

## 길항미생물에 의한 시설재배 딸기 눈마름병의 생물학적 방제

신동범\* · 小林紀彦<sup>1</sup> · 이준탁<sup>2</sup>

영남작물시험장 식물환경과, <sup>1</sup>野菜茶業試驗場 久留米支場 病害研究室  
<sup>2</sup>경북대학교 농과대학 농생물학과

### Biological Control of Strawberry Bud Rot Caused by *Rhizoctonia solani* AG2-1 with Antagonistic Microorganism

Dong Bum Shin \*, Norihiko Kobayashi<sup>1</sup> and Joon Tak Lee<sup>2</sup>

Division of Plant Environment, Yeong Nam Crop Experiment Station, Milyang 627-130, Korea

<sup>1</sup>Kurume Branch, National Research Institute of Vegetable, Ornamental Plants and Tea,

Kurume, Fukuoka 830, Japan

<sup>2</sup>Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

**ABSTRACT :** Forty microbial isolates out of 167 isolates from the soil of controlled cultivation areas inhibited mycelial growth of *Rhizoctonia solani* AG2-1 causing the strawberry bud rot *in vitro*. Among the isolates, Kr013 and Kr020 showed suppressive effect to *R. solani* AG2-1 on seedlings of chinese cabbage treated by root immersion, charcoal carrier granule and drenching on 1.0% infested soil in pot.

Furthermore, the corresponding effect was also revealed when the charcoal carrier granule of the isolates were treated on the seedling of strawberry that were planted on the planting hole in pot. To examine the effects of biological control in green house, it had been tested the infection rates by using two different treatments. First, the strawberry runner were planted on the nursery soil mixed with 20% charcoal carrier granule of Kr013 and Kr020 isolate respectively, and grown for 20 days before transplanting. Then the young plants from the mother plant were separated and transplanted on the 1.0% infested soil. Another method was that the charcoal carrier of Kr013 and Kr020 isolates applied to planting hole of 1.0% infested soil just before transplanting. Then the young plants were grown for 20 days on the sterilized nursery soil before transplanting. From the results, the effects of biological control was significantly higher on former treatment (e.g. the infection rates were 7.3 and 5.7%, respectively) than on the latter treatment (e.g. the corresponding value were 16.7 and 15.7%, respectively). The antagonistic isolates of Kr013 and Kr020 were respectively identified as *Pseudomonas cepacia* with the similarity of 55.0% and 60.0% by using the Biolog GN Microplate system.

**Key words :** *Rhizoctonia solani* AG2-1, strawberry, biological control, charcoal carrier, *Pseudomonas cepacia*.

우리나라 남부지방에서는 답전작 시설재배로 딸기를 주로 재배하고 있는데, 저온기에 *Rhizoctonia solani* AG2-1에 의한 딸기 눈마름병이 발생하여 피해를 초래하고 있다(21). 이 병은 약제로 방제하기가 어려운 토양전염성 병이며, 특히 반축성 시설재배에서 생육기의 방제는 기대하기 어렵다.

*Rhizoctonia solani*에 대한 생물적방제는 *Trichode-*

*rma* spp., 비병원성 *Rhizoctonia* sp. 및 2핵성 *Rhizoctonia* sp.을 이용한 연구보고가 있으나(1, 2, 4, 17), 이들 대부분은 *R. solani*에 의한 모입고 병과 뿌리썩음병에 대한 생물적 방제이었다(3, 5, 6, 17). *R. solani* AG2-1은 다른 *R. solani* 균사융합군 보다 생육적온이 낮은 저온균으로서 주로 무가온 시설재배에서 병을 유발한다고 보고되었다(10, 12, 18). 또한 우리나라에서는姜 등(10)의 이 병원균에 의한 배추 밑둥썩음병에 대한 약제방제 연구가 있을 뿐이며, 생물학적방제

\*Corresponding author.

연구는 거의 없다. 그리하여 이 연구에서는 담전작 반축성 시설재배 딸기에 발생하는 눈마름병에 대하여 생물학적 방제효과를 검토하고자, 길항미생물의 선발 및 생물검정과 생물학적 방제시험을 수행하고, 방제효과가 우수한 길항미생물을 분류 동정하였다.

## 재료 및 방법

**공시병원균.** 딸기 눈마름병의 이병주에서 분리하여 균사융합군이 AG2-1으로 동정된 *Rhizoctonia solani* AG2-1 균주를 사용하였다.

**길항미생물의 선발.** 시설재배지의 토양으로부터 분리한 미생물 167균주를 공시하여 potato sucrose agar(PSA)배지상에서(25°C) 딸기 눈마름병균과 대치 배양하여 병원균의 균사생육 억제효과가 높은 균주를 길항미생물로 선발하였다.

### 길항미생물의 생물검정

배지상에서 항균효과가 높았던 길항미생물 40균주를 공시하여 딸기 눈마름병균(*R. solani* AG2-1)에 대한 발병억제효과를 배추유묘를 사용하여 포트시험으로 검토하였는데, 시험방법은 다음과 같다.

**병원균 오염토 제조.** 클로로피크린으로 소독한 토양 1,000 ml에 감자 각 편 200 g(3~5 mm)을 넣고 물 600 ml을 가하면서 충분히 섞은 후, 고압증기멸균기로 멸균하여 조제된 감자토양배지에 공시병원균(*R. solani* AG2-1)을 접종하여, 25°C정온기에서 15일간 배양하였다. 이와 같이 감자토양배지에서 배양된 것을 음지에서 풍건하여 고르게 부순 뒤에 2 mm체로 쳐서 전염원으로 사용하였는데, 이 전염원을 클로로피크린으로 소독된 토양과 잘 섞어서 용적비로 1.0%의 병원균 오염토를 제조하였다.

**공시작물.** 딸기 유묘보다 비교적 손쉽게 취급할 수 있고 대량생산이 용이한 배추유묘를 사용하였는데, 배추의 품종은 공시병원균 *R. solani* AG2-1에 감수성인 오렌지 퀴를 공시하였다. 공시한 배추의 유묘는 종자를 최아시켜, 클로로피크린으로 살균한 토양을 육묘상자에 넣어 파종한 후 10~25°C의 온실에서 15일간 육묘하여 본엽 2엽기의 유묘를 사용하였다.

**길항미생물 배양액 및 매체조제.** 배지상에서 대치배양에 의하여 선발된 길항미생물 40균주를 yeast-maltose액체배지에 7일간 각각 진탕배양한 것을 배양액으로 사용하였다. 토양개량제인 炭粒(킹코울) 100 ml에 이들 길항미생물 배양액 50 ml씩을 각각 주입하여 흡착시킨 후 25°C에서 72시간 배양하여 길

항미생물의 매체로 사용하였다.

**길항미생물처리 및 효과검정.** 뿌리를 수세하여 길항미생물 배양액에 2~3분간 침지한 공시 배추유묘를 병원균 오염토를 담은 포트(9×11 cm)의 이식구멍에 길항미생물 탄립매체를 포트당 3 ml씩 처리한 다음 이식하였다. 그리고 이식된 배추유묘에 길항미생물 배양액 10 ml씩 관주하였다. 처리된 배추유묘는 10~20°C의 차광온실에서 3일간 두어 활착시킨다음, 10~25°C의 온실에서 발병경과를 조사하였는데, 실험은 3반복으로 수행하였다.

### 생물방제효과

**포트시험.** 생물검정에서 발병억제효과를 보인 길항미생물 Kr013과 Kr020균주의 탄립매체를 1.0%의 병원균 오염토양을 담은 포트(9×11 cm)의 이식구멍에 각각 5 ml씩 처리한 다음 발근이된 딸기(보교조생) 유묘를 이식하였다. 처리된 딸기유묘는 10~20°C의 차광온실에서 3일간 두어 활착시킨 다음, 10~25°C의 온실에서 발병정도를 조사하였는데, 실험은 3반복으로 수행하였다.

**온실시험.** 길항미생물 Kr013과 Kr020의 탄립매체를 클로로피크린으로 소독한 토양과 용적비로 20%로 되게 섞어 만든 길항미생물 탄립매체 상토를 넣은 포트(9×11 cm)에 발근된 딸기 자묘를 모주로부터 분리시키지 않은채 치상하여 20일간 육묘한 다음 모주로부터 분리시켜 병원균 오염토양에 정식처리한 구와, 정식직전에 길항미생물 Kr013과 Kr020의 탄립매체를 10 ml씩 병원균 오염토양의 이식구멍에 처리한 다음 클로로피크린으로 소독된 토양에서 20일간 육묘한 딸기유묘를 정식한 구로하였다. 그리고 발병을 유도하기 위하여 충분한 습도를 유지한 10~25°C의 온실에서 발병경과를 조사하였다. 이 시험은 난괴법 3반복으로 수행하였다.

### 길항미생물의 동정

생물방제효과를 나타낸 길항미생물 Kr013과 Kr020 균주를 Biolog GN Microplate System(Biolog Inc. Hayward, CA)을 사용하여 동정하였는데(8), 두 균주를 각각 PTYGA(peptone, triptone, yeast extract, glucose, agar)배지에서 25°C, 48시간 배양한 균체를 사용하였다. 실험에 사용할 Microplate를 결정하기 위해 3% KOH로 gram test한 다음, 멸균된 면봉으로 배양된 세균의 콜로니를 취하여 microplate 광도계(Titertek Multiskan Plus ① MKII)의 표준탁도에 맞게 멸균식염수(0.85% NaCl)로 현탁하였다. 그리고 이 현탁액을 multichannel micropipetter로 Biolog GN microplate(Biolog Inc.)의 well당 150 μl씩 주입

하여 25°C에서 24시간 배양한 후, Biolog GN Microplate System을 사용하여 균을 동정하였다. 즉 well의 color 농도는 microplate reader로 읽혀지고, 그 수치는 database에 의해 분석되어진다.

### 결 과

**길항미생물의 선발.** 시설재배지의 토양으로부터 분리된 미생물 167균주와 딸기 눈마름병균인 *Rhizoctonia solani* AG2-1를 PSA배지에서 대치배양 결과, Table 1에서와 같이 균사생장 억제효과를 나타낸 40균주를 길항미생물로 선발하였는데, 그 중 28균주는 세균이었고(Fig. 1), 9균주는 방선균이었으며, 3균주는 *Trichoderma* spp.에 속하는 균주이었는데, *Trichoderma* spp.에 속하는 균주들은 중복 기생효과를 나타내었다.

**길항미생물의 생물적검정.** 배지상에서 길항효과를 나타낸 Kr011균주를 비롯한 40균주를 공시하여 딸기 눈마름병균 *R. solani* AG2-1에 대한 발병억제효과를 배추유묘를 사용하여 검정한 결과, Table 2에서와 같이 Kr013과 Kr020균주 처리에서는 처리 후 20일까지도 발병되지 않아 뚜렷한 방제효과를 나타내었다(Fig. 2). 그러나 이외의 무처리구(병원균

단독처리)를 포함한 모든 길항미생물 처리구에서는 처리 5~7일 후에 100% 고사주율을 보였으며, 특히 Kr025, Kr049, Kr126와 Kr149균주 처리에서는 배추 유묘가 전혀 활착을 하지 못하였다.

**생물적방제효과.** 생물검정결과 발병억제효과를 보인 길항미생물 Kr013, Kr020균주의 炭粒매체를 포트에 처리한 직후에 딸기 유묘를 이식하여 발병억제 효과를 검토한 결과, 무처리(병원균 단독처리)에서는 땅가부위가 이병되어 부패하였으나, Kr013과 Kr020처리구에서는 처리 후 15일까지도 발병되지 않아 발병억제효과가 인정되었다(Fig. 3). 한편 길항미생물 Kr013과 Kr020균주의 20%탄립매체를 첨가한 상토에서 딸기를 육묘하여 병원균 오염토양에 정식한 구와, Kr013과 Kr020균주의 탄립매체를 이식구멍에 처리한 직후에 딸기 유묘를 정식한 처리구로 하여 생물방제효과를 검토한 결과, Table 3에서와 같이 길항미생물 처리구에서는 모두 병원균 단독처리구에 비하여 발병율이 낮아 방제효과를 보였다. 특히 길항미생물 Kr013과 Kr020균주의 탄립매체 상토에 딸기를 육묘하여 병원균 오염토에 정식한 구에서는 처리 30일 후의 발병율이 각각 7.3%와 5.7%이었고, Kr013과 Kr020균주의 탄립매체를 정식직전에 처리한 구에서는 처리 30일 후에 16.7%와 15.7%의

Table 1. Antagonistic effect of test isolates to *Rhizoctonia solani* AG2-1 on potato sucrose agar media at 25°C

Isolates	Inhibition of mycelial growth <sup>a</sup>	Isolates	Inhibition of mycelial growth <sup>a</sup>		
Kr011	BAC <sup>b</sup>	++	Kr104	BAC	++
Kr013	BAC	++	Kr107	ACT	++
Kr018	BAC	++	Kr108	ACT	+
Kr020	BAC	++	Kr116	BAC	++
Kr021	BAC	++	Kr119	BAC	++
Kr023	BAC	++	Kr121	BAC	++
Kr025	BAC	++	Kr122	BAC	++
Kr031	BAC	+	Kr124	BAC	+
Kr043	BAC	++	Kr126	BAC	++
Kr045	BAC	++	Kr129	BAC	++
Kr049	ACT	+	Kr132	BAC	+
Kr059	ACT	+	Kr136	BAC	+
Kr079	FUN	*	Kr137	ACT	++
Kr088	FUN	*	Kr138	BAC	+
Kr089	BAC	+	Kr141	BAC	++
Kr093	FUN	*	Kr143	BAC	+
Kr098	BAC	++	Kr147	ACT	+
Kr099	BAC	+	Kr149	ACT	+
Kr100	BAC	++	Kr152	ACT	++
Kr103	BAC	++	Kr163	ACT	++

<sup>a</sup> + : width of inhibition zone was 3~4 mm, ++ : width of inhibition zone was 5~6 mm, \* : hyperparasitism.

<sup>b</sup> BAC : Bacteria, ACT : Actinomycetes, FUN : *Trichoderma* spp.

**Table 2.** Suppressive effect<sup>a</sup> of test isolates to *R. solani* AG2-1 on chinese cabbage seedling in a greenhouse

Antagonistic isolates	% of surviving plants						Antagonistic isolates	% of surviving plants					
	3	5	7	10	15	20(days)		3	5	7	10	15	20(days)
Kr011	100	33	0	0	0	0	Kr107	100	0	0	0	0	0
Kr013	100	100	100	100	100	100	Kr108	100	0	0	0	0	0
Kr018	100	0	0	0	0	0	Kr116	100	0	0	0	0	0
Kr020	100	100	100	100	100	100	Kr119	100	33	0	0	0	0
Kr021	100	0	0	0	0	0	Kr121	100	0	0	0	0	0
Kr023	100	0	0	0	0	0	Kr122	100	0	0	0	0	0
Kr025*	0	0	0	0	0	0	Kr124	100	0	0	0	0	0
Kr031	100	0	0	0	0	0	Kr126*	0	0	0	0	0	0
Kr043	100	67	0	0	0	0	Kr129	100	0	0	0	0	0
Kr045	100	0	0	0	0	0	Kr132	100	0	0	0	0	0
Kr049*	0	0	0	0	0	0	Kr136	100	0	0	0	0	0
Kr059	100	33	0	0	0	0	Kr137	100	0	0	0	0	0
Kr079	100	33	0	0	0	0	Kr138	100	0	0	0	0	0
Kr088	100	33	0	0	0	0	Kr141	100	33	0	0	0	0
Kr089	100	0	0	0	0	0	Kr143	100	0	0	0	0	0
Kr093	100	33	0	0	0	0	Kr147	100	0	0	0	0	0
Kr098	100	0	0	0	0	0	Kr149*	0	0	0	0	0	0
Kr099	100	0	0	0	0	0	Kr152	100	0	0	0	0	0
Kr100	100	33	0	0	0	0	Kr163	100	33	0	0	0	0
Kr103	100	33	0	0	0	0	Control	100	0	0	0	0	0
Kr104	100	33	0	0	0	0							

<sup>a</sup>Three plants in each test isolates were treated by root immersion, charcoal carrier granule applied to planting hole and drenching of test isolates at 1.0% infested soil in pot.

\*Inhibits plant growth.

**Table 3.** Suppressive effects of antagonistic isolates Kr013 and Kr020 to strawberry bud rot caused by *R. solani* AG2-1 treated with charcoal carrier granule in a greenhouse

Treatment <sup>a</sup>		Disease incidence (%) <sup>b</sup>					
		5	10	15	20	25	30 (days)
Kr013	SS	0.0	1.7ab <sup>c</sup>	5.0ab	6.3a	7.3a	7.3a
Kr013	RS	0.0	6.7c	10.3c	13.7b	16.7b	16.7b
Kr020	SS	0.0	0.0a	3.7a	4.7a	5.7a	5.7a
Kr020	RS	0.0	3.3b	7.3b	10.7b	15.7b	15.7b
Control		0.0	13.0d	30.0d	33.7c	36.0c	37.0c

<sup>a</sup>SS: incorporated seedbed soil and transplanted into field with that soil.

RS: application into rhizosphere soil at transplanting.

<sup>b</sup>Average from three replicates.

<sup>c</sup>Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

발병율을 나타내어, 전자가 후자에 비하여 방제효과가 높았다. 그러나 길항미생물간에는 유의적인 차이가 없었다.

길항미생물의 동정. 생물적검정과 생물적방제 시험에서 딸기 눈마름병에 대하여 방제효과를 나타낸 Kr013과 Kr020균주를 Biolog GN Microplate System을 이용하여 동정한 결과, Table 4에서와 같이

두 균주 모두 gram 음성균으로 *Pseudomonas cepacia*이었으며, 그 유사성은 각각 55%, 60%이었다(Fig. 4).

**고 찰**

토양병의 생물적방제에 있어서는 우수한 길항미

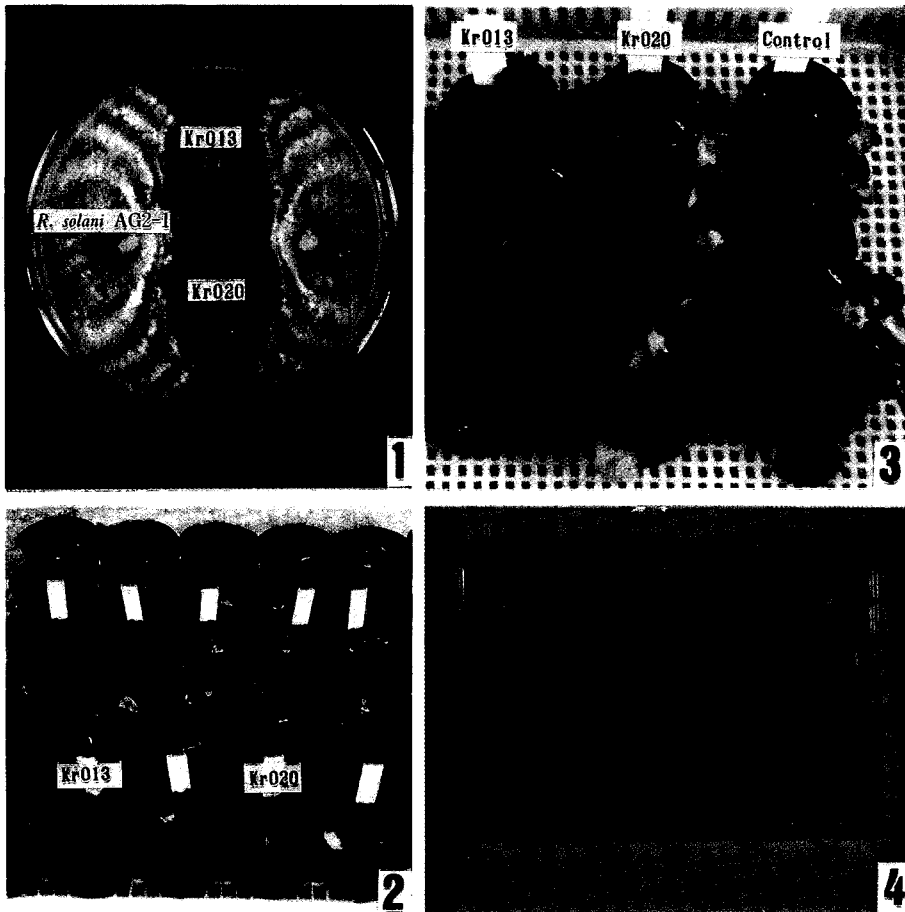


Fig. 1~4. Antagonistic effect of Kr013 and Kr020 isolates to *R. solani* AG2-1 on psa media at 25°C (Fig. 1). Suppressive effect of Kr013 and Kr020 to *R. solani* AG2-1 on chinese cabbage (Fig. 2), and Kr013, Kr020 on strawberry seedling (Fig. 3). The biolog GN microplate reacted by Kr020 (Fig. 4).

Table 4. Identification of antagonistic isolates Kr013 and Kr020 to *Rhizoctonia solani* AG2-1 using Biolog GN Microplate System

Test isolates	Gram test	Scientific name	% of similarity <sup>a</sup>
Kr013	Negative	<i>Pseudomonas cepacia</i>	55.0
Kr020	Negative	<i>Pseudomonas cepacia</i>	60.0

<sup>a</sup>Results were analyzed with Biolog GN database.

생물을 선발하고 이것을 근권 토양에 정착시켜서 안정된 방제효과를 발휘시키는 carrier의 선발이 중요한데, 자연영양기질에 길항미생물을 증식 및 흡착시킨 길항미생물 매체의 토양처리가 많이 시도되고

있다(5). Mihuta-Grimm과 Rowe(16)은 무의 근권토양과 유기물에서 분리하여 발병억제효과를 보인 *Trichoderma* spp.균주의 진탕배양액과 종자를 혼합한 gel matrix처리가 *R. solani*에 의한 무입고병에 효과적이었다고 하였고, Jones 등(9)은 *Gliocladium virens*의 lignite-stillage carrier granule처리, Howell(7)은 *G. virens*를 peatmoss-czapeck에 배양하여 처리한 것이 *R. solani*에 대해 생물적방제효과가 있었다고 하였다. 그리고 Pae 등(19)은 *Bacillus subtilis* NB22의 현탁액에 침지시킨 벚짚을 처리하므로써 토마토 시들음병 및 근부병의 발병억제효과를 나타내었다고 하였으며, Kobayashi(14)는 길항미생물인 *B. subtilis*와 방선균을 탄립에 고정하여 증식시킨 탄립 compost가 오이 입고병(*Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp.)에 현저한 방제효과를 보였다고 하였다. 이 실험에서도

배지상에서 균생장억제효과를 보인 균주들을 배추 유묘를 사용한 생물검정에서 현저한 발병억제효과를 보인 Kr013과 Kr020을 탄립에 흡착배양하여 처리한 결과 딸기눈마름병에 대해 생물방제 효과를 나타내었다. 이러한 방제효과는 포트와 온실에서 나타난 결과이므로, 앞으로 실제 포장에서의 더 많은 연구검토가 필요하다고 생각된다. 한편 최근에 세균의 동정법으로 신속하고 간편한 Biolog System을 이용하고 있는데, 식물병원세균에서도 Biolog GN Microplate system을 이용한 동정법이 보고되고 있다. 이 실험에서도 뚜렷한 생물방제효과를 보인 Kr013과 Kr020균주를 Biolog GN Microplate system을 이용하여 동정한 결과 두 균주 모두 *Pseudomonas cepacia*이었다. Lee 등(15)은 고추역병균의 길항균인 *P. cepacia*의 배양상토처리에서 초기발병을 지연시키는 등 하우스 풋고추의 역병에 대하여 현저한 생물방제효과를 나타내었다고 하였고, Kim 등(11)은 노지재배 고추에 있어서도 길항균인 *P. cepacia*의 상토배양 처리에서 생물적방제효과를 나타내었다고 하였는데, 이 연구에서도 길항미생물 Kr013과 Kr020균주의 상토배양 처리가 이식구멍 직접처리보다 방제효과가 높았다. 그리고 Park(20)은 고추역병균의 길항균인 *P. cepacia*의 항균물질은 항균효과와 아울러 고추생육촉진 효과를 나타내었다고 하였는데, 이 연구에서 길항미생물의 상토배양처리에서 토양직접처리 보다 높은 발병억제효과를 나타낸 것은 상토배양기간 동안 생성된 항균물질이 간여한 것으로 생각된다. 또한 Knudsen과 Spur(13)는 *P. cepacia* 수화제는 실온에서 여러달 동안 저장이 가능하고 땅콩점무늬병 방제에 효과적이었다고 하였으며, *Pseudomonas* spp.는 높은 토양습도에서 잘 자라고, 근면과 근권에 우점하는 균으로서, 0°C 가까운 온도에서부터 37°C의 온도에서 생육하는데(5), 특히 높은 토양습도와 저온에서도 자랄 수 있다는 것은 저온다습 조건의 시설재배에서 발생하는 딸기 눈마름병(*R. solani* AG2-1)에 대해서 생물방제효과를 보인 *P. cepacia* Kr013과 Kr020 두 균주의 생물방제효과가 기대 된다. 한편 배추유묘를 사용한 생물검정에서 발병억제효과가 있는 균주가 딸기눈마름병에 대해 생물방제효과를 나타내는 것으로 보아서 생물검정이 어려운 딸기 묘를 이용하는 것 보다는 대량육묘가 가능하고 취급이 용이한 배추유묘가 이 병균에 대한 길항균의 생물적 검정의 소재로서 유망시된다 하겠다. 또한 같은 병균인 *R. solani* AG2-1에 의해 발병되는 시설재배 배추 밑둥 씌움병의 생물방제에도 효과가 있을 것으로 생각된다.

## 요 약

시설재배지 토양으로부터 분리된 167균주 중 딸기 눈마름병균인 *Rhizoctonia solani* AG2-1에 대한 길항효과를 나타내는 40개 균주를 *in vitro* test에서 선발하였다. 이들 길항균주의 딸기눈마름병균에 대한 생물적 검정을 배추유묘를 사용하여 조사한 결과, Kr013과 Kr020의 2개 균주가 발병억제효과를 보였다. 또한 이들 2개 균주의 탄립매체(charcoal carrier granule)를 딸기유묘 이식구멍에 처리하여도 발병억제효과를 나타내었다. 한편 Kr013과 Kr020균주 각각의 탄립매체를 20% 첨가한 상태에서 딸기자묘(runner)를 20일간 육묘한 다음 병원균 오염토양에 정식할 경우에는 발병율이 각각 7.3%, 5.7%로서, 발병율이 각각 16.7%와 15.7%를 보인 정식직전에 이들 균주의 탄립매체를 토양처리한 것 보다 높은 방제효과를 보였다. 그리고 생물적 방제효과를 나타낸 Kr013과 Kr020의 두 균주를 Biolog GN Microplate System을 이용하여 동정한 결과, 유사성이 각각 55%와 60%의 *Pseudomonas cepacia*로 동정되었다.

## 참고문헌

- Burpe, L. L. and Gouly, L. G. 1984. Suppressing of brown patch disease of creeping bentgrass by isolates of nonpathogenic *Rhizoctonia* spp. *Phytopathology* 74: 692-694.
- Cardoso, J. E. and Echandi, E. 1987. Nature of protection of bean seedlings from *Rhizoctonia* root rot by a binucleate *Rhizoctonia* like fungus. *Phytopathology* 77: 1548-1551.
- Chet, I. 1987. Innovative approaches to plant disease control. John Wiley and Sons. pp. 137-160.
- Chung, Y. R. and Hoitink, H. A. J. 1990. Interactions between thermophilic fungi and *Trichoderma hamatum* in suppression of *Rhizoctonia* damping off in a bark compost amended container medium. *Phytopathology* 80: 73-77.
- Cook, R.J. and Baker, K.F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. APS. St. Paul, Minnesota. 539 pp.
- Hornby, D. 1990. Biological control of soil-borne plant pathogens. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 479 pp.
- Howell, C. R. 1987. Relevance of mycoparasitism in the biological control of *Rhizoctonia solani* by *Gliocladium virens*. *Phytopathology* 77: 992-994.
- Jones, J. B., Chase, A. R. and Harris, G. K. 1993. Evaluation of the Biolog GN Microplate system

- for identification of some plant-pathogenic bacteria. *Plant Dis.* 77: 553-558.
9. Jones, R. W., Pettit, R. E. and Taber, R. A. 1984. Lignite and stillage carrier and substrate for application of fungal biocontrol agents to soil. *Phytopathology* 74: 1167-1170.
  10. 강수용, 김희규. 1986. 배추 밀둥썩음병 발생과 방제. *한식병지*. 2(3): 193-198.
  11. Kim, C. H., Jee, H. J., Park, K. S. and Lee, E. J. 1990. Studies on biological control of Phytophthora blight of red-pepper V. Performance of antagonistic agents in fields. *Korean J. Plant Pathol.* 6(2): 201-206.
  12. Kim, W. G., Cho, W. D. and Lee, Y. H. 1992. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* isolates from strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.), *Korean J. Plant Pathol.* 8(2): 91-95.
  13. Knudsen, G. R. and Spur, H. W., Jr., 1987. Field persistence and efficacy of five bacterial preparations for control of peanut leaf spot. *Plant Dis.* 71: 442-445.
  14. 小林紀彦, 1992. 野菜の土壤病害に対する生物防除と総合防除. *九防協年報*. 38: 39-58.
  15. Lee, E. J., Jee, H. J. Park, K. S. and Kim C. H. 1990. Studies on biological control of *Phytophthora* blight of red-pepper IV. Performance of antagonistic agents in field under polyethylene film house. *Korean J. Plant Pathol.* 6(1): 58-64.
  16. Mihuta-Grimm, L. and Rowe, R. C. 1986. *Trichoderma* spp. as biocontrol agents of *Rhizoctonia* damping off of radish in organic soil and comparison of four delivery systems. *Phytopathology* 76: 306-312.
  17. Mukerji, K. G. and Garg, K. L. 1988. Biocontrol of plant diseases (Vol. 1, 2) CRC press, Boca Raton, Florida, 211 p, 198 p.
  18. Ogoshi, A. 1976. Studies on the grouping of *Rhizoctonia solani* Kuhn with hyphal anastomosis and on the perfect stage of groups. *Bull. Natl. Inst. Agric. Sci.* 30: 1-63.
  19. Pae, C. G., Shoda, M., Kita, N., Nakano, M. and Ushiyama, K. 1992. Biological control of crown and root rot and bacterial wilt of tomato by *Bacillus subtilis* NB22. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 58: 329-339.
  20. 박경석. 1994. 고추역병균에 길항세균인 *Pseudomonas cepacia*가 생산하는 항균물질의 분리 및 동정. 충북대 박사학위논문. 97 pp.
  21. 신동범, 김동길, 정연태, 이준탁. 1988. 담전작 딸기 반축성재배지에서의 딸기 눈마름병 발생에 대하여. *농시논문집(작물보호편)* 30(3): 19-23.