한국생태학회지 22 (1) : 51~58, 1999 Korean J. Ecol.

Allelochemicals 함유 식물의 항균 효과

이 호 준 · 김 용 옥
건국대학교 자연과학부 생명과학 전공

적 요: 자생식물과 귀화식물을 대상으로 allelochemicals를 분석하고 그 항균효과를 조사하였다. 자생식물과 귀화식물 추출액 간의 가용성 고형물 함량에는 차이를 보이지 않았고 자생식물인 까마중의 가용성 고형물 함량이 90 mg/ml로 가장 높게 나타났다. 자생식물의 에탄올 추출액에 의한 *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228의 항균력은 까마중에서만 나타났으며 clear zone이 18 mm였고 포자형성은 억제되었다. 귀화식물 중 돼지풀과 망초에서 포자형성이 억제되면서 clear zone이 24 mm와 22 mm로 형성되었고 미국자리공과 원추천인국은 포자가 형성되면서 clear zone이 22 mm와 19 mm로 나타났다. 자생식물인 까마중과 귀화식물인 미국자리공과 돼지풀에서 토양미생물인 *Bacillus sphiaericus* 2362와 *Bacillus sphiaericus* 2297, *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*와 *Bacillus thuringiensis* var. *cereus*에서 항균력이 나타났는데 돼지풀이 각 균주에서 항균활성이 가장 크게 나타났다. 특히 *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*에서 clear zone이 32 mm로 활성이 강하게 조사되었다. 일반적으로 추출액내의 가용성 고형물 함량이 높을수록 항균 활성이 크게 나타남을 알 수 있다. 자생식물인 까마중과 귀화식물인 미국자리공과 돼지풀의 추출액을 HPLC로 성분분석한 결과 까마중은 hydroquinone외 3종이, 미국자리공은 cinnamic acid외 5종이, 돼지풀은 benzoic acid외 7종이 분석되었다. Phenolic compound 각각에 대한 *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228에 대한 항균력은 coumaric acid와 benzoic acid에서 조사되었다.

검색어: 가용성 고형물, 귀화식물, 자생식물, 페놀 화합물, 항미생물활성, 항진균효과.

서 론

일반적으로 생물체내의 추출성분에 의해 생물개체나 동종 또는 이종간에 상호 기능을 갖는 화학물질을 식물생리활성물질(biological active substance)이라고 한다. 식물의 생리활성물질은 크게 2종류로 분류하는데 첫째는 식물생장조절물질로서 식물효소이며, 둘째는 allelopathy현상을 일으키는 물질로 식물의 생장을 촉진하거나 억제하는 allelochemicals와 항균성 물질(식물성살균소 : phytoncide)과 살충성 물질 등이 있다(柴田承二 1978, 山下恭平 1986, Kim and Lee 1996).

Grümmer(1961)는 allelopathy의 개념을 미생물에까지 확장하였고 고등식물이 미생물에 미치는 식물성 살균소에 대한 연구를 시작하였다. 그 이후 식물의 천연생장물질 개발의 일환으로 미생물의 생장을 억제하는 항균성 물질개발에 대한 연구에 관심을 가지게 되었다. 최근에는 "육역생태계에서 식물과 미생물 간의 상호작용"에 대한 연구가 네델란드의 국립생태학연구소에서 4년째 진행되고 있다. 이 프로젝트는 미생물 군집이 식물의 생장에 영향을 줄 수 있으며 식물 또한 그들의 천연물질인 allelochemicals에 의해서 미생물의 생장과 분포를 변화시킬 수 있다는데 촛점을 맞추고 있다(Van der Putten *et al.* 1993).

Phenolic compound는 식물성분 중 하나 또는 둘 이상의 수산기로 치환된 방향족환을 가지고 있으며 진균, 세균, 바이러스 등 병균의 침입에 대한 방어작용으로 항균효과를 보여 주는 물질이다(이 등 1997, Miles 1991, Snook *et al.* 1991). 이와 같은 항균효과는 2차대사산물 중 phytoncide와 phytoalexin 물질이 식물체내에서 유도되기 때문이다(柴田承二 1978, Barz 1990, Duke and Lydon 1987, Harborne 1990). 모든 식물의 추출물은 약 80%가 항균성을 가지는데 최근 인공 합성된 약재들의 부작용으로 인해 환경문제가 심각해지자 각 분야에서 환경 및 자연생태계에 안정성이 있는 식물체내의 천연물 개발에 대단한 관심을 보이고 활발하게 식물의 생리활성물질에 대한 연구를 진행하고 있다.

식물체내에 존재하는 phytoncide로는 마늘의 alliin이나 usnic acid 등이 발견되었으며 국내에서는 미생물에 항균력을 나타내는 식물로 쇠비름, 황해쑥, 방기, 잣나무 등이 보고되었다(신 등 1992, 길 등 1994). 특히 phenolic compound인 chlorogenic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, caffeic acid 등은 shikimic acid 경로를 통해 생성되어 식물의 종자발아와 식물병원균의 생장을 억제하는 물질로 알려져 있으며(Duke, 1986), 생물학적 방제를 위한 천연물 농약, 제초제, 살충제 개발 등에 이용되고 있다(Osborn *et al.* 1988, Wink 1987). 그러나 이러한 물질들은 항균효과가 인공합성물에 비교될 정도가 되지 못하기 때문에 아직까지 실용적으로 이용되지 못하지만 천연물에 대한 관심과 필요

본 연구는 1997년도 한국학술진흥재단 연구비 (BSRI-97-4441)에 의하여 수행되었음.

성에 대한 요구가 높아지고 있기 때문에 앞으로 천연물로부터 항균성 물질의 개발과 활용은 그 의의가 크다고 본다.

따라서 본 연구는 우리나라 자생식물 5종과 귀화식물 9종의 phenolic compound를 분석하고 이들 식물의 soluble solid함량을 조사한 후 식물병원성 균주인 *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228와 토양미생물인 *Bacilus sphiaericus* 2297, *Bacilus sphiaericus* 2362와 *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*, *Bacillus thuringiensis* var. *cereus*에 대하여 항균력을 가지는 식물을 탐색하려 한다. 또한 성분분석된 phenolic compound 별로 항균활성을 조사하여 식물병원균으로 크게 문제시되는 *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228 균주에 대하여 항균활성이 가장 큰 phenolic compound를 분리함으로써 항균제 개발의 기초자료를 제공하고자 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

식물의 추출액과 가용성 고형물 함량

자생식물인 *Chenopodium album* var. *centrorubrum*(명아주), *Humulus japonicus*(환삼덩굴), *Portulaca oleracea*(쇠비름), *Solanum nigrum*(까마중), *Taraxacum mongolicum*(민들레)과 귀화식물인 *Erigeron canadensis*(망초), *Rudbeckia bicolor*(원추천인국), *Phytolacca americana*(미국자리공), *Ailanthus altissima*(가중나무), *Oenothera odorata*(달맞이꽃), *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*(돼지풀), *Eupatorium rugosum*(서양등골), *Taraxacum officinale*(서양민들레), *Rumex crispus*(소리쟁이)의 잎을 채취하여 수용추출액을 만든 후 식물체내의 가용성 고형물 함량과 항균력과의 관계를 알아보고자 가용성 고형물 함량을 측정하였다.

식물의 수용추출액은 각 시료의 생잎 200 g 당 증류수 1L를 넣어 80℃ 건조기에서 48시간 침출시킨 후 2겹의 filter paper로 여과하고, 오염 방지를 위하여 0.2 μm(MFS, Japan) 1회용 syringe 필터로 멸균시켜 발아와 유근생장 실험에 사용하였다. 이들 추출액의 가용성 고형물의 함량을 측정하기 위하여 추출액 1 ml를 각각 취하여 105℃ incubator에서 건조시킨 다음 증발 잔유량을 측정하였다(강과 이 1989).

항균력 측정을 위한 추출액 조제와 균주

항균력 측정을 위한 에탄올 추출액 조제는 플라스크에 음건 세절한 시료를 각각 건량 100 g 당 500 ml의 75% 에탄올을 혼합하여 85℃ water bath 내에서 3시간 동안 가열한 후 filter paper로 여과하고 rotatory vaccum evaporator로 에탄올을 증발시킨 다음 각각 50 ml를 얻었으며, 0.2 μm 1회용 syringe filter로 멸균하여 실험하였다.

식물병원성 균주인 *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228를 실험용 균주로 사용하였으며 배지는 potato와 glucose가 함유된 PDA(potato dextrose agar)배지를 사용하였다. 토양미생물 균주는 *Bacillus sphiaericus* 2297, *Bacillus sphiaericus* 2362, *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*, *Bacillus thuringiensis* var. *cereus*를 사용하였으며 배지는 yeast extract와 tryptone을 첨가한 배지를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Composition of media for antimicrobial activity

Fungus and bacteria	Contents	
Aspergillus phoenicis KCTC 1228	Potatoes	200.0 g
	Glucose	20.0 g
	Agar	15.0 g
	Distilled water	1000 ml
Soil bacteria	Bacto-Yeast extract	0.5 g
	Bacto-tryptone	1.0 g
	NaCl	1.0 g
	Agar	1.5%
	Distilled water	100 ml

추출액의 항균성 검색

식물병원균과 토양미생물에 대한 항균성 비교는 각 시험관에 5 ml의 증류수를 넣고 진균의 응집(aggregation)을 방지하기 위하여 계면활성제인 Tween 20을 200 μl 첨가하여 교반시킨 후 가압멸균하여 실험하였다. 그리고 clean bench내에서 멸균된 각 시험관에 균주 2백금이씩을 각각 접종하고 교반시킨 후 배지두께가 4~5 mm인 PDA 배지에 균주당 0.1 ml씩을 접종하고 삼각 유리막대로 접종한 액을 균일하게 도말하였다. 농축된 에탄올 추출액을 pore size 0.45, 0.2 μm membrane filter로 여과한 다음 중앙홈에 250 μl의 농축액을 침지하였다. 그리고 26℃ incubator에서 48시간 동안 배양한 후 disc 주위의 clear zone의 직경(mm)을 비교하여 항균력 검색 실험을 실시하였다(Benson 1990, Conner and Beuchat 1984).

추출액의 성분분석

자생식물과 귀화식물 중 식물병원균과 토양미생물에 대하여 항균력효과가 나타난 까마중과 미국자리공, 돼지풀의 phenolic compound를 HPLC를 이용하여 성분분석하였다. 수용추출한 시료의 정제는 분액 깔대기에 추출액 40 ml를 취하여 포화 NaCl 10 ml를 가한 후 1N HCl을 이용하여 pH 2로 조절하였다. 여기에 ethylether 20 ml를 넣어 각각 분리한 후 ether층은 다른 분액깔대기에 모으고, 이 ether층에 5% $NaHCO_3$ 용액 20 ml를 넣어 다시 분리한 후 ether층은 버리고 $NaHCO_3$ 용액층만을 취하였다(3회 반복). HCl을 이용하여 수집된 $NaHCO_3$ 용액층을 pH 2로 조절한 다음 ether 20 ml로 $NaHCO_3$ 용액층을 분리하여 ether층을 취하였다(3회 반복). 이 ether층을 rotary evaporator로 증발시키고 남은 잔류물을 5ml acetonitrile로 용해시켜 membrane filter로 여과한 후 HPLC(Hewlett Packard Series 1050, U.S.A) 분석용 시료로 사용하였다(김 1993). Diode-Array Detector(250, 254, 284 nm) 분석조건으로 Column은 Lichrospher® 100(RP-18, 4 mm i.d. × 100 mm)을 사용하였다. Mobile phase는 acetonitrate와 sodium acetate buffer(A pump: acetonitrile, B pump: 0.

02 M sodium acetate buffer)를 이용하고, flow rate는 1.3 ml/min, injection volume은 20 μl로 하였다.

Phenolic compound 별 항균효과

자생식물인 까마중과 귀화식물인 미국자리공과 돼지풀을 성분분석하여 나타난 phenolic compound에 대한 항균력 실험은 각 phenolic compound(*p*-hydroquinone, hydroquinone, cinnamic acid, benzoic acid, scopoletin, benzoic acid, *p*-coumaric acid)를 10^{-4} M의 농도로 조절하여 재료 및 방법의 추출액 항균성 검색과 같이 실험을 실시하였다.

결과 및 고찰

추출액의 가용성 고형물 함량

강과 이(1989)는 추출액 내의 가용성 고형물 함량이 종자발아와 유근생장에 대해서는 상관관계가 없다고 하였으며, 이 등(1997)은 귀화식물과 자생식물의 추출액으로 종자발아와 유근생장 실험을 한 결과 귀화식물 중에는 미국자리공이, 자생식물 중에는 환삼덩굴이 종자발아와 유근생장을 가장 크게 억제한다고 하였다. 본 실험에서는 식물 추출액내의 가용성 고형물 함량이 종자발아와 유근생장 및 항균력에 미치는 상호관계를 알아보고자 자생식물 5종과 귀화식물 9종의 가용성 고형물 함량을 비교 검토하였다(Table 2). 식물 추출액의 가용성 고형물의 함량을 측정한 결과는 귀화식물과 자생식물 간에 큰 차이를 보이지 않았으며 자생식물 중에서는 까마중이 90 mg/ml로, 귀화식물 중에서는 돼지풀과 망초가 80 mg/ml로 가장 높은 가용성 고형물 함량을 나타내었다. 또한 환삼덩굴과 미국자리공의 가용성 고형물 함량은 각각 50 mg/ml, 30 mg/ml로 까마중과 돼지풀, 망초보다 낮은 함량을 나타내었다. 이 등(1997)의 종자발아와 유근생장 실험에서 환삼덩굴과 미국자리공이 가장 억제효과가 크게 나타났으므로 항균력과도 상관관계가 있을 것으로 사료된다.

Table 2. Contents of soluble solid in ethanol extracts of naturalized species and Korean native plants

	Plant species	Contents of soluble solid
Korean native plants	*Solanum nigrum*	90mg/ml
	Taraxacum mongolicum	70mg/ml
	Humulus japonicus	50mg/ml
	Portulaca oleracea	40mg/ml
	Chenopodium album var. *centrorubrum*	20mg/ml
Naturalized species	*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*	80mg/ml
	Erigeron canadensis	80mg/ml
	Ailanthus altissima	70mg/ml
	Rudbeckia bicolor	60mg/ml
	Rumex crispus	60mg/ml
	Eupatorium rugosum	60mg/ml
	Taraxacum officinale	50mg/ml
	Phytolacca americana	30mg/ml
	Oenothera odorata	20mg/ml

자생식물과 귀화식물 추출액에 의한 *Aspergillus phoenicis*의 항균활성

Allelopathy현상에 의한 항진균활성에 대한 연구는 Zentmeyer(1963)에 의하여 시작되었으며 최근 국내에서는 박 등(1992)이 *Lithospermum erythrorhizon*(지치)의 에탄올 추출액이 *Aspergillus versicolor*와 *Aspergillus parasticus*에 대한 항균력을 확인한 바 있다. Barz(1990), Mugedo와 Waterman(1992)은 환경이 불안정하거나 균의 생장과정 중에 stress를 받으면 불안정한 환경을 극복하기 위한 수단으로 포자가 형성된다고 하였다. 본 실험에서 자생식물인 까마중 추출액은 *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228에 대하여 clear zone이 18 mm로 항균력이 가장 크게 나타났으며 포자형성도 억제되었다(Fig. 1-A). 민들레와 칡 추출액은 항균력은 나타나지 않았지만 포자형성을 억제하였고(Fig. 1-B, D), 환삼덩굴 추출액은 항균력도 나타나지 않았고 포자형성도 억제되지 않았다(Fig. 1-C). 즉 자생식물인 까마중을 제외하고 대부분이 *Aspergillus phoenicis* 균주에 대하여 항균효과를 보이지 않았다.

한편 귀화식물인 돼지풀의 추출액은 24 mm의 clear zo-

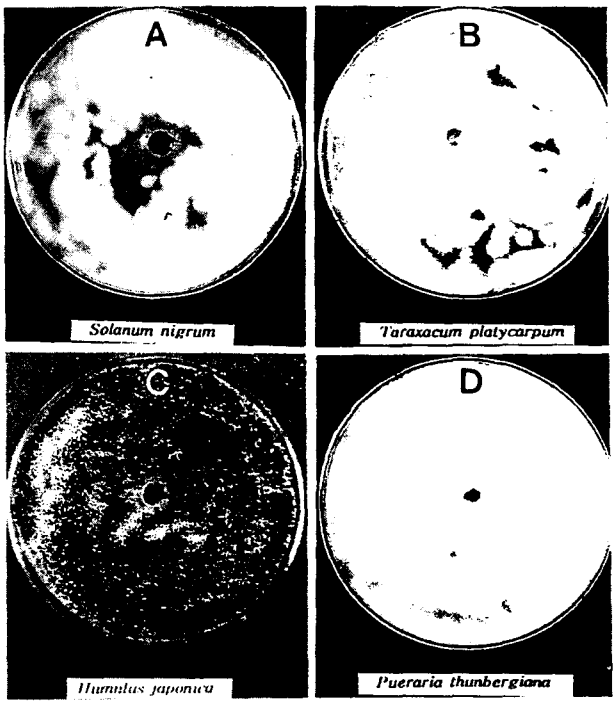

Fig. 1. Comparison of antifungal activity of ethanol extracted Korean native plants against *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228.

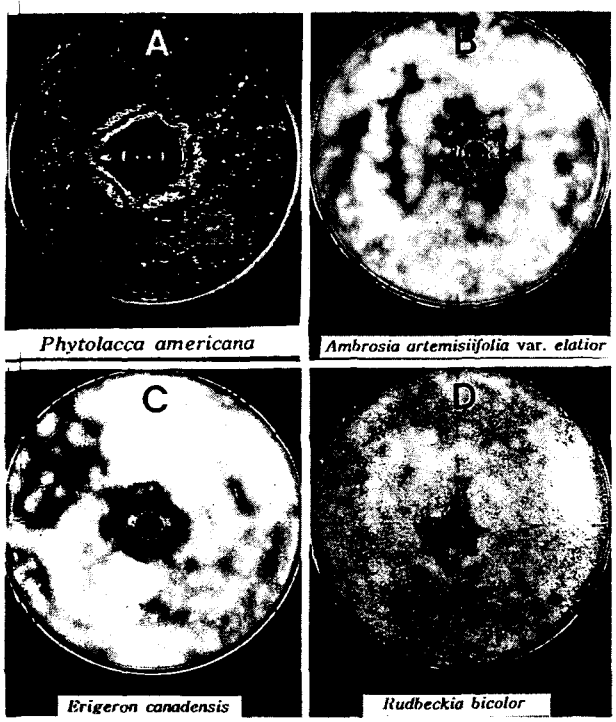

Fig. 2. Comparison of antifungal activity of ethanol extracted naturalized plants against *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228.

ne을, 망초는 22 mm의 clear zone을 형성하면서 포자형성도 억제시켰다(Fig 2-B, C). 미국자리공 추출액은 포자형성은 억제되지 않았지만 clear zone이 22 mm로 나타났고(Fig. 2-A), 원추천인국은 포자형성이 약간 억제되면서 clear zone이 19 mm로 조사되었다(Fig. 2-D). 자생식물과 비교하였을 경우 귀화식물은 *Aspergillus phoenicis* 균주에 대하여 대단한 항균활성을 나타내었는데 최근 이와 같은 항균활성을 이용하여 항균제 개발을 시도하고 있다. 백(1989)은 *Taraxacum platycarpum*의 추출액이 *Botrytis cinerea*에 대한 항균활성이 크며 포자형성도 100% 억제시켜 *Taraxacum platycarpum*에 의한 항균제 개발을 연구하고 있다. 특히 귀화식물인 미국자리공은 우리나라에서 1980년 이후 대단히 문제시 된 식물이지만(박 1994, 양 1989), clear zone이 다른 식물에 비하여 가장 크게 형성되는 것으로 보아 미국자리공은 천연 항균제로서 개발 가능성이 높은 식물로 사료된다.

토양미생물에 대한 항균효과

Aspergillus phoenicis 균주에 대하여 항균력이 있는 것으로 나타난 까마중과 미국자리공, 돼지풀의 추출액으로 *Bacillus sphiaericus* 2362, *Bacillus sphiaericus* 2297와 *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*, *Bacillus thuringiensis* var. *cereus*에 대한 항균효과를 조사하였다(Fig. 3, Table 3). 미국자

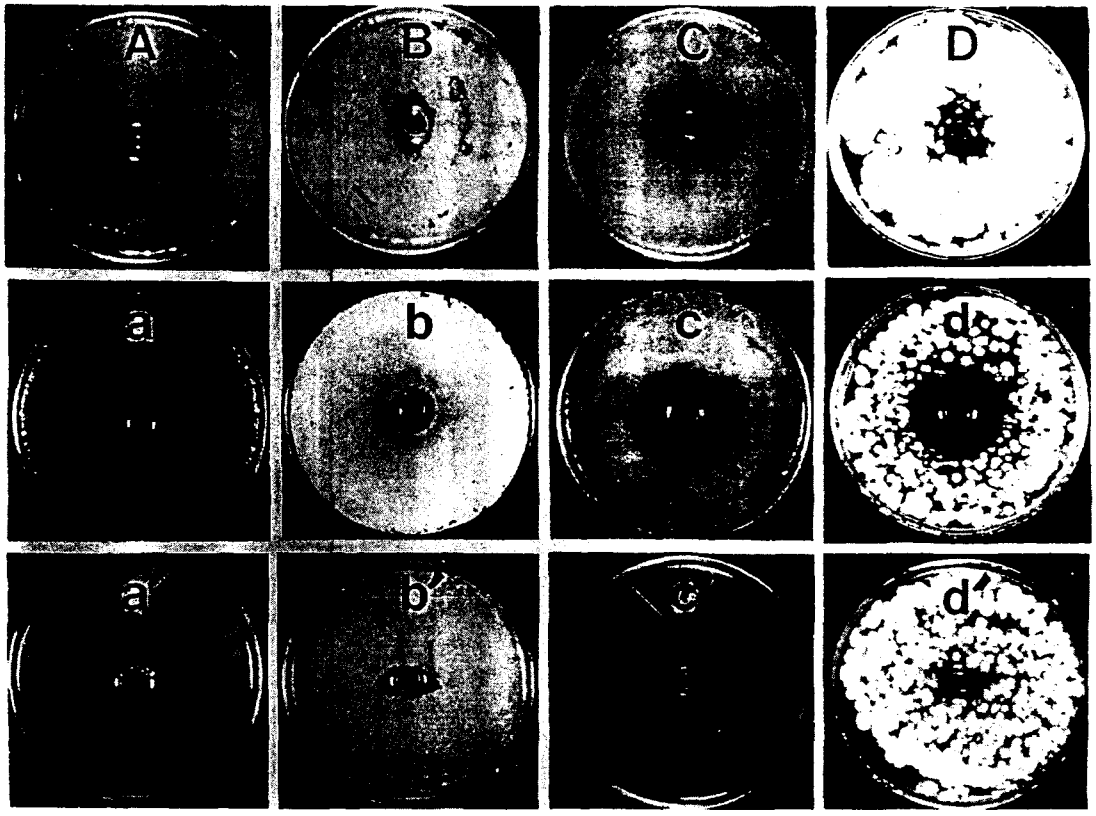

Fig. 3. Comparison of antimicrobial activities of ethanol extracted *Phytolacca americana* (A, B, C, D), *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* (a, b, c, d) and *Solanum nigrum* (a′, b′, c′, d′) against *Bacillus sphaericus* 2362 (A, a, a′), *Bacillus sphaericus* 2297 (B, b, b′), *Bacillus thuringiensis* var. *cereus* (C, c, c′) and *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis* (D, d, d′).

Table 3. Antimicrobial activities of ethanol extracted *Solanum nigrum*, *Phytolacca americana* and *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* against soil bacteria

Species of soil bacteria	Clear zones (mm)		
	Solanum nigrum	*Phytolacca americana*	*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*
Bacillus sphaericus 2362	11±1	10±1	21
Bacillus sphaericus 2297	14	15±2	16±1
Bacillus thuringiensis var. *cereus*	17±1	17±1	18±2
Bacillus thuringiensis var. *subtilis*	12±1	18±2	32±1

리공, 돼지풀, 까마중의 에탄올 추출액에 의한 활성은 *Bacillus sphiaericus* 2362(Fig. 3-A, a, a')와 *Bacillus sphiaericus* 2297(Fig. 3-B, b, b')보다 *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*(Fig. 3-C, c, c')와 *Bacillus thuringiensis* var. *cereus*(Fig. 3-D, d, d')가 더 큰 활성을 나타냈다. 특히 돼지풀은 *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*에 대하여 clear zone이 32 mm로 가장 큰 항균력을 보였다(Fig. 3-d, Table 3).

Einhellig 등(1985)과 Wink(1988)는 식물의 2차 대사산물에 의해서 *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*의 항균활성을 조사한 결과 본 실험에서와 같이 식물의 천연물질이 토양미생물에 대하여 항균력을 나타낸다고 하였다. 또한 식물의 생장에 토양미생물의 역할이 중요하며 토양미생물 또한 식물의 휘발성과 수용성인 allelochemical 물질에 의하여 영향을 받는다고 하였다(Van der Putten *et al.* 1993). 이와 같이 식물추출액이 토양내의 미생물 군집 발달에 영향을 주지만 아직 식물추출액과 토양미생물 간의 상호협력 관계에 대한 연구가 전무한 실정이므로 allelopathy 연구와 더불어 좀 더 추진되어야 할 분야로 생각된다.

Phenolic compound 분석

식물병원균과 토양미생물에 대하여 항균력이 나타난 까마중과 미국자리공, 돼지풀의 추출액을 HPLC로 성분분석하였다. 까마중은 phenolic compound 중 hydroquinone이 가장 높은 peak를 나타냈고(Fig. 4-A), 미국자리공은 cinnamic acid와 benzoic acid가 높게 분석되었다(Fig. 4-B). 이 등(1997)은 각 식물의 총 phenolic compound 함량을 분석한 결과 미국자리공은 다른 식물에 비하여 총 phenolic compound 함량이 25.5 mg으로 적은 양임에도 불구하고 종자발아와 유근생장에 억제효과가 가장 크다고 하였다. Ahn 등(1992)과 Rietveld(1983)는 phenolic compound 중 식물병원균의 활성을 억제하는 화합물이 benzoic acid와 ferulic acid가 대부분이라 하였는데 돼지풀은 scopoption과 benzoic acid가 최고의 peak를 보였으며(Fig. 4-C), 본 실험에서 항균력 활성이 크게 나타난 식물

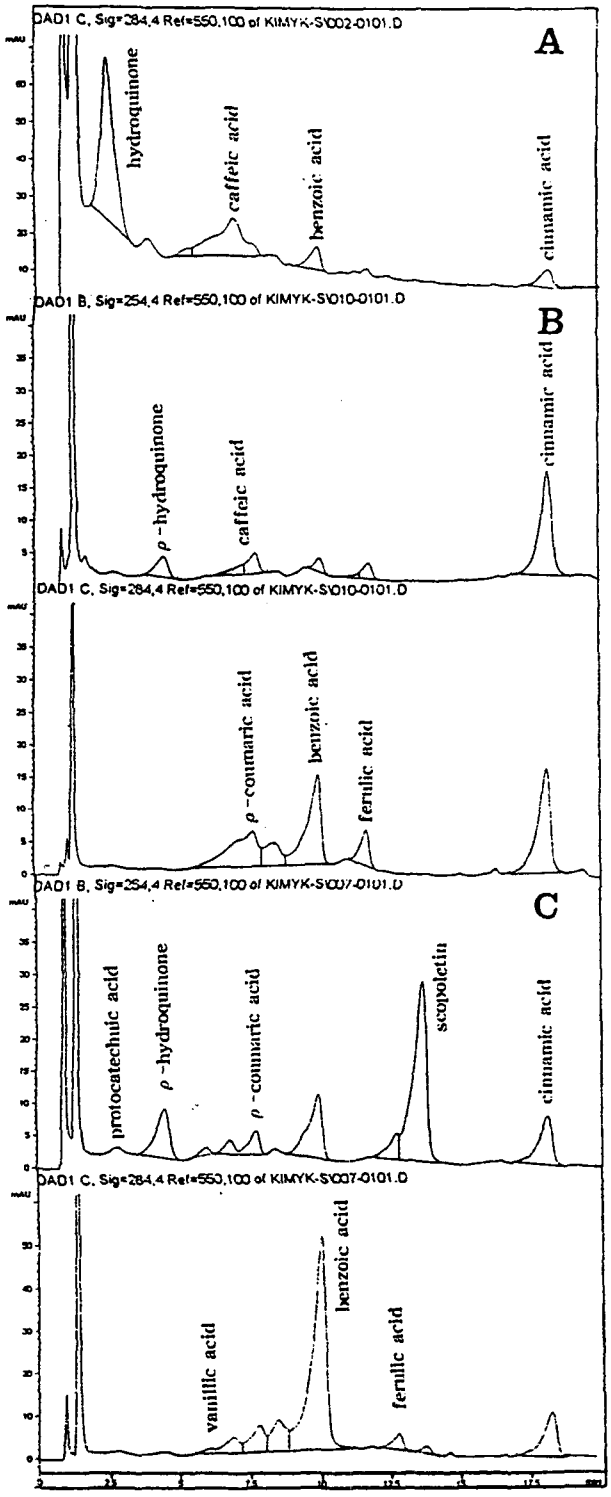

Fig. 4. Identification of phenolic compound by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) on aqueous extract from *Solanum nigrum* (A), *Phytolacca americana* (B) and *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* (C).

에서는 benzoic acid가 다양하게 분석되었다(Fig. 4-A, B, C). Fisher(1979)와 Rice(1984)는 phenolic compound 외에도 alkaloid나 saponin도 항균활성이 크다고 보고하였다.

본 실험에서도 미국자리공은 가용성 고형물 함량(Table 2)과 성분분석결과(Fig. 4-B)에서 phenolic compound가 적게 조사되었으나 *Aspergillus phoenicis*와 토양미생물에 대한 항균력이 크게 나타났으므로 미국자리공은 제초제뿐만 아니라 살균제로서도 개발 가능성이 크므로 더욱 연구할 필요가 있다고 사료된다.

Phenolic compound 별 항균효과

Ames 등(1975), Patterson(1984)과 Tillberg(1970)는 phenolic compound에 의한 항균력 검색실험에서 phenolic compound 각각에 의한 항균활성보다는 2개 또는 3개의 phenolic compounds에 의한 상승효과라 하였다. 또한 Issac(1992)은 phenolic compound에 대하여 항균력이 있는 균주들은 그들 스스로 환경을 극복하기 위한 방안으로 phenolic compound에 대하여 내성을 갖는다고 하였다. 본 실험에서의 phenolic compound별 항균활성은 coumaric acid, caffeic acid, benzoic acid가 포자형성 억제는 물론 항균력이 나타나 clear zone이 각 17 mm, 15 mm, 13 mm 였다(Fig. 5-A, B, C). Cinnamic acid와 ferulic acid는 성분분석 결과 상당히 높은 peak를 나타냈음에도 불구하고 포자형성은 억제하지 않았고 clear zone도 형성하지 않았다(Fig. 5-D). 즉 Issac(1992)의 보고와 같이 *Aspergillus phoenicis*는 cinnamic acid에 대하여 내성을 가졌거나 이 cinnamic acid가 다른 phenolic compound와 결합하여 항균력을 나타내는 것으로 볼 수 있다.

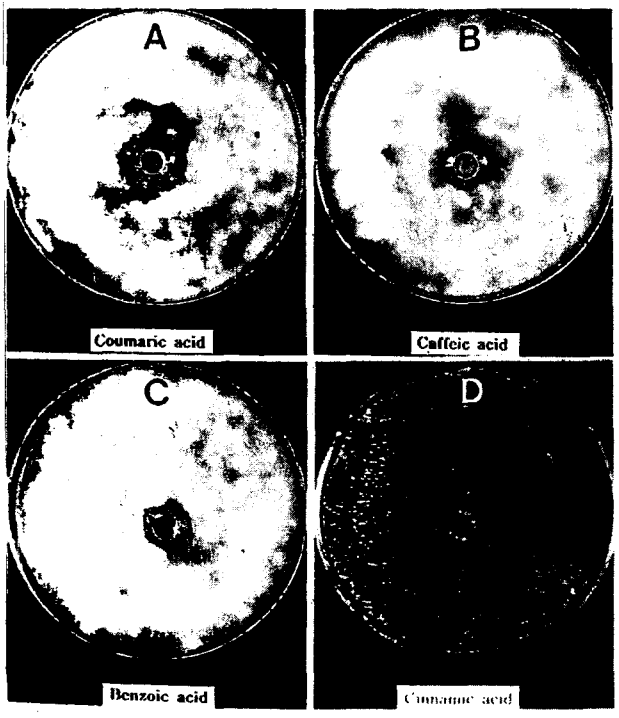

Fig. 5. Comparison of antifungal activity of phenolic compounds against *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228.

인용문헌

강신주, 이혜성. 1989. 야생 식용식물의 약물대사 활성성분에 대한 연구. 생약학회지 20: 117-120.

길봉섭, 윤경원, 이승엽, 한동민. 1994. 황해쑥에 함유된 화학물질이 다른 식물과 미생물의 생장에 미치는 영향. 한국생태학회지 17: 23-35.

김용옥. 1993. 리기다소나무의 allelochemicals가 수 종 식물의 종자발아, 세포구조 및 동위효소 패턴에 미치는 영향. 건국대학교 박사학위논문, 88 p.

박수현. 1994. 한국의 귀화식물에 관한 연구. 자연보존 85: 39-50.

박욱연, 장동석, 조학래. 1992. 자초(*Lithospermum erythrorhizon*) 추출물의 항균특성. 한국식품영양학회지 21: 97-100.

백수봉. 1989. 채소류 잿빛 곰팡이병 방제를 위한 길항식물의 탐색과 활용기술 개발. 농시논문집 32: 205-210

신옥호, 유시승, 이완규, 신현경. 1992. 방기(*Sinomenium acutum*)의 물추출물이 주요 장내 미생물의 생육에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지 20: 491-497.

이호준, 김용옥, 장남기. 1997. 수 종 식물의 분비물질이 종자발아와 균류생장에 미치는 알레로파시 효과. 한국생태학회지 20: 181-189.

양권열. 1989. 서울시의 식생과 귀화식물의 분포에 관한 연구. 중앙대학교 석사학위논문, 58 p.

柴田承二. 1978. 生物活性天然物質. 醫歯薬出版社, pp. 96-127.

山下恭平. 1986 生物の生活と生理活性物質. 朝倉書店, 248 p.

Ahn, Y.J., T. Okubo and M. Kim. 1992. Repellent activity of essential oils and plant extracts against rodent. Korean Soc. Entomol. 19 p.

Ames, B.N., J. McCann and E. Yamasaki. 1975. Method for detecting carcinogens and mutagens with Salmonella/mammalian-microsome mutagenicity test. Mutation Res. 31: 347-364.

Barz, W. 1990. Phytoalexins as part of induced defence reactions in plants: their elicitation, function and metabolism. *In* Bioactive Compounds from Plants. Ciba Foundation Symposium 154. John Wiley & Sons, Chichester. pp. 140-152.

Benson, H.J. 1990. Microbiological applications, a laboratory manual in general microbiology(5th ed.). W.C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa. pp. 136-137.

Conner, D.E. and L.R. Beuchat. 1984. Effect of essential oils from plants on growth of food spoilage yeast. J. Food Sci. 49: 429~432.

Duke, S.O. 1986. Naturally occuring chemical compounds as herbicides. Rev. Weed Sci. 2: 17-44.

Duke, S.O. and J. Lydon. 1987. Herbicides from natural compounds. Weed Tech. 1: 122-128.

Einhellig, F.A., G.R. Leather and L.L. Hobbs. 1985. The use of *Lemna minor* as a bioassay in allelopathy. J. Chem. Ecol. 11: 65-72.

Fisher, R.F. 1979. Allelopathy. *In* J.G. Horsfall and E. C. Cowling(eds.), Plant Disease. Vol. Ⅳ. Academic Press, New York. pp. 313-330.

Grümmer, G. 1961. The role of toxic substances in the interrelationships between higher plants. *In* F.L. Milthorpe(ed.), Mechanisms in Biological Competition. Academic Press, New York. pp. 219-228.

Harborne, J.B. 1990. Role of secondary metabolities in chemical defense mechanisms in plants. *In* Bioactive Compounds from Plants. Ciba Foundation Symposium 154. John Wiley & Sons, Chichester. pp. 126-134.

Issac, S. 1992. Fungal-Plant Interactions. Champman and Hall.

Kim, Y.O. and H.J. Lee. 1996. Identification and effects of phenolic compounds from some plants. Korean J. Ecol. 19: 329-340.

Miles, D.H. 1991. A search for agrochemicals from Peruvian plants. *In* P.A. Hedin(ed.), Naturally Occuring Pest Bioregulators. ACS Symposium Series No. 449. Amer. Chem. Sco., Washington D.C. P. 399-406.

Mugedo, J.Z.A. and P.G. Waterman. 1992. Sources of tannins: Alternatives to wattle(*Acacia mearnsii*) among indigenous Kenyan species. Economic Botany 46: 55-63.

Osborn, T.C., D.C. Alexander, S.S.M. Sun, C. Cardona and F.A. Bliss. 1988. Insecticidal activity and lectin homology of arcelin seed protein. Science 240: 207 -210.

Patterson, D.T. 1981. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological response of soybean(*Glysine max*) Weed. Sci. 29: 53-59.

Rice, E.L. 1984. Allelopathy (2nd ed.). Academic Press. New York, London.

Rietveld, W.J. 1983. Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species. J. Chem. Ecol. 9: 295-308

Snook, M.E., O.T. Chortyk and A.S. Csinos. 1991. Black shank disease fungus: Inhibition of growth by tobacco root constituents and related compounds. *In* P.A. Hedin(ed.), Naturally Occuring Pest Bioregulators. ACS Symposium Series No. 449. Amer. Chem. Soc., Washington D.C. pp. 388-398.

Tillberg, J.E. 1970. Effects of abscisic acid, salicylic acid and trans-cinnamic acid on phosphate uptake, ATP-level and oxygen evolution in *Scenedesmus*. Physiol. Plant. 23: 647-653.

Van der Putten, W.H., C. Van Dijk and B.A.M. Peters. 1993. Plant-specific soil-borne diseases contribute to succession in foredune vegetation. Nature 362: 53.

Wink, M. 1987. Chemical ecology of quinolizidine alkaloids, in allelochemicals. *In* G.R. Walier(ed.), Role in Agriculture, Forestry and Ecology. ACS Symposium Series No. 330. Amer. Chem. Soc., Washington, DC. pp. 524-533.

Wink, M. 1988. Plant breeding: Importance of plant secondary metabolites for protection against pathogens and herbivores. Theor. Appl. Gen. 75: 225-233.

Zentymeyer, G.A. 1963. Biological control of Phytophthora root rot of avocado with alfalfa meal. Phytopathology 53: 1383-1386.

(1998년 12월 25일 접수)

Antimicrobial Activity of Some Plants Containing Allelochemicals

Lee, Ho Joon and Yong-Ok Kim

Department of Biological Sciences, Division of Natural Science, Konkuk University

ABSTRACT: Korean native plants and naturalized plants were analyzed for allelochemicals, and their antimicrobial effects were studied. The difference in soluble solid contents between Korean native plants and naturalized species was not significant, and the Korean native plant, *Solanum nigrum* showed the highest soluble solid content of 90 mg/ml. The ethanol extract of the Korean native plant, *Solanum nigrum* showed antifungal activity to *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228, with a clear zone of 18 mm, and spore formation was not observed from the treatment. The naturalized plants *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* and *Erigeron canadensis* showed inhibition of spore formation and the clear zones were at 24 mm and 22 mm, respectively. The clear zones of *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228 treated with ethanol extrats of *Phytolacca americana* and *Rudbeckia bicolor* were 22 mm and 19 mm, respectively, and spore formation was observed from the treatment. The Korean native plant, *Solanum nigrum* and naturalized plants, *Phytolacca americana* and *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* showed antimicrobial activity against *Bacillus sphiaericus* 2362, and *Bacillus sphiaericus* 2297, *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis* and *Baicillus thuringiensis* var. *cereus*. The antimicrobial activity of *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* showed the largest clear zone of 32 mm against *Bacillus thuringiensis* var. *subtilis*. In general, the more soluble the solid contents of the extracts, the greater were the antifungal and antimicrobial activities. The phenolic compounds from the Korean native plant, *Solanum nigrum* and the naturalized species, *Phytolacca americana* and *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* were analyzed by high performance liquid chromatography. Three phenolic compounds including hydroquinone were identified in *Solanum nigrum*. In contrast, five and seven phenolic compounds were identified in *Phytolacca americana* and *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*, respectively. The antifungal activity against *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228 was found to be due to the coumaric and benzoic compounds.

Key words: Antifungal effects, Antimicrobial activity, Korean native plant, Naturalized species, Phenolic compound, Soluble solid.