

## 수 종 식물의 분비물질이 종자 발아와 균류 성장에 미치는 알레로파시 효과

이호준 · 김용옥 · 장남기\*

건국대학교 생물학과 · 서울대학교 생물교육과\*

### Allelopathic Effects on Seed Germination and Fungus Growth from the Secreting Substances of Some Plants

Lee, Ho-Joon, Yong-Ok Kim and Nam-Kee Chang\*

Department of Biology, Kon-Kuk University,

Department of Biology Education, Seoul National University\*

#### ABSTRACT

Phenolic compounds from 7 species of naturalized invader species and Korean wild plants were analyzed by high performance liquid chromatography. Eleven phenolic compounds including benzoic acid were identified. The extract of naturalized plants was significantly more inhibitory to seed germination and seedling growth of the both naturalized and Korean wild plants. The content of total phenolic compounds in each extract were 43.5 mg/l in *Ailanthus altissima* as the maximum amount and 25.5 mg/l in *Phytolacca americana* as the minimum.

Phytotoxic substances of ethanol extracts was investigated for antifungal activity against 23 selected fungus species. The antifungal activity of *Phytolacca americana* showed the greatest clear zone of 23 mm in *Aspergillus awamori* and its activity had an effect against 6 fungus species. *Ailanthus altissima* formed the greatest clear zone of 26 mm in *Erwinia carotovora* sub. sp. *carotovora* and had an effect against 2 fungus species.

**Key words:** Naturalized invader species, Korean wild plant, Phenolic compounds, Phytotoxic substances, Antifungal activity.

#### 서론

식물체내의 allelochemicals로는 천연생장물질인 phenolic compounds, volatile substances, tannin, terpenoid 등이 있는데 (Einhellig and Rasmussen 1973, Lodhi 1976), 이들 중 phenolic compounds는 가장 많은 양으로 종자의 발아와 유근의 성장, 광합성, 세포분열 및 세포막의 기능을 억제하는 등, 여러

생리대사에 영향을 미친다(김 등 1996, Bhowmik and Doll 1984, Kapustka and Rice 1976, Olmsted and Rice 1974, Tinnin and Muller 1971). 20세기 초에 Cowles(1911)는 식물체에서 생성되는 allelochemicals는 천이의 가장 중요한 요인 중의 하나로 생각하였고, Knapp과 Furthmann(1954)은 동종 및 이종 식물간의 발아 억제와 촉진에 있어 allelopathy 현상이 중요하게 작용한다고 하였다.

이와 같은 allelopathy 현상이 가장 현저하게 나타나는 식물

본 연구는 1996년도 교육부 학술연구조성비(BSRI-96-4441)에 의하여 수행되었습.

은 귀화 식물로 최근 세계화의 조류에 편승하여 국외 여행객수가 급증하며, 교역이 활발해지고 또한 국토의 도시화 확대에 따라 귀화식물이 다수 도입되었다. 국내에서의 귀화식물에 대한 관심은 1961년경부터 시작되었으며 본격적인 조사가 이루어진 1981년부터 최근까지 알려진 귀화식물은 총 33과 194종인 것으로 밝혀졌다(박 1995, 1995a, b). 귀화식물은 자생식물보다 주변 환경요인에 대한 내성의 범위가 넓고, 많은 종자를 생산하여 멀리까지 산포될 뿐만 아니라 폭 넓은 발아조건을 갖고 있다(Newsome and Noble 1986, Aber and Melillo, 1991).

군락형성의 천이초기에 침입하는 식물로는 망초, 돼지풀과 같은 귀화식물들이 대부분이며 이들은 주변식물에게 자신의 영역을 침범할 수 없도록 수용성인 allelochemicals를 분비하여 타 식물의 성장을 억제한다(Inderjit and Dakshini 1990, 1992). Allelochemicals를 함유한 귀화식물의 종 수가 우리나라에서 점차 증가하고 커다란 군락을 형성하며 천이초기와 산성토양 그리고 오염지의 환경에서도 강한 내성을 지니며 생존하고 있다. 이러한 일부 귀화식물들은 우리나라 자생식물보다 phenolic compounds를 상당히 함유함으로써 주변 식물 종의 생육을 억제하는 것이라 생각되며 이에 대한 연구보고도 발표된 바 있다(Kim and Lee 1996).

한편, Grümmer(1961)는 allelopathy의 개념을 미생물에까지 확장하여 고등식물이 미생물에 미치는 물질을 식물성 살균소(phytoncide)라 하였으며 그 이후 식물의 천연생장물질이 미생물의 성장을 억제하는 phytoncide에 대한 연구가 현재 활발히 진행되고 있다. 식물체내에 기존하는 phytoncide로는 마늘의 마리인이나 지의류에 포함되는 우스닌산 등이 발견되었으며 국내에서는 미생물에 항균력을 나타내는 식물로 쇠비름(*Portulaca oleracea*), 황해쭉(*Artemisia argyi*), 방기(*Sinomenium acutum*), 잣나무(*Pinus koraiensis*) 등이 보고되었다(신 등 1992, 길 등 1994).

Allelochemicals를 지닌 식물체의 항균성 물질과 이들 대사의 mechanism을 밝힘으로써 이들 천연물질이 식물의 성장촉진 및 저해물질로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 이들 allelochemicals를 이용한 응용분야는 다양하여 식물병원성균, 해충과 잡초의 생물학적 방제를 위한 천연물 농약, 제초제, 살충제 개발 등이 있으나(Osborn *et al.* 1988, Wink 1987), 이러한 물질들은 항균효과가 인공합성물에 비교될 정도가 되지 못하기 때문에 아직까지 실용적으로 이용되는 경우는 거의 없는 실정이다. 그러나 천연물에 대한 관심과 필요성에 대한 요구가 높아지고 있기 때문에 앞으로 천연물로부터 항균성 물질의 개발과 활용은 그 의의가 크다고 본다.

본 연구는 자생식물과 귀화식물의 분포를 조사하여 귀화율을 측정하고 귀화식물의 종 특성을 파악하며, 귀화식물의 종 수가

점차 증가하는 원인 중의 하나일 것으로 생각되는 allelochemicals의 성분을 분석하였다. 또한 발아와 유근생장을 통하여 주변 식물에 미치는 영향을 조사하고 allelochemicals를 지닌 식물의 천연생장물질 개발을 위하여 식물병원균에 대한 항균력과 활성을 탐색하는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 귀화식물과 자생식물 종의 분포지 조사

국내에서 귀화식물 종과 자생식물의 분포상황을 비교하기 위하여 산악지역(관악산, 수락산), 공항주변(김포), 하천변(하남), 공장주변(하남), 아파트주변(구리)을 1996년 7월~10월 사이에 직접 답사하여 10×10 m로 3반복 방형구를 설치한 후 종별 분포상황과 귀화식물의 귀화율(귀화식물 종 수/출현식물 종 수×100)을 조사하였으며 귀화식물과 자생식물의 잎과 종자를 채집하였다.

### 자생식물과 귀화식물의 추출액 제조 및 발아실험

자생식물 3종인 차풀(*Cassia mimosoides* var. *nomame*), 쇠비름(*Portulaca oleracea*), 환삼덩굴(*Humulus japonica*)과 귀화식물 4종인 망초(*Erigeron canadensis*), 미국자리공(*Phytolacca americana*), 가중나무(*Ailanthus altissima*), 돼지풀(*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*)의 잎을 채취하여 수용추출액을 만들었다. 실험용 종자로는 자생식물 3종인 질경이(*Plantago asiatica*), 돌피(*Echinochloa crus-galli*), 차풀(*Cassia mimosoides* var. *nomame*)과 귀화식물 3종인 애기수영(*Rumex acetocella*), 달맞이꽃(*Oenothera odorata*), 미국자리공(*Phytolacca americana*)을 발아실험에 사용하였다.

추출액은 잎 200 g에 증류수 1,000 ml를 넣어 80℃에서 48시간 동안 진탕추출하였으며 15,000 rpm에서 30분간 원심분리한 후(Centrifon T-1045, Kontron Co.) 그 상층액을 4℃ 냉장고에 보관하면서 본 실험에 사용하였다. 추출액은 종자과종 전에 filter paper(직경 150 mm, pore size 5 μm, 1 μm)로 여과한 다음 추출액의 농도를 10, 25, 50, 75, 100%로 조절하여 실험에 사용하였다. 발아용 종자는 균일한 크기의 종자를 선택하여 3~5% sodium hypochloride 용액에서 3분간 소독한 후 증류수로 3회 세척하여 petri-dish(직경 90 mm)에 50립씩 파종하였으며 광이 있는 28℃ incubator (Hotpack Phila., PA., USA)에서 4회 반복하였다.

### 추출액내의 총 phenolic compound 함량 측정

Folin-Denis시약과 포화상태의 sodium carbonate 용액을 만들어 Mucedo와 Waterman(1992)의 방법으로 총 phenolic compound함량을 3회 반복하여 측정하였다.

**항균력 측정을 위한 균주 및 균주용 배지**

공시균주는 농촌진흥청 작물보호부로부터 분양받은 *Aspergillus versicolor* IAM 2080, *Aspergillus usamii* mut. *shiro-usamii* KCTC 1291, *Aspergillus parasiticus* KFU 3074, *Epidermophyton floccosum* KCTC 1246, *Microsporium gypseum* KCTC 1252, *Aspergillus awamori*, *Aspergillus oryzae* KCCM 1372, *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228, *Penicillium expansum* KCTC 1257, KRN(*Corticium rolfii*), *Pythium myriotyrum*, *Sclerotinia sclecotioum*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani*, A9(*Alternaria* sp.), P33(*Penicillium* sp.), B28(*Botrytis* sp.), *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici*, HM-1(*Helicobasidium mompa*), *Phytophthora coctorium*, *Verticillium dahliae*, *Erwinia carotovora* sub. sp. *carotovora*, *Fusarium oxysporium* f. sp. *melonis* 등 23종을 사용하였다. 항균력 측정에 사용된 배지는 potato와 glucose가 함유된 PDA(potato dextrose agar)배지를 사용하였다. 배지는 potato 200 g을 500 ml 증류수에 넣어 20분간 끓여 agar 15g과 glucose 20 g을 첨가한 다음 15분 동안 가압멸균시켰다.

**항균성 검정**

자생식물과 귀화식물의 에탄올 추출액을 공시균주에 처리하여 추출액의 항균성을 비교하였다. Clean bench내에서 멸균된 증류수 5 ml의 각 시험관에 균주 2백금이씩을 접종하고 교반시킨 후 균주당 0.1 ml씩 배지에 접종하여 삼각 유리막대로 접종한 액을 균일하게 도말하였다. 농축된 에탄올 추출액을 pore size 0.45, 0.2 μm membrane filter로 여과한 다음 중앙 홈에 250 μl의 농축액을 침적하였다. 27℃ incubator에서 48시간 동안 배양한 후 disc 주위의 clear zone의 직경(mm)을 비교하여 항균력 검색실험을 3회 반복하여 실시하였다(Conner and Beuchat 1984, Benson 1990).

**추출액의 phenolic compound 성분 분석**

수용 추출한 시료의 정제는 분액 깔대기에 추출액 40 ml를 취하여 포화 NaCl 10 ml를 가한 후 1 N HCl을 이용하여 pH 2로 조절하였다. 여기에 ethylether 20 ml를 넣어 분배 후 ether층은 다른 분액깔대기에 모으고, 이 ether층에 5% NaH-

CO<sub>3</sub> 용액 20 ml를 넣어 분배 후 ether층은 버리고 NaHCO<sub>3</sub> 용액층만을 취하였다(3회 반복). 수집된 NaHCO<sub>3</sub> 용액층은 HCl을 이용하여 pH 2로 조절한 다음 ether 20 ml로 분배 후, ether층을 취해(3회 반복) rotary evaporator로 감압하에 증발시키고 남은 잔류물을 5 ml acetonitrile로 용해시켜 membrane filter로 여과 한 후 HPLC(Hewlett Packard Series 1050, U-SA) 분석용 시료로 사용하였다(Kim 1993). Diode-Array Detector(250, 254, 284 nm) 분석 조건으로 Column은 Lichrospher<sup>®</sup> 100(RP-18, 4 mm id.×100 mm)을 사용하며, mobile phase는 acetonitrile와 sodium acetate buffer(A pump : acetonitrile, B pump : 0.02 M sodium acetate buffer pH 4.3 with acetic acid)를 사용하고, flow rate는 1.3 ml/min, injection volume은 20 μl로 하였다.

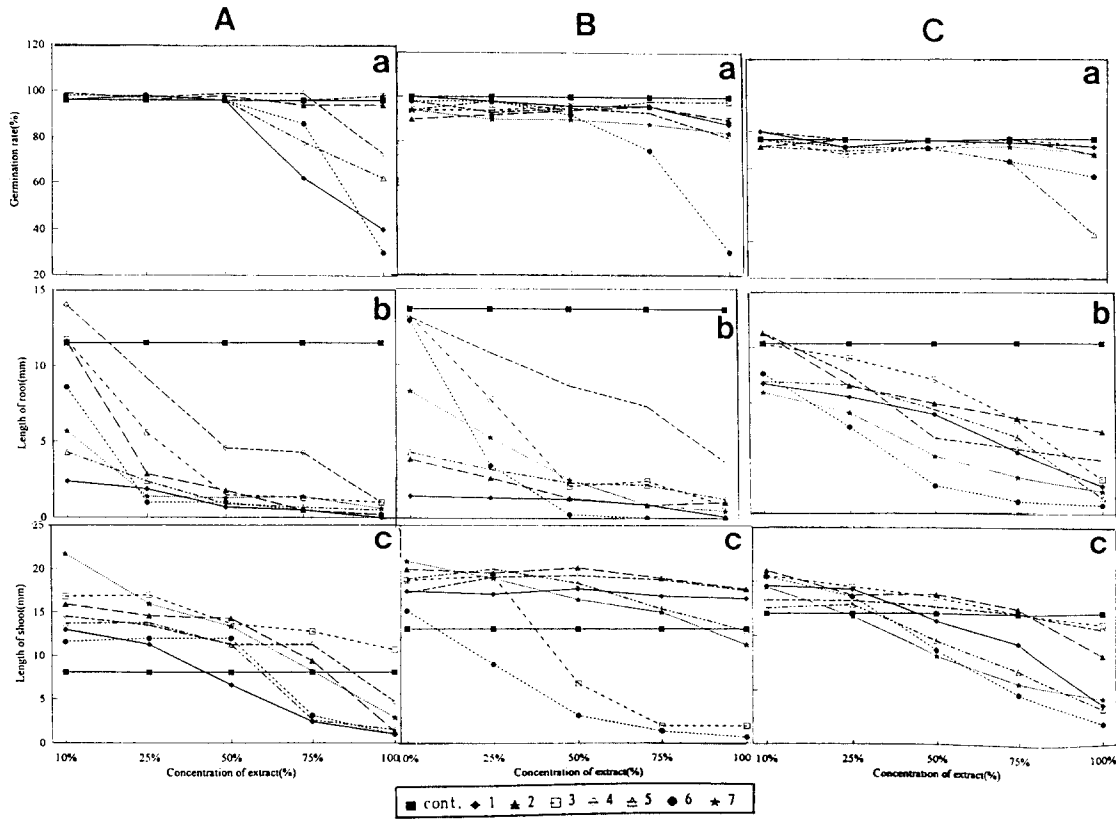
**결과 및 고찰**

**귀화식물의 귀화율**

각 지역의 조사지점별로 출현한 식물과 귀화식물의 종 수를 조사하여 귀화율을 산정하였다(Table 1). 이 표에 나타난 바와 같이 주로 공항 근처(34.2%), 구리의 아파트 주변(27.3%)과 같이 교란되었거나 교란될 가능성이 있는 지역의 귀화율은 높았으나 산악지역의 귀화율은 수락산(6.8%), 관악산(11.8%)과 같이 대체로 낮음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 1980년도 이후 귀화식물에 본격적인 관심을 갖고 종 분포와 귀화종의 목록이 작성되면서 발표되었다(양 1989, 박 1995, 1995a, b).

**Table 1.** Rates of naturalized invader species in each survey area

Section	Location	Number of appearance species	Number of naturalized invader species	Rates of naturalized invader species(%)
Factory area	Hanam	27	5	18.5
	Mt.	45	5	11.8
Mountainous area	Kwanak			
	Mt. Surak	30	3	6.8
Airport area	Kimpo	38	13	34.2
Stream area	Hanam	18	4	22.2
Apartment area	Kuri	22	6	27.3



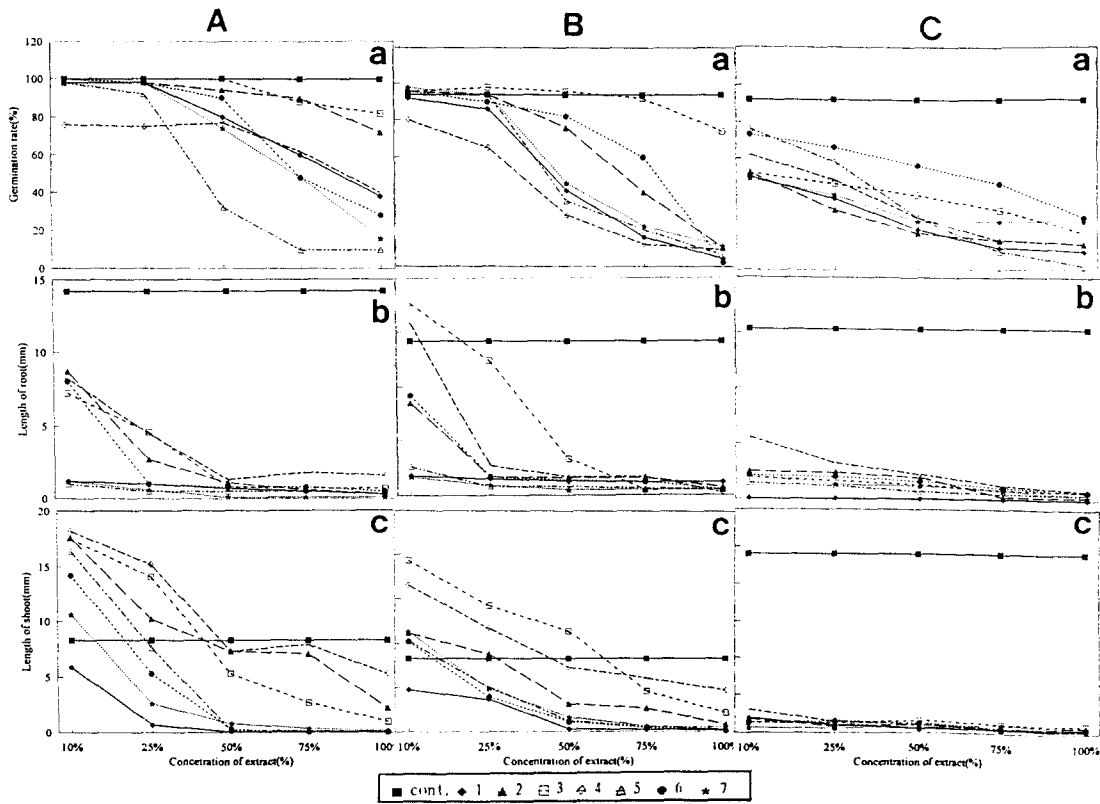
**Fig. 1.** Comparison of germination rate(a), shoot growth(b) and root growth(c) at 6 days after sowing of *Plantago asiatica*(A), *Echinochloa crus-galli*(B), *Cassia mimosoides* var. *nomame*(C) with different concentrations of *Humulus japonica*(1), *Cassia mimosoides* var. *nomame*(2), *Portulaca oleracea*(3), *Eringeron canadensis*(4), *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* (5), *Phytolacca americana*(6) and *Ailanthus altissima*(7) extract.

**추출액에 의한 발아와 유근 성장**

자생식물과 귀화식물의 각 추출액 10, 25, 50, 75, 100%의 농도와 대조구에서 자생식물 종자인 질경이(Fig. 1-A), 돌피(Fig. 1-B), 차풀(Fig. 1-C)과 귀화식물 종자인 달맞이꽃(Fig. 2-A), 애기수영(Fig. 2-B), 미국자리공(Fig. 2-C)의 발아와 유근 성장실험을 실시하였다. 자생식물 종자들은 8일째의 최종발아율이 각 추출액 50% 농도까지는 대조구와 유사하게 추출액에 의한 영향이 없었으나 50% 이상 농도에서부터 억제현상이 나타나기 시작하였다(Fig. 1-Aa, Ba, Ca). 유근성장에서는 대조구에 비하여 각 추출액의 낮은 농도에서부터 줄기보다는 뿌리에 현저한 억제현상이 나타났는데(Fig. 1-Ab,c, Bb,c, Cb,c), 이것은 뿌리로부터 흡수된 allelochemicals가 뿌리에 축적되어 세포 분열이 지연되면서 생장이 억제되는 것이라 볼 수 있다(김 등 1995). 질경이와 차풀의 줄기에서는 추출액 50% 농도까지는

대조구에 비하여 대부분 현저한 촉진현상이 나타나고 그 이상의 농도부터 억제현상이 나타났으나(Fig. 1-Ac, Cc), 돌피의 줄기는 각 추출액의 농도변화에도 불구하고 미국자리공과 쇠비름을 제외하고 대조구에 비하여 모두 약 40% 이상의 촉진현상이 나타났다(Fig. 1-Bc). 즉, 돌피는 주변환경변화와 외부스트레스에 대하여 내성의 범위가 넓은 종 특이성을 지녔다고 생각된다.

귀화식물 종자인 달맞이꽃, 애기수영, 미국자리공의 발아율은 대조구에 비하여 농도가 증가함에 따라 억제되었으며(Fig. 2-Aa, Ba, Ca), 달맞이꽃과 애기수영의 뿌리도 농도증가에 따라 추출액 50% 농도까지는 감소되다가 50% 이상 농도에서는 거의 100% 억제되었다(Fig. 2-Ab, Bb). 또한 줄기는 50% 농도까지는 촉진현상이 나타나다가 그 이상의 농도에서부터 단계적으로 감소하여 억제되었다(Fig. 2-Ac, Bc). 이와 같이 종자발아에 있어서 추출액에 의하여 줄기보다는 뿌리가 민감하게 억제되는 현상은 *Pluchea tanceolata*의 수용추출액에 의하여 Aspa-

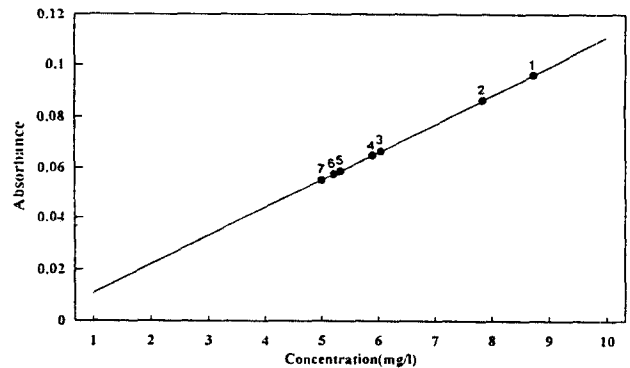


**Fig. 2.** Comparison of germination rate(a), shoot growth(b) and root growth(c) at 6 days after sowing of *Oenothera odorata*(A), *Rumex acetosella*(B), *Phytolacca americana*(C) with different concentrations of *Humulus japonica*(1), *Cassia mimosoides* var. *nomame*(2), *Portulaca oleracea*(3), *Eringeron canadensis*(4), *Ambrosia artemisifolia* var. *elatior*(5), *Phytolacca americana*(6) and *Ailanthus altissima*(7) extract.

ragus bean의 줄기와 뿌리의 생장이 각각 억제되었으며, 특히 뿌리의 생장이 억제된다고 하는(Inderjit and Dakshini 1992, Francisco and Juan 1991) 결과와 유사한 경향을 보이고 있다. 특히 미국자리공 종자의 뿌리와 줄기는 각 추출액의 농도변화에도 불구하고 전체적으로 현저한 억제현상이 나타나 거의 100% 감소되었다(Fig. 2-Cb,c). Newsome와 Noble(1986)은 귀화식물이 폭넓은 발아조건을 가지고 있어 발아를 위한 특별한 환경제한 조건이 다른 종들보다 적다고 한 견해와는 달리 미국 자리공 종자는 발아조건이 협의의 범위에 있으며 외부스트레스에 민감하게 반응함을 볼 수 있었다.

자생식물과 귀화식물의 추출액 간에는 귀화식물 중 미국자리공, 돼지풀, 가중나무 추출액이 현저한 발아억제를 나타냈고, 특히 미국자리공은 6종 종자에 대하여 전반적으로 강한 저해효과를 나타내므로 비교적 제초활성의 범위가 넓은 것으로 볼 수 있다. 자생식물 중에는 환삼덩굴이 가장 크게 줄기와 뿌리의 생장 억제현상을 나타냈으며, 특히 환삼덩굴은 뿌리의 생장을 억제하므로 저공해 제초제로써의 개발 가능성을 검토할 필요가

있으리라고 판단된다.



**Fig. 3.** Contents of total phenolic compounds using standard curve for tannic acid.

1: *Ailanthus altissima*, 2: *Eringeron canadensis*, 3: *Ambrosia artemisifolia* var. *elatior*, 4: *Humulus japonica*, 5: *Cassia mimosoides* var. *nomame*, 6: *Portulaca oleracea*, 7: *Phytolacca americana*.

### 추출액의 총 phenolic compound 함량 및 항균성 검정

자생식물과 귀화식물 7종의 식물 추출액에서 가중나무가 가장 높은 함량인 43.5 mg이었고 망초(38 mg), 돼지풀(29.5 mg), 환삼덩굴(28.5 mg), 차풀(27.5 mg), 쇠비름(27 mg) 등의 순으로 나타났고 가장 적은 양은 미국자리공(25.5 mg)이었다(Fig. 3). 이와 같이 자생식물보다 귀화식물이 전반적으로 총 phenolic compound 함량에서도 높게 나타나고 있으며 미국자리공 추출액은 가장 적은 phenolic compound 함량에도 불구하고 Fig. 1~Fig. 2에서와 같이 가장 높은 발아억제 효과를 나타내므로 이들 phenolic compound 간의 상승효과(Rice 1984)에 의한 것임을 예상할 수 있고, 또한 생물학적 방제를 위한 제초제(Duke et al. 1987, Osborn et al. 1988)로서 미국자리공의 allelochemicals가 실용화될 수 있을 것으로 생각된다.

식물성분 중 하나 또는 둘 이상의 수산기로 치환된 방향족 환을 가지고 있는 phenolic compound는 진균, 세균 또는 virus 등 병원균의 침입에 대한 방어작용으로서 항균효과를 나타내는 물질이 많은데(Snook et al. 1991, Miles 1991), 이는 2차 대사물질 중 phytoncide 및 phytoalexin 물질이 유도되어 축진되기 때문이라고 한다(柴田承二 1978, Barz 1990). 본 실험에서 이와 같이 phenolic compound에 의한 항균효과를 나타낸 식물은 미국자리공, 가중나무의 에탄올 추출액이었다(Fig.

4). 미국자리공 에탄올 추출액인  $10^{-3}M$ 에서 23종의 균주에 대한 항균력 활성을 측정한 결과 *Aspergillus usarii* mut. *shiro-usarii* KCTC 1291에서 clear zone이 17 mm, *Aspergillus awamori*에서 23 mm, *Aspergillus oryzae* KCCM 1372에서 20 mm, *Aspergillus versicolor* LAM 2080에서 16 mm, *Aspergillus phoenicis* KCTC 1228에서 19 mm, *Erwinia carotovora* sub. sp. *carotovora*에서 20 mm, *Verticillium dahliae*에서 19 mm로 미국자리공 추출액에서 7종의 균주에 대하여 활성을 나타냈으며 이들 중 *Aspergillus awamori*에서 clear zone이 23 mm로 가장 크게 나타났다(Fig. 4). 가중나무 추출액에서 *Erwinia carotovora* sub. sp. *carotovora*에서 clear zone이 26 mm, *Verticillium dahliae*에서 17 mm, *Penicillium expansum* KCTC 1257에서 21 mm로 가중나무 추출액에 의하여 3종의 균주가 활성을 나타냈으며 *Erwinia carotovora* sub. sp. *carotovora*에서 clear zone이 26 mm로 가장 크게 활성이 조사되었다(Fig. 5). 이들 2종의 식물체 중 미국자리공 추출액은 다른 식물들보다 가장 적은 양임에도 현저하게 발아와 유근생장을 억제시키고 항균력 활성도 다양한 7종 균주에서 나타나므로 미국자리공은 앞으로 더 많은 연구가 기대되며 항균제로서 실용화 될 수 있음을 시사하는 종이라 생각된다. 또한 조(1980)는 참소리쟁이 추출물의 항진균작용이 있음을 밝혔으나 항균력을 갖는 천연물질이 현재 항진균제로 쓰이고 있는 약제들과는 항균력을 비교할 수 없을 정도로 약하지만 대부분의 약

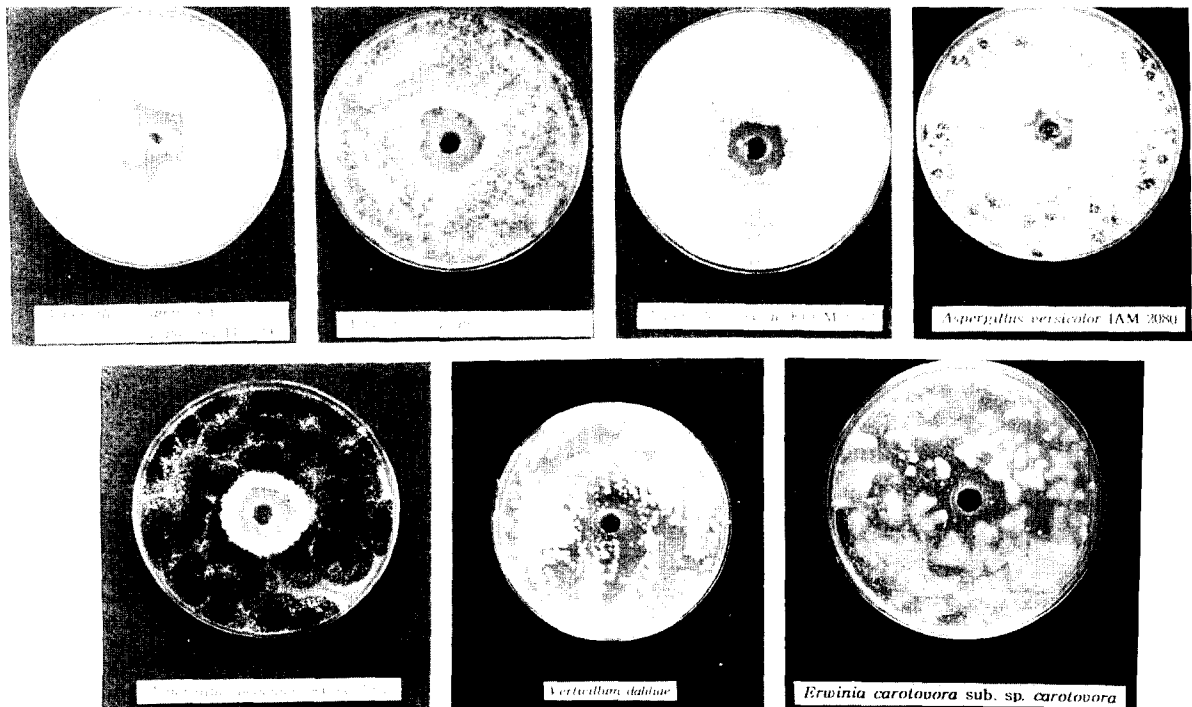


Fig. 4. Comparison of antifungal activity of ethanol extracted *Phytolacca americana*.

제들이 독성이 강하고 부작용이 심한 것에 비하여 천연물질에서 분리한 성분은 독성이나 부작용이 없는 향진균제로 개발할 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 즉 미국자리공, 가중나무가 가지고 있는 항균력 활성 물질의 본체를 규명할 필요가 있다고 판단된다.

**Phenolic compound 성분 분석**

Chlorogenic acid,  $\rho$ -coumaric acid, ferulic acid, caffeic acid 등이 포함되는 cinnamic acid 유도체와  $\rho$ -hydroxybenzoic acid, syringic acid, vanillic acid 등의 benzoic acid는 shikimic acid 경로를 통해 전구물질 aromatic amino acid, aromatic acid에서 생성되며 발아억제와 생장저해작용을 갖고 있다(Duke 1986).

자생식물 3종과 귀화식물 4종의 phenolic compound 성분

분석 결과 11종류(protocatechuic acid,  $\rho$ -hydroxybenzoic acid,  $\rho$ -coumaric acid, catechol, syringic acid, vanillic acid, benzoic acid, ferulic acid, caffeic acid, scopoletin, cinnamic acid)의 성분이 정성, 정량되었으며(Table 2), 이들은 김(1993)과 Duke(1986)의 결과와 같이 발아와 유근 생장 및 식물성 병원균의 생장을 억제하였다.

자생식물 중 환삼덩굴은 다른 6종에서 나타나지 않는 catechol이 7.83 ppm으로 조사되었으며 benzoic acid는 2,852.22 ppm으로 가장 높게 나타났다. 귀화식물 중 미국자리공과 가중나무는 다른 5종에서 나타나지 않는 caffeic acid가 각각 12.50, 418.26 ppm으로 나타났으며 망초와 돼지풀은 syringic acid가 각각 227.48, 25.55 ppm, scopoletin이 각각 112.93, 134.35 ppm으로 조사되었다. 특히 benzoic acid는 다른 phenolic compound에 비하여 각 추출액에서 높게 나타났는데 일반적으로 phenolic compound 중 benzoic acid는 세포 분열을 방해

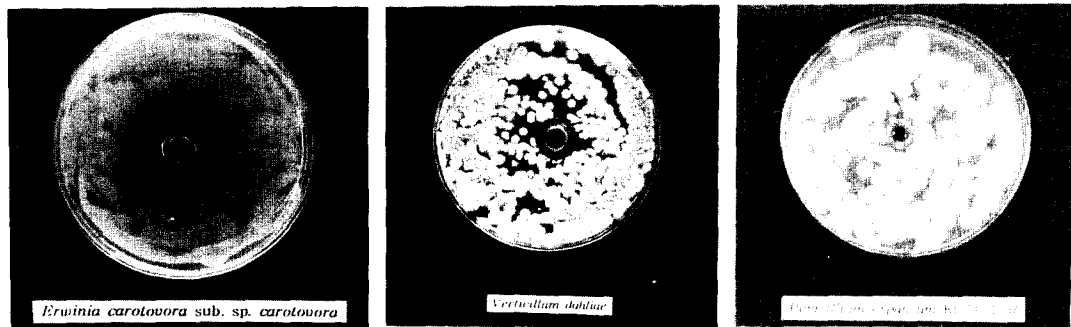


Fig. 5. Comparison of antifungal activity of ethanol extracted *Ailanthus altissima*.

Table 2. Quantitative analysis of chemical compounds from different species by high performance liquid chromatography(HPLC) (unit : ppm)

Species	Substances	Proto.	$\rho$ -Hydro.	Cate.	Vanill.	Syrin.	Caffe.	$\rho$ -Coumari.	Benzo.	Ferul.	Scopo.	Cinna.
K. W. P	<i>H. japonica</i>	6.45	12.72	7.83	0.00	0.00	0.00	103.71	2852.22	5.85	0.00	11.04
	<i>P. oleracea</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	10.98	0.03	0.00	1.36
	<i>C. mimosoides</i>	8.97	8.00	0.00	4.34	0.00	0.00	12.73	149.90	4.09	0.00	2.46
N. I. P	<i>E. Canadenis</i>	0.25	6.89	0.00	13.68	227.48	0.00	0.00	113.21	45.74	112.93	0.00
	<i>A. artemisiifolia</i>	1.12	14.09	0.00	1.49	25.55	0.00	23.84	1237.48	0.00	134.35	10.75
	<i>P. americana</i>	0.00	1.32	0.00	0.00	0.00	12.50	4.33	82.48	4.31	0.00	4.00
	<i>A. altissima</i>	0.00	12.55	0.00	0.22	0.00	418.26	144.35	153.48	0.00	0.00	4.51

K.W.P : Korean wild plant N.I.P : Naturalized invader plant.

*H. japonica* : *Humulus japonica*, *P. oleracea* : *Portulaca oleracea*, *C. mimosoides* : *Cassia mimosoides* var. *nomame*, *E. canadenis* : *Erigeron canadenis*, *P. americana* : *Phytolacca americana*, *A. artemisiifolia* : *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*, *A. altissima* : *Ailanthus altissima*

Proto. : Protocatechuic acid,  $\rho$ -Hydro :  $\rho$ -Hydroxybenzoic acid, Vanill. : Vanillic acid, Syrin. : Syringic acid, Caffe. : Caffeic acid,  $\rho$ -Coumari. :  $\rho$ -coumaric acid, Benzo. : Benzoic acid, Ferul. : Ferulic acid, Scopo. : Scopoletin, Cinna : Cinnamic acid, Cate. : Catechol.

하여 가장 현저하게 식물의 발아와 유근생장을 억제하는 것으로 알려져 있다(Rietveld 1983, Einhellig and Rasmussen, 1973).

## 적 요

자생식물과 귀화식물 7종의 phenolic compound 성분을 HPLC로 분석한 결과 11종류(protochlorogenic acid, *p*-hydroxybenzoic acid, *p*-coumaric acid, catechol, syringic acid, vanillic acid, benzoic acid, ferulic acid, caffeic acid, scopoletin, cinnamic acid)의 성분이 정성, 정량 분석되었다. 자생식물종자인 질경이, 돌피, 차풀과 귀화식물종자인 애기수영, 달맞이꽃, 미국자리공은 귀화식물인 가중나무, 돼지풀, 망초, 미국자리공에 의하여 각 농도별로 발아와 유근생장이 자생종보다 상당히 억제되었다. 각 추출액의 총 phenolic compound 함량은 가중나무가 가장 높은 함량인 43.5 mg이었고 가장 적은 양은 미국자리공으로 25.5 mg이었다.

23종의 공시균주를 대상으로 7종의 식물추출액을 농축하여 항균력을 실험한 결과 미국자리공 추출액 *Aspergillus awamori*에서 clear zone이 23 mm로 가장 큰 항균력을 보였고 그 외 6종 균주에서도 효과가 있었으며, 가중나무에서는 *Erwinia carotovora* sub. sp. *carotovora*에서 clear zone이 26 mm로 크고 그 외 2종의 균주가 항균력이 있음을 규명하였다.

## 사 사

본 연구의 수행에 공시균주의 제공과 성분분석에 도움을 주신 농촌진흥청 작물보호부 최용철 박사님과 임건재 박사님께 감사드립니다.

## 인 용 문 헌

길봉섭, 윤경원, 이승엽, 한동민. 1994. 황해썩에 함유된 화학물질이 다른 식물과 미생물의 생장에 미치는 영향. 한국생태학회지 17(1): 23-35.

김용옥. 1993. 리기다소나무의 allelochemicals가 수 종 식물의 종자발아, 세포구조 및 동위 효소 패턴에 미치는 영향. 건국대학교 박사학위 논문. 88 p.

김용옥, 조영동, 이호준. 1996. 대두종자의 유근생장시 ferulic acid가 polyamine 함량과 효소활성에 미치는 영향. 한국생태학회지 19(5): 385-392.

김용옥, 이호준, 김은수, 조영동. 1995. 리기다소나무의 잎 추출액이 근단세포의 형태변화에 미치는 영향.

한국식물학회지 38(1): 75-82.

박수현. 1995. 한국귀화식물도감. 일조각. 371 p.

박수현. 1995a. 한국 미기록 귀화식물(6). 식물분류학회지 25(1): 51-59.

박수현. 1995b. 한국 미기록 귀화식물(7). 식물분류학회지 25(2): 123-130.

신옥호, 유시승, 이완규, 신현경. 1992. 방기(*Sinomenium acutum*)의 물추출액이 주요 장내 미생물의 생육에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지 20(5): 491-497.

양권열. 1989. 서울시의 식생과 귀화식물의 분포에 관한 연구. 중앙대학교 석사학위논문.

조광현. 1980. 참소리쟁이 뿌리 추출물의 항진균작용에 관한 연구. 한국균학회지 8(1).

柴田承二. 1978. 生物活性天然物質. 醫齒藥出版社, pp. 96-127.

Aber, J.D. and J.M. Melillo. 1991. Terrestrial Ecosystems. Saunder College Pub. pp. 315-316.

Barz, W. 1990. Phytoalexins as part of induced defence reactions in plants: thier 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 application. A laboratory manual in general microbiology. pp. 136-137. 5th ed. W.C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa.

Bhowmik, P.C. and J.D. Doll. 1984. Allelopathic effects of annual weed residues growth and nutrient uptake of corn and soybeans. Agron. J. 76: 383-388.

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.

Cowles, H.C. 1911. The causes of vegetation cycles. Bot. Gaz. (Chicago)51: 161-183.

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

Duke, S.O., K.C. Vaughn, E.D. Croon, and H.N. Elsohly. 1987. Artemisin, a constituent of annual wormwood(*Artemisia annua*) is a selective phytotoxin. Weed Sci. 35: 499-505.

Einhellig, F.A. and J.A. Rasmussen. 1973. Allelopathic effects of *Rumex crispus* on *Amaranthus*



- retroflexus* grain sorghum and field corn. Amer. Mid. Nat. 90: 79-86.
- Francisco, J.P. and O.N. Juan. 1991. Root exudates of wild oats: allelopathic effect on spring wheat. Phytochemistry. 30(7): 2199-2202.
- Grümmer, G. 1961. The role of toxic substances in the interrelationships between higher plants, In "Mechanisms in biological competition" (Milthorpe, F.L. ed.). pp. 219-228. Academic Press, New York.
- Inderjit and K.M.M. Dakshini. 1990. The nature of interference potential of *Pluchea lanceolata*(DC) Clarke C.B.(Asteraceae). Plant and Soil. 122: 298-302.
- Inderjit and K.M.M. Dakshini. 1992. Interference potential of *Pluchea lanceolata*(Asteraceae): Growth and physiological responses of asparagus bean, *Vigna unguiculata* var. *sesquipedalis*. J. Botany 79 (9): 979-981.
- Kapustka, R.L. and E.L. Rice. 1976. Acetylene reduction( $N_2$ -fixation) in soil and old field succession in central Oklahoma soil. Biochem. 8: 497-553.
- Kim, Y.O. and H.J. Lee. 1996. Identification and effects of phenolic compounds from some plants. Korean J. Ecol. 19(4): 329-340.
- Knapp, R. and S. Furthmann. 1954. Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung von Hemmstoffen für das Wachstum und die Vergesellschaftung Höherer Pflanzen(cited in Knapp, R.).
- Lodhi, M.A.K. 1976. Role of allelopathy as expressed by dominating trees in a low land forest in controlling the productivity and pattern of herbaceous growth. Amer. J. Bot. 63: 1-8.
- Miles, D.H. 1991. A search for agrochemicals from Peruvian plants in Naturally Occurring Pest Bioregulators. ed. by P.A. Hedin. ACS Symposium Series No. 449. Washington D.C. pp. 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
- Newsome, A.E. and I.R. Noble. 1986. Ecological and physiological characteristics of invading species, In Ecology of Biological Invasions(Ed., Groves, R.H. and J.J. Burdon, Cambridge Univ. Press). pp. 1-33.
- Olmsted, C.E. and E.L. Rice. 1974. Relative effects of known plant inhibitors or species from two stages of oldfield succession. South western Nat. 15: 165-173.
- 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.
- 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 Naturally Occurring Pest Bioregulators. ed. by P.A. Hedin. ACS Symposium Series No. 449. Washington D.C. pp. 388-398.
- Tinnin, R. and C.H. Muller. 1971. The allelopathic potential of *Avena fatua*: Influence on herb distribution. Bull. Torrey Bot. Club. 98: 243-250.
- Wink, M. 1987. Chemical ecology of quinolizidine alkaloids, in allelochemicals: Role in agriculture, forestry and ecology(ed. Waller, G.R.). ACS Symp. Ser. 330, Amer. Chem. Soc., Washington, DC. pp. 524-533.

(1997년 4월 12일 접수)