

보리 흰가루병 곰팡이 *Fusarium graminearum*에 대한 산초 추출물의 항진균 활성

김범수 · 장한수¹ · 최충식² · 김종식³ · 권기석 · 권인숙⁴ · 손건호⁴ · 손호용^{4*}

안동대학교 생명자원과학부, ¹경북바이오산업연구원, ²(주) 한스바이오, ³안동대학교 생명과학과, ⁴안동대학교 식품영양학과

Received May 8, 2008 / Accepted July 19, 2008

Antifungal Activity of *Zanthoxylum schinifolium* Against *Fusarium graminearum*, a Barley Powdery Mildew Fungus. Byum Soo Kim, Han-Su Jang¹, Chung-Sig Choi², Jong Sik Kim³, Gi-Seok Kwon, In-Sook Kwun⁴, Kun Ho Son⁴ and Ho-Yong Sohn^{4*}. School of Bioresource Science, Andong National University, Andong 760-749, Korea, ¹Gyeongbuk Institute for Bioindustry, Andong 760-380, Korea, ²HansBio Co., BI center 303, Songchun-dong, Andong 760-749, Korea, ³Dept. of Biological Science, and ⁴Dept. of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 760-749, Korea - The powdery mildew, a fungal plant disease found in varieties of plant cultures, is occurred by attack with *Fusarium* sp., *Sphaerotheca* sp., *Leveilluna* sp., and *Eryshipe* sp.. In this study we investigated the control of *Fusarium graminearum*, a barley powdery mildew fungus, by natural plant extracts. Among the 900 plant extracts tested, *Zanthoxylum schinifolium*, *Ligusticum acutilobum*, *Bidens frondosa* L., *Dictamnus dasycarpus*, *Evodia officinalis*, *Disporum sessile*, *Scopolia japonica* Max., *Styrax japonica* S. et Z., *Dictamnus dasycarpus* Turcz., *Sinomenium acutum* Rehder et Wils., *Eugenia aromaticum*, *Rubus parvifolius* L., *Reynoutria elliptica*, *Coptis chinensis*, *Paeonia lactiflora* Pall., *Rheum undalatum*, *Paeonia suffruticosa*, *Oenothera odorata* Jacq., *Euphorbia pekinensis* Rupr., and *Nepeta cataria* were selected based on spore germination inhibition assay. Further mycelial growth inhibition assay with economical and safety considerations led us to finally select *Z. schinifolium* (sancho) for control of *F. graminearum*. To produce antifungal sancho extract, methanol was suitable for extraction and subsequent fractionations of the extract showed that the water residue mainly had antifungal activity. The sancho extract and its fractions showed minor antibacterial activity against different pathogenic or food spoilage bacteria, but they did not show any harmful effects against young tomato plant by treatment of 1,000 µg/ml in green chamber test. These results suggested that the extract of sancho has high potentials on control of a powdery mildew fungus, *F. graminearum*.

Key words : Antifungal activity, *Fusarium graminearum*, natural plant extract, powdery mildew, *Zanthoxylum schinifolium*

서 론

흰가루병은 전 세계적으로 11,800여 종의 식물체에서 발생하고 있으며, 국내에서도 약 300여 종의 식물에서 발생되고 있다[10]. 특히 국내의 경우, 흰가루병은 보리와 같은 노지 재배 작물은 물론 토마토, 딸기, 오이, 참외, 호박, 수박 등의 시설재배 작물, 장미, 거베라, 해바라기 등의 화훼류 및 구기자, 작약, 황기, 천궁 등 약용식물에 이르기까지 다양한 식물 재배에서 큰 피해를 주고 있다[14-16]. 흰가루병의 원인곰팡이는 기주식물에 따라 다양하게 보고되고 있으나, 주로 *Sphaerotheca* sp., *Leveilluna* sp., *Eryshipe* sp. 및 *Fusarium* sp.의 곰팡이가 알려져 있으며[14-16,18,19], 작물에 따라 증상이 다소 차이가 나지만 대부분 줄기, 잎, 열매에 흰가루 모양의 곰팡이가 피며, 병이 진전됨에 따라 식물의 광합성과 호흡을 저해하여 동화작용과 증산작용을 감소시켜 병반조직의 괴사

와 함께 급속히 노화되어 잎이 떨어지게 된다[14,15]. 또한 *Fusarium* sp.의 흰가루병 관련 곰팡이는, 흰가루병 이외에 뿌리썩음병(근부병)에도 관여하는 것으로 알려져 있다. 현재까지 이러한 흰가루병 곰팡이의 방제는 triflumizol, difenconazole, benomyl 및 mancozeb 등의 화학농약에 의존하여 왔으며[15,16,19], 이러한 화학농약의 연용은 결국 흰가루병 곰팡이의 약제저항성을 유발시켜 농약 효율성을 떨어뜨리게 되어, 생산자들에게는 수확 및 저장 손실을, 소비자들에게는 잔류농약의 유해성 염려로 인한 농약 사용 과채류의 배척을 야기하게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 최근에는 내성 식물체 개발[14], 길항 미생물 제제의 개발[15,16], 계면활성제 처리, 탄산수소나트륨과 polyoxyethylene sorbitanmonolaurate 혼용처리, 규산질 비료와 농약의 혼용처리[18,19] 등 다양한 생화학적 방제법으로 기존의 화학농약을 보완, 대체하고자 많은 연구가 이루어지고 있다. 한편, 화학농약에 비해 상대적으로 안전성이 높은 천연물 추출물을 이용한 식물 병원균 방제 연구도 시도되고 있으며, 솔잎, 백지, 황련 및 때죽나무 추출물 등이 강한 항진균 활성을 나타낸다고 보고 된

*Corresponding author

Tel : +82-54-820-5491, Fax : +82-54-823-1625

E-mail : hysohn@andong.ac.kr

바 있다[2,24].

산초(*Zanthoxylum schinifolium*)는 동북아시아권에서 옛날부터 사용되어 온 전통 향신료이며 우리나라, 일본, 중국 등에서 널리 자생하고 있는 운향과(*Rutaceae*)의 낙엽관목으로서 분지나무 또는 상초나무로도 불린다[12]. 열매는 삭과이고 등글며 녹색을 띤 갈색이며 다 익으면 검은색의 종자가 나온다. 초피나무(*Zanthoxylum piperitum*)와 비슷하지만 잎자루 밑 부분에 가시가 1개 달리고 열매가 녹색을 띤 갈색이며 꽃잎이 있는 것이 다르다[6]. 산초는 과일, 껍질, 잎 등을 향신료, 약용 및 제유용으로 이용하며, 우리 정서에 친숙한 식미와 향기를 가져 광범위하게 사용되고 있으며, 구충제, 해독살충약, 감기약 등에 이용되어 왔다[12,13]. 산초의 보고된 성분으로는 limonene, citronellal 등의 향기 주요성분[1,12]과, flavonoid계 성분, caproic acid 등의 지방산 화합물이 있으며[1,5], 생리활성으로는 최근 항혈전 활성, 항산화 활성 및 항염증 활성이 보고[3,4]되어 있다. 또한 *Vibrio parahaemolyticus* 등의 식중독 세균 및 구강세균에 대한 항세균 활성이 보고[6-8]되어 있으며, 항진균 활성으로는 피부사상균(dermatophytes)에 대한 활성이 보고된 바 있다[17]. 그러나, 현재까지 산초 추출물에 대한 흰가루병과 같은 식물 곰팡이 병원균 방제효과는 보고된 바 없다.

본 연구에서는, 이미 확보한 자생 및 약용식물 추출물 900여 종[9,11,20-23]을 대상으로 보리 및 토마토 등에서 흰가루병을 유발하는 *Fusarium graminearum*,의 항진균 활성을 평가하였으며, 포자 발아억제활성 및 균사 성장억제활성 평가를 통해 산초, 당귀, 미국가막사리 및 백선피 추출물에서 우수한 항진균 활성을 확인하였다. 특히 산초의 경우 원재료의 대량 확보가 용이하며, 식물체에 대한 약해가 거의 없으며, 부가적인 항세균 활성을 확인하여 실제적 이용가능성이 높은 것으로 판단되었다. 이러한 연구는 천연물 추출물의 개발을 통해, 농약 보완 및 대처 등을 통한 친환경 농작물 재배 및 과채류의 유통, 저장상의 안전성 향상이 가능함을 제시하고 있다.

재료 및 방법

천연물 추출물 및 보리 흰가루병 곰팡이 균주

실험에 사용한 시료는 본 연구팀에서 2002년에서 2006년에 걸쳐 조제, 보고한 900여종의 자생, 약용식물 추출물을 사용하였다[9,11,20-23]. 이미 보고한 바와 같이, 수집된 천연물들은 대한식물도감에서 검증하여 그늘에서 일주일간 건조 후 잘게 썰어 추출에 사용하였으며, 식물체 건조무게에 대해 10배 중량의 메탄올을 가하여 추출하고, 추출액을 여과, 감압농축하여 메탄올 추출물을 제조하였다. 조제된 천연물 추출물은 사용 전까지 4°C 냉장고에서 밀봉 보관하였으며, 필요에 따라 dimethylsulfoxide에 녹여 적당한 농도로 조정하여 사용하였다. 한편 흰가루병 곰팡이로는 보리 흰가루병 원인

균으로 알려진 *Fusarium graminearum* Schwabe KACC 41040을 한국농용미생물보존센터에서 분양받아 사용하였으며 potato dextrose agar 배지(PDA, Difco Co., USA)에 접종하여 30°C에서 계대배양하며 사용하였다.

항진균 활성 평가

천연물의 항진균 활성은 먼저 포자 발아억제 활성을 96-well plate를 이용하여 1차 평가하였으며, 이후 disc paper 방법을 이용한 균사체 생육억제 활성을 평가하였다[7,8,17]. 먼저 포자 발아억제 활성평가의 경우, PDA배지에 *F. graminearum* 균주를 접종하여 30°C에서 4주간 배양하여 포자를 형성하게 하고, 이를 회수하여 증류수에 현탁 후 초음파 분쇄기로 균일화한 다음 멸균 거체로 여과하였다. 여과액은 4,000 rpm에서 10분간 원심분리(HA-1000-3, Hanil Science, Korea)하여 포자를 회수하였으며, 현미경 검경을 통해 균사체가 없음을 확인하였고, 최종적으로 potato dextrose broth (PDB, Difco Co., USA)를 이용하여 약 10⁴/ml 농도로 현탁하였다. 이후, 180 µl의 멸균 PDB 배지를 96 well plate의 각각의 well에 가하고, 준비된 포자 현탁액 10 µl 및 조제된 천연물 추출물 10 µl씩을 각각 첨가하였다. 이때, 천연물 추출물의 최종 농도는 100 µg/ml 되도록 첨가하였으며, 30°C에서 5일간 배양한 후 생육 여부를 육안으로 판정하였다. 한편 균사체 생육억제 활성의 경우, PDA 배지에서 disc-paper (지름 6 mm, Whatman No. 2)를 이용한 생육저지환의 크기를 측정하여 평가하였다[17,20,22]. 대조구로는 시판농약 성분인 difenoconazole, thiopantate-methyl, mancozeb (K-company, Korea) 및 miconazole (Sigma Co., USA)을 dimethylsulfoxide에 녹여 사용하였다. Disc-paper를 포함한 생육저지환의 크기가 8 mm 이상인 경우 항진균 활성을 인정하였으며, 모든 실험은 3회 반복하여 결과를 나타내었다.

산초 추출물 및 분획물의 조제

산초 추출물을 대량으로 조제하기 위해, 산초나무 뿌리부분을 제외한 산초나무 지상부(산초나무 가지 및 줄기가 포함된 열매 및 잎)의 음건물을 안동 재래시장에서 구입하였다. 지상부의 음건물을 파쇄한 후, 각각 10배 중량의 methanol, ethanol(95%, 주정), ethylacetate 및 hexane을 가하여 상온에서 24시간 추출하였다. 한편 물 추출의 경우에는 18시간 동안 상온에서 추출하였으며, 열수 추출의 경우에는 100°C에서 4시간 동안 추출하였다. 각각의 추출액은 여과 후 60°C 이하에서 감압농축하여 분말화한 후, 활성 및 수율을 평가하였다. 한편 추출물의 활성분획은 산초 methanol 추출물을 물에 현탁한 후, hexane, ethylacetate, 및 n-butanol을 사용하여 순차적으로 분획하였으며, 최종적으로 물 분획을 회수하였다. 회수된 분획물은 동일한 방법으로 감압농축하여 분말로 조제한 후, 수율과 흰가루병 곰팡이 성장억제 활성을 측정하였다.

산초 추출물 및 분획물의 항세균 활성 평가

산초 추출물 및 분획물의 항세균 활성 평가에 사용된 세균은 식중독균인 *Staphylococcus aureus* KACC 10196, *Salmonella typhimurium* KCTC 1926, *Proteus vulgaris* KCTC 2433, *Escherichia coli* H7:O157 ATCC43895균과 아토피 관련 병원성균인 *Pseudomonas aeruginosa* KACC 10186, 충치원인균인 *Streptococcus mutans*를 이용하였다. 각각의 세균을 Nutrient broth (Difco Co., USA)에 16시간 배양한 후 Nutrient agar 배지(Difco Co., USA)에 도말하고, disc-paper (지름 6 mm, Whatman No. 2)를 이용한 생육저지환의 크기를 측정하여 평가하였다[17,20,22]. 이때 대조구로는 streptomycin sulfate (Sigma Co., USA)를 멸균수에 녹여 이용하였다.

산초 활성분획물의 식물약해 평가

산초 추출물 및 분획물의 실제적 이용가능성을 검토하기 위해, 먼저 약해정도를 평가하였다. 토마토 종자(감복제품-완숙토마토, 대목: 헬파-M)를 부농상토 3호(부농산업사 제품)에 파종하여, 5엽기까지 온실조건(온도 20~40°C, 자연광, 자연 습도, 수돗물 분무 관수)에서 재배한 다음, 식물생장 조절기 (Daehan LabTech, LS-103-2)로 옮겨 실험에 사용하였다. 이때 식물생장 조절기의 조건은 25~27°C, 12시간 채광(2,000 Lux, 06:00~18:00, 암조건 18:00~06:00), 습도 70%로 조절하였다. 산초 메탄올 추출물의 물 분획물을 증류수에 용해하여 500 µg/ml, 1,000 µg/ml, 10,000 µg/ml의 농도로 조제하여 수압식 손분무기를 이용하여 흘러내릴 정도로 분무하고 식물생장 조절기에서 재배하였다. 분무 7일 후 약해 정도와 증상을 확인하였으며, 이때 처리 당 반복수는 5반복으로 하였다.

결과 및 고찰

먼저 조제된 천연물 시료 900여 종을 대상으로 *F. graminearum* 포자발아 억제 활성을 평가하였다. 96 well plate를 사용하여 대량의 시료를 빠르고 효율적으로 활성을 검색할 수 있었으며, 사용시료 및 배지의 절감할 수 있었다. 그러나 배양시간이 길어지면서 포자 발아에 따른 균사체의 과도한 성장이 나타나는 경우, 인접 well로 균사체가 이행되는 경우가 나타나는 문제점도 있었다. 따라서 본 실험에서는 5일간의 배양동안 매일 발아정도를 확인하였으며, 오염 및 배지 증발을 최소화하기 위해 가장자리 well들은 사용하지 않았다. 활성평가 결과, 포자의 발아억제 활성이 없는 경우 well에 곰팡이의 생육이 가득하였으며, 포자가 발아하지 못한 경우 곰팡이의 성장은 나타나지 않았다(Fig. 1). 흰가루병 곰팡이 *F. graminearum*의 포자 발아억제 활성은 산초, 당귀, 미국가막사리, 까마중, 오수유, 율판나물, 미치광이풀, 때죽나무, 백선, 방기, 정향, 명석딸기, 호장근, 천황련, 작약, 대황, 모란, 달맞이꽃, 대극, 개박하 추출물의 20종에서 우수하였다.

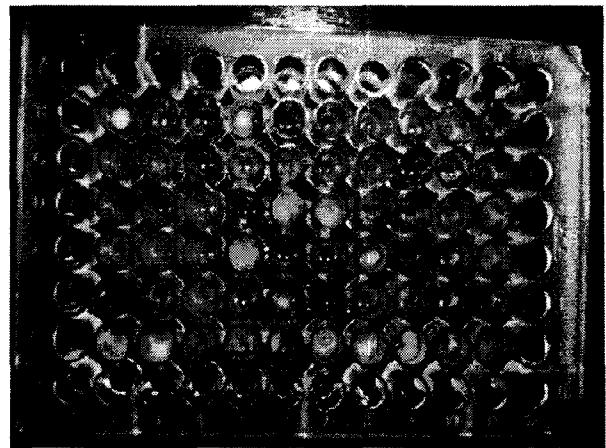


Fig. 1. Photography of spore germination inhibition assay against *Fusarium graminearum* using a 96-well plate. The arrows indicate the wells showing spore germination inhibition activity.

이는 최 등[2]이 67종의 식물 열매로 조제한 추출물의 보리 흰가루병 곰팡이 *Blumeria graminis* f. sp. hordei에 대한 항진균 활성평가 결과, 다래나무, 긴잎회양목, 긴잎사철, 결명자, 백지, 방풍 및 작살나무에서 우수한 활성을 확인한 결과와는 다른 결과이다. 실제 본 연구의 추출물과 일치되는 다래, 결명자, 및 백지의 경우 *F. graminearum*에 대해서는 포자발아 억제활성이 나타나지 않았다. 이러한 불일치는 항진균 활성 평가방법의 차이, 추출물의 조제방법 및 천연물 사용 부위 등의 차이점에서 기인하리라 판단되며, 특히 각각의 병원성 곰팡이에 대한 유효활성 천연물이 차별적으로 나타난다는 기존의 보고와 일치한다[2,24]. 이는, 천연물 추출물이 광범위 항진균 화학농약에 비해 사용범위가 한정된다는 단점이 될 수도 있으나, 높은 곰팡이 특이성으로 인해 안전성 확보와 친환경 농업이 가능함을 제시하고 있다. 따라서 천연물에 의한 실제적 곰팡이 제어를 위해서는 대상곰팡이 및 대상작물에 따라 활성 및 안전성 평가 등 다양한 검토가 필요함을 알 수 있다.

한편, 선별된 20종 추출물의 균사 생육억제 활성을 평가한 결과는 Table 1에 나타내었다. 시판 농약 3종은 500 µg/disc 농도에서 균사 생육억제 활성이 인정되지 않았으며, miconazole의 경우 20 µg/disc 농도에서 23.0 mm의 성장억제환을 나타내었다. 천연물 추출물 중에서는 산초 추출물에서 15.0 mm, 당귀, 미국가막사리 및 백선 추출물에서 9.0~11.2 mm의 성장억제환을 나타내었다. 반면 까마중, 오수유, 율판나물, 미치광이풀, 때죽나무, 방기, 정향, 명석딸기, 호장근, 천황련, 작약, 대황, 모란, 달맞이꽃, 대극, 개박하 추출물에서는 100 µg/disc 농도에서 생육억제환의 크기가 9 mm 이하의 미약한 활성을 나타내었다(결과 미제시). 따라서 *F. graminearum* 제어를 위한 천연물로 산초 추출물을 최종적으로 선별하였으며, 산초 추출물의 대량 조제를 위해 추출용매 검토와 활성분

Table 1. Antifungal activity assay of agrochemiclas and natural extracts against *Fusarium graminearum* using disc-paper method

Chemicals and natural extracts	Concentration (µg/disc)	Clear zone (mm)
Defenconazole	500	-
Thiopenate-methyl	500	-
Mancozeb	500	-
Miconazole	20	23.0
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	100	15.0
<i>Ligusticum acutilobum</i>	100	11.2
<i>Bidens frondosa</i> L.	100	9.0
<i>Dictamnus dasycarpus</i>	100	10.5

획을 조제하였다. 먼저 hot water, water (30°C), methanol, 95% ethanol, ethylacetate 및 hexane 추출 시 각각의 추출효율은 15.82, 13.17, 9.91, 3.12, 1.82 및 0.68% (w/w)로 나타나, 기존 보고[5,6]와 달리 추출효율이 다소 낮게 나타났으며, 특히 정유식물에 비해 지용성 성분이 상대적으로 적음을 알 수 있었다. 이는 사용시료가 산초열매 뿐만 아니라, 잎, 줄기를 포함하고 있기 때문으로 판단되며, 산초의 초임계용매 추출[25] 등과 같이 추출방법에 따라서도 영향을 받을 것으로 판단된다. 본 실험에서는 각각의 용매 추출물 50 µg/disc 농도로 균사 성장억제 활성을 평가한 결과, methanol 추출물에서 가장 우수한 활성을 나타내어 대량 시료 조제를 위한 추출용매로 methanol을 선정하였다(Table 2). Hexane, ethylacetate 및 n-butanol을 이용한 순차적 분획의 경우, n-butanol 분획물이 가장 많았으며(41.91%), 물 잔류물과 ethylacetate 분획물이 각각 20.56 및 21.22%를 나타내었다. 그러나 항진균 활성평가 결과 물 잔류물에서 활성이 나타났으며, 다른 분획물에서는 매우 미약한 활성이 나타났다(Table 3). 그러나 물 잔류물의 활성 역시 methanol 추출물의 활성보다 상대적으로 약해, 활성성분이 다양하게 존재하리라 추측되며, 실제적 이용을 위해서는 methanol 추출물이 더욱 유리하리라 판단되었다. 한편

Table 2. Extraction yields and antifungal activities against *Fusarium graminearum* of *Zanthoxylum schinifolium* extracts prepared by different extraction solvents

Extraction solvent	Extraction yield (%)	Clear zone (mm)
Hot water (100°C)	15.82	> 9.0
Water (37°C)	13.17	> 9.0
Methanol	9.91	13.2
Ethanol 95%	3.12	> 9.0
Ethylacetate	1.82	> 9.0
Hexane	0.68	> 9.0

Table 3. Fraction yields of methanol extract by organic solvents and antifungal activities against *Fusarium graminearum*

Fraction solvent	Fraction yield (%)	Clear zone (mm)
Hexane	10.64	> 9.0
Ethylacetate	21.22	> 9.0
n-Butanol	41.91	> 9.0
Water residue	20.56	12.5

산초 잎의 경우, ethanol 추출물 5 mg/disc 농도에서 항세균 활성이 보고[6]되어 있어, 본 실험의 산초 음건물의 methanol 추출물 및 이의 분획물의 다양한 병원성 세균 및 식중독 부패 세균에 대한 항세균 활성을 250 µg/disc 농도에서 평가하였다. 대조구로 사용된 streptomycin의 경우 250 /disc 농도에서 강력한 항세균 활성을 나타내었으며, 산초의 경우 hexane 및 n-butanol 분획에서 항세균 활성이 인정되었으나, ethylacetate 분획에서는 *P. vulgaris*를 제외한 다른 세균에서는 활성이 나타나지 않았다(Table 4). 이는 산초잎의 경우 ethanol 추출물의 ethylacetate 분획에서 우수한 항세균 활성을 보고[6]한 경우와 상이한 결과이나, 사용농도, 추출용매 및 추출 부위의 차이로 이해된다. 산초 추출물의 경우 항세균 활성은 미약하나, 이러한 부가적인 항세균 활성은 과채류의 유통, 저장상의

Table 4. Antibacterial activity of methanol extract and its fractions of *Zanthoxylum schinifolium* (sancho) against different pathogenic and food spoilage bacteria

Chemicals and sancho	Clear zone (mm)					
	Gram positive			Gram negative		
	<i>S. aureus</i>	<i>S. mutans</i>	<i>S. typhimurium</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>
DMSO	-	-	-	-	-	-
Streptomycin	10.0	15.0	-	8.5	10.5	12.0
Methanol ex ¹ .	-	-	7.0	8.0	-	-
Hexane fr ² .	10.0	7.5	9.5	9.0	-	-
Ethylacetate fr.	-	-	-	8.0	-	-
n-Butanol fr.	-	10.0	7.0	8.0	7.5	8.0
Water residue	-	-	8.0	8.5	-	-

*ex¹: extract, fr²: fractions

안전성 향상에도 기여하리라 판단된다.

한편 산초 추출물의 실제적 이용가능성을 검토하기 위해 토마토 묘목을 이용하여 산초 물 분획물의 약해를 평가하였으며, 그 결과 500~1,000 µg/ml 농도에서는 분무 후 7일 동안 약해가 나타나지 않았으며, 10,000 µg/ml 농도에서는 토마토 잎 가장자리에서 부분적인 고사현상이 나타났다(결과 미제시). 따라서 실제적 이용농도범위인 500~1,000 µg/ml 농도에서는 식물 약해가 나타나지 않으리라 판단되며, 이러한 결과는 실제 재배지의 효능평가를 위한 기초자료로 사용될 것이다. 본 연구결과는 *F. graminearum*에 의해 나타나는 흰가루병 제어에 산초 추출물이 이용가능함을 제시하고 있으며, 현재 항진균 활성물질의 정제 및 산초 매탄올 추출물을 이용한 재배지의 식물곰팡이 제어평가가 진행 중에 있다.

요 약

흰가루병은 거의 모든 식물재배에서 나타나며, 다양한 곰팡이에 의해 발병한다. 본 연구에서는 천연물 추출물을 이용한 식물병원성 곰팡이 제어가능성을 검토하기 위해, 보리 흰가루병에서 분리된 *Fusarium graminearum*을 대상으로 900여종의 천연물 추출물의 항진균 활성을 평가하였다. 먼저 포자 발아억제 활성평가 결과 산초, 당귀, 미국가막사리, 까마중, 오수유, 윤판나물, 미치광이풀, 때죽나무, 백선, 방기, 정향, 멧석딸기, 호장근, 천황련, 작약, 대황, 모란, 달맞이꽃, 대극, 개박하 추출물을 1차 선별하였으며, 군사 생육억제 활성 원재료 확보 용이성 및 실제 적용 가능성 등을 고려하여 산초 추출물을 최종 선정하였다. 산초 추출물 조제 시 methanol 추출이 효율적이며, 순차적 유기용매 분획물의 경우 물 잔류물에서 항진균 활성이 나타났다. 그러나 methanol 추출물에 비해 분획물의 활성이 다소 감소하여 다양한 물질이 보완적으로 항진균 활성을 나타냄을 추측할 수 있으며, 미약하지만 methanol 추출물 및 분획물에서 항세균 활성도 확인하였다. 토마토 묘목을 이용한 산초 추출물의 활성 분획물의 약해평가 결과 1,000 µg/ml 농도 처리 시에도 특이한 약해는 나타나지 않았다. 본 연구결과는 *F. graminearum*에 의해 나타나는 흰가루병 제어에 산초 추출물이 유용함을 제시하고 있다.

감사의 글

본 연구는 2007년 경북/안동시 바이오산업기술개발(산업화)사업 및 중기청 산·학·연 공동기술개발 컨소시엄사업(2004-13)지원에 의해 수행되었기에 이에 감사를 드립니다.

References

1. Cho, M. G., H. Kim and Y. A. 2003. Analysis of volatile

compounds in leaves and fruits of *Zanthoxylum schinifolium* Siebold et Zucc. & *Zanthoxylum piperitum* DC. by headspace SPME. *Kor. J. Med. Crop. Sci.* **11**, 40-45.

2. Choi, G. J., J. C. Kim, K. S. Jang, H. K. Lim, I. K. Park, S. C. Shin and K. Y. Cho. 2006. In vivo antifungal activities of 67 plant fruit extracts against six plant pathogenic fungi. *J. Microbiol. Biotechnol.* **16**, 491-495.

3. Jang, H. S., S. J. Rhee, M. H. Woo and S. H. Cho. 2007. Anti-thrombogenic and anti-inflammatory effects of solvent fractions from leaves of *Zanthoxylum schinifolium* (sancho namu) in rats fed high fat diet. *Kor. J. Nutrition.* **40**, 606-615.

4. Jang, M. J., M. H. Woo, Y. H. Kim, D. Y. Jun and S. J. Lee. 2005. Effects of antioxidative, DPPH radical scavenging activity and antithrombogenic by the extract of sancho (*Zanthoxylum schinifolium*). *Kor. J. Nutrition* **38**, 386-394.

5. Kim, J., C. H. Jeong, Y. I. Bae and K. H. Shim. 2000. Chemical components of *Zanthoxylum schinifolium* and *Zanthoxylum piperitum* leaves. *Kor. J. Postharvest Sci. Technol.* **7**, 189-194.

6. Kim, J., Y. S. Cho, K. I. Seo, O. S. Joo and K. W. Shim. 2000. Antimicrobial activities of *Zanthoxylum schinifolium* and *Zanthoxylum piperitum* leaves. *Kor. J. Postharvest Sci. Technol.* **7**, 195-200.

7. Kim, J. H., Y. A. Lee, Y. S. Kim, H. J. Jung, D. J. Kwak, W. D. Jie and S. H. Yoon. 2000. Antimicrobial activity of sancho (*Zanthoxylum schinifolium* S. et Z.) on oral bacteria. *J. Kor. Soc. Hygiene Sci.* **6**, 41-46.

8. Kim, J. S., G. M. Gu, Y. H. Jeong, J. G. Yang and G. G. Lee. 2004. Antimicrobial activities of *Zanthoxylum schinifolium* extract against *Vibrio parahaemolyticus*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 500-504.

9. Kim, K. W., J. K. Baek, Y. W. Jang, E. J. Kum, Y. S. Kwon, H. J. Kim and H. Y. Sohn. 2005. Screening of antibacterial agent against *Streptococcus mutans* from natural and medicinal plants. *J. Life Sci.* **15**, 715-725.

10. Korean Society of Plant Pathology. 2004. List of plant diseases in Korea. 4th eds. JungHangSa. Korea.

11. Kwon, C. S., Y. S. Kwon, Y. S. Kim, G. S. Kwon, I. Jin, G. C. Ryu and H. Y. Sohn. 2004. Inhibitory activities of edible and medicinal herbs against human thrombin. *J. Life Sci.* **14**, 509-513.

12. Lee, J. W. 1998. Volatile flavor components of korean sancho fruit and tree (*Zanthoxylum schinifolium*) *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **11**, 493-498.

13. Lee, M. S. and M. S. Chung. 2000. Analysis of volatile flavor components from *Zanthoxylum schinifolium* and sensory evaluation as natural spice. *Kor. J. Food Cookery Sci.* **16**, 216-220.

14. Lee, O. H., H. S. Hwang, J. Y. Kim, J. H. Han, Y. S. Yoo and B. S. Kim. 2001. A search for sources of resistance to powdery mildew (*Leveillula taurica* (Lev.) Arn) in pepper (*Capsicum* spp.). *Horticulture Sci Technol.* **19**, 7-11.

15. Lee, S. Y., S. B. Lee, Y. G. Kim and H. G. Kim. 2004. Effect of agrochemicals on mycelial growth and spore germination of a hyperparasite, *Ampelomyces quisqualis* 94013 for controlling cucumber powdery mildew. *J. Kor. Soc. Pesticide Sci.* **8**,

- 71-78.
16. Lee, S. Y., S. K. Hong, Y. K. Kim and H. G. Kim. 2007. Selection and identification of a hyperparasite, *Ampelomyces quisqualis* 94013 for biocontrol of cucumber powdery mildew. *Kor. J. Mycol.* **35**, 121-127.
 17. Min, K. H. 1998. Antifungal activity of the extracts of *Zanthoxylum schinifolium* Sieb. et Zucc. against dermatophytes. *Mokchaek Konhak* **26**, 78-85.
 18. Nam, M. H., S. K. Jung, S. W. Ra and H. G. Kim, 2003. Control efficacy of sodium bicarbonate alone and in mixture with polyoxyethylene sorbitanmonolaurate on powdery mildew of strawberry. *Horticulture Sci. Technol.* **21**, 98-101.
 19. Ryu, K. H., J. H. Kwon, S. S. Lee, Y. J. Ahn and J. K. Yoo. 1998. Fungicidal activity of oriental medicinal plant extracts against plant pathogenic fungi. *Agric. Chem. Biotechnol.* **41**, 600-604.
 20. Ryu, N. H., M. Y. Choe, Y. J. Lyu, H. J. Jo, Y. S. Lee, Y. D. Lee and J. B. Jeong. 2003. Suppression of powdery mildew development in oriental melon by silicate fertilizer. *Kor. J. Environ. Agric.* **22**, 255-260.
 21. Sohn, H. Y., E. J. Kum, Y. S. Kwon, G. S. Kwon, I. Jin, H. Y. Kwon, C. S. Kwon and K. H. Son. 2003. Screening of anti-candidiosis agent from medicinal and wild plants. *J. Life Sci.* **13**, 604-617.
 22. Sohn, H. Y., H. Y. Ryu, Y. S. Kwon, E. J. Kum, C. S. Kwon, G. S. Kwon, K. W. Kim and K. H. Son. 2005. Screening of thrombin inhibitor from medicinal and wild plants (2). *Kor. J. Pharmacogn.* **36**, 263-272.
 23. Sohn, H. Y., Y. S. Kim, E. J. Kum, Y. S. Kwon and K. H. Son. 2006. Screening of anti-acne activity of natural products against *Propionibacterium acnes*. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **34**, 265-272.
 24. Sohn, H. Y., Y. S. Kwon, Y. S. Kim, H. Y. Kwon, G. S. Kwon, G. J. Kim, C. S. Kwon and K. H. Son. 2004. Screening of thrombin inhibitors from medicinal and wild plants. *Kor. J. Pharmacogn.* **35**, 52-61.
 25. Youn, K. S., J. H. Hong and Y. H. Choi. 2006. Optimization for extraction of sancho (*Zanthoxylum schinifolium*) extraction using supercritical carbon dioxide. *Food Eng. Prog.* **10**, 207-213.