

여뀌 · 마디풀로부터 相互對立抑制作用物質의 分離 · 同定

禹宣旭 · 金吉雄*

Identification of Allelopathic Substances from *Polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare*

Woo, S. W. and K. U. Kim*

ABSTRACT

Water extracts of *polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare* completely inhibited the germination of lettuce seeds. Methanol extracts from these two species also inhibited the seed germination of lettuce (*Lactuca sativa*) and *Oenothera odorata*. Fifteen phenolic acids in total were identified by GLC from *P. hydropiper* and eighteen from *P. aviculare*. The most common phenolic acids identified from *P. hydropiper* were sinapic, salicylic+vanillic and ferulic acid presented in all the fractions. In addition, salicylic+vanillic, tannic+gallic, sinapic, ferulic and p-coumaric acid seemed to be important phenolic compounds in terms of quantity. However, salicylic+vanillic acids were the unique phenolic acids occurred in all the fractions of *P. aviculare*. The others such as tannic+gallic, sinapic, ferulic, p-coumaric acid, p-cresol and catechol present in large amount appeared also the important phenolic substances influencing allelopathic effects of *P. aviculare*. Linolenic acid and oxalic acid were the major fatty and organic acids in both plant species, presented in 2.38mg/g and 20.588mg/g in *P. hydropiper*, 3.70mg/g and 14.288mg/g in *P. aviculare*, respectively, which seem to be exhibiting allelopathic effects of these plants. Total alkaloids were presented in low amount such as 0.20% in *P. hydropiper* and 0.22% in *P. aviculare* which may not be important elements. Pet. ether extracts were 2.42% in *P. hydropiper* and 1.65% in *P. aviculare*, which exhibit another potential for allelopathic effects that need further investigation. Various authentic phenolic compounds at different concentrations inhibited the germination of lettuce seed, indicating that the phenolic substances identified here may be directly related to biologically active substance.

Key words : *Polygonum hydropiper*, *Polygonum aviculare*, phenolic acids, allelopathic effect, linolenic acid, oxalic acid, alkaloid

緒 言

地球上에 알려져 있는 參萬餘種의 植物이 合成할 수 있는 化合物의 構造는 20,000種에 이른다

며, 每年 1,500餘種의 物質이 植物體로 부터 抽出·分離되고 있으며, 이 가운데 300餘種은 生理活性을 가진 物質로 平價되고 있다.¹⁾ 또한 Rice 등은 (1984) 약 75種의 雜草가 相互對立抑制作用物質을 含有하고 있다고 報告한 바 있다.²⁾ 어떤 植物이 分泌하는

* 慶北大學校 農科大學 農學科

*Dept. of Agronomy, Coll. of Agriculture, Kyungpook National Univ., Taegu 702-701, Korea.

物質이 다른 植物의 發芽 또는 生長을 抑制하는 것을 相互對立抑制作用이라 하며 이와 같은 作用을 發揮하는 物質을 相互對立抑制作用物質이라 한다.¹⁻⁴ 相互對立抑制作用物質은 주로 phenolic compounds, coumarins, terpenoids, flavonoids, alkaloids, tannins, quinones, steroids 및 non-protein amino acids 등으로 이들은 호르몬性 植物生長調節物質과 달리 植物體內에 比較的 高濃度로 存在하면서 植物自體에는 特定한 生理的 役割을 갖고 있지 않으나, 分泌되어 他植物의 發芽 및 生長抑制, 呼吸, 光合成, 榮養分의 吸收, 호르몬의 合成 등을 妨害한다고 報告되었다.¹⁻⁷⁾

Alsaadawi와 Rice는 마디풀의 抽出液에서 4種의 效果的인 發芽抑制物質을 同定하였는데, glucoside 形態로 存在하는 페놀物質이 3種, 기타가 1種이었으며, 페놀이 重要한 發芽抑制物質이라고 하였다. 또 炭素數를 14~22개를 가진 脂肪酸도 抑制物質으로서 作用한다고 報告하였다.^{5,6)} 또한 Matthew 등도 樹木인 *Eucalyptus pulvulenta*의 메탄올抽出液中 n-hexane soluble層에서 同定된 grandiol이 잔디種子 發芽實驗에서 10ppm의 濃度에서도 強力한 發芽抑制作用을 나타내었다고 報告하였다.¹⁴⁾

최근에 樹木과 雜草, 作物과 雜草, 雜草 相互間, 雜草와 微生物, 作物과 微生物 등의 相互間에 存在하는 相互對立抑制作用物質開發에 많은 研究가 遂行되고 있다.

徐⁹⁾는 우리 나라의 樹木 165種을 對象으로, 水抽出液이 植物種子發芽에 미치는 影響을 調査한 結果 소나무, 해송, 전나무, 화백, 버드나무, 산벚나무, 매죽나무의 水抽出液이 強力한 發芽抑制效果를 나타낸다고 報告하였다. 그中 매죽나무의 境遇 메탄올抽出液에 arylaliphatic alcohol類가 있음이 確認되었다고 한다. 盧와 김¹¹⁾ 등은 리기다소나무에서 抽出된 物質에 대하여 幼苗檢定과 圃場檢定을 實施한 結果 相互對立抑制 效果를 나타내는 8種의 페놀物質과 4種의 다른 物質을 同定하였으며, Kil과 Yim¹²⁾ 등도 *Pinus densiflora*에서 벤조익산을 비롯한 11種의 페놀物質이 發芽抑制作用을 나타내며 특히 벤조익산이 重要한 作用을 한다고 報告하였다.

以上과 같이 國外에서는 植物體로 부터 生理活性物質의 抽出 및 同定에 關하여 많은 研究報告가 있으나 우리 나라에서 報告된 論文은 주로 樹木에^{7,9, 11, 12)} 關한 것이며, 作物 相互間이나 作物과 雜草, 雜草 相互間에 關한 論文은 郭 및 權^{3, 10)} 등의 研究

를 除外하고는 거의 없는 실정이다. 따라서 本實驗은 독특한 냄새와 매운 맛을 지닌 여뀌와 paraquat에 耐性을 지닌 마디풀을 對象으로 相互對立抑制作用에 關한 研究의 基礎를 確立하기 위하여 알코올 및 水抽出液의 生理活性檢定과 活性物質의 分離, 同定, 脂肪酸 및 有機酸, 總 alkaloid, pet. ether 抽出物 檢定, 主要 標準 雜物物質이 發芽抑制에 미친 影響 등을 究明하였다.

材料 및 方法

實驗材料는 完全히 成熟한 여뀌와 마디풀을 慶北大 附屬農場에서 10月末~11月初사이에 採取하여 30℃의 dry oven에서 完全히 乾燥시킨 다음 磨碎하여 試料로 使用하였다.

實驗 1. 水溶 및 알코올을 抽出과 活性檢定

여뀌와 마디풀 乾試料 100g 당 1ℓ의 물을 가하여 24, 48, 72 hrs로 抽出하여 사레當 상치, 배추, 벼, 달맞이꽃, 한련초 등의 植物 種子 20粒씩 置床하고 抽出原液(10%)을 5%, 1% 稀釋, 3水準으로 處理하고, 光이 照射되는 growth chamber (20℃)에서 6日間 置床後에 發芽率을 調査하였다. 알코올의 抽出은 70% MeOH를 使用하여 MeOH를 完全히 揮發시킨 것을 10%로 하여 5%, 1%, 로 稀釋하여 3水準으로 處理하고 기타 條件은 水溶抽出과 同一한 方法으로 實驗을 遂行調査 하였다.

實驗 2. 페놀物質의 抽出·同定 및 活性檢定

페놀物質檢定은 Krygier (1982)¹⁸⁾ 및 Kuwatsuka와 Shindo (1973)¹⁹⁾의 方法을 약간 變形시켜(그림 1, 2) 抽出한 溶液을 TMS로 methylation시킨 다음 GLC로 同定하였다.^{20, 21, 22)} 使用된 GLC의 條件은 silicon SE 30으로 코팅된 chromosorb (100-120 mesh)로 充填하였으며, column은 1.5 × 4mm (內直徑)의 유리 column에, flame ionization detector를 裝置한 Pye Unicam社의 GLC였다. Carrier가스(질소)의 流速은 30 ml/分이고, 溫度는 injector가 270℃, detector가 280℃이며, column은 130℃~250℃로서 5℃/分이었다. Krygier의 方法을 變形시켜 抽出된 페놀性物質을 100, 500, 1,000 ppm의 濃度로 하여 實驗 1.과 同一한 活性를 檢定하였으며, 또한 Duke²⁾의 方法으로 活性를 檢定하였다.

Table 1. Effect of water extracts from *Polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare* on the germination of various plant seeds under light condition. 1)

Testing-plants Conc. 3)	<i>P. hydropiper</i>										<i>P. aviculare</i>														
	24hrs					72hrs					24hrs					48hrs					72hrs				
	0	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10
	-----% germination ⁴⁾ -----																								
<i>Oryza sativa</i>	100.0	76.7	76.7	96.5	90.0	93.3	98.5	90.0	93.3	96.5	100.0	93.5	96.5	100.0	93.5	96.5	100.0	93.5	95.0	98.5	96.5	96.5	96.5	96.5	
<i>Brassica pekinensis</i>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	81.5	100.0	98.3	85.0	100.0	100.0	93.5	100.0	100.0	93.5	100.0	98.5	95.0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.5	
<i>Lactuca sativa</i>	100.0	15.0	21.7	18.5	10.0	15.0	20.0	8.3	3.3	6.5	61.7	0.0	1.5	36.5	0.0	0.0	18.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<i>Oenothera odorata</i>	90.0	76.7	91.7	65.0	86.7	68.3	50.0	83.3	81.7	73.5	91.5	83.5	51.5	53.5	40.0	37.7	91.4	40.0	58.5	95.0	100.0	98.5	86.5		
<i>Eclipta prostrata</i>	98.5	95.0	100.0	95.0	100.0	100.0	88.5	100.0	98.3	90.0	100.0	98.5	83.5	83.5	95.0	90.0	76.5	95.0	96.5	95.0	96.5	96.5	86.5		

1) Experiment was conducted at the growth chamber with 20°C of temp. and 3,000 lux of light intensity

2) Extraction times: 24, 48 and 72 hours in water

3) Concentrations: 0; untreated, 1; 1g/100ml, 5; 5g/100ml, 10; 10g/100ml

4) Determined at the 6 days after incubation

Table 2. Effect of alcohol extracts from *Polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare* on the germination of various plant seeds under light condition. 1)

Testing-plants Conc. 3)	<i>P. hydropiper</i>										<i>P. aviculare</i>														
	24hrs					72hrs					24hrs					48hrs					72hrs				
	0	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10
	-----% germination ⁴⁾ -----																								
<i>Oryza sativa</i>	98.3	90.0	0.0	0.0	0.0	18.3	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	96.7	35.0	0.0	83.3	33.3	0.0	83.3	0.0	83.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
<i>Brassica pekinensis</i>	100.0	100.0	8.3	0.0	60.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	100.0	48.3	0.0	41.7	23.3	0.0	53.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<i>Lactuca sativa</i>	88.3	86.7	73.3	0.0	73.3	0.0	0.0	70.0	0.0	0.0	63.3	0.0	0.0	58.3	0.0	0.0	56.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<i>Oenothera odorata</i>	86.7	53.3	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	23.3	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<i>Eclipta prostrata</i>	96.7	100.0	0.0	0.0	96.7	0.0	0.0	96.7	0.0	0.0	98.3	5.0	0.0	96.7	3.5	0.0	48.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

1) Experiment was conducted at the growth chamber with 20°C of temp. and 3,000 lux of light intensity

2) Extraction time: 24, 48 and 72 hours in 70% methanol

3) Concentrations: 0; untreated, 1; 1g/100ml, 5; 5g/100ml, 10; 10g/100ml

4) Determined at the 6 days after incubation

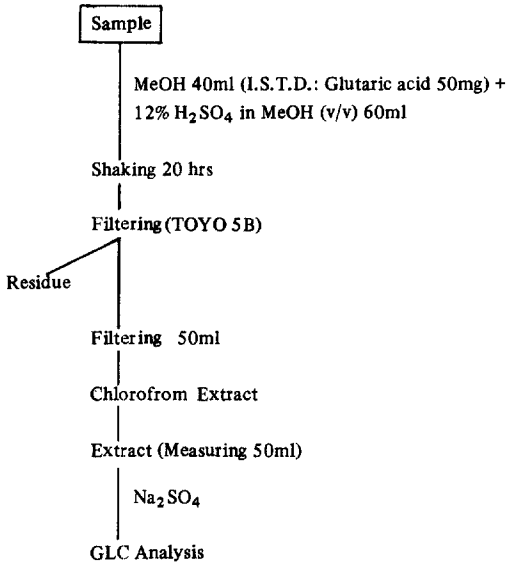


Fig. 3. Fractionation scheme for isolation of nonvolatile organic acid and fatty acid methylester from *P. hydropiper* and *P. aviculare*.

實驗 3. 脂肪酸, 有機酸, 總 alkaloid 含量 및 Pet. ether 抽出物 檢定

脂肪酸 및 有機酸은 Court 와 Hendel²³⁾의 方法(그림 3)으로 抽出하여 GLC로 同定하였다.⁸⁾ GLC의 조건은 Silar 10°C로 코팅된 chromosorb W(100-120 mesh)로 充填하였고, 溫度는 injector가 230°C, detector은 250°C였으며, column은 90°C~230°C로 8°C/min였고, 기타 條件은 實驗 2.의 페놀分析時와 같다.

總 alkaloid 含量은 Cundiff 와 Markunas의 方法²⁴⁾ Pet. ether 抽出物은 Wickham과 Blackmore²⁵⁾의 方法으로 檢定하였다.

實驗 4. 標準 페놀物質의 活性檢定

標準 페놀物質인 p-coumaric, p-OH-benzoic, ferulic, umbelliferone, vanillic, protocatechuic, syringic, salicylic, tannic, gallic, pyrogallol, tcinamic, p-Cl-benzoic acid 등을 10^{-6} ~ 10^{-3} M의 濃度로 調製하여 Duke²⁾의 方法으로 상치의 發芽 및 生長抑制率을 檢定하였다.

結果 및 考察

1. 水溶 및 알코올 抽出液의 活性檢定

여귀와 마디풀의 水溶抽出液은 배추, 한련초, 벼

및 달맞이꽃의 種子發芽에서 影響을 미치지 못하였으나, 상치 種子發芽는 크게 抑制시켰다(表 1). 특히 여귀의 抽出物은 抽出時間이나 濃度에 關係없이 20% 이하의 發芽率을 보였고, 마디풀은 濃度가 1%에서 10%로 增加할수록, 抽出時間이 24 時間에서 72 時間으로 길어질수록 發芽率이 61.7%에서 0%로 크게 떨어졌다.

알코올抽出液으로 種子發芽抑制 實驗을 하였을 때는 水溶抽出의 마디풀의 경우와 類似한 發芽抑制反應을 보였다(表 2). 여귀와 마디풀 共히 모든 實驗 種子에서 濃度가 1%에서 10%로 增加할수록, 抽出時間이 24 時間에서 72 時間으로 길어질수록 發芽率이 최고 100%에서 0%로 떨어졌다. 이는 여귀와 마디풀의 水溶 및 알코올抽出液에서 供試植物의 種子發芽가 크게 抑制되어 生理活性物質이 存在함을 立證할 수 있었다. 그러므로 Rice(1984)¹⁾에 依하면 약 75 種의 雜草가 抑制物質을 含有하고 있다고 報告한 맥락에서 理解가 된다.

2. 페놀物質의 同定과 植物種子發芽 및 生長

Krygier, Kuwatsuka 와 Shindo의 方法을 變形시켜 抽出한 페놀物質을 GLC로 同定한 結果(表 3), 여귀의 free fraction에서는 10 種類의 페놀이 同定되었는데, 그 가운데 tannic+gallic이 21.5%, sinapic 酸이 20.9%로 가장 많았다. Soluble fraction

Table 3. Constitution of phenolic compounds in various fractions identified from *Polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare*.

Phenolic acids	Weeds	<i>P. hydropiper</i>				<i>P. aviculare</i>			
	Frac.	Free	Soluble	Insoluble	Non	Free	Soluble	Insoluble	Non
p-cresol					3.1	2.4	7.4	1.1	
Catechol		3.2 ¹⁾			0.3	5.8	5.8	0.5	
Resorcinol									
methyl-catechol + p-Cl-benzoic						5.2		0.5	
Hydroquinone									
Salicylic + Vanillic		8.9	9.4	4.8	1.8	14.6	45.8	9.2	2.1
Cinnamic									
Pyrogallol								0.5	
p-OH-benzoic		1.2			1.2			1.3	
Umbelliferone				2.9	3.8			0.4	4.3
Protocatechuic		3.1	2.2	1.7	5.5	2.5	8.3		1.2
Syringic		2.3	9.7			2.4		0.5	
p-coumaric			5.7	44.7	11.2	2.9		41.1	10.4
Tyrosine									
Tannic + Gallic		21.5	45.5	7.8		14.8	17.6	3.6	
Ferulic		6.4	3.5	7.3	12.6	6.1		9.0	47.9
DL-dopa + Caffeic					3.4	1.0			7.3
Sinapic		20.9	1.7	4.5	18.4	12.4		1.6	11.9
Chlorogenic						3.3			

1) Percent of total GLC analyzed phenolic compounds

에서는 9種이 同定되었고, 그 가운데 tannic + gallic 酸이 45.5%로 가장 많았으며, insoluble-bound fraction에서는 9種이 同定되었는데, 그中 p-coumaric 酸이 44.7%로 가장 많이 含有되어 있었다.

마디풀의 free fraction에서는 16種의 페놀이 同定되었는데, 그中 salicylic + vanillic 과 tannic + gallic, sinapic 酸이 14.6%, 14.8%, 12.4%로 가장 많았고, soluble fraction에서는 7種이 同定되었는데, 그中 salicylic + vanillic 酸이 45.8%로 가장 많았고, insoluble-bound fraction에서는 15種이 同定되었는데, p-coumaric 酸이 41.1%로 가장 많았다.

Kuwatsuka와 Shindo의 方法을 變形시켜 fraction을 나누지 않은 non-fraction에서 여귀抽出物의 경우는 12種의 페놀이 同定되었는데, sinapic이 18.4%, ferulic 酸이 12.6%로 가장 많았고, 마디풀에서는 9種이 同定되었는데, ferulic 酸이 47.5%로 가장 많았다(그림 4, 5).

Krygier의 方法으로 抽出된 페놀物質을 fraction別로 植物種子發芽에 미친 影響을 보면 여귀는 free, insoluble-bound fraction에서 달맞이꽃, 상치 등의 種子發芽를 抑制시켰는데, 濃도가 100에서 1,000ppm로 增加할수록 抑制되었다. 特別히 상치는

두 fraction에서 發芽가 30%以下로 抑制되었다(表 4).

마디풀의 境遇도 여귀와 같은 結果를 보였는데, 두 fraction에서 發芽가 20%以下로 크게 抑制되었다(表 4). 特別히 insoluble-bound fraction의 1,000 ppm에서 상치는 0.7%만 發芽되었다. 또한 Duke²⁾가 提唱한 상치發芽 및 生長의 實驗에서도 두 植物의 抑制率은 비슷한 傾向을 나타내었다(表 5).

이 結果는 Aisaadawi와 Rice⁵⁾ 등의 명아주種子發芽 및 幼苗實驗 結果와 類似하며, 蘆와 吉¹⁾ 등도 페놀이 重要한 相互對立抑制作用物質이며, 幼苗實驗과 圃場發芽 實驗에서 나온 檢定結果와 類似한 傾向을 보였다.

3. 脂肪酸, 有機酸, 總alkaloid 및 pet. ether 抽出物

脂肪酸 및 有機酸은 Court와 Hendel²⁾의 方法에 따라 抽出·同定⁸⁾한 結果 여귀에서는 palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic 酸 등의 脂肪酸이 同定되었는데, linolenic 酸이 2.38mg/g으로 가장 많았으며, 總脂肪酸含量은 7.67 mg/g이었다. 마디풀에

Table 4. Effect of phenolic compounds presented in different fractions of *Polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare* on the seeds germination under light condition.¹⁾

Testing-plants	<i>P. hydropiper</i>						<i>P. aviculare</i>							
	Free		Soluble		Insoluble		Free		Soluble		Insoluble			
	100	500	1000	100	500	1000	100	500	1000	100	500	1000		
	Conc. ²⁾													
	% germination ³⁾													
<i>Oryza sativa</i>	98.3	93.3	95.0	98.3	90.0	98.3	90.0	98.3	96.7	100.0	88.3	98.3	100.0	98.3
<i>Brassica pekinensis</i>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	98.5
<i>Lactuca sativa</i>	100.0	13.0	10.0	23.0	36.0	3.0	30.0	3.0	0.0	20.0	13.3	26.7	83.3	10.0
<i>Oenothera odorata</i>	93.3	95.0	56.7	33.3	100.0	90.0	91.7	93.3	41.7	81.7	33.3	11.7	80.0	13.3
<i>Eclipta prostrata</i>	96.7	100.0	98.3	58.3	95.0	96.7	93.3	95.0	81.7	51.5	40.0	38.3	86.7	58.3

1) Experiment was conducted at the growth chamber with 20°C of temp. and 3,000 lux of light intensity

2) Concentrations: 0; untreated, 100; 100ppm, 500; 500ppm, 1000; 1000ppm

3) Determined at the 6 days after incubation

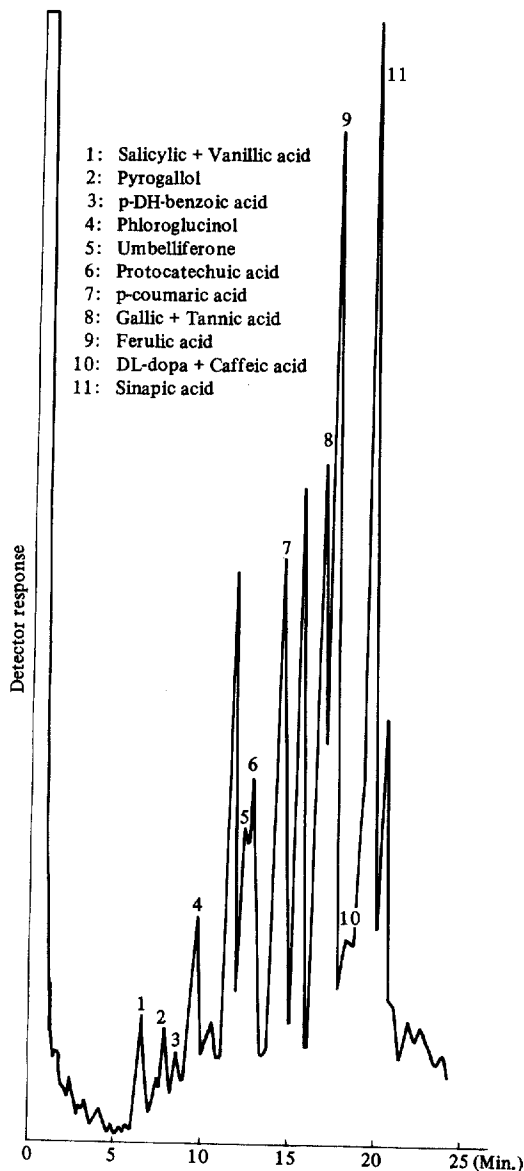


Fig. 4. GLC chromatogram of the Me₃Si derivative of phenolic acid liberated from *Polygonum hydropiper*.

서는 여귀에서 同定된 5種外에 eicosanoic acid 등의 脂肪酸이 同定되었고, 역시 linolenic acid이 3.70 mg/g으로 가장 많았으며, 總脂肪酸含量은 8.47 mg/g으로 여귀보다 많았다(表 6).

有機酸의 境遇에는, 여귀와 마디풀에서 oxalic, malic, citric acid 등이 同定되었는데, 두 供試材料 共히 oxalic acid의 含量이 20.588 mg/g과 14.288 mg/g으로 다른 有機酸보다 매우 높았고, 여귀가 마

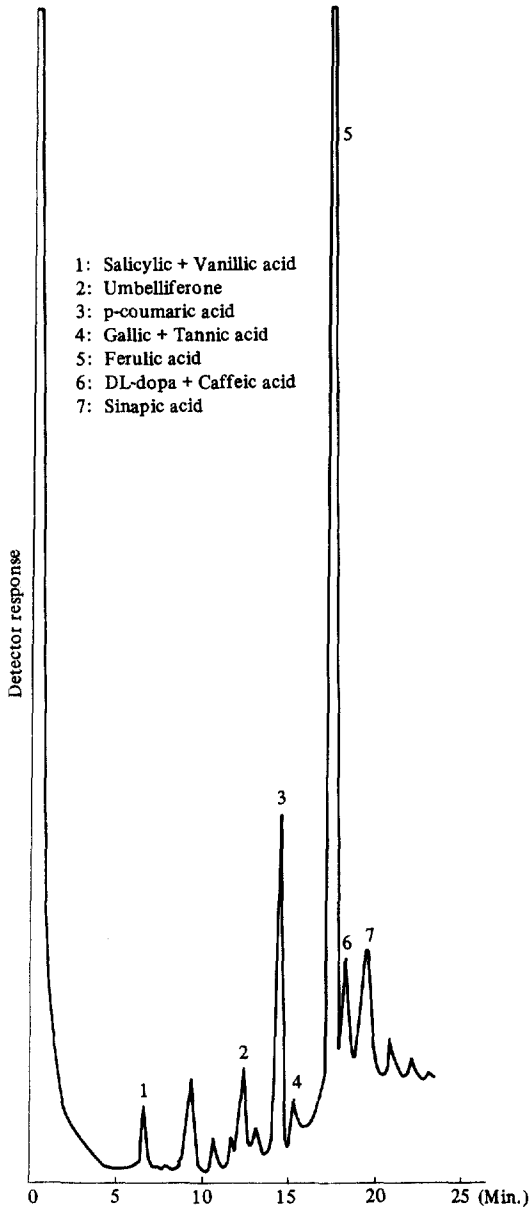


Fig. 5. GLC chromatogram of the Me₃Si derivative of phenolic acid liberated from *Polygonum aviculare*.

디플보다 相對的으로 有機酸을 많이 含有하고 있으며, 總含量은 여귀가 20,822mg/g 으로 마디풀 15,024 mg/g 보다 많았다(表 7).

總alkaloid 含量은 여귀가 0.20%, 마디풀이 0.22% 含有하고 있어서 類似하나, pet. ether 抽出物은 여귀가 2.42%, 마디풀이 1.65% 含有하고 있어서 여귀쪽이 훨씬 높았다(表 7). 脂肪酸의 境遇는 生

理活性檢定은 하지 않았기 때문에 자세히 言及하기는 어렵지만, Rice⁶⁾ 등은 마디풀에서 同定된 9種의 脂肪酸이 5ppm에서도 버뮤다글래스(bermuda grass)의 幼苗生長을 抑制시켰다고 하였다. 또한 脂肪酸, 有機酸, alkaloid 및 pet. ether 抽出物은 페놀類와 密接한 關聯이 있을뿐 아니라, alkaloid¹³⁾ 또한 相互對立抑制物質로서 作用하고, 炭素數가 적은 低級脂肪酸도 微生物에 抑制作用¹⁷⁾을 나타낸다고 하므로 상당히 흥미로운 物質로 간주되어, 今後 이 方面에 더 많은 研究檢討가 要望된다.

4. 標準 페놀物質의 活性檢定

Ferulic 酸外 13種의 標準 페놀物質로 상치 發芽 및 生長을 檢定을 한 結果 處理後 3日째에 ferulic, protocatechuic, salicylic, gallic 酸 10⁻³~10⁻⁶ M의 濃度에서 상치의 發芽가 抑制되었다(表 8). 이들 페놀物質은 여귀와 마디풀에서 비교적 많이 含有되어 있으며 이들 物質이 相互對立抑制作用을 發揮하는 物質로 作用하지 않나 思料된다.

以上の 實驗結果를 給合해 보면 여귀와 마디풀로부터 抽出된 水溶 및 알코올 抽出液이 상치와 달맞이꽃 種子의 發芽를 抑制시키므로 이들 抽出物에 相互對立抑制物質이 存在하는 것으로 思料되고, Rice^{5, 6)} 등의 報告와도 類似한 傾向을 나타냈다. 또한 GLC로 同定된 페놀은 Rice 外 여러 報告者가 相互對立抑制物質로서 重要한 役割을 한다고 報告한 結果와 상치의 發芽에 미치는 影響으로 미루어 볼 때 重要한 生理活性物質로 看做된다. 脂肪酸이나 有機酸 等도 페놀物質과 더불어 相互對立抑制 關聯物質로 밝혀져 있어서 이들 物質의 役割에 對하여 研究가 要望된다.

摘 要

여귀 및 마디풀로부터 얻어진 水溶 및 알코올 抽出液으로 種子의 生理活性檢定과 페놀物質의 分離·同定 및 生理活性檢定, 脂肪酸 및 有機酸, 總alkaloid, Pet. ether 抽出物 檢定, 그리고 標準페놀物質이 상치 種子의 發芽 및 生長에 미치는 影響을 調查하여 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 여귀 및 마디풀의 水溶 및 알코올 抽出液은 상치外 5種의 植物種子發芽를 抑制시켜 生理活性이 認定되었다.

Table 5. Effect of phenolic compounds presented in various fractions of *Polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare* on the lettuce seeds germination and it's growth.

Fractions	Conc.(ppm)	<i>P. hydropiper</i>			<i>P. aviculare</i>		
		1 DAT ¹⁾ (% germ.)	3 DAT ²⁾ (fresh weight)	5 DAT	1 DAT ¹⁾ (% germ)	3 DAT ²⁾ (fresh weight)	5 DAT
Free	1000	0.0	49.0	0.26	0.0	49.0	0.18
	500	0.0	84.0	0.56	0.0	84.0	0.54
	100	0.0	83.0	0.66	0.0	69.0	0.88
Soluble	1000	0.0	63.0	0.58	0.0	81.0	0.42
	500	0.0	88.0	0.92	0.0	83.0	0.92
	100	2.0	76.0	1.02	2.0	87.0	1.20
Insoluble-bound	1000	0.0	33.0	0.16	0.0	46.0	0.34
	500	0.0	67.0	0.50	0.0	80.0	1.00
	100	2.0	90.0	0.98	1.0	74.0	1.02
Untreated	0	3.4	87.0	1.10	3.4	87.0	1.10

1) DAT: days after treatment under dark condition.
2) DAT: days after treatment under light condition.

Table 6. Composition and amount of fatty acids determined from *Polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare* by GLC.

Plants-species	Fatty acids						Total	$\Sigma S/\Sigma U$ ²⁾
	16:0 ¹⁾	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0		
	-----mg/g-----							
<i>P. hydropiper</i>	2.11	0.31	1.32	1.55	2.38		7.67	0.460
<i>P. aviculare</i>	1.90	0.25	1.07	1.36	3.70	0.19	8.47	0.381

1) 16:0; Palmitic acid, 18:0; Stearic acid, 18:1; Oleic acid, 18:2; Linoleic acid 18:3; Linolenic acid, 20:0; Eicosanoic acid
2) $\Sigma S/\Sigma U$: Total saturated fatty acid/Total unsaturated fatty acid

Table 7. Composition and amount of organic acid, total alkaloid and pet. ether extracts determine from *Polygonum hydropiper* and *Polygonum aviculare* by GLC.

Plants-species	Organic acids			Total alkaloid	Pet. ether extracts
	Oxalic acid	Malic acid	Citric acid		
	-----mg/g-----			-----%-----	
<i>P. aviculare</i>	14.288	0.506	0.230	0.22	1.65
<i>P. hydropiper</i>	20.588	0.108	0.126	0.20	2.42

2. 페놀物質을 fraction 別로 同定했을때 여뀌의 free fraction 에서 10 種이 同定되었고, tannic + gallic 이 21.5 %, sinapic 酸이 20.9 %로 가장 많았으며, soluble fraction 에서는 9 種이 同定되었고, tannic + gallic 酸이 45.5 %로 높았고, insoluble-bound fraction 에서는 9 種이 同定되었고, p-coumaric 酸이 가장 많이 함유되어 있었다.

마디풀의 free fraction 에서 16 種이 同定되었고,

salicylic + vanillic 이 14.6 %, tannic + gallic 이 14.6 %, sinapic 酸이 12.4 %로 많았으며, soluble fraction 에서 7 種이 同定되었고, 그 中 salicylic + vanillic 酸이 45.8 %로 가장 많았으며, insoluble-bound fraction 에서는 15 種이 同定되었고, p-coumaric 酸이 41.1 %로써 가장 많이 함유되어 있었다.

Non-fraction 에서는 여뀌에서 12 種이 同定되었

Table 8. Effect of authentic phenolic compounds on the germination and growth of lettuce.

Phenolic compounds	Conc. (10 ⁻ⁿ M)	1 DAT ¹⁾ (% germination)	3 DAT ²⁾	5 DAT ²⁾ (Fresh weight)
p-coumaric acid	3	4.0	63.3	1.08
	4	14.7	93.0	1.15
	5	17.3	90.7	1.29
	6	22.7	93.3	1.19
p-OH-benzoic acid	3	4.3	85.7	0.99
	4	21.3	88.3	1.05
	5	33.3	90.7	1.22
	6	34.3	92.0	1.25
Ferulic acid	3	0.0	0.0	0.00
	4	25.3	84.7	1.13
	5	29.3	86.7	1.22
	6	29.0	91.3	1.39
Umbelliferone	3	15.7	85.0	0.21
	4	22.3	86.0	0.89
	5	26.3	91.7	1.17
	6	35.3	88.0	1.20
Vanillic acid	3	0.7	89.3	1.22
	4	0.7	89.3	1.07
	5	27.3	88.0	1.12
	6	26.0	95.0	1.01
Protocatechuic acid	3	0.0	0.0	0.00
	4	28.0	88.0	1.00
	5	27.3	85.3	1.70
	6	23.7	85.7	1.01
Syringic acid	3	1.3	18.7	0.54
	4	19.3	87.0	1.21
	5	24.3	91.3	1.20
	6	24.3	88.3	1.13
Salicylic acid	3	44.0	85.0	0.96
	4	52.0	77.0	0.98
	5	64.0	80.0	0.92
	6	46.0	79.0	0.82
Tannic acid	3	29.0	76.0	0.30
	4	65.0	91.0	0.94
	5	35.0	95.0	0.98
	6	47.0	89.0	1.02
Gallic acid	3	10.0	79.0	1.06
	4	12.0	82.0	0.98
	5	5.0	62.0	0.92
	6	27.0	83.0	0.98
Pyrogallol	3	3.0	92.0	0.90
	4	11.0	93.0	1.02
	5	12.0	93.0	1.06
	6	11.0	90.0	1.02
t-cinnamic acid	3	6.0	50.0	0.64
	4	22.0	71.0	0.88
	5	68.0	88.0	1.12
	6	61.0	95.0	1.02
p-Cl-benzoic acid	3	24.0	90.0	0.52
	4	42.0	89.0	0.92
	5	61.0	84.0	0.94
	6	51.0	83.0	0.84
Control	0	21.0	90.3	1.02

1) Days after treatment under dark condition

2) Days after treatment under light condition

고, sinapic 酸이 18.4%로 가장 많았고, 마디풀에서는 9種이 同定되었고, ferulic 酸이 47.9%로 가장 많았다.

Fraction 別 페놀物質의 濃度가 100에서 1,000 ppm으로 增加할수록 상처의 發芽가 크게 抑制되었고 두 植物 共히 insoluble-bound fraction에서 抑制率이 높았다.

3. 여뀌의 抽出物에서는 脂肪酸이 5種, 有機酸 3種이 同定되었는데, 脂肪酸 가운데는 linolenic 酸이 2.38 mg/g으로 가장 많고, 有機酸은 oxalic 酸이 20.588 mg/g으로 가장 많았다. 마디풀의 抽出物에는 脂肪酸이 6種, 有機酸이 3種이 同定되었고, 脂肪酸은 linolenic 酸이 3.70 mg/g과 有機酸은 oxalic 酸이 14.288 mg/g으로 많아서 두 植物種間 含量에는 多少 差異가 있었다. 總 alkaloid 含量은 여뀌에서 0.20%, 마디풀에서 0.22%로 類似하였다. Pet. ether 抽出物은 여뀌에서 2.42%, 마디풀에서 1.65%로 差異가 있었다.

4. 標準 페놀物質인 ferulic, protocatechuic 酸 10^{-3} M에서 상처의 發芽가 전혀 되지 않았고, salicylic 과 gallic 酸은 全濃度(10^{-6} ~ 10^{-3} M)에서 상처種子の 發芽 및 生長을 抑制시켰고, 이들 物質은 마디풀과 여뀌內에 많이 含有되어 있는 物質이었다.

參 考 文 獻

- Rice, E. L.: 1984. Allelopathy (Second Edition), Academic Press, Inc. Orlando, Florida, pp:1-103, 231-361.
- Duke, S. O.: 1985. Weed physiology (Vol. I) weed allelopathy (Vol. Dds. Alan R. Putnam). CRC Press, Inc. 2000 Corporate Blvd., Boca Raton, Florida, pp:131-156.
- Kwon, S. T. and K. U. Kim: 1985. Effect of phenolic compounds identified from crop residue (wheat, ray) on the germination and growth of various weeds. Kor. J. Weed Sci., 5(2):121-130.
- Steven, R. R. and H. S. Jodie: 1984. Weed Ecology. John Wiley and Sons, Inc. Canada, pp:117-121.
- Alsaadawi, S. I. and E. L. Rice: 1982. Allelopathic effect of *Polygonum aviculare*. L. II. isolation, characterization and biological activities of phytotoxines. J. of Chem. Ecology 8(7): 1011-1028.
- Alsaadawi, S. I. and E. L. Rice and T. K. B. Karns: 1983. Allelopathic effect of *Polygonum aviculare* L. III. isolation, characterization and biological activities of phytotoxins other than phenols. J. of Chem. Ecology 8(6): 761-774.
- Bang, G. S. and B. S. Kil: 1986. Allelopathic potential of *Cedrus deodara* (LOXB) LOUDON, J. Natu. Sci. Won Kwang Univ., 5(1):28-34.
- Rhee, M. S., U. C. Lee, S. Y. Oh and K. S. Rhee: 1983. A gas chromatographic determination of organic acids in tobacco leaves and cigarette smoke condensate. J. of the Kor. Tobacco Sci. 5(1): 67-72.
- Seo, B. S.: 1985. The germination inhibiting effect of *Styrax japonica* leaves extracts on several soil conservation grass seeds. Ph. D. Thesis. Jeonpook Univ.
- Kwak, S. S. and K. U. Kim: 1984, Effect of major phenolic acid identified from barley residues on the germination of paddy weeds. Kor. J. Weed Sci., 4(1);39-51.
- Rho, B. S. and B. S. Kil: 1986. Influence phytotoxin from *Pinus regida* on the selected plants. J. Natu. Sci. Won Kwang Univ., 5(1):19-27.
- Kil, B. S. and Y. J. Yim: 1983. Allelopathic effect if *Pinus densiflora* on undergrowth of red pine forest. J. of Chem. Ecology 9(8): 1135-1151.
- Chen, C. H.: 1986. Study on the alkaloids from *Thalictrum fauriei*. Kor. J. Pharmacogn., 17(1): 49-54.
- Matthew, L. B., B. Jenny, C. D. Wilfrid, P. M. Crow, S. Akira, T. Nobutaka, U. Masami, and Y. Shigeo: 1984. Germination inhibitor from *Eucalyptus pulverulenta*. Agric. Biol. Chem., 48(2);373-376.
- Rowx, D. G.: 1972. Recent advance in the chemistry and chemical utilization of the natural condensed tannins. Phytochemistry, Vol. 11 pp:1219-1230.
- Harada, J.: 1986. Allelopathy and fish-toxicity

- of weeds. Weeds and environment in the tropics (Eds. K. Noda and B. L. Mercado), pp:173-220.
17. Park, J. S., N. Shoy, M. Shingo and K. Masato: 1986. Isolation and identification of antifungal fatty acids from the extracts of common purslane (*Portulaca oleracea* L.). Kor. J. Plant Pathol., 3(2):82-88.
 18. Krygier, K., F. Sosulski and L. Hogge: 1982. Free, esterified and insoluble-bound phenolic acid. I. Extraction and purification procedure II. Composition of phenolic acids in rapeseed flour and hulls. J. Agric. Food Chem., 30(2): 330-336.
 19. Kuwatsuka, S. and H. Shindo: 1973. Behavior of phenolic substance in the decaying process of plant. Soil Sci. Plant Nutr., 19(3):219-227.
 20. Sosulski, F., K. Krygier and L. Hogge: 1982. Free, esterified and insoluble-bound phenolic acid. III. Composition of phenolic acid in creal and potato flours. J. Agric. Food Chem., 30(2): 337-340.
 21. Salomonsson, A., T. Olef and P. Aman: 1978. Quantitative determination by GLC of phenolic acids as derivatives in cereal straws. J. Agric. Food Chem., 26(4): 830-835.
 22. Woo, W. S.: 1984. 天然物 化學研究法. 民音社.
 23. Court, A. W. and G. G. Hendel: 1978. Determination of nonvolatile organic and fatty acids in flue-cured tobacco by gas-liquid chromatography. J. of Chromatographic Sci. Vol. 16: 314-317.
 24. Cundiff, R. H. and P. C. Markunas: 1955. Determination of nicotine, nor-nicotine and total alkaloid in tobacco. Anal. Chem., 27:742, 1650-1653.
 25. Wickham, J. E. and R. H. Blackmore: 1963. J. of A. O. A. C. 46:425-428.