

Research Article

Open Access

고추 탄저병균에 대한 옷나무 추출물의 항진균 효과

송치현,¹ 정종배,² 정병룡,² 박세영,² 이용세^{2*}¹대구대학교 생명공학과, ²대구대학교 생명환경학부**Antifungal Activity of Crude Extract Compound from *Rhus verniciflua* Against Anthracnose Fungi (*Collectotrichum* spp.) of Red-Pepper**Chi-Hyoun Song,¹ Jong-Bae Chung,² Byoung-Ryong Jeong,² Se-Young Park² and Yong-Se Lee^{2*} (¹Department of Biotechnology, ²Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea)

Received: 20 February 2012 / Accepted: 22 March 2012

© 2012 The Korean Society of Environmental Agriculture

Abstract

BACKGROUND: Anthracnose disease caused by *Collectotrichum* spp. is one of the most important worldwide devastating diseases in red pepper plants. Fungicides using plant extracts have several advantages, compared to synthetic chemical fungicides, because they are naturally occurring compounds, are usually safe for agricultural environment and are used for producing highly valuable agricultural products. Efforts for seeking an anti-fungal activities using naturally occurring compounds were mostly conducted from medicinal plant extracts. Sap of *Rhus verniciflua* was known to have healing effects on several human diseases. Recently, the extracts of *Rhus verniciflua* were actively tested for anti-cancer, anti-oxidative, and anti-fungal effects. In this study, the extract of *Rhus verniciflua* was tested for anti-fungal activity against *Collectotrichum* spp., which cause anthracnose in red-pepper.

METHODS AND RESULTS: After neutralizing extracts of *Rhus verniciflua* (urushiol contents 70%) with autoclave, the crude extracts were used to investigate inhibitory effects for mycelial growth and spore germination of *Collectotrichum* spp. on PDA media. The mycelial growth and spore germination of *Collectotrichum* spp. were inhibited 18-39%

and over 50% in response to crude extract of *R. verniciflua* (1.0 mg/mL). After spraying the extracts at the same concentrations above and then artificially inoculating *Collectotrichum* spp. on blue and red-pepper fruits, *in vitro* inhibition effects were examined. At 1.0 mg/mL, the crude extract of *R. verniciflua* showed inhibition activity in anthracnose incidence on blue- and red-pepper as 68.1-75.0%, through a artificial inoculation of *Collectotrichum* spp. in a laboratory. For *in vivo* inhibitory effects, the extracts (1.0, 0.1, and 0.01 mg/mL) were treated on red-pepper plants grown in green house 3 times at the interval of 1 week. Then inhibitory effects were determined by counting diseased fruits at 1 week after final treatment. The incidence of anthracnose was inhibited over 60% in the greenhouse by treatment of crude extract of *R. verniciflua* (1.0 mg/mL).

CONCLUSION(s): Extracts of *Rhus verniciflua* were shown to have inhibitory effects on mycelial growth, spore germination of *Collectotrichum* spp. *in vitro* and on occurrence of anthracnose on pepper fruit in green house.

Key Words: Anthracnose, Antifungal activity, *Collectotrichum* sp. *Rhus verniciflua*, Urushiol

*교신저자(Corresponding author),

Phone: +82-53-850-6763; Fax: +82-53-850-6769;

E-mail: yslee@daegu.ac.kr

서론

고추(*Capsicum annuum* L.)는 우리나라에서 주요 경제 작물이나 최근 재배면적 및 단위면적당 수확량이 감소하는 추세에 있으며, 생산량도 2006년 116,914 ton에서 2011년 77,110 ton으로 감소하였다(KOSIS, 2011). 2011년 고추 수확량이 감소한 것은 5월부터 7월까지 개화기에 집중호우가 내리고 고온다습한 날씨의 영향으로 병충해에 의한 피해가 늘어났기 때문으로 판단된다. 고추에 발생하는 대표적인 병해로는 역병과 탄저병이 있으며, 탄저병은 매년 7월 장마기부터 발생하기 시작하여 수확기까지 계속적으로 발생하여 경제적으로 큰 피해를 입히고 있다(Seo *et al.*, 2011). 고추 탄저병은 잎, 줄기 및 열매에 발병하며, 유평기에는 잎과 줄기에 발생한다. 탄저병에 의한 피해의 95% 이상은 미숙과인 푸른 고추와 성숙과인 붉은 고추에 발생하는 과일탄저병에 의한 것이다.

고추에 탄저병을 일으키는 병원균은 *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. dematium*, *Glomerella cingulata* 그리고 *C. coccodes* 등이 보고되어 있다(Park and Kim, 1992). *C. coccodes*는 주로 어린 고추 유평에 탄저병을 일으키고, *C. gloeosporioides*와 *C. acutatum*은 고추 열매를 감염하여 탄저병을 발생시키는 것으로 보고되어 있다(Oh *et al.*, 1988; Hong and Hwang, 1998; Han *et al.*, 2009).

고추 탄저병 방제를 위해서는 저항성 품종 재배, 이병 식물 제거 등 경중적인 방법과 살균제에 의한 화학적 방제가 사용되고 있으나, 주로 화학적 방제에 의존하고 있는 실정이다. 화학농약은 적은 양으로도 효과가 우수하며 수확량 증대에 큰 역할을 하여왔으나, 최근에는 안전한 농작물에 대한 관심이 증가함에 따라 기존 농약 사용을 대체할 수 있는 식물추출물, 길항미생물, 광물질 등을 이용한 친환경적인 농약 개발에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이들 친환경 농약들은 미생물자체 또는 대사산물을 이용한 미생물 농약, 페르몬, 천연물농약이나 천적을 이용하는 경우가 대표적인 예이다(Lim *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2006; Braverman *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2011; Yoon, *et al.*, 2011).

식물의 추출물을 이용한 생물 농약은 병원균이나 해충에 대한 자체 방어물질이 함유되어 있는 식물 추출물을 직접 이용하기 때문에 생태계에 안전하여 부가가치가 높은 친환경 농산물을 생산할 수 있는 장점이 있다(Copping and Menn, 2000). 항균성 식물 추출물에 대한 연구는 대부분이 민간요법에서 이용하는 식물이나 한약재로 사용되는 식물을 대상으로 수행되었다(Paik *et al.*, 1998; Maregesi *et al.*, 2008). 특히, 한약재와 약용식물 등의 추출물은 이미 오래전부터 의학, 식품 분야에서 항균물질로 널리 이용하고 있으며, 작물에 병을 유발하는 병원균에 대한 항균효과도 다양하게 보고되어 있다(Kwon *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011; Yoon, *et al.*, 2011).

옷나무(*Rhus verniciflora* Stokes)는 중국이 원산지로서 천연도료 수종일 뿐만 아니라 용재수종으로서 경제적 가치가 높아 동양에서는 수천 년의 재배역사를 가지고 있다(Kim

and Hyun, 1997). 옷나무의 수액인 옷은 신약, 신약본초, 본초강목 등에 의하면 여러 가지 제반 질환치료에 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 최근에는 옷나무 추출물의 항암작용, 항산화작용 및 항균작용 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Choi *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2002; Kim, 2003; Kim *et al.*, 2010). 본 연구에서는 고추탄저병을 야기하는 *Colletotrichum* spp.에 대한 옷나무 추출물의 항진균 활성 및 탄저병 발생억제효과를 검정하여 탄저병을 방제할 수 있는 옷 제제 개발 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

시료

본 연구에 사용된 옷 추출물(Urushiol 함량 70%)은 대구 약령시장에서 구입하였으며, 이를 유평제인 Olive liquid (B&T Co. Italy)와 1:2(w/w)로 혼합한 다음 121°C 에서 1 시간 동안 autoclave하여 사용하였다.

고추 탄저병균의 분리 및 공시 균주

탄저병이 발생한 푸른 고추와 붉은 고추를 포장에서 채취하여 병반부와 건전부위의 경계 조직을 5×5 mm 크기로 절단한 다음 70% ethanol에 1분 간 침지한 후 1% NaOCl에 침지하여 표편 살균을 하고 멸균수로 3회 세척하였다. 그리고 멸균한 filter paper상에서 건조시킨 다음 water agar(1.5%)에 치상하여 28°C에서 배양한 후 자라난 균사를 potato dextrose agar(PDA)에 접종하여 탄저병균을 분리하였다. 분리한 각 균주를 배양적 특성과 분생포자의 형태를 관찰하여 DC 및 GC 두 group으로 분류하고, 각각 3개 균주씩 선발하여 공시하였으며, 대조균주로 농촌진흥청 미생물은행(KACC)에서 분양 받은 *Colletotrichum gloeosporioides*(KACC40003) 및 *C. gloeosporioides* (KACC40896) 균주를 공시하였다.

탄저병균의 형태적 특성 조사

분리된 균주를 PDA에 배양하면서 균총의 색깔 및 생장률과 형태를 관찰하고, 광학현미경하에서 분생포자의 형태를 관찰하였다.

옷 추출액의 균사 생장억제효과

배지(PDA) 1.0 mL당 옷 추출액을 1.0, 0.1 및 0.01 mg으로 각각 혼합한 후 고압증기살균한 다음 petri dish에 15 mL씩 부어 굳히고, PDA에서 4일간 전 배양한 고추 탄저병균의 균총(5.0 mm i.d.)을 접종하였다. 27°C 항온기에서 배양하면서 균총의 직경을 조사하여 옷 추출액의 탄저병균에 대한 균사 생장억제효과를 조사하였다.

옷 추출액의 포자발아억제 효과

공시균주를 PDA에 접종하고 27°C 항온기에서 배양하여 포자를 형성시켰다. 형성된 포자는 petri dish에 멸균 생리식염수(0.85% NaCl)를 넣고 붓으로 긁어 회수한 다음 4겹의

거르기로 걸러 균사를 제거한 포자 현탁액을 만들고, 포자의 최종 농도가 2×10^4 spore/mL 되도록 조정하였다.

생리식염수와 potato dextrose broth (PDB)를 5:1로 혼합한 용액에 옷 추출액 농도가 2.0 mg, 0.2 mg, 0.02 mg/mL 되도록 각각 만든 다음 3.0 mL씩 취하여 3.0 mL의 포자현탁액과 혼합한 후 멸균된 hole slide glass에 50 μ l씩 접종하고 27°C 항온기에서 18시간 배양 후 광학현미경하에서 포자 발아를 조사하였다. 모든 실험은 3반복으로 3회 실시하였으며, 반복 당 포자 80개 이상의 발아여부를 조사하였다. 발아관의 길이가 포자장경의 1/2 이상인 것을 발아한 것으로 간주하였다.

In vitro 시험

푸른 고추와 붉은 고추를 30% ethanol로 표면소독을 하고 건조시킨 다음, 옷 추출액(1.0 mg, 0.1 mg, 0.01 mg/mL D.W.)을 각각 분무 처리하였다. 실온에서 건조시킨 후 1.0 mL 주사기를 사용하여 포자현탁액 (1×10^6 spore/mL) 10 μ l를 점적 접종하였다. 접종 후 플라스틱용기(24×16×5 cm)에 담아 28°C 항온기에 두고 병징 발생 여부를 조사하였다. 각 처리당 5개씩 3반복으로 3회 시험을 실시하였다.

포장 시험

비닐 하우스에서 관행재배 방법에 따라 고추를 재배하면서 탄저병이 자연 발생하기 시작한 8월 21일부터 고추식물 1주당 옷추출액을 일반 수돗물에 1.0, 0.1 및 0.01 mg/mL로 희석한 제제를 각각 1회에 200 mL씩 1주일 간격으로 3회 엽면살포한 후 최종 살포 1주일 후에 탄저병에 이병된 열매 수를 조사하여 전체 열매에 대한 이병과율을 계산하였다. 각 처리는 7주씩 하였으며, 대조구는 물을 엽면살포하였다.

결과 및 고찰

고추 탄저병균

본 시험에서 경북 경산시 대구대학교 부속농장 고추 재배 포장의 탄저병이 발생한 열매에서 탄저병균을 분리하여 배양적 특성 및 분생포자 형태를 관찰하여 DC 및 GC 두 group으로 분류하였다(Fig. 1). DC group으로 분류한 균주들은 Park과 Kim(1992)이 보고한 *Collectotrichum acutatum*과 유사하였으나, 푸른 고추와 붉은 고추에 병원성이 매우 약하였다. GC group에 속하는 균주는 *C. coccodes*와 유사하였으며, 푸른 고추에 대한 병원성이 높았다. 이러한 결과는 고추 열매에 탄저병을 일으키는 병원균은 주로 *C. gloeosporioides*와 *C. acutatum*이며, *C. coccodes*는 어린 고추 유묘에 탄저병을 일으킨다는 연구보고들(Oh *et al.*, 1988; Hong and Hwang, 1998; Han *et al.*, 2009)과는 다른 경향을 보이는 것으로서 균학적 특성에 대한 연구는 더 수행되어야 할 것으로 판단되었다.

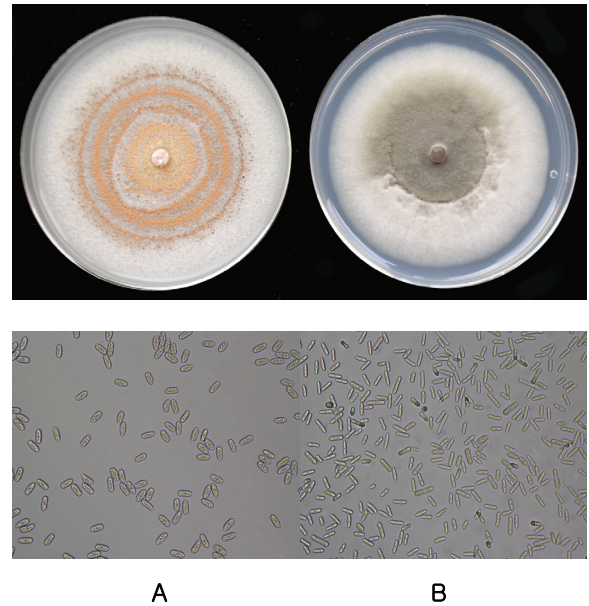


Fig. 1. Photographs of colony morphology on PDA of two pepper anthraconse fungi *Collectotrichum* sp. and their characteristics of conidia.

A; DC8221, B; GC8252. Pictures were taken at 7 days after culture at 28°C.

균사생장억제효과

일반적으로 식물 추출물은 약 80% 정도가 항균활성이 있는 것으로 알려져 있으며, 식물 추출물의 항균활성은 지방산, flavonoid 등의 phenolic 물질, 정유 등의 terpenoid, alkaloid 및 배당체 등에 의한 것으로 보고되어 있다(Choi *et al.*, 2006; Kang *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011; Yoon *et al.*, 2011). 옷나무 수액의 주성분은 urushiol과 flavonoid이며, urushiol이 약 50–70%, 수분이 약 20–25%이며, 옷나무 추출액의 생리활성은 주로 urushiol에 의한 것으로 보고되어 있다(Na *et al.*, 1998). 본 시험에서는 옷나무 조추출액의 고추 탄저병균에 대한 항진균활성을 알아보기 위하여 조추출액을 첨가한 PDA 배지(Fig. 2)에 순수분리한 DC 및 GC group에 속하는 균주 각각 3개, 농업유전자원센터에서 분양 받은 KACC 40003 및 40896 균주 등 8개의 *Collectotrichum* sp. 균주의 균사생장억제효과를 조사한 결과는 Table 1과 같다. KACC 40003균주를 제외한 모든 공시 균주에 대해 1.0 mg/mL PDA 농도에서 18.3–39.5%의 억제효과를 보여 옷 조추출액의 탄저병균에 대한 항진균활성은 낮게 조사되었으며, 푸른 고추에 병원성이 강한 것으로 조사된 GC계열의 균주보다는 DC계열의 균주에 대한 효과가 높았다. Jo 등(2002)과 Choi 등(2004)의 보고에 의하면 옷나무 조추출물이 어병을 일으키는 세균에 대한 항균효과가 양호하다 하였으나, 본 실험의 결과 항진균효과는 있었으나 낮은 경향을 보였다.

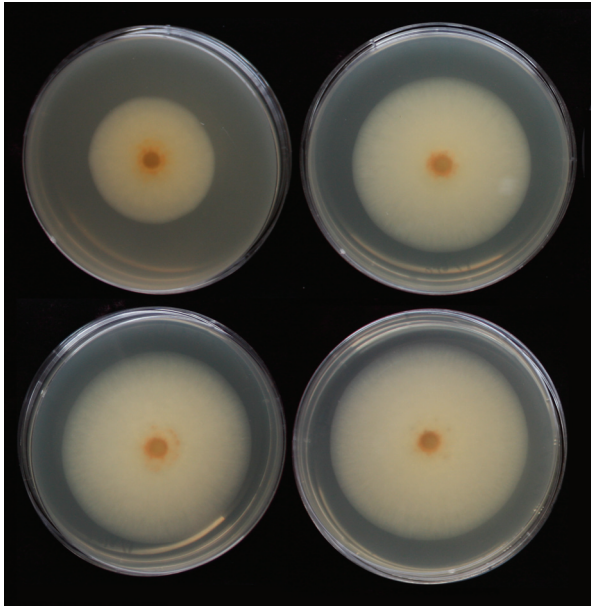


Fig. 2. Inhibitory effect of crude extract compounds from *Rhus verniciflua* against mycelial growth of *Collectotrichum* sp. DC8221 on potato dextrose agar plate for 5 days after incubation at 28°C. A; 1.0 mg/mL, B; 0.1 mg/mL, C; 0,01 mg/mL, D; PDA.

포자발아억제 효과

포자발아를 억제시킬 수 있는 생리활성물질은 보호제 등으로 사용할 수 있기 때문에 옷나무 조추출액의 고추 탄저병균 포자 발아에 대한 억제효과를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 옷 추출액의 농도가 1.0 mg/mL일 경우 약 70% 정도의 포자가 발아한 PDB 용액에서보다 공시 모든 균주의 포자 발아는 50% 이상 억제되었으나, 0.01 mg/mL 농도에서는 억제효과가 없었다. 동일한 농도에서 균사생장억제 효과 보다는 포자발아에 대한 억제 효과가 다소 높은 경향을 보였으며, 균사생장억제 효과와 유사하게 GC계열의 균주보다는 DC계열의 균주에 대한 효과가 높았다.

탄저병 발생 억제효과

푸른 고추와 붉은 고추에 옷 추출액을 처리하고 공시 탄저

병균을 접종한 후 병 발생 억제효과를 *in vitro*에서 검정한 결과는 Table 3과 같다. 무처리 고추에서는 접종 4일 후부터 전형적인 탄저병 병징이 관찰되기 시작하였으며, 병 발생 정도는 각 균주에 따라 붉은 고추와 푸른 고추에서 다르게 나타났다(Fig. 3). DC 균주는 붉은 고추에서 66.7%의 병 발생 정도를 보였으나 푸른 고추에는 병원성이 없었으며, GC 균주는 푸른 고추에서 100% 병이 발생되었으나 붉은 고추에는 병징이 유발되지 않았다. 옷 처리에 따른 병 발생 억제 정도는 붉은 고추에 DC 균주를 접종하였을 경우 1.0 mg/mL 농도 처리에서는 75.0%, 0.1 mg/mL 농도 처리에서는 58.0%로 나타났다. 푸른 고추에 병원성이 강한 GC 균주를 접종하였을 경우에는 각각 68.1% 및 28.3% 탄저병 발생이 억제되었다. *C. gloeosporioides*(KACC 40003) 사용 무처리에서는 병 발생 정도가 효과를 검정할 수 있을 정도로 높지 않았으며, *C. gloeosporioides*(KACC 40896) 사용 경우 무처리 푸른 고추에서 51.9% 발생되었으며, 옷 조추출액을 1.0 mg/mL 농도로 처리한 고추에서는 100%, 0.1 mg/mL 농도 처리에서는 87.1% 병 발생이 억제되었다. 푸른 고추와 붉은 고추에서 각 공시 균주의 병징유발 정도에 차이가 있었던 것은 각 균주의 병원성차이에 의한 것으로 판단되었으며, 옷 조추출액에 대한 감수성 정도도 각 균주 간에 차이가 있는 것으로 판단되었다.

포장시험

비닐하우스에서 관행재배방법에 의해 고추를 재배하면서 고추 탄저병이 자연발생하기 시작한 8월 21일부터 옷 추출액을 1주일 간격으로 3회 살포하고 최종 살포일 7일 후에 전체 고추 열매 중 이병 열매를 조사하여 옷 추출액의 병 발생 억제 정도를 구한 결과는 Table 4에서 볼 수 있다. 1차 조사한 9월 11일에는 무처리 대조구에 비해 옷 조추출액을 1.0 mg/mL 처리한 시험구에서는 85.0% 탄저병 발생 억제효과를 보였으나, 0.01 mg/mL 처리구에서는 9.8%의 낮은 억제효과를 보였다. 9월 11일 조사 후 이병 열매를 모두 제거한 다음 동일한 방법으로 옷 추출액을 계속처리하고 10월 2일에 조사한 결과 1차 조사 시기보다 대조구의 이병과율이 훨씬 낮은 7.0% 였으며, 옷 추출액 처리효과는 공시 처리 농도별로 각각 60.0, 54.3 및 10.0%로 조사되었다.

Table 1. Inhibitory effects of crude extract compound from *Rhus verniciflua* on the mycelial growth of *Collectotrichum* spp.

Isolate	1.0 mg/mL	0.1 mg/mL	0.01 mg/mL	PDA
<i>Collectotrichum</i> sp. DC8221	54±0.3 ^{a)} (37.2) ^{b)}	62±0.2(27.9)	86±0.0(0.0)	86±0.0
<i>Collectotrichum</i> sp. DC8222	58±0.1(32.6)	65±0.1(24.4)	86±0.0(0.0)	86±0.0
<i>Collectotrichum</i> sp. DC8223	52±0.3(39.5)	63±0.2(26.7)	86±0.0(0.0)	86±0.0
<i>Collectotrichum</i> sp. GC8252	49±0.1(18.3)	52±0.1(13.3)	56±0.1(6.7)	60±0.1
<i>Collectotrichum</i> sp. GC8253	48±0.1(20.0)	52±0.1(13.3)	55±0.1(8.3)	60±0.0
<i>Collectotrichum</i> sp. GC8257	49±0.2(18.3)	52±0.1(13.3)	58±0.2(3.3)	60±0.1
<i>C. gloeosporioides</i> (KACC40003)	67±0.3(8.2)	72±0.2(1.4)	73±0.3(0.0)	73±0.1
<i>C. gloeosporioides</i> (KACC40896)	54±0.2(20.6)	64±0.1(5.9)	66±0.1(2.9)	68±0.1

^{a)}Diameter(mm) of mycelium. ^{b)}Inhibition rate(%). The mycelial growth inhibition rates were determined as follow: [(Diameter of mycelium on PDA-diameter of mycelium on treated medium with crude extract compound from *Rhus verniciflua*)/Diameter of mycelium on PDA]×100. Values are averages of 3 replications.

Table 2. Inhibitory effects of crude extract compound from *Rhus verniciflua* on the spore germination of *Collectotrichum* spp.

Isolate	1.0 mg/mL	0.1 mg/mL	0.01 mg/mL	Control
<i>Collectotrichum</i> sp. DC8221	22.6 ^{a)} ±2.8(64.9 ^{b)})	47.5±3.4(26.2)	65.2±3.6(-1.2)	64.4±3.8
<i>Collectotrichum</i> sp. DC8222	23.2±3.1(67.4)	54.4±3.5(23.6)	69.5±4.5(2.4)	71.2±4.2
<i>Collectotrichum</i> sp. DC8223	22.8±3.6(66.6)	52.6±2.8(22.9)	67.9±2.8(0.4)	68.2±3.5
<i>Collectotrichum</i> sp. GC8252	34.3±2.7(52.6)	62.7±3.2(13.3)	71.8±3.1(0.7)	72.3±2.6
<i>Collectotrichum</i> sp. GC8253	31.6±3.4(55.9)	58.3±2.7(18.7)	72.6±2.8(-1.3)	71.7±3.2
<i>Collectotrichum</i> sp. GC8257	28.3±4.2(59.2)	57.4±3.4(17.3)	68.3±2.5(1.6)	69.4±4.2
<i>C. gloeosporioides</i> (KACC40003)	31.4±3.5(54.1)	63.6±2.5(7.2)	70.4±3.6(-2.8)	68.5±2.6
<i>C. gloeosporioides</i> (KACC40896)	29.8±0.2(59.0)	68.2±3.1(6.1)	70.8±2.7(2.5)	72.6±3.7

^{a)}Germination rate(%) of spore. ^{b)}Inhibitor rate(%). The inhibition rates of spore germination(%) were determined as follow: [(Germination rate in PDB – Germination rate of spore in treated)/Germination rate in PDB]×100. Values are averages of 3 replications.



Fig. 3. Inhibition effect of crude extract compounds from *Rhus verniciflua* on the development of anthracnose by inoculation with *Collectotrichum* sp. Three hours before inoculation with *Collectotrichum* sp. crude extract compound from *Rhus verniciflua* were treated (pictures were taken at 10 days after inoculation).

Table 3. *In vitro* inhibition effects of crude extract compound from *Rhus verniciflua* on the development of anthracnose caused by *Collectotrichum* spp.

	Green Peper			Red Peper		
	1.0 mg/mL	0.1 mg/mL	Control	1.0 mg/mL	0.1 mg/mL	Control
<i>Collectotrichum</i> sp. DC8221	–	–	–	16.7 ^{a)} (75.0 ^{b)})	28.0(58.0)	66.7
<i>Collectotrichum</i> sp. GC8252	31.9(68.1)	71.7(28.3)	100	–	–	–
<i>C. gloeosporioides</i> (KACC40003)	–	–	14.8	–	–	–
<i>C. gloeosporioides</i> (KACC40896)	0.0(100)	6.7(87.1)	51.9	–	–	–

^{a)}Incidence rate(%) of anthracnose symptom. ^{b)}Inhibitor rate(%). The inhibition rate of incidence of symptom were determined as follow: [(Incidence rate on un treated control fruit of pepper–Incidence rate on treated pepper fruit)/Incidence rate on check fruit of pepper]×100. Values are averages of 3 replications.

Table 4. The effects of crude extract compound from *Rhus verniciflua* on the occurrence of anthracnose on pepper fruit caused by *Collectotrichum* sp. in the field

Replication	1.0 mg/mL		0.1 mg/mL		0.01 mg/mL		Check	
	11. Sept	2. Oct	11. Sept	2. Oct	11. Sept	2. Oct	11. Sept	2. Oct
I	4.8	5.5	20.0	1.1	13.3	2.8	13.0	3.8
II	6.5	1.9	10.0	2.1	36.4	3.4	18.9	4.8
III	0.0	3.4	13.7	7.0	25.0	4.9	16.7	8.3
IV	5.0	0.0	10.7	4.2	21.1	5.9	27.3	4.4
V	3.0	3.7	20.6	4.2	16.1	6.5	26.3	10.5
VI	5.0	3.0	7.7	0.0	10.5	8.9	35.0	9.8
VII	0.0	0.0	8.6	4.0	25.0	11.9	26.3	7.5
Mean	3.5±2.6	2.5±2.0	13.0±5.2	3.2±2.3	21.1±8.8	6.3±2.1	23.4±7.5	7.0±2.8
Inhibition (%)	85.0	60.0	44.4	54.3	9.8	10.0	-	-

식물 유래 천연물질을 이용한 생물농약을 개발하기 위해 식물추출물의 항균활성 검정에 관한 연구보고들이 수행되어져 왔으며, 이러한 연구들은 대부분 *in vitro*에서 수행되었다. Park 등(2003)은 118종 국내산 식물체의 메탄올 추출물의 *Rhizoctonia solani* 등 6종류의 식물 병원성 진균에 대한 방제효과를 조사한 결과 헛개나무 추출물이 여러 식물 병원균에 대해 높은 살균효과를 나타냈다고 하였다. 식물 추출물을 이용한 고추 탄저병균에 대한 연구보고는 Choi 등(2006)과 Ko 등(2009)의 보고가 있다. Choi 등(2006)은 43종의 식물오일들을 추출하여 오이 잭빛곰팡이병균 등에 대한 살균효과를 검정한 결과 thyme 오일이 고추 탄저병균 (*Glomerella cingulata*)에 대해 높은 살균활성이 있다고 보고하였으며, Ko 등(2009)은 알로에 추출물이 0.1 mL/L 농도에서 *C. gloeosporioides*의 균사생장을 약 29% 억제시키는 항진균활성이 있다고 보고하였다. 옷 추출물의 항진균활성에 대한 연구보고는 없으나 Kwon 등(2010)은 옷나무과의 붉나무에 만들어지는 오배자의 methanol 추출물이 TMV와 CMV에 대해 98.7% 이상의 억제효과가 있다고 보고하였으며, Choi 등(2004)은 시험한 49종의 생약제 추출물 중에 오배자 추출물이 어병 세균에 대한 항진균성이 가장 높았다고 보고하였다.

본 실험 결과 옷 조추출물은 *in vitro*와 *in vivo*에서 고추 탄저병균에 대한 항진균효과와 병 발생 억제효과가 있었으며, 앞으로 옷 추출물에 대한 분석과 여러 안전성 실험을 거쳐 천연물 농약으로의 개발이 가능할 것으로 사료된다.

요 약

옷나무 주성분인 조추출액의 고추 탄저병균에 대한 항진균활성을 조사한 결과 1.0 mg urushiol/mL PDA 농도에서 18.3-39.5%의 억제효과가 있었으며, 푸른 고추에 병원성이 강한 것으로 조사된 GC계열의 균주보다는 DC계열의 균주에 대한 효과가 높았다. Urushiol의 농도가 1.0 mg/mL 일 경우 약 70% 정도의 포자가 발아한 PDB 용액에서보다 공시 모든 균주의 포자발아는 50% 이상 억제되었다. 동일한 농도에서 균사생장억제 효과 보다는 포자발아에 대한 억제

효과가 다소 높은 경향을 보였다. 푸른 고추와 붉은 고추에 옷 추출액을 처리하고 공시 탄저병균을 접종한 후 병 발생 억제효과를 *in vitro*에서 검정한 결과 붉은 고추에 DC 균주를 접종하였을 경우 1.0 mg/mL 농도 처리에서는 75.0%, 0.1 mg/mL 농도 처리에서는 58.0% 로 나타났으며, 푸른 고추에 병원성이 강한 GC 균주를 접종하였을 경우에는 각각 68.1% 및 28.3% 탄저병 발생이 억제되었다. 비닐하우스에서 관행재배방법에 의해 고추를 재배하면서 고추 탄저병이 자연발생하기 시작한 8월 21일부터 옷 추출액을 1주일 간격으로 3회 살포하고 최종 살포일 7일 후에 전체 고추 열매 중 이병 열매를 조사하여 옷 추출액의 병 발생 억제정도를 구한 결과 1차 조사한 9월 11일에는 무처리 대조구에 비해 옷 조추출액을 1.0 mg/mL 처리한 시험구에서는 85.0% 탄저병 발생 억제효과를 보였으나, 0.01 mg/mL 처리구에서는 9.8%의 낮은 억제효과를 보였다. 9월 11일 조사 후 이병 열매를 모두 제거한 다음 동일한 방법으로 옷 추출액을 계속처리하고 10월 2일에 조사한 결과 1차 조사 시기보다 대조구의 이병과율이 훨씬 낮은 7.0% 였으며, 옷 추출액 처리효과는 공시 처리 농도별로 각각 60.0, 54.3 및 10.0%로 조사되었다.

감사의 글

This research was supported by Daegu University research fund in 2008.

참고문헌

- Braverman, M.P., Baron, J.J., Kunkel, D.L., 2010. An overview and future trends of US biopesticide regulations, *Outlooks on Pest Management* 21, 132-134.
- Choi, H.S., Kim, Y.C., Lee, J.S., Jo, M.R., Seo, C.H., Park, S.I., 2004. Antibacterial activities of hot-water and ethyl alcohol extracts of medicinal herbs on fish pathogenic bacteria, *J. Fish Pathol.* 17, 39-55.

- Choi, W.S., Kim, K.Y., Jang, D.Y., Um, D.Y., Jung, B.J., Kim, T.J., 2006. Phytopathogenic activities of essential oils and their main compounds, *The Korean J. of Pesticide Sci.* 10, 201–209.
- Choi, W.S., Kim, D.K., Lee, Y.H., Kim, J.E., Lee, S.E., 2002. Antioxidative and cytotoxicity activities of compounds isolated from Korean *Rhus verniciflua* S., *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 45, 168–172.
- Copping, L.G., Menn, J.J., 2000. Biopesticides: a review of their action, application and efficacy, *Pest Manag. Sci.* 56, 651–676.
- Han, K.S., Park, J.H., Han, Y.K., Hwang, J.H., 2009. Pathogenicity and occurrence of pepper seedling anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*, *Res. Plant Dis.* 15, 88–93.
- Hong, J.K., Hwang, B.K., 1998. Influence of inoculum density, wetness duration, plant age, inoculation method, and cultivar resistance on infection of pepper plants by *Colletotrichum coccodes*, *Plant Dis.* 82, 1079–1083.
- Jo, M.R., Kim, J.W., Kim, D.S., 2002. Antimicrobial effects of natural plant and mushroom, *Dicyphora indusiata* extracts on fish pathogenic bacteria, *J. Kor. Fish. Soc.* 35, 578–582.
- Kang, M.A., Kim, M.B., Kim, J.H., Ko, Y.H., Lim, S.B., 2010. Integral antioxidative capacity and antimicrobial activity of pressurized liquid extracts from 40 selected plant species, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39, 1249–1256.
- Kim, J.B., 2003. Identification of antioxidative component from stem bark of *Rhus verniciflua*, *Korean J. Food & Nutr.* 16, 60–65.
- Kim, J.S., Kwon, Y.S., Chun, W.J., Kim, T.Y., 2010. *Rhus verniciflua* Stokes flavonoid extracts have anti-oxidant, anti-microbial and α -glucosidase inhibitory effect, *Food chemistry*, 120, 539–543.
- Kim, J.Y., Yoon, W.J., Yim, E.Y., Park, S.Y., Kim, Y.J., Song, G.P., 2011. Antioxidative and antimicrobial activities of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* extracts, *Korean J. Plant Res.* 24, 200–207.
- Kim, M.J., Choi, W.C., Barshnikov, A.M., Kobayashi, A., 2002. Anticancer and antioxidant activity of allergen-removed extract in *Rhus verniciflua*, *Korean J. Med. Crop. Sci.* 10, 288–93.
- Kim, M.J., Hyun, J.O., 1997. Genetic variation in urushiol compounds of *Rhus verniciflua* Stokes, *Korean J. Breed.* 29, 115–123.
- Ko, S.W., So, I.S., Huh, M.R., 2009. Study on antifungal activity of *Aloe arborescens* M. for a potential bio-pesticide, *J. of Agriculture & Life Science* 43, 35–44.
- KOSIS., 2011. <http://kosis.kr/>
- Kwon, S.B., Lee, H.Y., Kim, B.S., Choi, J.K., 2010. Inhibitory effect of extracts from 33 medicinal herbs against TMV and CMV infection, *The Korean J. of Pesticide Science* 14, 280–283.
- Kwon, S.M., Kim, D.H., Chang, T.H., Jeon, M.G., Kim, I.S., Kim, I.K., 2010. Screening of antifungal medicinal plants for turfgrass fungal disease control, *Kor. Turfgrass Sci.* 24, 176–181.
- Lee, G.W., Kim, M.J., Park, J.S., Chae, J.C., Soh, B.Y., Ju, J.E., Lee, K.J., 2011. Biological Control of Phytophthora blight and anthracnose disease in red-pepper using *Bacillus subtilis* S54, *Res. Plant Dis.* 17, 86–89.
- Lim, T.H., Kwon, S.Y., Kim, J.H., 2006. Effects of *Streptomyces griseofuscus* 200401 on growth of pepper plants and Phytophthora blight by *Phytophthora capsici*, *Res. Plant Dis.* 12, 46–50.
- Maregesi, S.M., Pieters, L., Ngassapa, O.D., Apers, S., Vingerhoets, R., Cos, P., Berghe, D.A., Vlietinck, A.J., 2008. Screening of some Tanzanian medicinal plants from Bunda district for antibacterial, antifungal and antiviral activities, *J. Ethnopharmacol.* 119, 58–66.
- Na, C.S., Jung, N.C., Oh, K.I., 1998. *In vitro* cytotoxic-activity of urushiol in the sap of *Rhus verniciflua* STOCKS, *J. Korean For. Soc.* 87, 260–269.
- Oh, I.S., In, M.S., Woo, I.S., Lee, S.K., Yu, S.H., 1988. Anthracnose of pepper seedling caused by *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes, *Kor. J. Mycol.* 16, 151–156.
- Paik, S.B., Chung, I.M., Doh, E.S., 1998. Screening of medicinal plants with antifungal activity on major seedborne disease, *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 6, 277–285.
- Park, I.K., Lee, S.G., Park, J.D., Shin, S.C., Ahn, Y.J., 2003. Fungicidal activity of domestic plant extracts against six major phytopathogenic fungi, *The Korean J. of Pesticide Science* 7, 83–91.
- Park, K.S., Kim, C.H., 1992. Identification, distribution and etiological characteristics of anthracnose fungi of red pepper in Korea, *Kor. J. Plant Pathol.* 8, 61–69.
- Park, S.M., Jung, H.J., Yu, T.S., 2006. Screening of an antagonistic bacterium for control of red-pepper anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, *J. of Life*

Science 16, 420–426.

Seo, J.A., Yi, Y.K., Kim, B.S., Hwang, J.M., Choi, S.W., 2011. Disease occurrence on red-pepper plants surveyed in northern Kyungbuk province, 2007–2008, *Res. Plant Dis.* 17, 205–210.

Yoon, M.Y., Kim, Y.S., Choi, G.J., Jang, K.S., Choi, Y.H., Cha, B.J., Kim, J.C., 2011. Antifungal activity of decursinol angelate isolated from *Angelica gigas* roots against *Puccinia recondita*, *Res. Plant Dis.* 17, 25–31.