

人蔘根腐病原菌, *Fusarium solani* 및 *Cylindrocarpon destructans*에 拮抗적인 *Streptomyces* species의 分類同定

沈在郁·李敏雄

東國大學校 農業生物學科

Identification of *Streptomyces* species antagonistic to *Fusarium solani* or *Cylindrocarpon destructans* causing ginseng root rots

Jae-Ouk Shim and Min-Woong Lee

Department of Agrobiolgy, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

ABSTRACT: Among 110 isolates of actinomycetes isolated from ginseng pathogen-suppressive soils, the three actinomycetes showing the effective controls to *Fusarium solani* or *Cylindrocarpon destructans* causing ginseng root rots were identified according to their morphological, cultural and physiological characteristics on various culture media. Spore chains of K 6-2, S 2-1 and Y 2-2 were Spira (S), Retinaculum-apertum (RA) and Rectus-flexibilis (RF), respectively. Spore surfaces of K 6-2 were spiny, whereas S 2-1 and Y 2-2 were all smooth. Aerial mass colors of 3 isolates were gray series. As a result of various tests, they were identified as *Streptomyces variabilis*, *Streptomyces virginiae* and *Streptomyces griseolus*, respectively.

KEYWORDS: *Fusarium solani*, *Cylindrocarpon destructans*, *Streptomyces variabilis*, *Streptomyces virginiae*, *Streptomyces griseolus*, Ginseng root rots.

대부분의 *Streptomyces* spp.는 土壤에서 항생물질과 효소를 분비하여 土壤病原菌의 生育을 抑制하고 病原菌의 세포벽을 분해한다고 하였다(Gottlieb 등, 1952; Baker 등, 1968). 따라서, 대부분의 *Fusarium* spp.도 *Streptomyces* spp.가 분비하는 항생물질이나 효소에 의하여 세포벽이 용해되고 있다(Baker, 1968; Chung 등, 1981). 한편으로, Chung과 Kim (1978)에 의하면 人蔘根腐病을 일으키는 病原菌인 *Fusarium solani*와 *Cylindrocarpon destructans*의 生長抑制는 *Streptomyces* spp.에 의해 분비된 항생물질에 의해 *C. destructans*의 세포벽이 용해되기 때문이라고 하였다. Chung 등(1982)은 *F. solani*의 拮抗菌으로 *Streptomyces alboniger*과 *Streptomyces roseolilacinus*을 分離同定하였으며, 그 拮抗菌에 의해서 분비되는 Chitinase가 *F. solani*의 세포벽을 분해한다고 하였다(Chung 등, 1989). 따라서, 이 연구는 *F. solani*와 *C. destructans*의 포자발아 실험

을 통하여 선발된 人蔘病原菌 抑制土壤(沈과 李, 1990)에서 각각의 病原菌에 拮抗性을 나타내는 3種의 *Streptomyces*를 分離하여 同定하였다.

材料 및 方法

拮抗菌의 選拔

1) 室內試驗

選拔된 人蔘病原菌 抑制土壤(沈과 李, 1990)으로부터 110種의 放線菌을 分離하여 病原菌과 分離菌株를 對峙培養(Baker 등, 1982)하였다. 檢定方法은 28°C±1의 온도에서 分離菌株와 *F. solani*는 5일, *C. destructans*는 10일 동안 培養한 후 病原菌과 分離菌株 사이에 형성된 沮止帶를 조사하였다.

2) 野外試驗

*F. solani*와 *C. destructans*의 拮抗菌으로 각각 1차선발된 총 42種의 放線菌 중에서 拮抗能이 2.0 cm

이상되는 18種의 放線菌을 대상으로 하였다. 拮抗菌을 土壤에 處理할 때 菌株에 安定的이고 土壤 내에서도 拮抗性을 유지할 수 있도록 柳의 방법(1988)을 참고로 하였다. 즉, 100 ml 용량의 삼각 플라스크 속에 10g 정도의 절단된 알팔파(0.3 cm)를 넣고 PD broth(potato broth 1l+dextrose 20g)를 20 ml씩 첨가한 후 골고루 혼합하여 高壓殺菌하였다. 그 후 알팔파의 표면에 拮抗菌의 孢子 懸濁液(10^4 cells/ml)을 10 ml씩 接種한 다음 7일간 $28^{\circ}\text{C} \pm 1$ 의 온도로 배양한 후 接種源으로 사용하였다.

土壤은 2 mm 메쉬의 체로 친 250g의 病原菌 誘發土壤(Sandy loam, pH 5.6)을 각각의 종이컵(7.5×9 cm)속에 넣고 拮抗菌이 배양된 알팔파를 土壤에 대하여 1%(w/w)의 비율로 2.5g씩 종이컵에 첨가하여 골고루 혼합한 다음, 7일 정도 20~25°C의 실온에 두어 배양하였다. 그후, 洪과 李의 방법(1986)으로 준비된 *F. solani*와 *C. destructans*의 厚膜孢子(10^4 cells/ml)를 각각의 포트에 土壤接種하고 각 포트마다 2년생 人蔘根을 3뿌씩 移植하였다. 接種土壤의 水分含量은 30% 정도로 하였으며 人蔘의 移植된 포트는 蔘圃條件의 維持를 위해 3坪 정도의 해가림 施設을 갖춘 自然狀態의 條件에서 3주이상 둔 후 각 人蔘根의 根部位에서 人蔘根腐率을 조사하였고, 각각의 病原菌 厚膜孢子만 土壤接種된 處理를 대조구로 하였다.

拮抗菌의 分類同定

人蔘이 移植된 포트에 接種處理된 放線菌 중에서 우수한 防除效果를 나타낸 양주 2-2(Y 2-2), 서울 2-1(S 2-1), 강화 6-2(K 6-2)의 形態的 特徵과 培養 및 生理的 特徵을 調査하여 ISP(International Streptomyces Project)의 방법(Shirling and Gottlieb, 1966; 1968)과 Bergey's manual(Williams 등, 1989)에 따라 分類同定하였다.

1) 形態的 特徵

供試된 拮抗菌을 glycerol-glycine agar 培地와 oatmeal agar 培地에서 14일 동안 28°C 의 온도로 培養한 후 光學顯微鏡(200X)을 사용하여 전체적인 모양을 조사하였다. 孢子의 形態는 수분을 제거한 후 bold coating하여 電子顯微鏡(Hitachi, S-570)으로 조사하였다.

2) 培養的 特徵

供試菌의 培養的 特徵으로서 生育狀態, 氣生菌絲

體의 형성, 培養培地 뒷면의 色, 供試菌이 接種된 培地의 pH 변화, 培地에서 熔解色素의 形成에 대한 調査는 ISP 方法에서 기술된 yeast extract-malt extract agar, oatmeal agar, inorganic salt-starch agar, glycerol asparagine agar, peptene-yeast extract iron agar, tyrosine agar 培地 위에 供試菌을 接種하여 培養하면서 7, 14, 21일 간격으로 조사하였다. 培地 뒷면의 色상 調査는 왕성한 生育을 보이는 氣生菌絲體의 部位를 cork borer로 떼어내어 둥근 절편을 만든 다음 殺菌된 2~3겹의 축축한 여과지의 함몰된 둥근 구멍속에 넣어 培地의 뒷면이 여과지 위로 돌출되도록 놓은 후 면도칼로 횡절단하여 調査하였고, 그 후 절단된 부분에 0.05 N의 NaOH 및 HCl을 사용하여 pH의 변화에 따라 培地의 色상이 즉시 또는 15분 후 변하는지를 調査하였다. 한편, 培地에서 멜라닌色素 이외의 수용성 色素에 대한 調査는 그 培地 및 氣生菌絲體의 色깔을 관찰한 다음, 0.05 N의 NaOH 및 HCl을 가하여 그 수용성 色素가 pH의 변화에 따라 즉시 또는 15분 후 培地의 色깔이 변하는지를 調査하였다.

3) 生理的 特徵

生理的 特徵의 調査로서 供試菌의 炭素源 利用을 調査하기 위해 Pridham과 Gottlieb 培地를 사용하였다. D-glucose, L-arabinose, sucrose, D-xylose, D-mannitol, D-fructose, rhamnose, raffinose, D-galactose를 멸균수 100 ml에 각각 10g씩 첨가하여 각각의 10% 水溶液(w/v)을 제조한 다음, millipore filter (HA, 0.45 μ , USA)에 여과살균시킨 후 500 ml의 供試培地($45\sim 50^{\circ}\text{C}$)에 水溶液 50 ml을 넣어 각각 1% 농도의 炭素源을 지닌 供試培地를 만들어 분注 하였고, I-inositol과 cellulose처럼 잘 溶解되지 않는 炭素源은 ether 殺菌法을 사용하였다. 분注 후 2~3 일 정도 건조된 培地에 세척처리한 浮游狀態의 供試菌을 2반복 接種하여 28°C 의 온도로 14일간 培養 시킨 후 供試菌에 의한 炭素源의 利用을 調査하였으며 炭素源이 첨가되지 않는 培地와 D-glucose가 첨가된 培地를 각각 供試菌에 대한 음성 대조구와 양성 대조구로 하였다.

멜라닌 色素 형성의 調査는 peptone-yeast extract iron agar, tyrosine agar, tryptone-yeast extract broth 培地를 사용하였는데, 특히 tryptone-yeast extract broth는 往復振盪器(100~110/min)를 사용

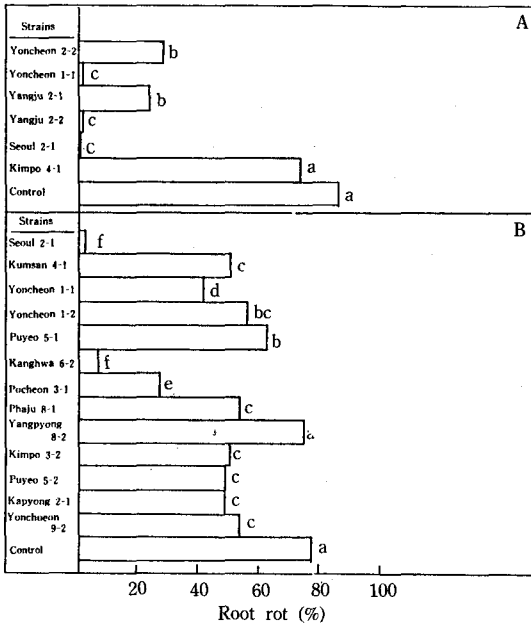


Fig. 1. Effect of antagonistic actinomycetes on the control of ginseng root rot caused by ginseng pathogens. Numbers with the same letter are not significantly different at $p=0.01$ according to Duncan's multiple range test. The each antagonist was isolated from the above locations and inoculated on alfalfa meal in the condition of suspension (10^4 cells/ml). Therefore, the alfalfa meal was added to soil at rate of 1% after 7 days of incubation at 28°C . A, *Fusarium solani*; B, *Cylindrocarpon destructans*.

하였으며, 28°C 의 온도로 4일간 培養한 후 멜라닌 색소의 형성을 調査하였다.

結果 및 考察

拮抗菌의 選拔

對峙培養에 의해서 *F. solani*와 *C. destructans*에 우수한 拮抗性을 보이는 각각 6種과 13種의 放線菌을 黴土에 接種한 후, *F. solani* 및 *C. destructans*의 厚膜胞子를 土壤接種한 다음 移殖된 각 人蔘에 있어서 人蔘根 部位의 根腐敗 占有面積率(Disease index)을 3주일 후에 調査한 結果, Fig. 1과 같았다.

*F. solani*에 있어서 拮抗菌을 處理하지 않은 대조구는 86.0%의 人蔘根腐率을 나타낸 반면 拮抗菌인 연천 1-1, 양주 2-2, 서울 2-1이 處理된 黴土의 人蔘은 각각 10% 미만의 낮은 根腐率이었고 연천 2-2, 양주 2-1, 김포 4-1이 처리된 黴土의 人蔘根腐率은 각각 29.4%, 25.2%, 74.4%였다. *C. destructans*에 있어서 대조구는 78.0%의 높은 人蔘根腐率을 나타낸 반면, 서울 2-1, 강화 6-2가 處理된 黴土의 人蔘根腐率은 각각 10% 미만의 낮은 根腐率이었고 그림의 處理菌注는 모두 27.0~76.2%까지의 범위에서 人蔘根腐率을 나타내었다. 각 人蔘病原菌에 대한 拮抗菌의 土壤處理는 각각 高度의 有意性($p=0.01$)을 나타내

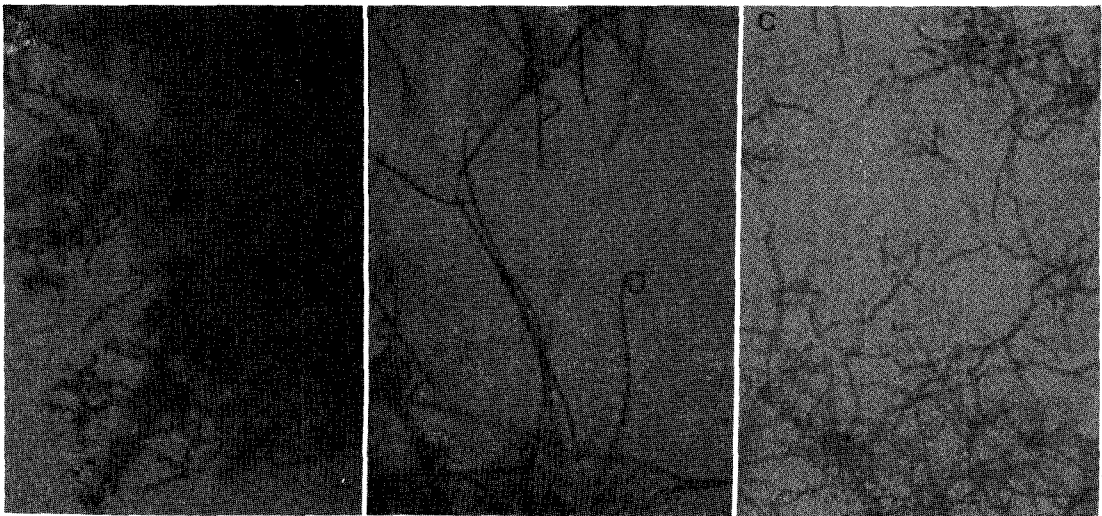


Fig. 2. Spore chains of K6-2 (A), S2-1 (B) and Y2-2 (C) isolate on glycerol glycine agar medium after 14 days of incubation at 28°C (200X).

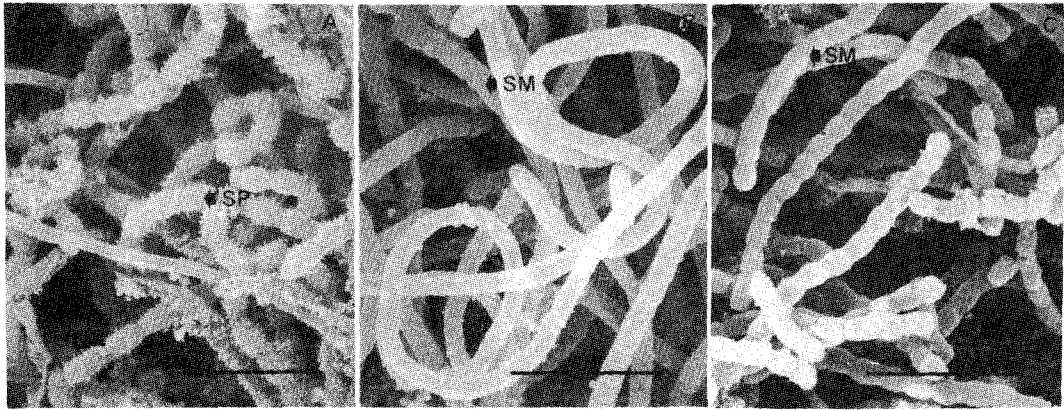


Fig. 3. Electron micrograph of K 6-2, S 2-1 and Y 2-2 isolates on oatmeal agar after 14 days of incubation at 28°C. The above bars indicate 2.7 μm in K 6-2 (A), 2.0 μm in S 2-1 (B) and 2.7 μm in Y 2-2 (C), respectively. SP, Spiny spores; SM, Smooth spores.

었다.

拮抗菌의 分類同定

人蔘根腐病에 우수한 防除效果를 나타낸 강화 6-2(K 6-2)와 서울 2-1(S 2-1) 및 양주 2-2(Y 2-2)를 選拔하여 放線菌의 分類同定을 실시한 結果는 다음과 같았다.

供試菌의 形態의 特徵에 있어서 강화 6-2(K 6-2), 서울 2-1(S 2-1), 양주 2-2(Y 2-2)의 孢子사슬의 모양은 강화 6-2는 감긴형태(Spira)였고 서울 2-1은 고리형태(Retinaculum-apertum)였으며, 양주 2-2는 구불구불한 형태(Rectus-flexibilis)를 이루고 있었다(Fig. 2). 孢子壁 表面의 모양은 강화 6-2에서 바늘모양의 형태(Spiny)를, 서울 2-1과 양주 2-2에서는 모두 매끄러운 형태(Smooth)를 이루고 있었다(Fig. 3). 培養의 特徵에 있어서, 강화 6-2의 生育 및 氣生菌絲體의 形成은 yeast extract-malt extract agar, oatmeal agar, inorganic salt-starch agar, glycerol asparagine agar, tyrosine agar 培地에서 양호하였으며, 서울 2-1은 yeast extract-malt extract agar, oatmeal agar, inorganic salt-starch agar, tyrosine agar 培地에서, 양주 2-2는 yeast extract-malt extract agar, inorganic salt-starch agar, glycerol asparagine agar, peptone-yeast extract iron agar, tyrosine agar 培地에서 각각 양호하였다(Table I). 21일 동안 培養된 각 菌株의 氣生菌絲體의 색깔은 강화 6-2, 서울 2-1, 양주 2-2가 모두 灰色계통이었고, 培地뒤편에서의 색깔은 강화 6-2와 서울 2-1, 양주 2-

2가 모든 培地에서 노란 갈색이었고, 용해색소는 서울 2-1이 glycerol asparagine agar와 peptone-yeast extract iron agar 培地에서 멜라닌色素가 아닌 각각 노란색과 짙은 노란색을 나타내었으나 그외의 培地에서는 모두 노란갈색이었다(Table I). 멜라닌色素가 아닌 노란색을 나타낸 서울 2-1의 glycerol asparagine agar와 peptone-yeast extract iron agar 培地 위에 각각 0.05 N 농도의 HCl과 NaOH를 첨가하였으나 pH 변화는 관찰되지 않았다(Table I). 供試菌의 生理的 特徵에 관한 것으로 炭素源 利用에 대한 結果에 있어서(Table II), 강화 6-2의 生長은 D-glucose, L-arabinose, I-inositol, D-fructose, D-galactose, D-xylose, D-raffinose, D-mannitol에서 양호하였으나 rhamnose, cellulose, sucrose에서 불량하였고, 서울 2-1은 D-glucose와 D-raffinose에서 양호한 반면, L-arabinose, I-inositol, rhamnose, D-fructose, cellulose, D-galactose, D-xylose, sucrose, D-mannitol에서 불량하였다. 양주 2-2는 D-glucose, L-arabinose, D-fructose, D-galactose, D-mannitol에서 양호하였으나, I-inositol, rhamnose, cellulose, D-xylose, sucrose, D-raffinose에서 불량하였다. 멜라닌色素의 形成에 대한 調査에서 강화 6-2는 tryptone-yeast extract broth 培地에서 갈색의 色素가 形成되었으며, 서울 2-1은 peptone-yeast extract iron agar와 tryptone-yeast extract broth 培地에서 각각 갈색의 色素를 形成하였고, 양주 2-2는 tryptone-yeast extract broth에서만 갈색의 色素가 형

Table I. Cultural characteristics of K 6-2, S 2-1 and Y 2-2 isolate

Medium ^a	Isolates		
	K 6-2	S 2-1	Y 2-2
Yeast extract-malt extract agar (I.S.P. No.2)	G ^b good	good	good
	A abundant, light greenish gray	abundant, light brownish gray	abundant, light olive gray
	R yellow brown	yellow brown	yellow brown
	O none	none	none
	P none	none	none
Oatmeal agar (I.S.P. No.3)	G good	good	moderate
	A abundant, light greenish gray	abundant, grayish yellow brown	moderate light olive gray
	R yellow brown	yellow brown	yellow brown
	O none	none	none
	P none	none	none
Inoragnic salt-starch agar (I.S.P. No.4)	G good	good	good
	A abundant, light olive gray	abundant, grayish yellow brown	abundant, light olive gray
	R yellow brown	yellow brown	yellow brown
	O none	none	none
	P none	none	none
Glycerol asparagine agar (I.S.P. No.5)	G good	poor	good
	A abundant, light greenish gray	poor, yellow	abundant, light olive gray
	R yellow brown	yellow brown	yellow brown
	O none	yellow	none
	P none	none	none
Peptone-yeast extract iron agar (I.S.P. No.6)	G poor	poor	poor
	A poor, light brownish gray	poor, dark yellow	abundant, brownish white
	R yellow brown	yellow brown	yellow brown
	O none	yellow	none
	P none	none	none
Tyrosine agar (I.S.P. No.7)	G good	good	good
	A abundant, light olive gray	abundant, light brownish brown	abundant, brownish white
	R yellow brown	yellow brown	yellow brown
	O none	none	none
	P none	none	none

^aMedium employed by International Streptomyces Project^bG, Growth; A, Aerial mycelium; R, Reverse side of colony; O, Other pigments; P, pH indicator

Table II. The utilization of carbon sources by K 6-2, S 2-1 and Y 2-2 isolate

Carbon source	Antagonistic strains ^a		
	K 6-2	S 2-1	Y 2-2
D-glucose	+	+	+
L-arabinose	+	-	+
I-inositol	+	-	-
Rhamnose	-	-	-
D-fructose	+	-	+
Cellulose	-	-	-
D-galactose	+	-	+
D-xylose	+	-	-
Sucrose	-	-	-
D-raffinose	+	+	-
D-mannitol	+	-	+
No carbon control	-	-	-

^aEach strain was treated by 2 replications in order to test the utilization of carbon sources. +, Positive; -, Negative

성되었다(Table III). 따라서, 이러한 것들을 모두 종합하여 보았을 때, 강화 6-2(K 6-2), 서울 2-1(S 2-1), 양주 2-2(Y 2-2)는 각각 *Streptomyces variabilis* 와 *Streptomyces virginiae* 및 *Streptomyces griseolus*로 分類同定되었다.

Shirling과 Gottlieb(1968)는 *Streptomyces variabilis*의 胞子는 감긴형태(Spira)이고, 胞子表面은 바늘모양의 형태(Spiny)이며, 培養된 菌株의 색깔은 灰色계통이고, 炭素源을 첨가했을 때, D-glucose, L-arabinose, I-inositol, rhamnose, D-fructose, D-xylose, D-mannitol을 生育에 利用한다고 하였다. 그리고, *Streptomyces virginiae*의 胞子는 고리형태(Retinaculum-apertum)였고 胞子表面은 매끄러운 형태(Smooth)이며, 培養된 菌株의 색깔은 灰色계통이고 D-glucose, D-fructose를 生育에 利用한다고 하였다. 또한 *Streptomyces griseolus*의 胞子는 꾸불꾸불한 형태(Rectus-flexibilis)이고 胞子表面은 매끄러운 형태(Smooth)였으며, 培養된 菌株의 색깔은 灰色계통이고 D-glucose, L-arabinose, D-xylose, D-fructose를 生育에 利用한다고 하였다. Table IV의 結果와 같이, 供試菌은 앞서 菌株의 形態 및 培養의 特徵과 거의 같았으나 生理的인 特徵에서 약간의

Table III. Formation of melanoid pigments of K 6-2, S 2-1 and Y 2-2 isolate

Medium	Antagonistic strains		
	K 6-2	S 2-1	Y 2-2
Peptone-yeast extract iron agar (I.S.P. No.6)	-	+	-
Tyrosine agar (I.S.P. No.7)	-	-	-
Tryptone-yeast extract broth (I.S.P. No.1)	+	+	+

^aEach strain was treated by 2 replications in order to test the formation of melanoid pigments. +, Positive; -, Negative

차이가 있었는데 炭素源의 利用에 있어서 강화 6-2는 *Streptomyces variabilis*와는 달리 rhamnose와 D-raffinose에서 각각 음성반응과 양성반응을 나타내었고 서울 2-1은 *Streptomyces virginiae*와는 달리 D-fructose와 D-raffinose에서 각각 음성반응과 양성반응을 나타내었으나 D-raffinose가 첨가된 培地에서 서울 2-1의 生育은 炭素源이 첨가되지 않은 培地와 비교했을 때 구별이 곤란할 정도로 약간 왕성하였다. 양주 2-2는 D-xylose에서 음성반응을 나타낸 것이 *Streptomyces griseolus*의 경우와 달랐으며, 또한 sucrose, D-mannitol, rhamnose에서는 *Streptomyces griseolus*가 음성반응을 나타낼 수도 있고 양성반응도 나타낼 수도 있다는 報告(Shirling과 Gottlieb, 1968)가 있으므로 좀더 세밀한 관찰이 필요할 것이다.

鄭等(1989)은 人蔘圃에서 分離한 *Streptomyces alboniger* 및 *Streptomyces roseolilacinus*가 chitinase를 생산하여 *F. solani*의 세포벽을 분해했음을 報告하였는데, 本 研究에서 分類同定한 *Streptomyces* spp.도 chitinase에 의한 것인지 아니면 다른 효소에 의해 拮抗效果를 발휘하여 人蔘根腐病을 防除하는지 앞으로 규명해야 할 것이다.

摘 要

人蔘病原菌 抑制土壤으로부터 110種의 放線菌을 分離하여 人蔘根腐 病原菌인 *Fusarium solani*와 *Cylindrocarpon destructans*에 拮抗效果를 나타내는 3種의 放線菌이 형태적 배양적 생리적인 特徵에 의

Table IV. Comparison of K 6-2, S 2-1 and Y 2-2 isolate with *Streptomyces variabilis* Pridham, et al. ISP5179, *Streptomyces virginiae* Grundy, et al. ISP5094 and *Streptomyces griseolus* Waksman, et al. ISP5067

Characteristics	K 6-2	S 2-1	Y 2-2
	<i>S. variabilis</i> ISP5179	<i>S. virginiae</i> ISP5094	<i>S. griseolus</i> ISP5067
Morphology			
Spore chain	Spira	Retinaculum-apertum	Rectus-flexibilis
	Spira	Retinaculum-apertum	Rectus-flexibilis
Spore surface	Spiny	Smooth	Smooth
	Spiny	Smooth	Smooth
Cultural characteristics			
Aerial mass color	Gray series	Gray series	Gray series
	Gray series	Gray series	Gray series
Soluble pigment	None	Variable	None
	None	None	None
Reverse side of colony	None	None	None
	None	None	None
pH indicator	None	None	None
	None	None	None
Melanoid pigment	Variable	Variable	Variable
	Variable	Variable	Variable
Carbon utilization			
D-glucose	+	+	+
	+	+	+
L-arabinose	+	-	+
	+	-	+
I-inositol	+	-	-
	+	-	-
Rhamnose	-	-	-
	+	-	±
D-fructose	+	-	+
	+	+	+
Cellulose	-	-	-
D-galactose	+	-	+
D-xylose	+	-	-
	+	-	+
Sucrose	-	-	-
	-	-	±
D-raffinose	+	+	-
	-	-	-
D-mannitol	+	-	+
	+	-	±

+, Positive; ±, Doubtful; -, Negative

거하여 각각 分類同定되었다. 포자사슬의 모양은 강화 6-2(K 6-2)가 감긴형태(Spira)였고, 서울 2-1(S 2-1)은 고리형태(Retinaculum-apertum)였으며, 양주 2-2(Y 2-2)는 꾸불꾸불한 형태(Rectus-flexibilis)였다. 포자벽 표면의 모양은 강화 6-2(K 6-2)에서는 바늘모양의 형태(Spiny)인 반면, 서울 2-1(S 2-1)과 양주 2-2(Y 2-2)에서는 모두 매끄러운 형태(Smooth)였으며, 기생균사체의 색깔은 모두 灰色 제통이었다. 따라서, 강화 6-2(K 6-2), 서울 2-1(S 2-1), 양주 2-2(Y 2-2)는 *Streptomyces variabilis*, *Streptomyces virginiae*, *Streptomyces griseolus*로 각각 分類同定되었다.

參考文獻

- Baker, R. (1968): Mechanisms of biological control of soil-borne pathogens. *Ann. Rev. Phytopathology*. **6**: 263-294.
- Baker, K.F., Cook, R.J. and Garreffi, S.D. (1982): Biology control of plant pathogens. Published by The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota: 131-132.
- Chung, H.S. and Kim, C.H. (1978): Biological control of ginseng root rots with soil amendmets. *Proc. 2nd Int. Ginseng Symposium*: 67-74.
- Chung, Y.R., Chung, H.S. and Ohh, S.H. (1981): Antagonistic effects of *Streptomyces* species against *Fusarium solani* causing ginseng root rot. *Kor. J. Mycol.* **9**(3): 163 (abstract).
- Chung, Y.R., Chung, H.S. and Ohh, S.H. (1982): Identification of *Streptomyces* species antagonistic to *Fusarium solani* causing ginseng root rot. *Kor. Jour. Microbiol.* **20**: 73-79.
- Chung, Y.R., Ohh, S.H. and Chung, H.S. (1989): Antagonistic activity of *Streptomyces* species against *Fusarium solani* causing ginseng root rot. *Kor. Jour. Microbiol.* 56-62.
- Gottlieb, D. and Siminoff, P. (1952): The production and role of antibiotics in the soil. II. Chloromycetin. *Phytopathology* **42**: 91-97.
- Shirling, E.B. and Gottlieb, D. (1966): Methods for characterization of *Streptomyces* species. *In. J. Syst. Bacteriol.* **16**(3): 313-340.
- Shirling, E.B. and Gottlieb, D. (1968): Cooperative description of type strains of *Streptomyces*. II. Species descriptions from first study. *In. J. Syst. Bacteriol.* **18**(2): 69-189.
- Williams, S.T., Sharpe, M.E. and Holt, J.G. (1989): Bergey's manual of systematic bacteriology. vol.4, p.2299-2648.
- 洪仁均, 李敏雄 (1986): *Fusarium* spp.의 厚膜孢子 形成培地の 選拔에 關한 研究. 東國大 農林科學 論文集. 43-53.
- 柳甲喜 (1988): *Pseudomonas fluorescens*에 依한 몇가지 菜蔬土壤病의 生物學的 防除에 關한 研究. 서울大 博士學位論文. p.1-111.
- 沈在郁, 李敏雄 (1990): 土壤內 植物 病原菌의 發病抑制 및 誘發性質. 韓國菌學會誌. **18**(3): 164-177.

Accepted for Publication on February 28, 1991