

수종의 자생식물에 대한 항균활성 탐색

김현철*, 이희선¹⁾, 송진영¹⁾, 김태근¹⁾, 송창길¹⁾

제주특별자치도 세계유산·한라산연구원

¹⁾제주대학교 농학과

서 론

농산물에 사용된 농약 등이 잔류에 의한 위험성이 표면화되었고, 수출입시의 검역에서 농산물에 잔류된 농약으로 인해 통관 문제가 대두되어 보건당국에서도 그에 대한 규정을 강화시키고 있다. 과채류는 생식하기 때문에 더욱 문제가 되어, 농약을 사용하지 않거나 최소한으로 사용한 친환경 농산물에 대한 국내·외 소비자들의 요구가 점차 커지고 있어(양 등, 2014) 친환경 재배면적이 증가 및 살균·살충효과를 가지고 환경에는 큰 영향을 주지 않는 친환경자재를 탐색하려는 연구가 활발히 이루어져 왔다(Huang et al., 2010; Saxena, 1989). 식물추출 화합물은 다양한 생물활성물질을 함유하고 있으면서(Wink, 1993), 인축에는 거의 해가 없기 때문에 친환경 농업에서는 새로운 살균제 및 해충방제용 대체제로 인식되고 있다(Arnason et al., 1989). 식물체로부터 유래한 병해충 방제 유용물질은 부작용이 없고 막대한 시간과 비용이 투자되어야 하는 화학합성농약의 개발에 비해 저투입개발이 가능하다는 장점을 지니고 있어 많은 연구자들은 항균활성 물질을 지닌 자생식물을 조사하고 이로부터 항균 활성 물질을 찾으려는 시도를 하였다(Park et al., 1986; Park et al., 1990; Hong et al., 1988). 그 중 정향(*Syringa velutina* var. *kamibayashii*)은 약 23종의 세균에 대한 광범위한 항균력을 나타낸다는 보고되었으며(Chung et al., 2001), 향기에 의해서도 진균류의 생장이 억제된다고 보고되었다(Deans과 Ritchie, 1997). 정향의 휘발성 추출물에는 phenylpropanoid류인

* 교신저자 ; 전화: 064-710-7572, e-mail: khc4078@korea.kr

chavicol 등 9개 종류의 휘발성 성분이 있으며, 이중 92%를 차지하고 있는 eugenol이 항균활성 물질인 것으로 보고되었다(Georghiou과 Saito, 1983; Bowers et al., 1966).

참나무속(*Quercus*)은 참나무과(*Fagaceae*)에 속하는 목본식물로 전세계에 약 300여 종이 분포하고 있고 목재, 연료 및 식용자원으로 이용되어져 왔다(Huang et al., 1999; Nixon, 2006). 참나무속 식물은 상록성과 낙엽성을 구분되는데 상록성 참나무속 식물은 동아시아의 난·온대림 지역에 광범위하게 분포하고 있고 국내에 분포하는 상록성 참나무속은 개가시나무(*Q. gilva* Blume), 참가시나무(*Q. salicina*), 붉가시나무(*Q. acuta*), 종가시나무(*Q. glauca*) 4분류군으로 한반도 남부지역에 분포하고 있으며 제주도를 비롯한 국내에 분포하는 난대상록활엽수림의 주요 구성종으로 자리잡고 있다(Kira, 1991; Han et al., 2007; Oh et al., 2007; Song, 2007; Yun et al., 2011; Lee, 1996; Chang, 2007). 이들 참나무(*Quercus*)로부터 생산되는 도토리 열매는 산림생태계에 있어 야생동물의 중요한 먹이 공급원으로서(Darley-Hill and Johnson, 1981; Korea forest research Institute, 1988) 5~9%의 탄닌 성분이 함유되어 있고 탄닌 성분은 동물 및 병충해로부터 자신을 보호하기 위해 단백질과 높은 친화력을 지닌 다양한 형태의 가용성 폴리페놀을 함유하고 있다(Robbins et al., 1987; Shimada and Saitoh, 2003). 따라서 본 연구는 제주 중산간지역에 분포하는 참나무과 식물을 대상으로 제주지역 농작물 재배 시 발생하는 병원균에 대해 in vitro상에서 항균활성 측정하여 친환경 살균제 개발 시 기초자료로 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시료채취 및 처리

검정식물(**Test plants**)인 제주지역 중산간 지대에 대표적인 수목으로 붉가시나무(*Q. acuta*), 참가시나무(*Q. salicina*)는 서귀포시 토평동 돈네코 인근에서 채집하였고 종가시나무(*Q. glauca*)는 서귀포시 안덕면 일대에서 채집하였으며 환경부 지정 멸종위기종 개가시나무(*Q. gilva*)는 한라수목원에서 안덕면 일대에

복원한 개체를 대상으로 채집하였다. 구실잣밤나무(*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*)는 한라수목원에서 채집하였다. 채집된 시료는 전초를 3cm 정도로 잘라 음건하여 사용하였다.

2. 수용성 추출액 준비

공여체식물의 수용성 추출액은 음지에서 건조시킨 전초를 분쇄하여 건중량 100g당 1,000ml의 증류수를 넣어 고온가압추출(Autoclave extraction)하였다. 이 여과된 추출액을 100%로 임의로 정하여 증류수로 75%, 50%, 25%로 희석하였고 배지 제조 시 물 대신 수용성 추출액을 첨가하였으며 대조구는 24시간 전에 받아둔 증류수를 사용하였다.

3. 수용성 추출액에서의 항균실험

실험에 사용된 균은 탄저병(*Colletotrichum gloeosporioides*), 검은점무늬병(*Diaporthe citri*), 역병(*Phytophthora capsici*), 모마름병(*Pythium graminicola*), 갈색잎마름병(*Rhizoctonia solani*)으로 한국농업미생물자원센터(KACC)에서 분양 받아 사용하였고 대조구의 배지는 증류수 900ml에 Potato dextrose agar 39g과 Agar 5g을 혼합하여 조성하였으며 실험구 배지는 증류수 대신 각각의 추출물을 넣어 사용하였다. 균주는 1주에서 2주 동안 배양한 후 동일한 사이즈를 얻기 위해 Cork borer(직경 8mm)를 이용하였으며 배지가 굳은 후 배양된 균주를 배지의 가운데에 접합 한 후 3~7일 동안 Colony diameter를 측정하였고 대조구에 대한 상대생장률(%)을 산출하였다.

4. 수용성 추출액에서의 총 페놀함량 분석

수용성 추출액의 총 페놀함량은 Prussian blue법(Graham, 1992)으로 3회 반복 측정하였고, 각각 시료의 수용성 추출액 100 μ l에 증류수 3ml, 0.01M FeCl₃/0.1N HCL 1ml, 0.016M K₃Fe(CN)₆ 1ml을 혼합하여 진탕한 후 실온에서 15분간 방치 후 stabilizer(H₂O : 1% gum arabic : 85% phosphoric acid = 3:1:1, v/v/v) 5ml를 첨가한 후 700nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀함량은 gallic acid를 이용하여 검량곡선을 작성하고 gallic acid에 대한 당량으로 환산하였다.

결과 및 고찰

1. 수용성 추출액에 대한 항균활성

1) 탄저병(*Colletotrichum gloeosporioides*)

*C. gloeosporioides*는 고추나 인삼의 탄저병을 유발하는 강력한 병원균으로 생태학적 특성, 살균제에 의한 방제효과, 길항미생물을 이용한 방제 등 일부의 연구 진행 되었고 최근 친환경자재인 쑥 술, 민들레 술, 홍삼박 술, 게 껍질

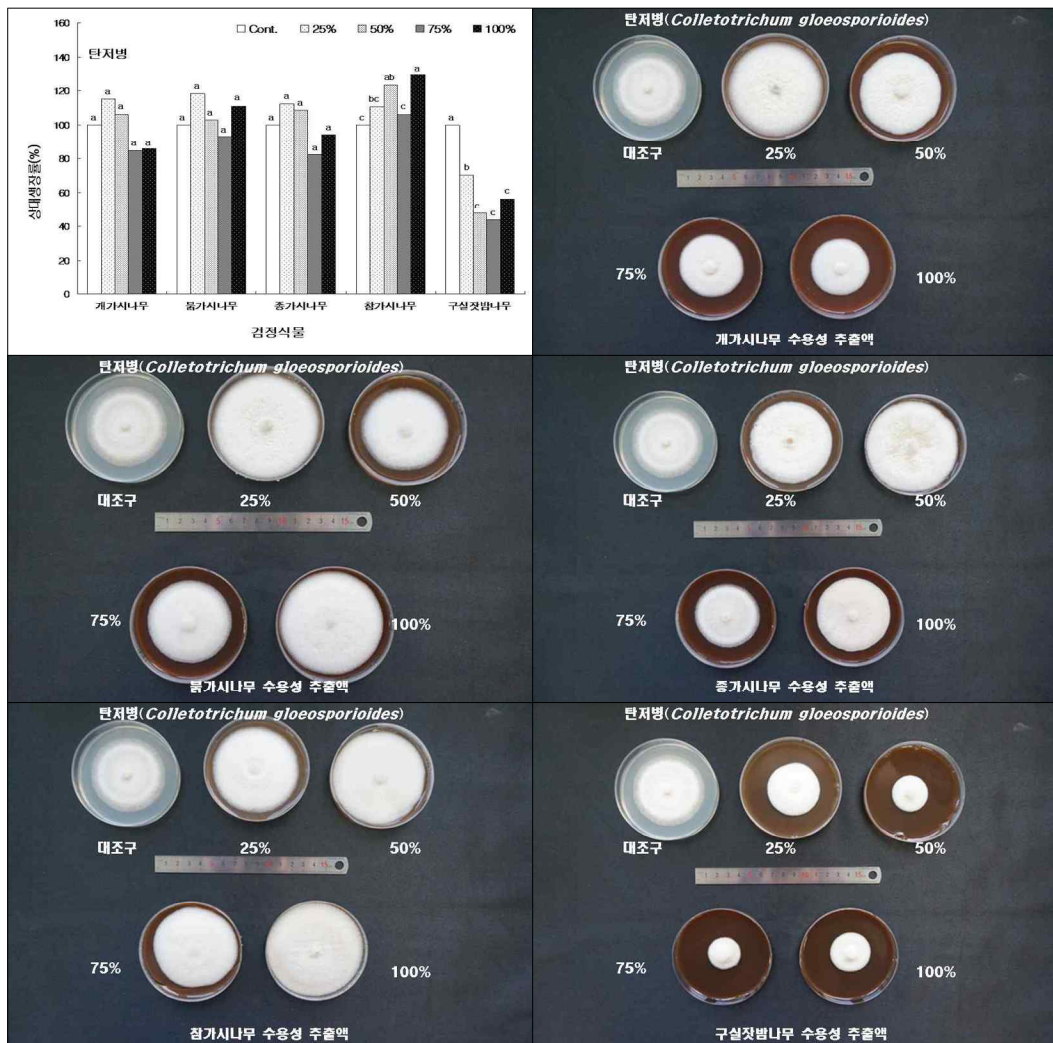


그림 1. 탄저병에 대한 항균활성

발효액, 인삼효소술, 익모초 자연즙액 등을 이용하여 방제에 대한 연구만 보고되고 있다(임 등, 2014). 따라서 제주지역 중산간 분포하는 개가시나무, 참가시나무, 구실잣밤나무 등의 수용성 추출물 농도에 따른 탄저병의 균사 생장을 조사한 결과 농도가 증가됨에 따라 일정한 억제효과를 보이지 않았지만 구실잣밤나무 50% 처리구부터 약 50%의 균사생장이 억제율을 보이는 것으로 분석되어 탄저병을 방제하는데 구실잣밤나무 추출액이 효과적일 것으로 생각된다(그림 1).

2) 검은점무늬병(*Diaporthe citri*)

감귤에서는 35가지 이상의 병해가 발생하는데 이들 중에서 주로 문제가 되는 병해로는 검은점무늬병, 더듬이병, 궤양병 등이 보고되어 있으며, 그 중에서도 *D. citri*에 의한 검은점무늬병의 피해가 큰데 최근에는 *D. citri*가 감귤의 검은점무늬병뿐만 아니라, 부지화 감귤 품종에서 꼭지 썩음의 주된 원인균이라고 보고되기도 하였다(현 등, 2004). 남 등(2009)은 *D. citri*를 방제하기 위한 KB-401이라는 근권 미생물을 분리하여 검은점무늬병균에 접종을 하면 균사생장과 포자 발아를 억제한다고 한다. 최근 제주 감귤의 친환경 재배에 대한 관심도가 높아지고 있으나 살균제를 사용하는 화학적인 방제에 대한 연구에 국한되어 있다. 따라서 친환경 농자재의 개발을 위한 기초자료 제공으로 제주 대표적인 자생 수목의 수용성 추출액을 이용하여 균사의 생장 측정 한 결과 붉가시나무 수용성 추출액에서는 균사의 생장을 억제하지 못하는 것으로 분석되었고 개가시나무, 종가시나무, 참가시나무는 15%내외로 미비하게 균사생장을 억제되었는데 구실잣밤나무의 수용성 추출액인 경우 25% 처리구에서 약 84%의 균사 생장을 억제하였고 50% 이상 처리구에서는 87%의 균사 생장을 억제하는 것으로 분석되어 감귤 검은점무늬병 방제에는 구실잣밤나무의 수용성 추출액에 효과적일 것이라고 생각된다(그림 2).

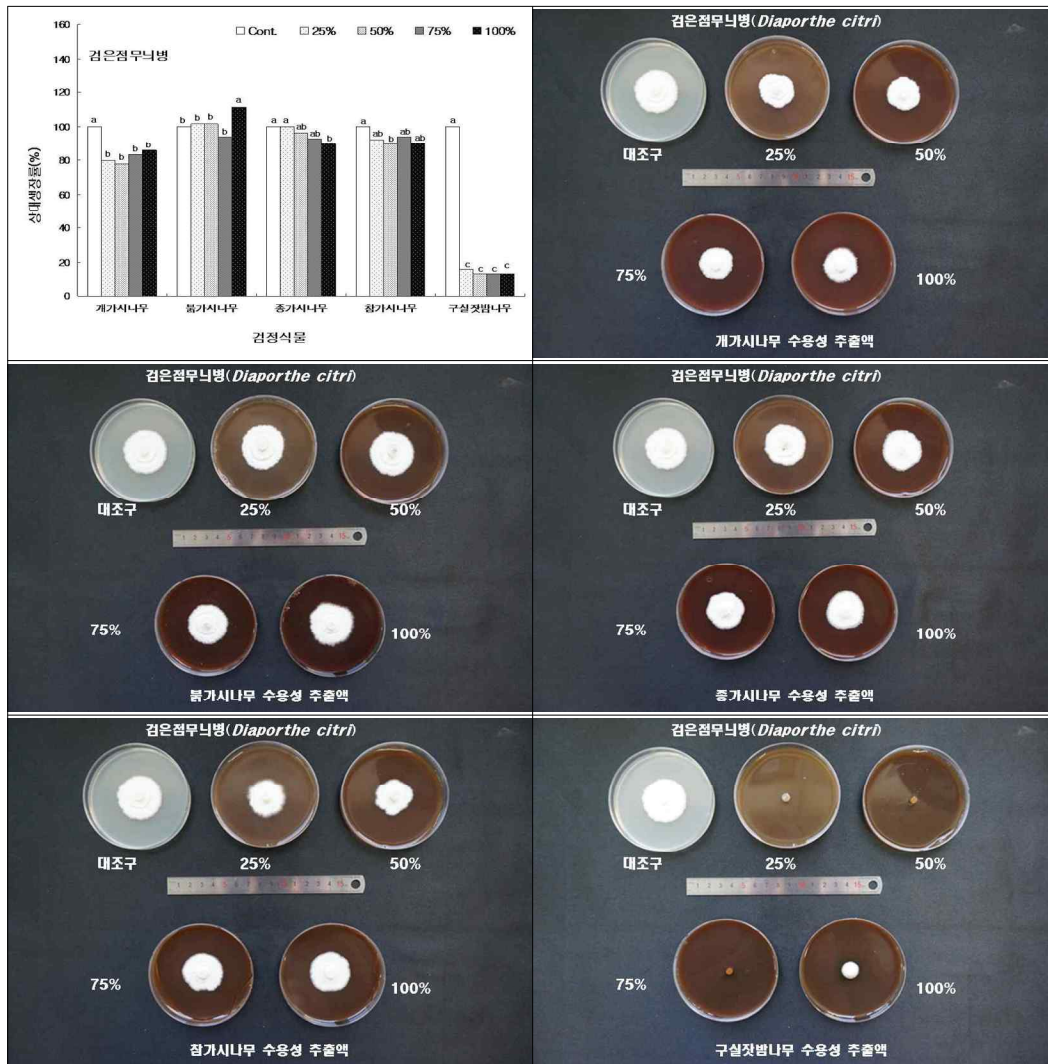


그림 2. 검은점무늬병에 대한 항균활성

3) 역병(*Phytophthora capsici*)

*Phytophthora capsici*는 고추에서 역병을 유발하는 병원균으로 고추역병은 고추 재배에 있어서 가장 많은 수량 손실을 일으키는 요인 중의 하나이며 고추역병의 방제는 주로 유기합성 농약을 사용하여 수행되고 있다(Yin, 2007). 그러나 최근 고추역병에 대한 길항미생물을 이용한 미생물제제 개발에 대한 연구가 진행되고 있으나 식물체를 이용한 고추역병 방제 연구는 미진하다. 본 실험 결과 붉가시나무 수

용성 추출액에서는 역병균 균사의 생장을 억제하지 못하는 것으로 분석되었고 개가시나무, 종가시나무 등 나머지 검정식물에서는 농도가 증가함에 따라 순차적 억제효과를 보이는 것으로 분석되었다. 그중 구실잣밤나무는 25%처리구부터 63.6%가 억제되었고 100%처리구에서 93.2% 균사생장을 억제되었다. 100%처리구에 대한 균사 억제율을 보면 개가시나무 93.2%, 참가시나무 60.5%, 종가시나무 60.1%, 개가시나무 55%, 붉가시나무 3.9% 순으로 분석되었다(그림 3).

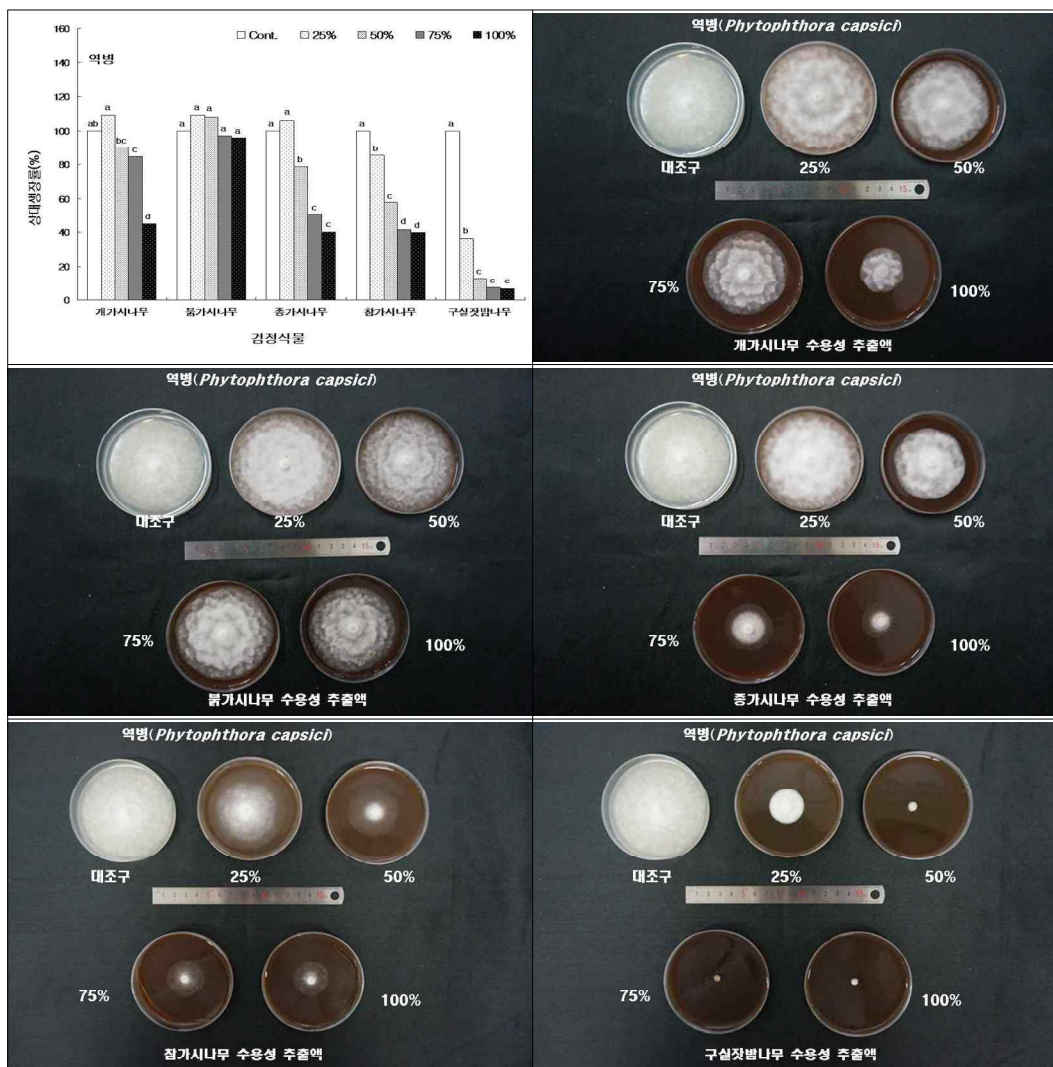


그림 3. 역병에 대한 항균활성

4) 모마름병(*Pythium graminicola*)

잔디에 발생하는 병은 약 64가지 정도이며 잔디에 발생하는 각종 병을 예방 및 방제하기 위해서는 정기적으로 농약을 살포하게 되는데 이로 인해 심각한 독성문제와 환경오염을 일으키고 있다(Lee, 1997). 이러한 문제점을 보완하기 위해 친화적인 기술개발인 식물추출물, 길항미생물 등을 이용한 생물학적 방제 요소의 연구 개발이 이루어지고 있다(강 등, 2013). 따라서 본연구에서 잔디

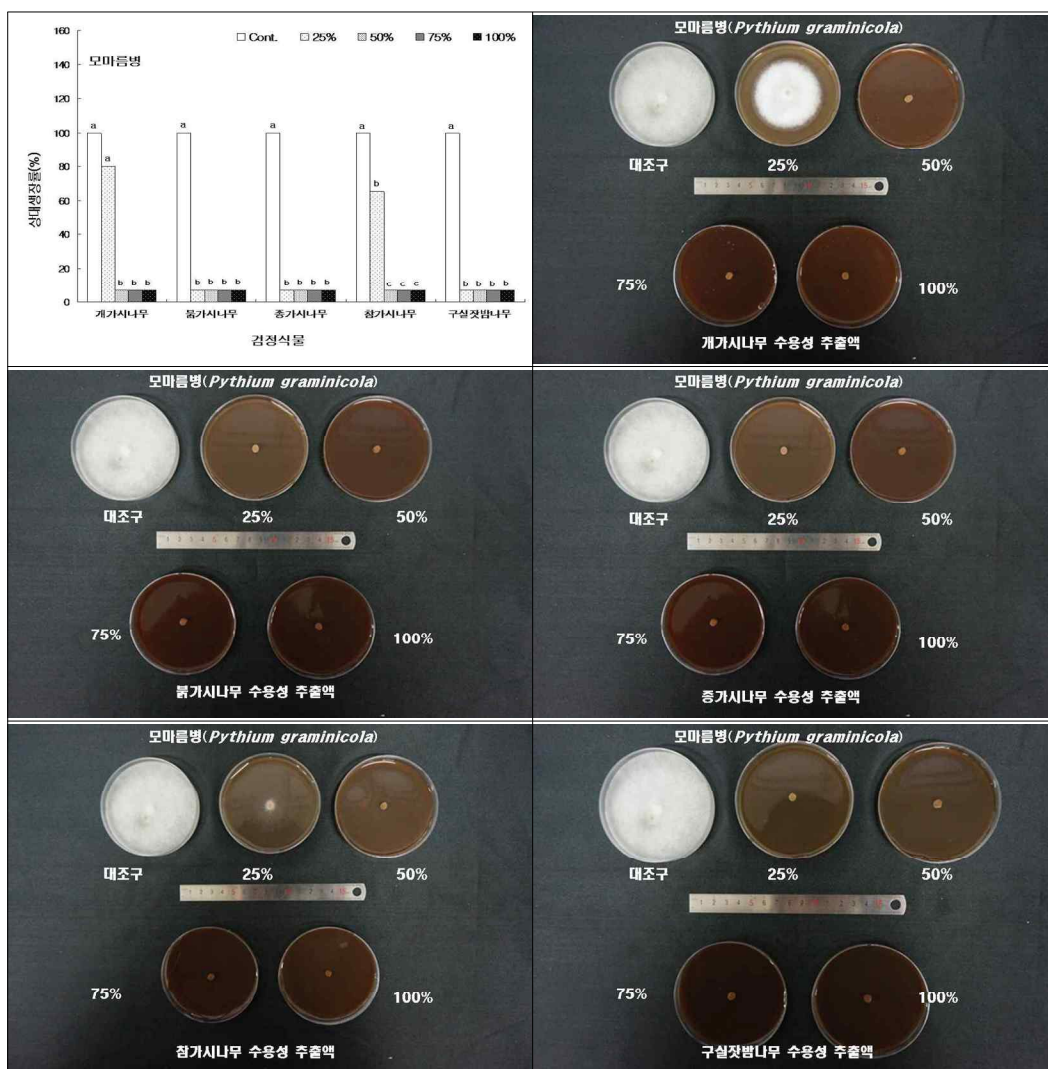


그림 4. 모마름병에 대한 항균 활성

에 발생하는 모바름병의 원인균중 하나인 *Pythium graminicola*에 대한 항균활성을 탐색한 결과 검정식물 대부분이 *Pythium graminicola*에 대해 높은 항균활성을 보였는데 붉가시나무, 참가시나무, 구실잣밤나무인 경우는 25% 처리구 이상부터 93%의 균사 억제율을 보였으며 개가시나무, 참가시나무는 50% 처리구 이상부터 93%의 균사 억제율을 보였다(그림 4).

5) 갈색무늬병(*Rhizoctonia solani*)

갈색무늬병(Large patch)이 골프장에서 잔디의 품질을 심각하게 위협하는 병으로 주로 화학농약에 의존하고 있다. 이러한 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 과 Viji, 2002). 따라서 골프장 잔디에서 갈색무늬병을 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). 따라서 갈색잎마름병에 대한 항균활성을 탐색한 결과 검정식물의 농도가 증가할수록 순차적인 감소를 보였다. 저농도인 25% 처리구에서 항균활성을 보면 구실잣밤나무에서 15.3%의 균사 생장이 억제되어 가장 높은 것으로 분석되었다. 한편 고농도인 100%처리구에서는 억제율을 보면 구실잣밤나무 58.0%, 참가시나무 49.8%, 종가시나무 34.5%, 개가시나무 25.5%, 붉가시나무 12.9%로 순으로 분석되었다. 강 등(2013)은 약용식물인 송절(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)와 측백(*Thuja orientalis* L.)에 추출물에 대해 균사억제를 조사한 결과 송절 50.7%, 측백 45.2%의 균사생장 억제를 보였다고 한다. 따라서 구실잣밤나무, 참가시나무와 비슷한 억제율을 보이는 것으로 나타났다(그림 5).

2. 수용성 추출액의 총페놀 함량

김 등(2005)는 총 페놀성 화합물의 함량은 목초액 농축물이 227.5 mg/g이었으며, 용매 분획별로는 에틸아세테이트 분획과 헥산 분획이 488.3 mg/g과

403.8 mg/g으로 높게 나타났으며 부탄올 및 수용성 분획은 각각 83.6 mg/g과 74.5 mg/g으로 수용성 추출액에 함유되어 있는 페놀성 화합물이 가장 적은 수치로 나타났다. 즉 식물체를 에탄올과 메탄올의 경우 열수 추출보다 많은 allelochemicals를 추출할 수 있지만, 본 연구에서는 안전성이나 이용성, 경제성 등을 고려하여 수용성 추출액을 추출하였다. 또한 Clark et al.(1981)과 고와

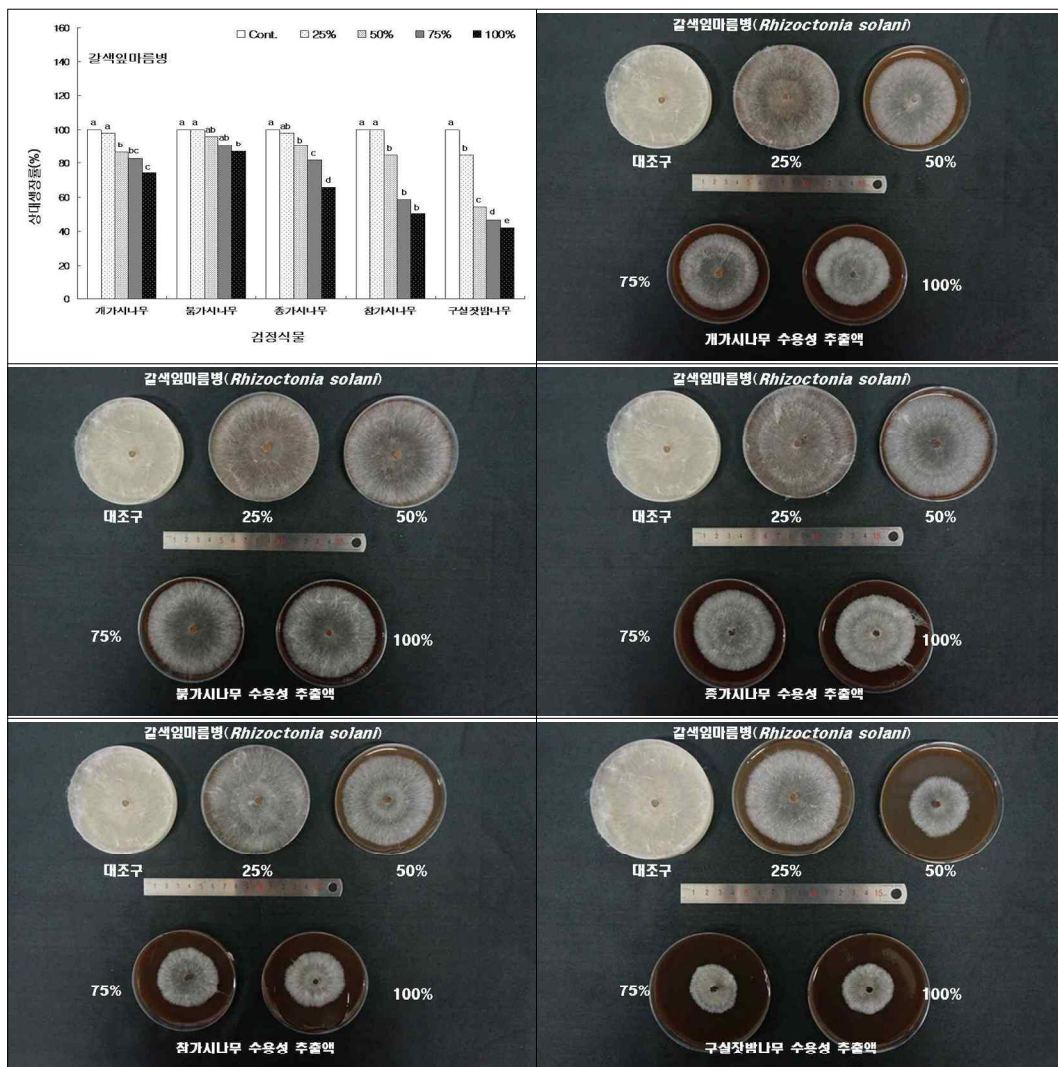


그림 5. 갈색잎마름병에 대한 항균활성

양(2011)이 식물체에 함유된 페놀성 물질이 항균활성을 나타내고 페놀성 물질이 상대적으로 높게 함유할수록 항균활성이 높아진다고 한다. 따라서 각 시료별 수용성 추출액에 대한 총 페놀 함량을 분석한 결과 구실잣밤나무 22.32 mg/g, 참가시나무 8.32 mg/g, 종가시나무 6.83 mg/g, 개가시나무 5.95 mg/g, 붉가시나무 5.24 mg/g 순으로 조사되었다(표 1). 이는 총페놀함량이 각 검정식물에 따른 100%처리구 기준으로 균사억제율과 유사하게 분석되었고 특히 갈색무늬병(*Rhizoctonia solani*) 균사억제 순서와 일치하는 것으로 분석되어 Clark 등(1981)과 고와 양(2011)이 제시한 페놀성 물질이 상대적으로 높게 함유할수록 항균활성이 높아진다는 보고와 일치하는 것으로 나타났다(표 1, 그림 5).

표 1. 검정식물 총 페놀 함량 비교

	개가시나무	붉가시나무	종가시나무	참가시나무	구실잣밤나무
총페놀 (mg/g)	5.95	5.24	6.83	8.32	22.32

인용문헌

- Arnason, J. T., B. J. R. Philogene, P. Morand, K. Imrie, S. Iyengar, F. Duval, C. Soucy Breau, J. V. Scaiano, N. H. Werstiuk, B. Hasspieler, and A. E. R. Downe. 1989. Naturally occurring and synthetic thiopenes as photoactivated insecticides. In *Insecticides of Plant Origin*. (Eds. J. T. Arnason, B. J. R. Philogene and P. Morand) ACS symposium series no. 387, American Chemical Society, Washington, DC. pp. 164-172.
- Bowers, W. S., H. M. Fales, M. J. Thompson, and E. C. Uebel. 1966. Juvenile hormones: Identification of an active compound from Balsam Fir. *Science*. 154: 1020-1021.
- 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.
- Chang, C.-S.(2007) *Fagaceae Dumort. The Genera of Vascular Plants of Korea*. Academy Publishing. Co. Seoul, 1268-1274.
- Chung Yong Jae, Gyu Sik Lee, Seong Hee Han, and Myeong-Hee Lee. 2001. Antifungal and Insecticidal Activity of Ohyang (Five Medicinal Plants). *Journal of the Korean Society of conservation science for cultural properties*. 10(1): 21-30.
- Clark, A. M., El Feraly, F. S. and Li, W. S., (1981) Antimicrobial activity of phenolic constituent of *Mangolina grandiflora* L. *J. Pharm. Sci.*, 70:951-952.
- Darley Hill, S. and W. C. Johnson. 1981. Acorn dispersal by blue jay (*Cyanocitta cristata*). *Oecologia* 50:231-232.
- Deans. S. G. and G. Ritchie. 1997. Antimicrobial properties of plant essential oils. *int. J. Food Microbiol.* 5L 165-180.
- 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.
- Georghiou, G. P. and T. Saito. 1983. Pest Resistance to Pesticides, Plenum Pub., New York.
- Han, B. H., J. Y. Kim, I. T. Choi and K. J. Lee(2007) Vegetation sturcure of evergreen broad-leaved forest in Dongbaekdongsan (Mt.), Jeju-Do, Korea. Kor. J. Env. Eco. 21(4):336-346. (in Korean)
- Hong Moo Gi, Young Ho Chung, and Jong Ok Hong. 1988. Development of Vegetable Fungicide for Valsa ceratosperma. Collected Papers for Farming (Crop Protection). 30(3): 24-30.
- Huang, C. C., Y. C. Chang and B. Bartholomew(1999) Fagaceae. In Wu, C. Y & Raven P. H. (eds.), Flora of China. Sci. Press, Beijing & Missouri Bot. Garden Press, St. Louis 4:380-400.
- Huang, S., Z. Zhang, Y. Li, and H. Xu. 2010. Anti-Insect Activity of the Methanol Extracts of Fern and Gymnosperm. Agricultural Science in China. 9(2): 249-256.
- 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 bacteria for biological control of Rhizoctonia bright (large patch) on zoysiagrass. Res. Plant dis. 14:43-50.
- Kira, T.(1991) Forest ecosystems of east and south-east Asia in global perspective. Ecol. Res. 6:185-200.
- Korea Forest Research Institute. 1988. The research about use development of the Oak resource. Ministry of Science and Technology. p. 226 (in Korean).
- Lee, W. C.(1996) Lineamenta Florae Koreae. Academic Press, Seoul. (in Korean)

- Lee, Y.S. 1997. Biological control of soilborne pathogenic fungi of grasses. Korea Science and Engineering Foundation, Daejeon, Korea.
- Nixon, K. C.(2006) Global and neotropical distribution and diversity of Oak(genus *Quercus*) and oak forests. Ecologica and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests 3-13. Springer Berlin Heidelberg.
- Oh, K.-K., J.-G. Kon, T.-H. Kim(2007) Altitudinal distribution of plant communities at Donnaeko valley in the Mt. Hallasan. Kor. J. Env. Eco. 21(2): 141-148. (in Korean)
- Park Dong-Seong. Kohmoto Keisuke, Katayama Masato(1986) Isolation and Identification of Antifungal Fatty Acids from the Extract of Common Purslane (*Portulaca oleracea* L.). Journal of Korea Society of Plant Pathology. 2(2): 82-88.
- Park, J. H., K. Y. Ryu, H. J. Jee, B. M. Lee, and Paik Soo-Bong, Seok-Hyeon Kyeong. 1990. Research of Antagonistic Plants and Development of Application Technology for Control of Gray Mold Disease (II). Collected Papers on Agricultural Experimentations and Researches (Academic-Agricultural Industry Cooperation). 33: 29-134.
- Robbins, C. T., T. A. Hanley, A. E. Hagerman, O. Hjeltjord, D.L. Baker, C.C. Schwartz and W. W. Mautz. 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants reduction in protein availability. Ecology 68:98-107.
- Saxena, R. C. 1989. Insecticides from neem. In insecticides of plant origin (J. T. Arnason, B. J. R. Philogene, and P. Morand, eds.). ACS Symp. Ser. No. 387. Am. Chem. Soc. Washington, D.C. pp. 110-135.
- 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.
- Shimada, T. and T. Saitoh. 2003. Negative effects of acorns on the wood mouse *Apodemus speciosus*. Popul. Ecol. 45:7-17.
- Shimada, T. and T. Saitoh. 2003. Negative effects of acorns on the wood

- mouse *Apodemus speciosus*. *Popul. Ecol.* 45:7-17.
- Song, G. P.(2007) The flora and vegetation of evergreen broadleaved forest zone on east-facing and west-facing slopes of Mt. Halla. Ph. D. dissertation. Jeju National University, Jeju, Korea. (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.
- Wink, M. 1993. Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective. In *Phytochemistry and Agriculture* (van Beek TA, Breteler H. eds.). Clarendon Press, Oxford, pp. 171-213.
- Yin, J. F., Zhang, W. H., Li, J. Q., Li, Y. H., Hou, H. L. and Zhou, X. Y. 2007. Screening and antagonistic mechanism of biocontrol agents against *Phytophthora* blight of pepper. *Acta Phytopathologica Sinica*. 37: 88-94.
- York. USA.
- Yun, J. H., T. Hukusima, M. H. Kim and M. Yoshikawa(2011) The comparative study on the distribution and species composition of forest community in Korea and Japan around the ease sea. *Kor. J. Eco.* 25(3): 327-357. (in Korean)
- 강재영, 김대호, 이동구, 김인섭, 전민구, 이재득, 김익휘, 이상현. 2013. 잔디 병해 방제를 위한 약용식물의 향균작용 탐색. *한국잡초학회지*. 2(1):70~75.
- 고명수, 양종범. 2011. 청미래 덩굴 잎 추출물의 항산화 및 항균 활성, *Korean J Food Preserv* 18(5): 764-772.
- 남명훈, 신진호, 최재필, 홍석일, 김영권, 김홍태. 2009. 감귤 검은점무늬병균의 생육을 저해하는 근권 세균의 분리 및 동정. *농약과학회지*. 13(4): 332-335.
- 양지순, 강소영, 전용철. 2014. 향균활성 식물근권세균 전처리에 의한 감귤 궤양병 억제. *Res. Plant Dis.* 20(2) : 101-106.
- 임진수, 모황성, 이응호, 박기춘, 정찬문. 2014. 친환경자재를 이용한 인산 점무늬병과 탄저병의 발병억제효과. *한국유기농학회지*. 22(4): 705-718.