였고, 그 결과는 Table 3과 4 등과 같으며, 이와 같은 결과를 기초하여 균주 동정을 실시한 결과 *Bacillus* sp. 균주 또는 그 유연균주인 것으로 판단되었다.

Table 3. Morphological and biochemical characteristics of antifungal bacterial strain CHO 163.

| Characteristics       | Strain<br><i>Bacillus subtilis</i> | Strain CHO 163 |
|-----------------------|------------------------------------|----------------|
| Cell diameter > 1.0µm | - <sup>z</sup>                     | -              |
| Spores round          | -                                  | -              |
| Endospore             | +                                  | +              |
| Gram stain            | +                                  | +              |
| Form                  | rod                                | rod            |
| Sporangium swollen    | -                                  | -              |
| Parasporal crystals   | -                                  | -              |
| Catalase              | +                                  | +              |
| Voges-Proskauer test  | +                                  | +              |
| pH in V-P broth       |                                    |                |
| < 6                   | d(+/-)                             | d(+/-)         |
| > 7                   | -                                  | -              |
| Acids from            |                                    |                |
| D-Glucose             | +                                  | +              |
| L-Arabinose           | +                                  | +              |
| D-Xylose              | +                                  | +              |
| D-Mannitol            | +                                  | +              |
| Gas from glucose      | -                                  | -              |
| Hydrolysis of         |                                    |                |
| Casein                | +                                  | +              |
| Gelatin               | +                                  | +              |
| Starch                | +                                  | +              |

<sup>z</sup> -, 90% or more are negative; +, 90% or more are positive; d, 11~89% are positive

감자한천배지상에서 참다래 잿빛곰팡이 병원균의 성장을 약 86.9% 정도 억제시키는 *Bacillus*

sp. CHO 163의 균주의 크기를 보면 직경이  $> 1.0\mu\text{m}$  정도의 단간균으로 호기성이었고 약간의 운동성을 보였다.

온도환경에 따른 균주의 생장을 보면 5°C에서는 생장을 보였으나 42°C에서는 생육하지 않았고, 포자를 형성하는 Gram 양성균이었다. 젤라틴 액화능은 양성이며 starch 분해능도 있었으며, catalase가 양성, citrate는 양성, nitrate reduction은 양성, indole 검사는 음성이었다. 또한, Methyl red 반응은 음성, VP 반응은 약하게 나타났으며, H<sub>2</sub>S 형성은 K/A이었고, 당 분해능은 포도당, xylose 및 mannitol arabinose 등은 양성으로 나타났다.

이러한 결과를 토대로 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology와 Microbiological Method 등에 기술된 분류기준에 따라 CHO 163은 *Bacillus* sp.와 96.2% 정도 유사한 *Bacillus* sp. 균주 또는 그 유연균주인 것으로 추정되었다(Krieg와 Holt, 1984).

Table 4. Morphological and biochemical characteristics of antifungal bacterial strain CHO 163.

| Characteristics \ Strain         | <i>Bacillus subtilis</i> | Strain CHO 163 |
|----------------------------------|--------------------------|----------------|
| Utilization of Citrate           | +z                       | +              |
| Propionate                       | -                        | -              |
| Degradation of tyrosine          | -                        | +              |
| Deamination of phenylalanine     | -                        | -              |
| Egg-yolk lecithinase             | -                        | -              |
| Formation of Indole              | -                        | -              |
| Dihydroxyacetone                 | ND                       | ND             |
| NaCl and KCl required            | -                        | -              |
| Allantoin or urate required      | -                        | -              |
| Growth at pH 6.8, nutrient broth | +                        | +              |
| 5.7                              | +                        | +              |
| Growth in NaCl 2%                | +                        | +              |
| 5%                               | +                        | +              |
| 7%                               | +                        | +              |
| 10%                              | ND                       | ND             |



| Characteristics              | Strain | <i>Bacillus subtilis</i> | Strain CHO 163 |
|------------------------------|--------|--------------------------|----------------|
| Growth at                    |        |                          |                |
| 5°C                          |        | -                        | +              |
| 10°C                         |        | d                        | d              |
| 30°C                         |        | +                        | +              |
| 40°C                         |        | +                        | +              |
| 50°C                         |        | d                        | d              |
| 55°C                         |        | -                        | -              |
| 65°C                         |        | -                        | -              |
| Growth with lysozyme present |        | d                        | d              |

<sup>z</sup> -, 90% or more are negative; +, 90% or more are positive; d, 11~89% are positive; ND, no data available

5. 길항균 배양액이 포함된 배지에서 잣빛곰팡이병 병원균의 생장억제 작용

참다래 잣빛곰팡이 병원균에 대하여 길항성이 우수한 *Bacillus* sp. CHO 163을 SD+B+P 배지에서 3일 동안 배양한 배양액을 원심분리하여 균주의 균체를 제거한 후 열처리한 방법으로 조제한 배지를 PDA 배지에 혼입하여 멸균하였다. 멸균한 균주 배양액은 전체 배양액에 맞는 PDA (4배 농축)와 0.45µm membrane filter로 여과한 3/4의 배양상징액을 혼합하여 조제된 배양액을 plate에 부어 균한 다음 곰팡이를 접종하여 25°C incubator 안에서 7일간 배양시켜 실험한 결과 PDA에 접종한 대조구와 비교하여 길항균 *Bacillus* sp. CHO 163과 *Bacillus* sp. CHO 161의 참다래 잣빛곰팡이 병원균에 대한 생장억제 작용이 100% 정도로 현저히 높은 것으로 나타났다. 따라서 *Bacillus* sp. CHO 163을 참다래 잣빛곰팡이병의 친환경적 생물농약으로 개발하고자 하였으며, 포장실험에 적용하고자 한다.

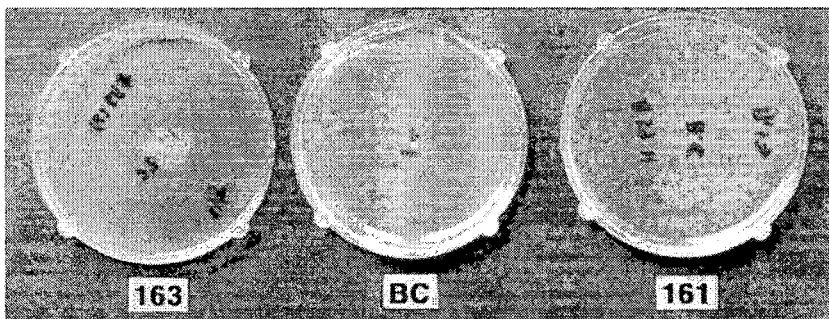


Fig. 4. Growth inhibition of gray mold, *Botrytis cinerea* in kiwi fruits by antifungal bacteria on the PDA medium plus 3/4 suspension solution of antifungal strain cultural broth autoclaved (strain 163: *Bacillus* sp CHO 163, BC: *Botrytis cinerea*, strain 161: *Bacillus* sp CHO 161).

참다래 잿빛곰팡이병을 억제시키는 *Bacillus* sp.의 배양액을 대량 배양하여 0.45µm membrane filter로 filter 처리하여 균체를 분리 한 후 균주의 배양액만으로 길항력을 실시한 결과 *Botrytis cinerea*의 생육이 Fig. 4와 같이 100% 정도 억제되는 것을 확인하였다.

또한, *Bacillus* sp.가 분비하는 항균물질이 protein 인지 또는 non-protein인지 여부를 확인 하기 위하여 균주의 배양액을 121°C에서 15분간 멸균하여 잿빛곰팡이병원균과의 항균력을 조사한 결과 Fig. 4와 같이 병원균 성장 억제력이 100% 정도인 것을 확인하였으며, 이를 통해 균주의 배양물질 내 항균물질이 가열로 인한 변성이 없어 non-protein 성분인 것으로 확인하였다(Baker와 Scher, 1986; Krieg와 Holt, 1984; 오 등, 2005). 그러나, 향후 항균물질의 구체적인 물질에 대하여 동정을 실시하여 구명하는 것이 필요할 것으로 생각되었다.

## 6. 길항균 처리에 따른 잿빛곰팡이병 방제 효과

길항균의 종류별 배양액 처리가 참다래 잿빛곰팡이병해의 방제에 미치는 영향을 in vitro 상에서 조사한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Effects of antagonistic *Bacillus* sp. CHO 163 on the *in vitro* control of *Botrytis cinerea* causing gray mold in kiwi fruits.

| Bacterial strains | Pathogen | <i>Botrytis cinerea</i> |
|-------------------|----------|-------------------------|
| Control           |          | +++ <sup>z</sup>        |
| CHO 161           |          | -                       |
| CHO 162           |          | +                       |
| CHO 163           |          | -                       |
| CHO 164           |          | ++                      |

<sup>z</sup> The reaction of non-wounded and wounded plants were examined 30 days after and 5 days after inoculation of the fungus, respectively.

+++ : highly severe infection, ++ : severe infection, + : weak infection, - : no infection

잿빛곰팡이병원균을 처리한 대조구의 경우 참다래의 잿빛곰팡이병의 발생이 매우 심하였고, 길항균 CHO 164 처리구에서는 병해의 발생이 심해 균주의 항균작용이 부족하였다. 반면에 길항균 CHO 162 처리구는 잿빛곰팡이병의 발생이 조금 약하게 조사되었고, CHO 161과 CHO 163의 처리구에서는 잿빛곰팡이 병해의 발생이 거의 없어 이들 균주를 이용한 생물농약의 개발 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

## IV. 摘 要

전남 남부지역의 참다래 과수원에서 발생하는 잿빛곰팡이 병원균(gray mold, *Botrytis cinerea*)에 대한 항균작용이 우수한 세균성 균주를 선발하기 위하여 참다래 과수원 토양으로부터 단일균주를 분리하였으며, 잿빛곰팡이 병원균(*Botrytis cinerea*)에 대한 생물적 제어능력을 검정하고 균주 동정을 실시하였다. 참다래 과수원에서 분리한 총 350여종의 단일균주 중에서 참다래에서 발생하는 잿빛곰팡이 병원균에 대하여 길항작용이 우수한 균주를 1차적으로 4종 선발하였고, 이 중에서 참다래 잿빛곰팡이 병원균에 대하여 길항작용이 86.9% 정도로 우수한 CHO 163을 최종적으로 선발하였다. 참다래 잿빛곰팡이 병원균에 대하여 길항작용이 우수한 CHO 163을 대상으로 균주의 형태적 성질, 배양적 특성 및 생리·생화학적 성질 등을 조사하여 균주의 동정을 검토한 바 *Bacillus* sp.와 유사한 균주로 동정되었다. 길항균으로 분리한 *Bacillus* sp. CHO 163은 한천배지에서 참다래 잿빛곰팡이 병원균 접종 후 길항균 처리와 열처리한 균주 배양액을 처리하였을 때 거의 완전한 항균작용을 보였다. 또한, *in vitro* 상에서 참다래에 잿빛곰팡이병원균을 접종하고 *Bacillus* sp. CHO 163의 배양액을 처리한 결과 잿빛곰팡이병원균의 방제가 확인되었다.

[논문접수일 : 2006. 10. 5. 최종논문접수일 : 2006. 12. 2.]

## 참 고 문 헌

1. Baker, R. and F. M. Scher. 1986. Enhancing the activity of biological control agents. In Innovative Approaches to Plant Disease Control (I. Chet, Ed.). Wiley New York pp. 1-18.
2. Berg, G. A. Fritze., N. Roskot, and K. Smalla. 2001. Evaluation of potential biocontrol rhizobacteria from diferent host plants of *Verticillium dahliae* Kleb.
3. Bloemberg, G. V. and Ben J. J. Lugtenberg. 2001. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. Current Opinion in Plant Biology 4(4): 343-350.
4. 조자용·김영주·진서영·강성구·김홍렬·손보균. 2004. 균근균 *Glomus* sp. 접종에 따른 고형배지경 오이와 방울토마토의 균근 형성과 생육. 한국토양비료학회지 37(5): 341-349.
5. Cho, J. I. and J. Y. Cho. 2003. Biological control of *fusarium* wilt of tomato plants by antagonistic microorganism in greenhouse. Kor. J. Organic Agri. 11(4): 61-74.
6. Guo, J. H., H. Y. Qi., Y. H. Guo., H. L. Ge., L. Y. Gong., L. X. Zhang. and P. H. Sun. 2004. Biocontrol of tomato wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. Biological Control

- 29(1): 66-72.
7. Krieg, N. R. and J. G. Holt. 1984. Bergey's manual of systematic bacteriology. Williams and Wilkins, Baltmor. pp. 215-232.
  8. 공혜숙. 1996. 계분, 톱밥 및 왕겨사용이 토양미생물 활동상에 미치는 영향. 건국대학교 농학박사학위논문.
  9. Nairn, J. D. and C. P. Chanway. 2002. Temporary loss of antibiotic resistance by marked bacteria in the rhizosphere of spruce seedlings. FEMS Microbiology Ecology 40(3): 167-170.
  10. 오계현·강형일·소재성·송홍규·이병욱. 2005. 최신 미생물실험. 신광문화사 pp. 81-85.
  11. Punja, Z. K. and R. S. Utkhede. 2003. Using fungi and yeasts to manage vegetable crop diseases. Trends in Biotechnology 21(9): 400-407.
  12. Whitelaw, M. A., T. J. Harden. and G. L. Bender. 1997. Plant growth promotion of wheat inoculated with *Penicillium badicum* Sp-Nov. Australian J. Soil Research 35(2): 291-300.
  13. Winding, A., S. J. Binnerup and H. Pritchard. 2004. Non-target effects of bacterial biological control agents: suppressing root pathogenic fungi. FEMS Microbiology Ecology 47(2): 129-141.
  14. Zhang, S., A. Moyne., M. S. Reddy and J. W. Kloepper. 2002. The role of salicylic acids in induced systemic resistance elicited by plant growth-promoting rhizobacteria against blue mold of tobacco. Biological Control 25(3): 288-296.