Weed Turf. Sci. 2(1):70~75, 2013
DOI:dx.doi.org/10.5660/WTS.2013.2.1.070
Print ISSN 2287-7924

Weed & Turfgrass Science
The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

Research Article | Open Access

잔디 병해 방제를 위한 약용식물의 항균작용 탐색

강재영[1] · 김대호[1] · 이동구[2] · 김인섭[1] · 전민구[1] · 이재득[1] · 김익휘[1]* · 이상현[2]*
[1](주)테크노그린 잔디과학연구소, [2]중앙대학교 식물시스템과학과

Screening of Antifungal Activities of Medicinal Plants for the Control of Turfgrass Fungal Disease

Jae Young Kang[1], Dae Ho Kim[1], Dong Gu Lee[2], In Seob Kim[1], Min Goo Jeon[1], Jae Deuk Lee[1], Ik Hwi Kim[1]*, and Sanghyun Lee[2]*
[1]Turfgrass & Science Research Institute, Technogreen Co., Ltd., Yongin 449-821, South Korea
[2]Department of Integrative Plant Science, Chung-Ang University, Anseong 456-756, South Korea
(Received on February 12, 2013; Revised on February 28, 2013; Accepted on March 13, 2013)

ABSTRACT. Seven medicinal plant extracts were tested for antifungal activities against six species of the major turfgrass pathogenic fungi (*Colletotrichum graminicola*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia cerealis*, *Rhizoctonia solani* AG1-1, *Rhizoctonia solani* AG2-2, and *Sclerotinia homoeocarpa*) using paper disk diffusion method. Three medicinal plant extracts, including *Pinus densiflora* showed antifungal activities. In suppression of mycelium growth test, on medium adding *P. densiflora* extract showed that inhibition rate of mycelium growth were above 80% in 10 mg/10 ml concentration of the extract. The inhibition rate of *Pythium* spp. was 100% and *C. graminicola* was 84.3% in 10 mg/10 ml concentrations of *P. densiflora* extract, respectively. In particularly, the inhibition rate of *Pythium* spp. was 89.5% in 2 mg/10 ml concentrations of *P. densiflora* extract. As a result, *P. densiflora* extract showed high antifungal activity to *Pythium* spp. and *C. graminicola* of the turfgrass pathogen in *in vitro* test.

***Key words*:** Antifungal activity, Bio-control agent, Eco-friendly, Medicinal plant, Turfgrass diseases

서 론

잔디는 600속에 7,500종이 있으나, 이 중 약 30여종만이 실제 잔디로 이용되고 있고, 종의 발생기원지와 그와 유사한 기후조건 및 토양조건을 가진 지역에서 최적의 생육상태를 나타내는데, 발생기원지와 생육형에 의해 크게 한지형 잔디(cool-season grass)와 난지형 잔디(warm-season grass)로 분류된다(Ryu, 2007). 골프장에 조성된 잔디는 이용목적상 매우 섬세하게 관리되어야 하므로 빈번한 예초 및 토양갱신, 시비 등 집약적인 관리 작업이 실시되며, 연중 경기자에 의한 답압에 의하여 많은 상처를 받는 등 매우 부적절한 인공 환경 하에서 생육이 이루어지고 있다. 골프장에 조성된 잔디는 야생잔디에 비하여 병 저항성이 극히 저하되어 있으며, 이러한 잔디밭에서는 여러 가지 병해가 발생된다(Shim and Kim, 1995).

잔디에 발생되는 병은 약 64가지 정도이며, 병을 일으키는 병원균은 약 90여종으로 대부분 한지형 잔디에 발생되는 병으로 보고되어 있다(Couch, 1985). 또한 우리나라 공원이나, 스포츠필드 및 골프장에 식재되어 있는 잔디에 발생되는 병은 약 14종이며 병에 관여하는 병원균은 약 17종으로 알려져 있다(List of Plant Diseases in Korea, 2009). 이들 중 잔디에 주로 문제가 되는 병해로 난지형 잔디에는 *Rhizoctonia* 균에 의한 갈색퍼짐병(Large patch), 춘고병(Spring dead spot)등이 있고, 한지형 잔디에는 동전마름병(Dollar spot), 갈색잎마름병(Brown patch), 피티움마름병(Pythium blight), 탄저병(Anthracnose) 등이 있다(Kim, 1998; Kim et al., 1992, 1993; Shim et al., 1994, 2000; Shim and Kim, 1995).

잔디에 발생하는 각종 병을 예방 및 방제하기 위해서는 정기적으로 농약을 살포하게 되는데 이러한 경우 심각한 독성문제와 환경오염을 일으킬 뿐만 아니라, non target

*Corresponding author.
Phone) +82-31-336-9363, FAX) +82-31-670-4688
E-mail) ihkim0325@hanmail.net
slee@cau.ac.kr

disease를 유발시키기도 한다(Lee, 1997). 이러한 문제점들을 경감시키고, 생태계 보전 및 환경 친화적인 기술개발을 위해 식물추출물, 길항미생물 등을 이용한 생물학적 방제 요소의 연구 개발이 이루어지고 있다. 특히 식물이 생산하는 다양한 allelochemical을 이용하기 위해 식물의 추출물을 사용한 해충 및 잡초 방제에 대한 연구들이 이미 오래전부터 여러 분야에서 연구되고 있으며, 작물에 발생하는 병의 병원균에 대한 효과도 보고되어 왔다(Chon et al., 2003; Kim and Lee, 2007; Lee et al., 2001, 2004). 이러한 연구들 중 측백나무, 참오동나무, 송절(소나무마디), 대풍자는 *Puccinia recondita*에 항균활성이 있다고 보고되었으며, 헛개나무(지구목), 측백나무는 *Phytophthora infestans*에 항균활성이 있다고 보고되었고, 느릅나무 뿌리껍질(유근피), 참오동나무는 *Botrytis cinerea*에 항균활성이 있다고 보고되었다(Park et al., 2003). 또한 은행잎은 진균류나 일반세균에 대한 항균활성이 있다고 보고되었다(Lee et al., 2003). 이처럼 유기합성농약의 사용을 줄이고, 친환경적인 병해방제를 위해 식물 추출물을 이용한 많은 연구가 진행되고 있다.

본 시험은 항균활성이 보고된 식물추출물을 이용하여 잔디 병해방제에 대한 효과를 검증하고, 친환경적인 잔디 병해방제에 대한 실용성 평가와 이에 대한 기초자료를 얻기 위해 실시되었다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 약용식물은 송절(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.), 지구목(*Hovenia dulcis* Thunb.), 측백(*Thuja orientalis* L.), 대풍자(*Hydnocarpus anthelmintica* Pierre), 유백피(*Ulmus davidiana* var. *japonica* Nakai), 은행잎(*Ginkgo biloba* L.), 참오동나무(*Paulownia tomentosa* Steud.) 등 총 7종으로 2011년 12월에 한약재시장에서 구입하였으며, 모두 건조된 상태로 밀봉되어 있었다(Table 1).

시료의 조제

약용식물 7종의 메탄올 추출물 조제를 위해 약용식물 100 g당 500 ml의 메탄올을 가하여 80°C에서 4시간씩 3회 추출하였으며, 이후 추출액은 Filter paper (Whatman No.2)로 거른 후 감압 농축하였다. 농축액은 건조시킨 후 4°C에서 냉장 보관하며 사용하였다. 각각의 약용식물 추출물은 소량의 메탄올 또는 DMSO (dimethyl sulfoxide)에 녹인 후 적정 농도로 희석하여 항균활성 평가에 사용하였다.

Table 1. List of the medicinal plants used for antifungal activity test.

English name	Scientific name	Used parts
Japanese Red Pine	*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.	Stem
Oriental Raisin Tree	*Hovenia dulcis* Thunb.	Stem
Oriental arborvitae	*Thuja orientalis* L.	Leaf
Hydnocarpus	*Hydnocarpus anthelmintica* Pierre	Seed
Japanese Elm	*Ulmus davidiana* var. *japonica* Nakai	Bark
Ginkgo	*Ginkgo biloba* L.	Leaf
Princess tree	*Paulownia tomentosa* Steud.	Stem

잔디병원균

실험에 사용된 잔디 병원균은 한국잔디연구소에서 분양받은 균을 4°C에 냉장보관하면서 주기적으로 계대배양 하여 사용하였다. 공시균주는 갈색퍼짐병을 유발하는 *Rhizoctonia solani* AG 2-2(IV), 갈색잎마름병원균(*R. solani* AG-1 IB), 피시움마름병원균(*Pythium* spp.), 동전마름병원균(*Sclerotinia homoeocarpa*), 춘고병원균(*R. cerealis*), 탄저병원균(*Colletotrichum graminicola*) 등 총 6종이고, 잔디 병원균의 배양, 보존 및 항균활성 평가는 PDA (potato dextrose agar; Difco)배지를 사용하여 실험을 실시하였다.

항진균 활성 탐색(디스크 확산법)

시험에 사용된 약용식물 추출물에 대한 항진균 활성 탐색을 위해 Paik et al. (1998)의 방법을 응용하여 고압 멸균한 PDA 배지를 Petri dish (87×15 mm)에 분주하여 평판배지를 만든 다음 완전히 굳히고, 추출물 1 mg당 10 µl의 메탄올로 희석하여 Paper disc (∅8 mm)에 50 µl씩 점적하였다. 메탄올이 완전히 휘발된 다음 PDA 평판배지 가장자리에 Paper disc를 치상하였다. 시험 균주는 Cork borer (5 mm)로 채취하여 배지 중앙에 치상하고, 25°C 인큐베이터(Vision scientific, Korea)에서 각각의 시험균주가 다 자랄 때까지 배양하였다. 균이 다 자라면 clean zone의 형성 유무를 확인하여 항균 활성 여부를 조사하고 약용식물 추출물을 선발하였다.

항진균 활성 검정(균사생육 억제효과 검정)

항진균 활성 탐색을 통해 선발된 약용식물 추출물에 대하여 디스크 확산법으로 항진균 활성 검정을 실시하였다. 균사생육 억제효과 검정에 사용된 배지의 제조는 PDA 배지를 고압 멸균하여 약 50°C까지 냉각시킨 뒤 DMSO 10 µl당 추출물 1 mg의 희석비율로 stock solution을 만든 다음 약용식물 추출물을 배지 10 ml 당 2 mg(5000배), 5 mg(2000

배), 10 mg(1000배)이 첨가 되도록 stock solution을 주입하여 혼합하고, Petri dish (87×15 mm)에 분주하여 굳혔다. 시험균주는 Cork borer (5 mm)로 채취하여 각각의 추출물 별로 3반복으로 시험 배지 중앙에 치상한 다음 25°C 인큐베이터에서 배양하였다. 추출물을 첨가하지 않은 무처리 배지에서 병원균이 다 자라면 첨가 배지와 무첨가 배지의 병원균의 균총 지름을 측정하여 무처리 대비 균사생육 억제율(%)을 구하였다.

균사생육 억제율(%) = 100–{(추출물 첨가 배지에서 병원균 균총의 평균지름/무첨가 배지에서 병원균 균총의 평균지름)×100}

통계 분석

각각의 잔디병원균 균주에 대한 약용식물 추출물의 균사생육 억제율(%)은 무처리구 균주의 균총 지름과 추출물 처리구 균주의 균총 지름을 측정하여 균사생육 억제정도를 조사한 다음 통계 분석하였다. 모든 데이터는 SAS (Statistical Analysis System: program, SAS Institute Inc., 2003) 프로그램을 활용하였으며 평균간 비교는 유의수준 5% 수준에서 던칸의 다중분석을 사용하였다.

결과 및 고찰

약용추출물의 진균 활성

총 7가지의 약용식물 추출물을 사용하여 잔디 병원균 6종에 대해 디스크 확산법을 실시하여 항균 활성도를 측정하였다. 약간의 차이는 있었지만 송절은 6종의 잔디 병원균 모두에 항균활성이 있는 것으로 나타났으며 그 중 *S. homoeocarpa*에 대해 가장 높은 항균활성이 있는 것으로 나타났다. 측백 또한 6종의 모든 잔디 병원균에 대해 항균활성이 있는 것으로 나타났으며 *R. solani* AG-1 IB 와 *S. homoeocarpa*에 대해 항균활성이 가장 높게 나타났다. 유백피는 *Pythium* sp.와 *C. graminicola* 2종의 잔디 병원균에만 항균활성이 있었으며 *Pythium* sp. 균에 대한 항균활성이 가장 높게 나타났다(Table 2, Fig. 1).

위의 실험 결과에서 송절, 측백 추출물은 잔디 병원균 6종에 대해 항균활성을 나타내었으며, 유백피 추출물은

Table 2. Antifungal activities of the medicinal plant extracts to several fungal pathogens by paper disc method.

Scientific name	Antifungal activity[z]					
	R1[y]	R2	Sh	Ps	Rc	Cg
P. densiflora Sieb. et Zucc.	++	+	+++	++	++	+
H. dulcis Thunb.	-	-	-	-	-	-
T. orientalis L.	++	+	++	+	+	+
H. anthelmintica Pierre	-	-	-	-	-	-
U. davidiana var. *japonica* Nakai	-	-	-	+++	-	+
G. biloba L.	-	-	-	-	-	-
P. tomentosa Steud.	-	-	-	-	-	-

[z]Degree of antifungal activity: -=no inhibition; +=slight inhibition (30~60%); ++= moderate inhibition(60~90%); +++= strong inhibition (>90%).

[y]R1=*Rhizoctonia solani* AG-1 IB; R2=*Rhizoctonia solani* AG 2-2(IV), Sh=*Sclerotinia homoeocarpa*, Ps=*Pythium* sp.; Rc=*Rhizoctonia cerealis*; Cg=*Colletotrichum graminicola.*

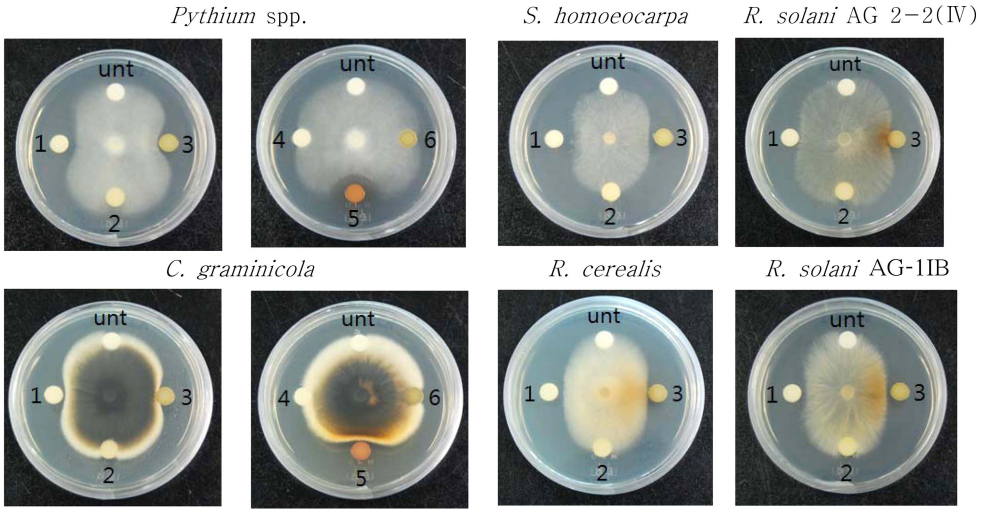

Fig. 1. Antifungal activities of the medicinal plant extracts to several fungal pathogens by paper disc method. unt: untreated, 1: Japanese red pine (*P. densiflora* Sieb. et Zucc.); 2: Oriental raisin tree (*H. dulcis* Thunb.); 3: Oriental arborvitae (*T. orientalis* L.); 4: Hydnocarpus (*H. anthelmintica* Pierre); 5: Japanese elm (*U. davidiana* var. *japonica* Nakai); 6: Ginkgo (*G. biloba* L.); 7: Princess tree (*P. tomentosa* Steud.).

Table 3. Suppression of mycelium growth of several fungal pathogens on the medium supplement with medicinal plant extract.

Fungal pathogens	Suppression of mycelium growth (%)					
	P. densiflora			*T. orientalis*		
	2 mg/10 ml	5 mg/10 ml	10 mg/10 ml	2 mg/10 ml	5 mg/10 ml	10 mg/10 ml
R1[z]	37.5e[y]	58.3c	78.8a	28.3f	51.3d	72.5b
R2	50.7d	60.4c	73.7a	45.2e	50.2d	68.2b
Sh	56.3c	64.6b	76.7a	44.6d	56.3c	76.3a
Ps	89.5c	96.3b	100.0a	33.3f	47.5e	68.0d
Rc	56.5c	60.5b	69.5a	42.2e	45.7d	61.4b
Cg	59.6c	74.9b	84.3a	32.7e	47.5d	65.5c

[z]R1: *Rhizoctonia solani* AG-1 IB; R2: *Rhizoctonia solani* AG 2-2 (IV); Sh: *Sclerotinia homoeocarpa*; Ps: *Pythium* sp.; Rc: *Rhizoctonia cerealis*; Cg: *Colletotrichum graminicola.*
[y]Duncan's multiple range test 5% level.

Pythium spp.와 *C. graminicola* 두 가지 잔디 병원균에 대해 항균활성을 나타내었다.

균사생육 억제효과

앞서 디스크 확산법에서 항진균 활성을 나타낸 3종의 약용식물 추출물을 사용하여 균사생육 억제효과 검정을 실시하였다. *In vivo* 시험에서 사용 가능한 농도로 선택된 세 가지 농도의 배지에서 각각의 잔디 병원균에 대한 항균활성실험 결과는 Table 3과 같다.

항균활성이 보고된 약용식물의 추출물을 사용하여 실험을 진행한 결과 총 7가지의 추출물 중 3가지의 추출물에서 항진균활성이 있는 것으로 나타났으며, 균사생육 억제효과 검정에서 송절 추출물 1,000배액 처리로 *Pythium* spp.에 대하여 100%, *C. graminicola*에 대하여 84.3% 균사생육 억제효과가 나타났다. 특히 *Pythium* sp.의 실험에서는 송절 추출물 5,000배액 처리에서도 89.5%의 균사생육 억제효과가 나타났다(Fig. 2). 이와 같이 송절 추출물은 잔디 병원균인 *Pythium* sp.와 *C. graminicola*에 대해 높은 항진균 활성을 나타내었다.

환경부의 2011년도 통계에 따르면 전국 골프장은 421개소로 2010년에 비해 25개 증가하였고, 단위면적당 평균 사용량은 감소하였으나 연간 400톤(실물량)의 농약을 사용하는 것으로 나타나 앞으로 골프장에서 농약 사용량을 줄여나가기 위해서는 더욱 많은 친환경 방제 방안이 필요한 실정이다(https://sgis.nier.go.kr). 또한 *in vivo* 시험에서 잔디의 Brown patch에 목단피, 백선피 추출물(Paik et al., 1998)이 항균효과를 나타내었고, 밀 붉은녹병에 당귀 추출물(Yoon et al., 2011)이 항균효과가 있다고 보고된 것처럼 본 실험에서도 약용식물 추출물이 친환경 농약으로서 사용 가능성이 있다는 것을 나타내었다. 또한 이상의 실험

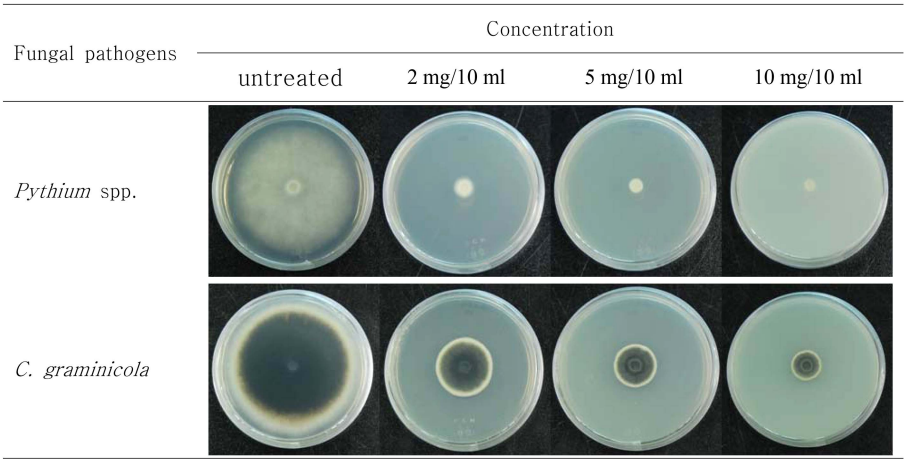

Fig. 2. Suppression of mycelium growth of *Pythium* sp. and *Colletotrichum graminicola* on the medium supplement with the Japanese red pine stem extract.

결과를 바탕으로 약용식물 추출물을 이용한 포트실험 또는 포장실험 등의 *in vivo* 실험을 수행하고 실제 잔디밭이나 골프장에 적용하기 위한 제형화 및 제제화 연구를 수행한다면 친환경적인 잔디 관리 및 병해방제에 도움이 될 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 7종의 약용식물(송절, 지구목, 측백, 대풍자, 유백피, 은행잎, 참오동나무)을 사용하여 잔디의 주요 병원균 6종(*R. solani* AG 2-2(IV), *R. solani* AG-1 IB, *Pythium* sp., *S. homoeocarpa*, *R. cerealis*, *C. graminicola*)을 대상으로 항진균 활성을 실험하였다. 디스크 확산법으로 항진균 활성이 있는 약용식물 추출물을 선발하였고, 선발된 추출물을 사용하여 균사생육 억제 효과를 검정하였다. 디스크 확산법으로 실험 한 결과 7종의 약용식물 중 송절, 측백, 유백피 등 3종의 추출물에서 항진균 활성이 있는 것으로 나타났다. 송절 추출물 1,000배 처리에서 *Pythium* sp.에 대하여 100%, *C. graminicola*에 대하여 84.3%의 균사생육 억제율을 나타내었으며, 특히 *Pythium* sp.에 대해서는 5,000배 처리에서도 89.5%의 균사생육 억제율을 나타내었다.

주요어: 항진균 활성, 생물학적 방제, 친환경, 약용식물, 잔디병해

Acknowledgement

This research was supported by grants from SMBA Research Fund, 2012 (No. C0038879), Republic of Korea .

References

Chon, S.U., Kim, D.I. and Choi, Y.S. 2003. Assessments on insecticidal and fungicidal activities by aerial part extracts from several Compositae plants. Kor. J. Weed Sci. 23(2):81-91. (In Korean)

Couch, H.B. 1985. Common names for turfgrass diseases. Plant Dis. 69:672-675.

Geon, M.G., Kim, I.S., Lee, S.C., Son, T.K., Shim, G.Y. and Kim, J.N. 2005. Effects of pyroligneous acid on control of Large Patch in Zoysiagrass. Kor. Turfgrass Sci. 19(2):73-83.(In Korean)

Hwang, C.W. 2003. Antifungal activity of Korean radish (*Raphanus sativaus* L) extracts against pathogenic plant. Korean J. Life Sci. 13(2):223-229.(In Korean)

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(1):43-50.(In Korean)

Kim, J.W. 1998. Pythium species associated with turfgrass leaf blight at golf courses in Korea : their identification, disease occurrence, pathogenicity, and resistance to metalaxyl. PhD Diss. Seoul National University. Seoul, Korea.

Kim, J.W., Shim, G.Y., Kim, H.J. and Lee, D.H. 1992. Identification and pathogenicity of binucleate Rhizoctonia isolates causing leaf blight (Yellow patch) in turfgrass. Kor. Turfgrass Sci. 6(2):99-112.(In Korean)

Kim, J.W., Shim, G.Y. and Lee, D.H. 1993. Occurrence of Anthracnose in turfgrasses caused by *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson and *C. caudatum* (Sacc.) Peck. Korean J. Plant Pathol. 9(3):226-231.(In Korean)

Kim, K.W. and Lee, D.G. 2007. Screening of herbicidal and fungicidal activities from resource plants in Korea. Kor. J. Weed Sci. 27(3):285-295.(In Korean)

Kwon, S.M., Kim, D.H., Chang, T.H., Jeon, M.G., Kim, I.S. and Kim I.H. 2010. Screening of antifungal medicinal plants for turfgrass fungal disease control. Kor. Turfgrass Sci. 24(2):176-181.(In Korean)

Lee, H.B., Kwon, O.S., Kim, H.N., Kim, M.K. and Kim, C.J. 2003. Bioactivities of Korean ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) extract and its potential as a natural pesticide. Res. Plant Dis. 9(2):99-103.(In Korean)

Lee, S.G., Ahn, Y.J., Park, J.D., Kim, J.C., Cho, K.Y. and Lee, H.S. 2001. Fungicidal activity of 46 plant extracts against rice leaf blast, rice sheath blight, tomato late blight, cucumber gray mold, barley powdery mildew and wheat leaf rust. Korean J. Pesticide Sci. 5(3):18-25.(In Korean)

Lee, Y.S. 1997. Biological control of soilborne pathogenic fungi of grasses. Korea Science and Engineering Foundation, Daejeon, Korea.(In Korean)

Lee, Y.S., Kim, M.S., Lim, S.H., Heo, S.J., Kwon, S.B., Park, D.S., et al. 2004. Herbicidal activity of Korean native plants. Kor. J. Weed Sci. 24(2):103-113.(In Korean)

Lim, Y.S., Park, K.N., Bae, M.J. and Lee, S.H. 2001. Antimicrobial effects of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. extract on pathogenic microorganisms. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8(4):462-468.(In Korean)

List of Plant Diseases in Korea. 2009. The Korean Society of Plant Pathology. 5th. pp. 729-73.

Paik, S.B., Sim, S.C., Ku, H.M. and Yoe, W.G. 1998. Screening for antifungal medicinal plants against Brown Patch and Large Patch diseases of turfgrass. Kor. Turfgrass Sci. 12(3):183-

194.(In Korean)

Paik, S.B. and Oh, Y.S. 1990. Screening for antifungal medicinal plants controlling the soil borne pathogen, *Pythium ultimum*. Kor. J. Mycol. 18(2):102-108.(In Korean)

Park, I.K., Lee, S.G., Park, J.D., Shin, S.C. and Ahn, Y.J. 2003. Fungicidal activity of domestic plant extracts against six major phytopathogenic fungi. Korean J. Pesticide Sci. 7(2):83-91.(In Korean)

Park, J.I., Jung, H.J., Bae, Y.H., Kang, K.K. and Nou, I.S. 2011. Antimicrobial activity against potato common scab (*Streptomyces Scabiei*) of green manure corp extracts. Korean J. Plant Res. 24(5):622-627.(In Korean)

Pesticide usage statistics of golf course in Korea. 2011. https://sgis.nier.go.kr (Accessed Nov. 15, 2012).

Ryu, Y.J. 2007. The cause of Large Patch disease incidence on turfgrass, isolation of antagonistic microorganisms against *Rhizoctonia solani*, and their antifungal activities. PhD Diss. Daegu University. Gyeongsan, Korea.

Shim, G.Y., Min, G.Y., Shin, H.D. and Lee, H.J. 2000. Occurrence dollar spot caused by *Sclerotinia homoeocarpa* in turfgrass of golf course in Korea. Kor. Turfgrass Sci. 14(1):241-250.(In Korean)

Shim, G.Y. and Kim, H.K. 1995. Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from turfgrasses in golf courses in Korea. Kor. Turfgrass Sci. 9(3):235-252.(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(1):54-60.(In Korean)

Yoon, M.Y., Kim, Y.S., Choi, G.J., Jang, K.S., Choi, Y.H., et al. 2011. Antifungal activity of decursinol angelate isolated from *Angelica gigas* roots against *Puccinia recondita*. Res. Plant Dis. 17(1):25-31.(In Korean)