

Rhizoctonia solani AG2-2 IV에 대한 *Helicosporium* sp. KCTC 0635BP의 항균활성

이상명¹ · 김동수² · 이광수² · 이충규³ · 이동운^{1*}

¹경북대학교 생태환경관광학부 생물응용전공, ²국립산림과학원 남부산림자원연구소,

³경남과학기술대학교 산림자원학과

Antibiotic Properties of *Helicosporium* sp. KCTC 0635BP to *Rhizoctonia solani* AG2-2 IV

Sang Myeong Lee¹, Dong Soo Kim², Kwang-Soo Lee², Chong-Kyu Lee³, and Dong Woon Lee^{1*}

¹Major of Applied Biology, School of Ecological Environment and Tourism, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk, 742-711, Republic of Korea

²Southern Forest Resources Research Center, Korea Forest Research Institute, Jinju, 600-300, Republic of Korea

³Department of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, Gyeongnam, 660-758, Republic of Korea

(Received on June 10, 2013; Revised on June 17, 2013; Accepted on June 18, 2013)

ABSTRACT. Biocontrol potential of an isolate of *Helicosporium* spp. against *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporium* and *Phytophthora drechsleri* was evaluated *in vitro* and *in vivo*. A selected biocontrol agent designated as *Helicosporium* 0635BP strongly inhibited growth and lysed mycelium of *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporium* on PDA. Autoclaved culture filtrate of the agent also completely inhibited growth of the turfgrass large patch pathogen, *R. solani* AG2-2 IV at the concentration of 50 ml L⁻¹. The pathogen was killed when dipped under the 20% filtrate for four hours or 50% for one hr. In a field trial, plots applied with the crude or times diluted culture filtrate showed 100% control efficacy of the turfgrass large patch as a chemical applied for a comparison. Results indicated that *Helicosporium* 0635BP is a promising biocontrol agent on control of the turfgrass large patch disease and its culture filtrate contained unknown heat suitable antifungal substance (s). Further studies on mass production, purification and identification of the unknown compound (s) are in progress for practical use.

Key words: Biocontrol, *Helicosporium*, Large patch, Turfgrass

토양 등의 자연생태계로부터 유용 미생물을 분리하고 선발하여 이들을 식물병해충 방제에 이용하는 생물적 방제는 국내외적으로 많은 관심을 받는 연구 분야이다(Elad et al., 1994). 각종 식물병에 대한 생물적 방제 연구는 병원균에 대해 길항작용을 나타내는 유용미생물을 식물의 근권에 정착시켜 토양전염성 병원균을 사멸시키거나 밀도 증가를 억제 시킴으로써 병원균의 식물체 침입을 제어하는 직접적인 방법과 이들이 분비하는 항균성 물질을 식물병 방제 수단으로 이용하는 간접적인 방법 등이 있다(Mandeeel

and Baker, 1993; Omura et al., 1988).

각종 작물의 식물병 억제를 위하여 다양한 종류의 길항 미생물들이 선발되어 활용되고 있는데 이러한 길항균들의 길항작용은 항생이나 경합, 기생, 군사간섭, 용균 등의 형태로 나타나고 있다(Back et al., 2001).

Rhizoctonia solani AG2-2 IV에 의해 들잔디류(*Zoysia* spp.)에 발생하는 잔디 갈색피짐병(large patch)은 우리나라에서 늦봄과 가을 2회에 발생하여 원형의 마름증상을 나타내는데 발병초기에는 잔디잎이 황갈색으로 변하나 이후 원형의 마름현상을 나타낸다. 병반의 중심부 잔디 잎은 회갈색으로 변하며 병반 가장자리 진전부위는 황갈색으로 변하는데 발병면적이 넓고, 병원균이 토양 댕뚝층에 분포하고, 장마기나 배수 불량지에서 발병이 잘 되어 방제가

*Corresponding author:

Phone) +82-54-530-1212, Fax) +82-54-530-1218

E-mail) whitegrub@knu.ac.kr

어려운 식물병의 하나이다(Shim et al., 1994; Jung et al., 2008). 갈색퍼짐병이 골프장에서 잔디의 품질을 심각하게 위협하는 병이기 때문에 관리자들은 집약적인 관리를 하고 있으며 주로 화학농약에 의존하고 있다. 그러나 이러한 집약적인 화학적 방제는 약제 저항성의 발현과 환경과 인축에 대한 부작용 등이 우려되고 있으며 공원지나 경기장 잔디에 농약을 처리하는 것에 대한 일반인들의 거부감도 높은 실정이다(Shim and Kim, 2000; Uddin and Viji, 2002). 때문에 골프장 잔디에서 갈색퍼짐병을 방제할 수 있는 화학적 방제 대체법 강구를 위하여 다양한 연구들이 수행되고 있는데 목초액과 같은 천연물 제제나 길항미생물을 이용한 생물적 방제, 저항성 품종의 개발 등이 시도되고 있다(Chai et al., 2001; Geon et al., 2005; Islam et al., 2009; Jung et al., 2008).

Helicosporium은 목재 부후균으로 소나무류(Pinus), 포플라(Populus), 유칼립투스(Eucalyptus) 등의 고사목에서 부생적으로 기생하는 곰팡이로 알려져 있다(Goos, 1987). Helicosporium이 목재를 부식시켜 영양원을 흡수·이용하기, 위해서 목재의 주 구성분인 cellulose와 pectin을 분해하는 cellulase나 pectinase를 분비 할 것으로 알려져 있다(Goos, 1987). 일반 곰팡이의 세포벽 주성분은 식물과 같이 cellulose로 구성되어 있으므로 Helicosporium은 다른 곰팡이의 세포벽을 분해시키거나 형성을 억제시키는 길항작용을 나타낼 것으로 생각되는데 Hardy and Sivajithanparam (1995)는 Helicosporium으로부터 항생능력을 처음으로 발견하였으며 Choi et al. (2012)는 본 연구에 이용된 균주로부터 항생물질 2-methylresorcinol을 확인 한 바 있다. 그러나, Helicosporium을 직접 토양에 처리하여 토양전염성 병을 방제하거나 대사산물을 이용한 식물병 방제연구는 아직 보고된 바 없는 실정이다.

따라서 본 연구자들은 밤나무 고사목으로부터 분리한 Helicosporium의 주요 토양전염성 식물병원균인 Rhizoctonia solani와 Fusarium oxysporium 및 Phytophthora drechsleri 등에 대한 항균활성 여부를 실내에서 검정하고, 배양상등액이 병원균에 미치는 영향을 조사하였으며, 포장에서 잔

디갈색퍼짐병 방제효과를 조사하여 생물적 방제 이용가능성을 검토하였다.

식물병원균의 균사생장억제 효과

본 실험에 사용된 Helicosporium sp. KCTC 0635 균주는 1998년 경남 하동의 밤나무 고사목에서 분리되었으며, 균사는 나선모양을 나타내고, 배양적 특징으로는 PDB배지에서 1주간 배양 시 밤색의 색소를 분비한다. 따라서 본 시험 균주는 Helicosporium sp.으로 동정되었다(Choi et al., 2012; Goos, 1987). 분리균의 항균활성은 감자한천배지(PDA)에서 Helicosporium sp. KCTC 0635를 배지가 분주된 plate 한편에 접종하여 25°C에서 5일간 배양한 후 오이 모잘록병원균(Rhizoctonia solani), 잔디 갈색퍼짐병원균(Rhizoctonia solani AG2-2 IV), 시들음병원균(Fusarium oxysporium) 및 역병균(Phytophthora drechsleri)의 균총을 40 mm 거리에 대치배양 하였다. 각 병원균의 최적 배양 온도에서 7일간 배양 후 두 균사이의 저지원 크기를 조사 하였다. 한 개의 plate를 한 반복으로 3반복 실험하였다.

Helicosporium sp. KCTC 0635 BP 균주는 오이에서 분리된 Rhizoctonia solani와 잔디에서 분리된 Rhizoctonia solani AG2-2 IV 균에 대해서 매우 높은 길항력을 나타내었다(Table 1). R. solani (cucumber)에 대한 저지원은 15 mm, R. solani AG2-2 IV는 12 mm 였다. 그러나 오이의 주요 토양전염병원균인 Fusarium oxysporium과 Phytophthora drechsleri에 대한 항균활성은 상대적으로 낮거나 없는 것으로 나타났다(Table 1). 공시한 모든 병원균에 대한 coiling 현상은 보이지 않았으며, 균사의 lysis는 Phytophthora drechsleri를 제외한 3종의 병원균에 대하여 보였다.

배양 여액의 농도별 식물병원균에 대한 억제효과.

분리균의 배양액을 얻기 위하여 850 ml 병버섯 재배용 플라스틱 용기에 PDB 500 ml를 넣어 121°C 1.5기압에서 30분간 멸균하였다. PDA배지에서 7일간 배양한 분리균의 균사질편(직경:10 mm)을 미리 멸균하여 준비한 PDB가 분주된 버섯 재배용기에 접종 후 25°C 진탕배양기(120 rpm)

Table 1. Antagonistic activity of Helicosporium sp. KCTC 0635BP to Rhizoctonia solani, Rhizoctonia solani AG2-2 IV, Fusarium oxysporium and Phytophthora drechsleri.

Fungi	Host	Antagonism			
		Coiling	Lysis	Over growing	Inhibition zone (mm) ^a
Rhizoctonia solani	Cucumber	-	+	-	15
Rhizoctonia solani AG2-2 IV	Turf grass	-	+	-	12
Fusarium oxysporium	Cucumber	-	+	-	5
Phytophthora drechsleri	Torreyia	-	-	-	-

^aInhibition was distance between pathogen and Helicosporium sp. KCTC 0635BP.

Table 2. Effect of culture filtrate of *Helicosporium* sp. KCTC 0635BP on the mycelium growth of *Rhizoctonia solani* (cucumber), *R. solani* AG2-2 IV and *Fusarium oxysporium*.

Concentration (%)	<i>R. solani</i> (Cucumber)		<i>R. solani</i> AG2-2 IV		<i>F. oxysporium</i>	
	Diameter (mm)	% Control ^x	Diameter (mm)	% Control	Diameter (mm)	% Control
Control	63.3	-	28.3	-	15.0	-
1	48.7	23.1 c	26.3	7.1 b	16.0	0.0 d
5	17.3	72.7 b	0.0	100 a	16.0	0.0 d
10	11.3	82.2 ab	0.0	100 a	14.0	6.7 c
20	6.3	90.1 a	0.0	100 a	14.0	6.7 c
50	0.0	100 a	0.0	100 a	11.0	26.7 b
100	0.0	100 a	0.0	100 a	5.0	66.7 a

^xThe same letter in column represents not significantly different (P=0.05 : Duncan's multiple range test).

% Control = {(Mycelial growth(mm) on control - Mycelial growth(mm) on treatment) / Mycelial growth(mm) on control} × 100.

에서 10일간 배양하여 121°C 1.5기압에서 30분간 멸균하였다. 멸균 후 킴와이프스로 균사를 제거하여 배양여액(조배양여액)을 얻었다. PDA배지에 배양여액을 1, 5, 10, 20, 50 및 100% 비율로 첨가하여 살균한 다음 9 cm Petri dish에 20 ml씩 분주하였다. PDA배지에서 5일간 배양한 *Rhizoctonia solani* (cucumber), *Rhizoctonia solani* AG2-2 IV 및 *Fusarium oxysporium* 균사절편(직경: 5 mm)을 접종하여 배양 7일 후 균총의 직경을 측정하였다. 처리는 한 개의 Petri dish를 한 반복으로 3반복으로 하였다.

Helicosporium sp. KCTC 0635 BP와 식물병원균과의 대치 배양 시 길항작용이 매우 높은 것으로 확인되어 *Helicosporium* sp. KCTC 0635 BP의 배양여액을 농도별로 첨가한 배지에서 억제효과를 알아본 결과는 Table 2와 같았다. *Helicosporium*의 배양여액은 식물병원균의 종류와 배양여액의 농도에 따라 억제율에 큰 차이를 보였다. 잔디 갈색퍼짐병균에 대한 억제율이 가장 높게 나타나 배양여액 5% 처리 농도에서도 100%의 억제율을 보였다. 오이 잘록병균에 대한 항균활성은 5% 농도에서 70%이상의 억제율을 보였고, 50% 농도에서는 100%의 억제율을 보였다. 시들음병균에 대해서는 100% 농도에서 66.7%의 억제율을 보여 *Rhizoctonia solani*에 비해 억제효과가 떨어지는 경향을 보였다.

Rhizoctonia solani AG2-2 IV에 대한 항균효과.

Helicosporium sp. KCTC 0635BP 균 배양여액의 *Rhizoctonia solani* AG2-2 IV에 대한 농도별 및 침지시간에 따른 항균효과를 알아보기 위하여 배양여액을 1, 5, 10, 20, 50, 100% 비율로 조절하여 50 ml 삼각플라스커에 20 ml를 넣어 살균하였다. PDA배지에서 배양한 *Rhizoctonia solani* AG2-2 균사절편(직경: 5 mm)을 1, 4, 8, 24시간 침지시킨 후 살균수로 배양여액을 제거하여 PDA배지(직경 9 cm Petri dish)에 접종하여 25°C항온기에서 배양하여 균총의 직경을 측정하였다. 처리는 한 개의 Petri dish를 한 반복으로 3반복

으로 하였다.

Helicosporium sp. KCTC 0635 BP 균주의 배양여액 농도와 침지시간에 따른 잔디 갈색퍼짐병균에 대한 항균효과를 Table 3과 같았다. 침지시간이 길수록 낮은 농도에서도 높은 억제율을 보여 100% 농도에서는 1시간, 50% 농도에서는 3시간, 20% 농도에서는 24시간 침지 시 100%의 억제율을 보였다.

갈색퍼짐병 방제효과

배양여액을 이용한 잔디라지패취병의 방제효과를 알아보기 위하여 5월부터 6월까지 부산의 A골프장 11번홀 들잔디(*Zoysia japonica*)에 PDB에서 배양한 배양여액을 1배, 10배, 150배, 500배액으로 살포하였다. 처리 전 잔디갈색퍼짐병 병반의 크기를 측정한 후, 병반 가장자리에 4방향으로 표지를 하였고, 처리 7일 후 병반 크기를 측정하였다. 방제효과는 처리 전 발생면적과 처리 후 발생면적을 조사하여 병진전율을 구하였다. 대조약제로는 잔디의 갈색퍼짐병 방제 약제로 등록되어 있는 Pencycuron 25 WP를 기준량으로 처리하였다. 실험은 3반복으로 수행하였고, 약제 처리 전후 강우는 없었다.

통계처리는 처리 평균간 차이를 Duncan's multiple range test (P<0.05)로 분산분석하였다.

Helicosporium sp. 배양여액 100%와 10배 처리에서 잔디 갈색퍼짐병에 대하여 100%의 방제가 나타내어 대조약제와 동일한 효과를 나타내었다(Table 4). 또한 처리 후 지속기간에 있어서도 배양 여액을 처리한 경우에는 30일 후까지도 병진전이 없었으나 농약을 처리한 경우에는 30일 후 병이 진전되는 것을 관찰할 수 있었다.

*Helicosporium*의 항균활성에 대한 연구는 매우 제한적이며 1995년 Hardy와 Sivasithamparam에 의해 처음 언급되었다. 본 연구에 사용한 *Helicosporium* 0635BP 균주의 배양여액에서는 2-methylresorcinol의 존재가 확인 되었으며 이

Table 3. Antagonistic activity of *Helicosporium* sp. KCTC 0635BP according to dipping time of large patch on culture filtrate of *Helicosporium* sp. KCTC 0635BP.

Concentration of culture filtrate (%)	Dipping time (hr)	Diameter(mm) of <i>R. solani</i> AG 2-2 IV		% Control ^x	
		2 days	4 days	2 days	4 days
0	1	27.0	85.0	-	-
	4	27.1	85.0	-	-
	8	27.8	85.0	-	-
	24	27.5	85.0	-	-
1	1	27.0	65.0	0.0	b ^y 23.5
	4	26.0	62.0	4.1	ab 27.1
	8	24.7	61.7	11.2	a 27.4
	24	24.0	52.0	12.7	a 38.8
5	1	26.0	60.0	3.7	a 29.4
	4	26.0	62.0	4.1	a 27.1
	8	27.0	60.0	2.9	a 29.4
	24	25.7	59.1	6.6	a 30.5
10	1	25.2	53.0	6.7	b 37.7
	4	23.0	58.0	15.1	ab 31.8
	8	24.4	59.2	22.2	a 30.4
	24	24.7	58.0	10.2	b 31.8
20	1	16.0	43.0	40.7	b 49.4
	4	0.0	0.0	100	a 100
	8	0.0	0.0	100	a 100
	24	0.0	0.0	100	a 100
50	1	0.0	0.0	100	a 100
	4	0.0	0.0	100	a 100
	8	0.0	0.0	100	a 100
	24	0.0	0.0	100	a 100
100	1	0.0	0.0	100	a 100
	4	0.0	0.0	100	a 100
	8	0.0	0.0	100	a 100
	24	0.0	0.0	100	a 100

^xControl (%) = (1-treatment/check)×100.

^yThe same letter in the column is not significantly different (P=0.05 : Duncan's multiple range test).

물질은 그람 양성균들에 대한 저해활성이 그람 음성균들에 비하여 상대적으로 높게 나타났으며 사람의 폐암 세포주 MCF-7에 대해서도 최소저해농도가 5.4 µg/ml로 낮게 나타났다(Choi et al., 2012). 그러나 *Helicosporium* 0635BP 균주의 식물병에 대한 영향은 보고된 바 없으며 본 균주에서 항균력이 있는 물질로 확인된 2-methylresorcinol이

Table 4. Effect of culture filtrate of *Helicosporium* sp. KCTC 0635BP on development of large patch by *Rhizoctonia solani* AG2-2 IV at 7 days after treatment in field experiment.

Treatment	Area of patch (%)	% control ^x
Control	23.5	-
Antagonistic filtrate 1×	0.0	100 a ^y
10×	0.0	100 a
150×	18.6	20.9 b
500×	25.2	0.0 c
Pencycuron 25 WP	0.0	100 a

^xControl (%) = (1-treatment/check)×100.

^yThe same letter in column are not significantly different (P=0.05 : Duncan's multiple range test).

식물 병원균에 대한 항균 활성은 검토된 바 없다. 본 연구의 결과 *Helicosporium* 0635BP 균주는 오이의 모잘록 병원균인 *Rhizoctonia solani*와 잔디의 갈색괴집병균 *R. solani* AG2-2 IV에 대한 균사성장 억제에 역병원균이나 시들음병균에 비하여 높게 나타났으며 같은 *Rhizoctonia solani*중 잔디 갈색괴집병에 대한 항균활성이 더 높게 나타났다. 한편 본 균주는 살균한 배양여액이 이들 병원균에 대한 높은 항균활성을 보임으로 인해 활성물질이 열에 매우 안정적인 물질로 추정되며 활성물질이 생균류에 포함된 것이 아니어서 실용적인 측면에서 유용할 것으로 판단된다. 특히 골프장 들잔디에서 실험한 결과 10배 희석액에서까지 100%의 방제효과를 보여 항균활성 성분의 동정을 통해 유효성분의 함량을 높인다면 생화학 농약으로 사용 가능성도 충분할 것으로 판단된다. 또한 본 균주의 배양여액은 야외실험에서 잔디에 대하여 약해를 나타내지 않았으며 오이를 대상으로 발아실험과 생육실험을 수행한 결과도 약해가 없는 것으로 식물체에 안전한 것으로 판명되었다(자료 미제시). 특히 대조약제로 사용한 화학농약에 비하여 30일 이후까지 잔디 갈색괴집병에 대한 억제효과가 있는 것으로 나타나 잔디밭에서 화학농약에 비하여 상대적으로 지속성이 높은 것으로 판단되었다. 또한 부생성이 강하여 일반 배지상에서 다른 길항미생균들에 비하여 쉽게 증식이 되는 특성을 가지고 있어 저가의 배양원 탐색이 수반된다면 배양 비용 절감으로 대량생산을 위한 경제성 확보가 가능할 것으로 판단된다. 추후 본 균주의 *Rhizoctonia solani*에 대한 항균물질 분석과 활성력 검정이 필요할 것으로 생각된다.

요 약

Helicosporium spp.의 식물병원균 *Rhizoctonia solani*와 *Fusarium oxysporium*, *Phytophthora drechsleri*에 대한 항균

활성을 실내와 야외에서 검정하였다. *Helicosporium* 0635BP 균주는 *Rhizoctonia solani*와 *Fusarium oxysporium*에 대해 PDA배지상에서 강한 균사억제 효과를 보였다. 살균한 배양여액 50 ml/L 처리 시 잔디 갈색퍼짐병균(*Rhizoctonia solani* AG2-2)에 대한 높은 생장억제효과를 보였다. 배양여액 20%에 4시간 동안 침지하거나 50% 배양여액에 1시간 침지 시 *Rhizoctonia solani* AG2-2 IV는 100% 사멸하였다. 골프장 들잔디에서 *Helicosporium* 0635BP 균주의 배양여액 처리 시 10배액까지 잔디 갈색퍼짐병의 병 진전을 대조약제와 동일하게 100% 억제하였다. 따라서 *Helicosporium* 0635BP 배양액은 잔디 갈색퍼짐병의 생물적 방제인자로 활용가능 할 것으로 생각되며 실용화를 위하여 대량배양과 항균 물질의 정제와 동정이 필요할 것으로 보인다.

주요어: 갈색퍼짐병, 생물적 방제, 잔디, *Helicosporium*.

References

- Back, S.B., Gu, H.M., Do, E.S. and Cheon, S.C. 2001. Biocontrol of plant disease-major in natural plants and antagonistic microorganism. Ji-gu Publishing Co. Seoul, Korea. (In Korean)
- Chai, M.L., Lee, J.M., Park, M.H. and Kim, D.H. 2001. In vitro selection for large patch resistance in zoysiagrass. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:249-253. (In Korean)
- Choi, H.J., Lee, S.M., Kim, S.H., Kim, D.W., Choi, Y.W., et al. 2012. A novel *Helicosporium* isolate and its antimicrobial and cytotoxic pigment. J. Microbial. Biotechnol. 22:1214-1217.
- Elade, Y., Kohl, J. and Fokkema, N.J. 1994. Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. Phytopathology 83:308-313.
- Geon, M.G., Kim, I.S., Lee, S.C., Son, T.K., Shim, G.Y., et al. 2005. Effects of pyroligneous acid on control of large patch in zoysiagrass. Kor. Turfgrass Sci. 19:73-83. (In Korean)
- Goos, R.D. 1987. Fungi with a twist: The helicosporous hyphomycetes. Mycologia 79:1-22.
- Hardy, E.S.J. and Sivasithamparam, K. 1995. Antagonism of fungi and actinomycetes isolated from composted *Eucalyptus* bark to *Phytophthora drechsleri* in a steamed and non-steamed composted *Eucalyptus* bark-amended container medium. Soil Biol. Biochem. 27:243-246.
- Islam, M.R., Jeong, Y.T., Ryu, Y.J., Song, C.H. and Lee, Y.S. 2009. Isolation, identification and optimal culture conditions of *Streptomyces albidoflavus* C247 producing antifungal agents against *Rhizoctonia solani* AG2-2. Mycobiology 37:114-120.
- Jung, W.C., Shin, T.S., Kim, B.S., Im, J.S., Lee, J.H., and Kim, J.W. 2008. Efficacy of antagonistic bacteria for biological control of *Rhizoctonia blight* (large patch) on zoysiagrass. Res. Plant dis. 14:43-50. (In Korean)
- Mandeeel, Q. and Barker, R. 1993. Mechanisms involved in biological control of *Fusarium* wilt of cucumber with strains of nonpathogenic *Fusarium oxysporium*. Phytopathology 81:615-621.
- Omura, S., Tomoda, H., Kimura K., Kumagai, H., Igarashi, K., et al. 1988. Atpenins new antifungal antibiotics produced by *Penicillium* sp. (production, isolation, physico-chemical and biological properties). J. Antibiot. 41:1769-1773.
- Shim, G.Y. and Kim, H.G. 2000. Control of large patch caused by *Rhizoctonia solani* AG2-2 by combined application of antagonists and chemicals in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 13:131-138. (In Korean)
- Shim, G.Y., Kim, J.W. and Kim, H.K. 1994. Occurrence of *Rhizoctonia blight* of zoysiagrasses in golf courses in Korea. Korean J. Plant Pathol. 10:54-60. (In Korean)
- Uddin, W. and Viji, G. 2002. Biological control of turfgrass disease. pp. 313-314. In: Gnanamanckam (ed.). Biological control of crop diseases. Marcel Dekker, Inc. Barsel, New York. USA.