

麥類作物(밀·호밀)의 殘餘物로부터 同定된
Phenolic Compounds가 雜草의 發芽
및 生育에 미치는 影響

權 純 泰·金 吉 雄*

Effect of Phenolic Compounds Identified from
Crop Residues (Wheat·Rye) on the Germination
and Growth of Various Weeds

Kwon, Soon Tae and Kil Ung Kim*

ABSTRACT

The phenolic compounds identified from rye and wheat residues seemed to be p-coumaric, p-hydroxybenzoic, vanillic, ferulic, salicylic and syringic acids. Total phenol content of rye and wheat straw determined at heading stage was 0.1803% and 0.1702%, respectively. Total phenol content in straw was higher than that of root at all growth stages. The germination and growth of plants, such as *Oryza sativa*, *Echinochloa crusgalli*, *Cyperus serotinus*, *Portulaca oleacea*, *Amaranthus retroflexus*, *Digitaria sanguinalis*, and *C. album* were inhibited by treatments of authentic phenolic compounds as the concentrations increased. However, at the early stage, the germination and shoot growth of *P. distinctus* were markedly stimulated by them, and then the further growth of shoot and root was markedly inhibited by the prolonged treatment of phenolic compounds. The aqueous extracts from rye and wheat straw completely inhibited the germination of *A. retroflexus* and *C. album* at a high concentrations. The content of starch and protein in bulbs of *P. distinctus* was lower in the p-hydroxybenzoic acid treated plot, at 10^{-2} M, than the untreated control.

Key words: residues, authentic phenolic compounds, aqueous extracts, *P. distinctus*.

緒 言

植物體로부터 分泌되거나 殘餘物에서 溶出되는 化學物質이 他植物에 直接 또는 間接的으로 抑制作用을 미치는 植物 相互作用을 allelopathy 라 한다.¹³⁾

이러한 現象은 自然生態系에서 植物群 相互間의 親近성을 誘發시켜 植生構成을 結定하는 重要한 原因

이 되며¹⁰⁾ 作物의 連作障害, 土壤內 有害物集積, 草地生態系의 遷移 및 雜草害 등 作物의 生育 및 收量에 큰 影響을 미친다.^{1, 2, 10, 13)}

一般的으로 알려진 allelopathic 物質은 植物中間代謝物質中 2次 生成物質인 phenolic compounds, coumarins, terpens, flavonoids, alkaloids 및 cyanogenic glycoycide 등^{13, 17)} 으로서 hormone性 植物生長 調節物質과는 달리 植物體內에서 比較的 高濃

* 慶北大學校 農科大學 農學科.

* Department of Agronomy, College of Agriculture, Kyungpook National Univ., Taegu 635, Korea.

度로 存在하면서 自體植物內에서는 特定한生理的 役割을 갖지 않으나, 他植物體로 分泌되어 發芽 및 生長抑制, 呼吸, 光合成, 榮養分の 吸收, 호르몬의 合成 등을 妨害하는 것으로 報告되었다.^{3,17,21)}

Gabor와 Veatch⁴⁾는 禾本科 雜草인 *Agropyron repens*의 分泌物 또는 水溶抽出液이 옥수수, 귀리, 알팔파 등의 生育에 強한 抑制作用을 나타내는 것은 抽出液 自體의 pH나 滲透壓의 影響과는 다른, 化學物質에 依한 allelopathic 効果라고 報告하였으며, Tsuzuki²⁰⁾는 벼의 葉伸長을 強하게 抑制하는 *Spergular arvensis*의 水溶抽出液으로부터 phenolic compounds인 ferulic acid와 caffeic acid를 同定하고 이들 物質이 水溶抽出液의 抑制効果과 聯關性이 있다고 하였다. 한편, Steinsiek 등¹⁶⁾은 2毛作으로 栽培된 밀짚의 水溶抽出液은 *Impomoea hedracea*, *Abutilon theophrasti* 등의 發芽와 生育을 抑制시킨다고 하였으며, Triplette와 Van Doren¹⁹⁾은 콩과 穀類作物을 二毛作하는 圃場에 밀짚을 施用할 경우 發生雜草의 防除에 顯著的 效果가 있음을 報告하였다. 郭·金⁸⁾은 畚裏作으로 栽培된 보리의 殘餘物로부터 phenolic compounds인 p-coumaric, p-hydroxybenzoic, vanillic, ferulic 酸을 分離·同定하였으며 殘餘物의 水溶抽出液이 雜草의 發芽 및 生育에 強한 抑制를 나타내는 것은 이들 phenol系 物質과 聯關이 있을 것이라고 하였다.

最近의 이러한 研究는 主要作物과 雜草間에 生存하는 allelopathic 現象을 利用하여 雜草防除 및 植物이 含有하는 抑制物質을 天然除草劑 開發에 利用하려는 시도로써 活發히 이루어지고 있다.^{9,15,19)}

지금까지 우리나라에서 Allelopathy에 對한 研究는^{7,10,11)} 植物學的으로 一部되어 있으나 雜草防除目的과 關聯된 研究는 郭·金⁸⁾의 보리(*Hordeum vulgare*)에 關해 있을 뿐 전혀 없는 實情이다.

따라서 本 試驗은 收穫後 大部分이 다시 土壤으로 還元되는 麥類作物(밀·호밀)의 殘餘物을 對象으로 이들이 含有한 phenolic compounds의 分離·同定 및 殘餘物의 主要 生育時期別 總 phenol 含量 測定, 그리고 主要 標準 phenolic compounds 및 殘餘物의 水溶抽出液이 雜草의 發芽와 生育에 미치는 影響과 phenolic compounds 處理가 發芽과정중, 가래(*Potamogeton distinctus*) 鱗莖의 貯藏物質인 澱粉과 蛋白質의 分解에 미치는 影響을 究明하여 農業副產物을 利用한 效果의 雜草防除 體系와 Allelopathic 物質 開發에 基礎資料를 얻고져 遂行하였다.

本 試驗에 使用된 밀과 호밀의 品種은 그루밀 및 팔당호밀로서 慶尙北道 農村振興院에서 1984年 가을에 播種하여 1985年 6月 15日까지 栽培된 것을 試驗目的에 따라 時期別로 採取하였다.

供試한 雜草, 가래의 鱗莖, 너도밤동산이의 塊莖 및 는, 말 雜草種子는 慶北大學校 試驗圃場에서 增殖하여 採取한 것으로 充實하게 成熟된 것을 嚴選하여 使用하였다.

試驗 1. 作物殘餘物로부터 Phenolic compounds의 同定

試料는 完全히 收穫期에 이룬 밀과 호밀을 뿌리와 竇으로 分離하여 採取하였다. 植物體로부터 phenolic compounds의 抽出은 郭·金⁸⁾의 方法에 따라 一定量의 乾燥試料를 methanol로 抽出·濃縮한 後 chloroform을 加하여 分離된 水溶層을 pH 2로 測定한 뒤 ether로 3回 抽出하여 減壓·濃縮시켰다.

뿌리 및 竇으로부터 抽出·濃縮된 試料로부터 phenolic compounds의 分離는 Rice와 Pancholy 등¹⁴⁾의 方法에 따라 溶媒에 依한 2次元 paper partition chromatography 法을 使用하였으며, chromatogram上에 分離된 phenolic compounds의 確認은 郭·金⁸⁾의 方法에 따라 FeCl₃-K₂Fe(CN)₆液의 噴霧時 呈色反應과 UV에 依한 螢光反應으로 나타난 Spot의 色과 Rf 값을 標準物質과 比較하여 同定하였다.

試驗 2. 生育期間中 總 Phenol 含量 測定

分蘗期, 出穗期 및 收穫期에 이룬 밀과 호밀의 뿌리와 竇으로부터 採取된 試料를 試驗 1과 同一한 方法으로 抽出·濃縮시켜 試料와 2% Na₂CO₃-4% NaOH 및 folin 試藥을 混合하여 30℃에서 30分間 反應시켜 發色된 程度를 750 nm에서 吸光度를 調査하고, Swain¹⁸⁾의 方法에 따라 vanillic acid 標準曲線에 依해 試料 10g當 phenol 含量을 mg單位로 나타내었다.

試驗 3. 主要 標準 Phenolic compounds가 雜草의 發芽 및 生育에 미치는 影響

試驗 1에서 호밀과 밀의 殘餘物로부터 同定된 phenolic compounds로 推定되는 p-coumaric, p-hydroxybenzoic, ferulic, vanillic, salicylic, syringic

酸의 標準物質을 濃度 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} M로 베키, 너도방동산이, 가래 및 밭 雜草인 쇠비름, 바랭이, 참비름, 명아주에 3反復 處理하였다. 種子는 20粒씩 가래의 鱗莖 및 너도방동산이의 塊莖은 10個씩을 濾紙를 간 사리에 넣고, 濃度別 10ml씩 處理하여, 各雜草의 發芽條件을 양호하게 하기 위하여 벼와 논 雜草는 25℃ 暗, 밭잡초인 쇠비름, 바랭이, 참비름은 25℃ 光狀態에서, 명아주는 5℃-25℃ 變溫條件으로 發芽시켰다. 雜草의 發芽條件에 따라 3, 5, 7, 10, 14, 15 또는 30日째 發芽率, 新軸의 길이 및 뿌리의 生長을 調査하였다.

試驗 4. 殘餘物의 水溶抽出液이 雜草의 發芽와 生育에 미치는 影響

收穫期에 採取한 밀과 호밀의 糞을 常溫에서 乾燥시킨 後 磨碎하여 乾燥試料과 蒸溜水를 1:20 (w/v)으로 섞어 30℃에서 48時間 抽出濾過한 液을 水溶抽出液으로 하였다. 濃度는 1, 1/2, 1/10 倍로 稀釋하였으며 處理方法, 發芽條件 및 調査方法은 試驗 3과 같다.

試驗 5. 가래 鱗莖內 存在하는 蛋白質과 澱粉 含量 測定

가래의 鱗莖을 사리에 置上한 後 10^{-2} M p-hydroxybenzoic acid를 處理하여 0, 1, 2, 4, 8, 16日째 處理區와 無處理區의 鱗莖에서 新軸과 뿌리를 除去한 다음 80℃에서 24時間 乾燥시켜 主軸에서 磨碎한 試料 200mg을 蛋白質과 澱粉 分析에 使用하였다. 蛋白質 含量은 Micro-Kjeldahl 法²¹⁾을, 澱粉의 分析은 Anthron 法²²⁾에 依해 分解된 試料를 630nm에서 吸光度를 구하여 glucose 標準曲線을 그어 試料當 包含된 澱粉의 含量을 %로 나타내었다.

結果 및 考察

1. Phenolic compounds의 同定

殘餘物 抽出液으로부터 paper partition chromatogram上에 分離된 主要 phenolic compounds를 보면 밀의 境遇(그림 1-1) spot 1, 2, 3, 4, 7, 8 및 9는 糞과 뿌리에서 共通으로 存在하는 것으로, spot 6, 5, 11, 10은 뿌리에서만 存在하는 物質로 推定된다. Chromatogram의 UV 螢光反應 및 $FeCl_3-K_3Fe(CN)_6$ 噴霧 呈色反應으로 나타난 spot를 標準物質과 比較한 結果 spot 1은 ferulic 酸, spot 2는

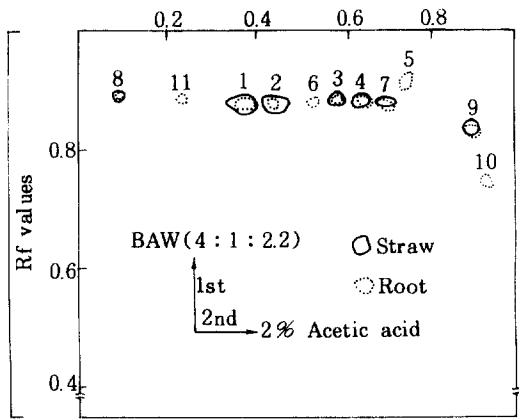


Fig. 1-1. Two-dimensional paper chromatogram of phenolic compounds in the wheat residues.

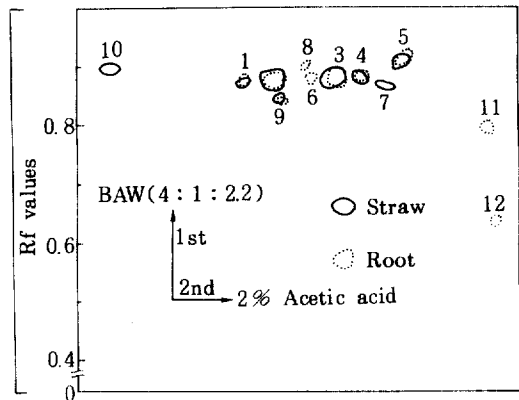


Fig. 1-2. Two-dimensional paper chromatogram of phenolic compounds in the rye residues.

p-coumaric 酸, spot 3은 vanillic 酸, spot 4는 p-hydroxybenzoic 酸, spot 5는 salicylic 酸 그리고, spot 6은 syringic 酸으로 判明되었으나, spot 7, 8, 9, 10, 11은 使用된 標準物質의 反應과 一致하지 않아 同定할 수 없었다. 한편, 호밀에서는 그림 1-2와 같이 spot 1, 2, 3, 4, 5, 9는 糞과 뿌리에서 公히 存在하는 phenolic compounds로 나타났으며, spot 7과 10은 糞에서만, spot 6, 8, 11, 12는 뿌리에서만 存在하는 物質일 것으로 推定된다. Spot 1에서 6까지는 밀에서 同定된 phenolic compounds와 同一 物質인 것 같다.

以上에서 호밀과 밀의 殘餘物 抽出液으로부터 同定된 phenolic compounds는 p-coumaric, p-hyd-

Table 1. Identification of major phenolic compounds in the crop residues by PPC.

Crops Plant parts	Wheat		Rye	
	Straw	Root	Straw	Root
Phenolics identified				
Vanillic acid	+	+	++	++
p-coumaric acid	++ ¹⁾	+	++	++
p-hydroxybenzoic acid	+	++	+	+
Ferulic acid	++	++	+	+
Syringic acid	-	+	-	+
Salicylic acid	-	+	+	+
No. of unidentified spots	3	5	3	4
Total spot number	7	11	8	9

¹⁾ Spot identified on the PPC

++ : Presented in larger spot

+ : Presented in small spot

- : No detection

roxybenzoic, vanillic, ferulic, salicylic, syringic 酸이었으며 分離된 spot의 數를 보면(表 1), 밀과 호밀의 뿌리에서 各各 11個 및 9個로서 뿌리가 짚에 비해 많았다. 한편, chromatogram上에서의 UV 螢光反應 및 spot의 크기 등으로 미루어 보아 p-coumaric 酸과 ferulic 酸은 밀짚에서, p-hydroxybenzoic 酸과 ferulic 酸은 밀의 뿌리에서, 그리고 p-coumaric 酸과 vanillic 酸은 호밀의 짚과 뿌리에 存在하는 主要 phenolic compounds 일 것으로 推定된다.

이러한 結果는 Guenzi와 McCalla⁵⁾의 밀의 phenolic compounds에 對한 研究結果와, 郭·金⁸⁾이 報告한 보리 殘餘物에서 同定된 主要 phenolic compounds의 種類와도 類似한 것으로 思料된다. 이리하여 麥類殘餘物에 含有된 이들 物質이 主種의 phenol類가 아닌가 思料된다.

2. 總 Phenol 含量

分蘗期, 出穗期 및 收穫期에 호밀과 밀의 殘餘物에 含有된 總 phenol含量은 表 2와 같으며 時期別로는 出穗期에 乾燥試料 10g當 밀짚은 17.02 mg, 호밀짚 18.03mg으로 가장 높았고 出穗期과 收穫期間에는 含量에 뚜렷한 差異가 없는 것 같다. 한편, 뿌리에서는 밀은 收穫期에 9.90 mg, 호밀은 出穗期에 10.35mg으로 가장 높았으나 出穗期 및 收穫期 사이에는 뚜렷한 差異가 없는 것 같으며 全 時期에서 地上部가 地下部에 비해 顯著히 높았다.

郭·金⁸⁾은 보리 殘餘物의 總 phenol含量은 收穫期가 幼苗期에 비해 많고, 殘餘物이 分解될 경우, 분

Table 2. The total phenol content determined at tillering, heading and harvesting stages.

Crops Plant parts Stage determined	Wheat		Rye	
	Straw	Root	Straw	Root
	mg/10g			
Tillering	11.99	6.06	11.86	6.68
Heading	17.02	9.86	18.03	10.35
Harvesting	16.26	9.90	17.39	10.21

解初期엔 增加한다고 하였으며, 이는 보리짚의 主成分인 lignin이 分解되면서 一時的으로 phenol化되어 增加할 것이라고 하였다. Ishikura⁹⁾는 植物體의 葉中 總 phenol含量은 生育이 進前됨에 따라 계속 增加하며 生育이 끝날 무렵엔 含量變化가 거의 없다고 하였다. 밀 및 호밀에 含有된 時期別 總 phenol含量은 郭·金 및 Ishikura가 報告한 것와 類似한 傾向이었다.

3. 標準 Phenolic compounds가 發芽 및 生育에 미치는 影響

호밀과 밀의 殘餘物로부터 分離·同定된 標準 phenolic compounds의 種類 및 濃度, 供試植物의 種類에 따라 이들에 對해서 多樣한 發芽 및 生育反應을 나타내었다.

表 3은 標準 phenolic compounds가 벼 및 는 雜草의 發芽와 新翰生育에 미치는 影響을 無處理에 對한 比率로 나타낸 것이다. 벼, 피, 너도방동산이는 phenolic compounds의 處理에 依해 發芽 및 新翰

Table 3. Effect of six authentic phenolic compounds on the germination and shoot growth of rice and paddy weeds¹⁾

Phenolics	<i>O. sativa</i>		<i>E. crusgalli</i>		<i>C. serotinus</i>		<i>P. distinctus</i>	
	% Germ	SL. ²⁾	% Germ	SL.	% Germ	SL.	% Germ	SL.
Untreated control	93.3	21.9	82.2	43.5	91.7	48.0	53.6	20.7
	% of untreated control							
p-coumaric acid	70.6 c	51.3 d ³⁾	86.1 b	59.4 c	91.4 abc	82.7 a	121.1 cd	100.6 cd
p-hy. benzoic acid	80.0 bc	68.7 bc	97.6 a	82.7 a	100.9 a	90.2 a	112.7 d	118.5 b
Vanillic acid	92.9 a	82.4 a	89.5 ab	77.4 a	98.1 ab	79.4 ab	157.5 a	112.7 bc
Ferulic acid	80.4 bc	77.4 ab	85.8 b	73.2 ab	88.2 bc	67.2 b	128.4 c	95.2 d
Salicylic acid	71.1 c	61.4 dc	68.2 c	61.1 bc	82.2 c	65.6 b	151.7 ab	151.1 a
Syringic acid	83.3 ab	76.5 ab	79.3 b	65.6 bc	87.2 bc	65.2 b	147.8 b	104.8 cd
Average of six phenolics	79.7	69.6	84.4	69.9	91.3	75.1	136.5	113.8

¹⁾ Determined at 10 days after treatment (DAT), but for *P. distinctus* at 15 days after treatment.

²⁾ SL. ; Shoot length (mm)

³⁾ Each value is an average of $10^{-2} + 10^{-3} + 10^{-4} + 10^{-5}$ M.

Means within each column with the same letter are not significantly different at 0.05 level (Duncan's multiple range test)

生育이抑制되었는데, 無處理에 對한 處理의 平均 發芽抑制率은 벼 20.3%, 피 15.6%, 너도방동산이 8.7%였고, 新稈의 生育도 비슷한 抑制傾向이나 벼가 30.4%, 피 30.1%, 너도방동산이 24.9% 抑制를 나타내어 發芽率보다 新稈生長이 크게 抑制되는 것 같다. 供試된 벼 및 논 雜草 모두 phenolic compounds의 處理에 依해 抑制反應을 보였으나, 가래(*P. distinctus*)는 例外로 處理한 phenolic compounds에 依해 發芽 및 新稈의 生育이 顯著하게 促進되어 處理後 15日째 無處理에 比해 平均 36.5%의 發芽促進效果를 나타내었고 phenolic類 가운데서는 vanillic 酸의 處理에 依해 가장 높은 57.5% 促進되었다. 또한, 新稈의 生育에 있어서도 salicylic 酸에 依해 51.1%, 平均 13.8% 促進되었다.

處理한 6가지 主要 標準 phenol 物質에 對한 供試한 벼와 논 雜草의 濃度別 平均 發芽率에 있어서는(그림 3) 벼, 피, 너도방동산이 順으로, 濃度の 增加와 더불어 抑制되었는데, 特히 高濃度인 10^{-2} M 處理에서 顯著한 減少를 보였다. 反面, 가래의 경우는 오히려 高濃度에서 促進되었다.

또한, 新稈의 生育에 있어서도(그림 4) 10^{-2} M 處理에서 벼, 피, 너도방동산이 各各 83.2%, 84.7% 및 65.8% 抑制된 反面, 가래의 新稈生育은 56% 促進되어 發芽처럼 促進效果를 보였다.

Phenolic compounds의 處理는 벼, 피, 너도방동산이의 뿌리 生育을 10^{-2} M 處理에서 98% 以上 抑

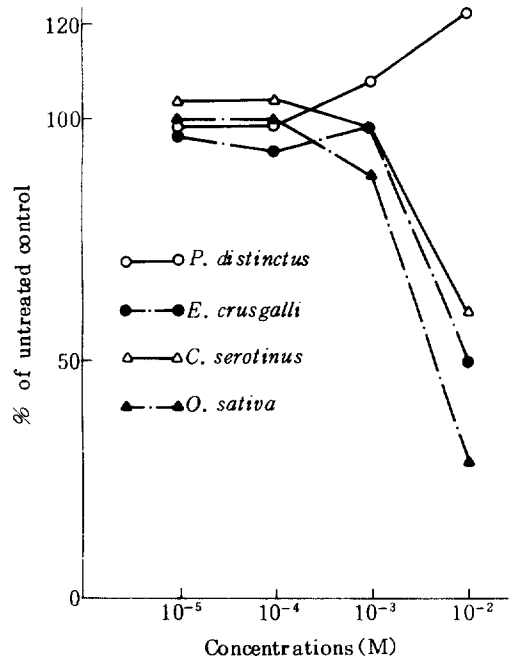


Fig. 3. The average germination rate of rice and paddy weeds as affected by six authentic phenolic compounds.

制시켰다(그림 5).

그림 6은 phenol 物質인 p-hydroxybenzoic 酸 處理에 依해 他雜草와는 달리 가래는 發芽 및 新稈 등의 初期生育이 促進되었으나 45日째 新稈 및 뿌

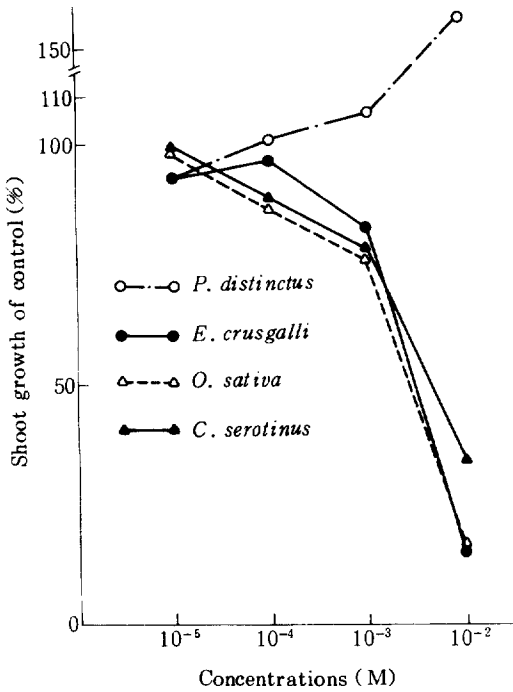


Fig. 4. The average shoot growth of rice and paddy weeds as affected by six authentic phenolic compounds.

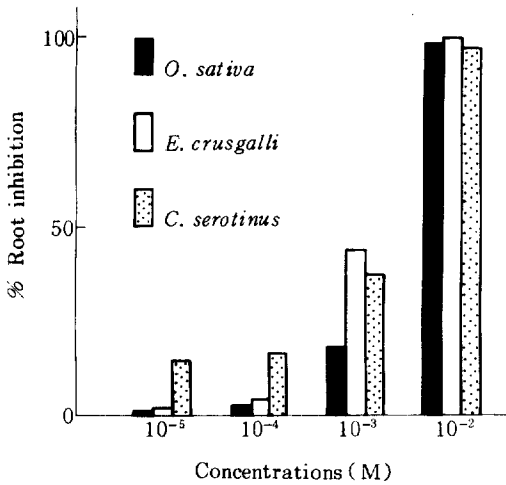


Fig. 5. The average root growth of rice and paddy weeds as affected by six authentic phenolic compounds.

리의 길이와 鱗莖을 除外한 植物體의 乾物重을 調査하여 無處理에 對한 比率로 나타낸 것으로서 處理濃度가 增加함에 따라 抑制程度가 增加되었으며 10⁻²M 處理에서는 無處理에 比해 乾物重 74.5%

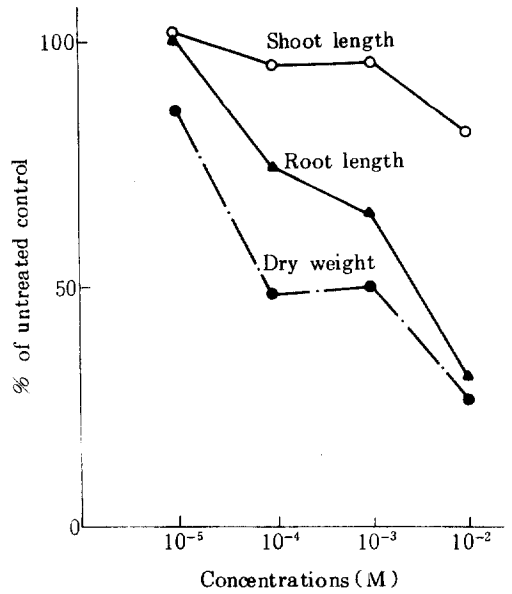


Fig. 6. Effect of p-hydroxybenzoic acid on the growth of *P. distinctus* at 45 days after treatment in pot.

뿌리生長 69.0% 및 新鞘 18.5% 減少되었다.

Phenol 物質의 處理가 가래의 初期 發芽 및 新鞘 生育을 促進시키는 것에 關해서는 명확히 說明할 수는 없으나 phenol 物質이 呼吸과 關聯된 鱗莖內 部の 代謝를 活性化시키는 것이 아닌가 思料된다. 또한, 處理時間이 經過함에 따라, 가래의 生育이 차츰 抑制되는 것은, phenol 物質에 依해 뿌리의 生長이 強한 障害를 받아 養分吸收의 不均衡 및 缺乏 作用에 依한 것이 아닌가 思料된다.

Phenolic compounds 處理가 발雜草의 發芽에 미치는 影響은 表 4와 같으며 雜草의 草種 및 處理物質에 따라 多様な 反應을 나타내었으나, 高濃度인 10⁻²M 處理에서는 全供試 雜草에서 顯著한 抑制를 보였다. 특히 참비름은 10⁻²M 處理에 依해 phenol 類의 種類에 關係없이 100% 抑制를 보였고, 바랭이와 명아주의 發芽도 salicylic 酸 10⁻²M 處理에 依해 100% 抑制를 보였다. 한편, 處理後 3日째, 10⁻⁴M 處理에서 참비름과 쇠비름의 發芽를 無處理에 比해 促進시키는 phenol 物質도 있으나 處理後 5日째는 促進效果가 相殺되어 無處理보다 낮았다.

발 雜草에 對하여 phenol 類 物質의 種類와 雜草에 따라 多様な 反應을 나타낸 것은, Williams 等²¹⁾이 phenol 系 物質인 Juglone 10⁻³M을 處理했을 境遇 참비름(*Amaranthus retroflexus*)은 99% 發芽

Table 4. Effect of six authentic phenolic compounds on the germination of upland weeds

Phenolics	Conc. (10 ⁻⁴ M)	Weeds	<i>P. oleacea</i>		<i>D. sanguinalis</i>		<i>A. retroflexus</i>		<i>C. album</i>	
			3 DAT	5 DAT ¹⁾	3 DAT	5 DAT	3 DAT	5 DAT	7 DAT	14 DAT
Unt. control (% Germ.)			53.3	83.3	51.7	81.7	36.7	66.7	30.0	65.0
-----% of untreated control-----										
p-coumaric acid	2		3.3	8.9	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	18.4
	4		112.5	97.8	75.0	90.9	46.7	44.4	23.8	35.6
p-hy. benzoic acid	2		25.0	11.0	0.0	9.1	0.0	0.0	9.5	7.9
	4		84.3	71.1	75.0	88.6	120.0	100.0	52.3	39.5
Vanillic acid	2		9.4	13.3	0.0	13.6	0.0	0.0	9.5	15.8
	4		106.3	86.7	90.6	100.0	100.0	92.5	42.9	43.4
Ferulic acid	2		9.4	8.9	0.0	2.3	0.0	0.0	9.5	15.8
	4		84.3	64.4	84.3	97.7	40.0	51.9	57.1	71.0
Salicylic acid	2		9.4	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4		112.5	84.4	71.9	102.3	113.3	92.6	66.7	60.5
Syringic acid	2		3.3	6.7	0.0	2.3	0.0	0.0	14.3	42.1
	4		121.9	102.2	93.8	97.7	113.3	88.9	76.2	76.2

Average of six phenolics	2		10.0	9.2	0.0	4.9	0.0	0.0	7.1	16.7
	4		103.6	84.4	81.8	96.2	88.9	78.4	53.2	55.1

¹⁾ DAT ; Days after treatment

抑制를 나타내나 목화, 옥수수는 전혀 영향을 받지 않는다고 보고한 것과 같이 植物의 種에 따라 反應이 같지 않다는 結果와 一致하는 傾向을 보였다.

以上の 結果로 보아 殘餘物로부터 同定된 phenol compounds는 供試植物의 發芽에도 抑制的 影響을 미치며, 이어서 繼續的인 生長에 抑制影響을 주는 것으로 思料되며 實際圃場 條件에서 作物을 栽植하기 前에 農業副産物인 殘餘物을 施用하면 効果의으로 雜草를 防除할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 水溶抽出液의 影響

殘餘物의 水溶抽出液 處理效果는 抽出作物과 濃度, 그리고 供試植物에 따라 相異하게 나타났다(表 5). 水溶抽出液의 效果는 殘餘物內에 含有된 모든 水

溶性物質이 抽出된 可能性이 있으므로 複合的 要因이 作用할 것으로 推定되는데, 호밀짚의 抽出液은 處理濃度가 增加함에 따라 벼 및 는 雜草의 發芽를 顯著하게 抑制시켰으며 피, 벼, 너도방동산이 順으로 抑制가 컸다. 밀짚의 水溶抽出液은 너도방동산이 發芽를 最高 50%까지 抑制시켰으나 벼, 피에 對한 效果는 有意성이 認定되지 않았다.

가래는 試驗 3의 標準 phenol 物質의 處理時와 거의 같은 反應을 보였으며, 밀짚과 호밀짚 抽出液에서 모두 濃度가 增加함에 따라 發芽가 促進되었는데, 밀짚 水溶抽出液의 促進效果가 컸다.

郭·金³⁾은 보리의 殘餘物로부터 抽出된 水溶液은 는 雜草에 강한 發芽抑制效果를 나타내나, 가래의 發芽는 他雜草와는 달리 促進된다고 하였으며, 本 試

Table 5. Percent germination of rice and paddy weeds as affected by aqueous extracts from straw of rye and wheat¹⁾

Plants	<i>O. sativa</i>		<i>E. crusgalli</i>		<i>C. serotinus</i>		<i>P. distinctus</i>			
	Rye	Wheat	Rye	Wheat	Rye	Wheat	15 DAT	30 DAT	15 DAT	30 DAT
Undiluted	6.7c	91.1a	0.0c	73.3 ab	53.3b	50.0b	86.6a	90.0a	96.2a	100.0a
1/2 diluted	35.5b	100.0a	8.8b	62.2 b	43.3b	96.7a	96.7a	96.7 a	92.3a	96.3a
1/10 diluted	95.5a	95.4a	71.1a	80.0 a	96.7a	96.7a	43.3 b	66.7b	33.3b	70.8 b
Untreated control	97.8a	97.8a	73.4a	73.4 ab	100.0a	100.0a	46.7b	69.9b	46.7b	69.9b

¹⁾ Each value is an average of three replications, and determined at 10 days after treatment, but for *P. distinctus* at 15 and 30 days after treatment.

Means within each column with the same letter are not significantly different at 0.05 level (Duncan's multiple range test)

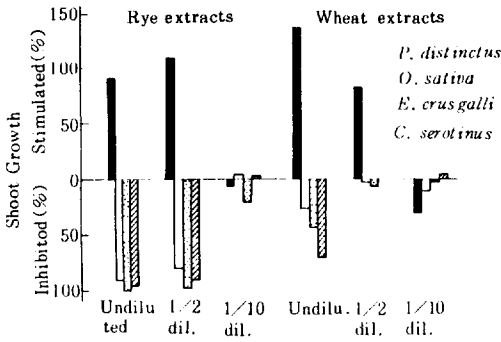


Fig. 7. Shoot growth of rice and paddy weeds as affected by aqueous extracts from wheat and rye straw.

驗의 호밀과 밀에 對한 研究에서도 一致하는 效果를 얻었다.

한편, 新稈의 生育에 있어서도 벼 및 供試雜草에 抑制力이 높았는데 벼, 피, 너도방동산이는 濃度가 增加함에 따라 抑制의 傾向이 높은 反面, 가래는 역시 高濃度에서 促進되었고 新稈生育에 對한 水溶抽出液의 促進效果는 가래의 境遇는 밀의 抽出液에서 높았으나 벼, 피, 너도방동산이는 호밀과 밀의 水溶抽出液에 모두 抑制效果를 보였는데 抑制의 程度는

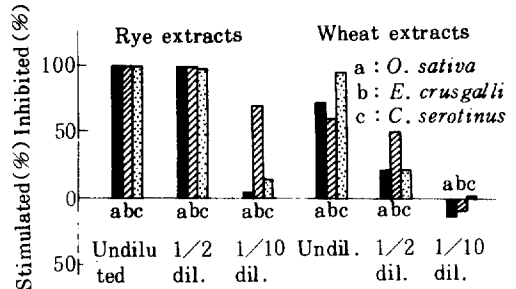


Fig. 8. Root growth of rice and paddy weeds as affected by aqueous extracts of rye and wheat straw.

호밀의 抽出液에서 훨씬 높았다(그림 7).

한편, 뿌리의 生育에 있어서도 水溶抽出液은 全供試雜草에 新稈에서 보다 더 큰 抑制力을 보였으며 호밀짚의 抽出液은 벼, 피, 너도방동산이의 뿌리 生育을 最高 100%까지 抑制시켜 標準物質 10^{-2} M의 效果와 비슷하였다(그림 8).

表 6 은 밭雜草인 쇠비름, 바랭이, 참비름 및 명아주에 水溶抽出液을 處理함으로써 作物과 雜草間에 存在하는 相互抑制作用의 效果를 나타낸 것이다. 高濃度處理에 依해서 모두 強한 發芽抑制效果를

Table 6. Effect of aqueous extracts from crop residues (straw) on the germination of upland weeds

Weeds		<i>P. oleacea</i>		<i>D. sanguinalis</i>		<i>A. retroflexus</i>		<i>C. album</i>	
Crop extracted		3 DAT ¹⁾	5 DAT	3 DAT	5 DAT	3 DAT	5 DAT	7 DAT	14 DAT
Unt. control (% Germ)		56.6	90.0	50.0	91.7	53.3	76.7	16.7	70.0
% of untreated control									
Wheat	Undiluted	35.3	51.9	56.6	54.5	0.0	0.0	29.9	57.1
	1/2 diluted	113.0	104.0	96.0	100.0	66.0	51.0	40.1	66.7
Rye	Undiluted	10.6	13.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2 diluted	43.0	37.0	4.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.6

¹⁾ DAT : Days after treatment

나타내었고 이들 抽出液은 참비름(*Amaranthus retroflexus*)의 發芽를 完全히 抑制시켰으며 명아주(*Chenopodium album*)도 호밀짚 抽出液에 依해 完全히 發芽가 抑制되었다. 또한 호밀짚은 全供試雜草에서 밀짚의 水溶抽出液보다 큰 抑制力을 보였다.

以上の 試驗結果에서 麥類作物인 호밀 및 밀로부터 水溶抽出物이 供試된 植物의 種에 따라 發芽 및 生育에 相異한 反應을 나타낸 것은 Rice¹³⁾의 Allelopathy에 對한 研究報告와 一致하며, 麥類作物인

호밀과 밀의 殘餘物속에 雜草의 發芽나 生育에 強한 被害를 주는 抑制物質(Allelopathic substance)이 存在하는 것으로 思料된다.

5. 가래(*Potamogeton distinctus*)鱗莖 内部의 貯藏物質의 變化

試驗 3과 試驗 4에서 他 供試植物과는 달리 標準 phenol 物質 및 水溶抽出液의 處理에 依해 發芽 및 初期生育에 뚜렷한 促進效果를 나타내었던, 가래

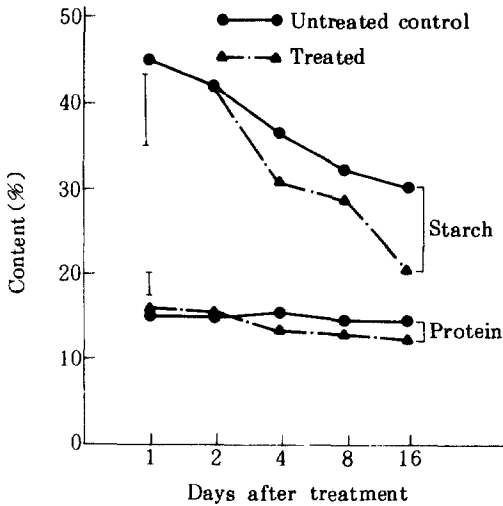


Fig. 9. Effect of 10^{-2} M of p-hydroxybenzoic acid on starch and protein content of bulb during early growth stage of *Potamogeton distinctus*.

의 鱗莖에 10^{-2} M p-hydroxybenzoic 酸을 處理하여, 鱗莖內에 含有된 蛋白質과 澱分の 含量을 發芽後 時間別로 調査하였다(그림 9)

澱分の 含量은 發芽時間이 經過함에 따라 處理區 및 無處理區 모두 낮아졌으나, 發芽 2日째부터 無處理區에 비해 處理區에서 점차 낮아져 處理後 16日째는 處理區가 無處理區에 비해 약 10% 낮았다.

한편 蛋白質 含量은 澱分の 變化에 비해 輕微하나 處理時間이 經過함에 따라 處理區에서 낮았다.

가래 鱗莖의 內部成分에 對한 生理·生化學的 研究에 對해서는 全혀 밝혀진 바가 없어, phenol 物質의 處理가 이들 內部物質을 어떻게 變化시키지는 說明하기는 어려우나, 本 試驗에서 蛋白質 및 澱分の 含量이 p-hydroxybenzoic 酸의 處理에 依해 無處理보다 多少 낮은 것은 이들 高分子 物質의 分解가 促進된 것이 아닌가 思料되며, 이러한 結果는 가래의 發芽 및 初期生育이 促進된 効果와 聯關이 있지 않나 思料된다.

以上の 試驗結果를 綜合해 보면, 殘餘物로부터 分離·同定된 主要 phenol 物質 및 水溶抽出液 共히 벼 및 供試雜草의 發芽 또는 繼續的인 生育에 비슷하게 抑制效果를 보이니, 가래에 對하여는 初期는 促進, 後에는 抑制시키는 類似한 反應을 보인 것으로 보아 麥類 殘餘物속에 含有된 抑制物質은 phenolic compounds 와 이들의 誘導體일 것으로 推定된다.

今後 이 方面의 繼續的인 研究은 農業副產物을 利用한 効果的 雜草防除과 allelopathic 物質 開發에 도움이 되리라 思料되어 未盡한 部分에 對해선 繼續 研究코져 한다.

摘 要

麥類作物(밀·호밀) 殘餘物에 存在하는 phenolic compounds를 抽出·分離·同定 및 이들 作物의 主要 生育期間中 total phenol 含量을 測定하고, 同定된 主要 標準 phenolic compounds 및 殘餘物 水溶抽出液이 벼와 雜草의 發芽 및 生育에 미치는 影響을 調査하여 얻어진 結果는 다음과 같다.

밀과 호밀의 殘餘物로부터 同定된 phenolic compounds는 p-coumaric, p-hydroxybenzoic, vanillic, ferulic, salicylic, syringic 酸 등이었다.

Total phenol 含量은 出穗期에 호밀짚 0.1803%, 밀짚 0.1702%로 分蘗期 및 收穫期에 비해 많았고, 모든 時期에서 뿌리보다 莖 部位가 높았다.

標準 Phenolic compounds의 種類, 濃度 및 雜草의 種에 따라 發芽 및 生育에 多樣한 反應을 나타내었는데, 벼, 피, 너도방동산이, 쇠비름, 참비름, 바랭이, 명아주는 處理한 phenolic compounds의 濃도가 增加함에 따라 發芽·生育에 抑制效果를 나타내었으나, 가래의 境遇 處理初期엔 發芽 및 新翰生育이 顯著하게 促進되나, 處理後 45日째 p-hydroxybenzoic 酸 10^{-2} M 處理에서 新翰 및 뿌리의 生育, 乾物重이 各各 18.5%, 69.0%, 74.5% 減少되었다.

호밀 및 밀의 水溶抽出液은 벼와는 雜草인 피, 너도방동산이의 新翰 및 뿌리 生育과 發芽를 뚜렷하게 抑制시키나, 가래의 發芽와 初期生育은 顯著하게 促進되었다. 밭 雜草의 境遇, 밀의 水溶抽出液은 참비름을, 호밀의 水溶抽出液은 참비름과 명아주의 發芽를 最高 100%까지 抑制시켰다.

가래 鱗莖의 貯藏物質인 澱분과 蛋白質의 含量은 p-hydroxybenzoic 酸 處理區가 無處理區에 비해 낮았다.

引 用 文 獻

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

2. Cochran, V. L., L. F. Elliot, and R. I. Papendick: 1982. Effect of crop residue management and tillage on water use efficiency and yield of winter wheat. *Agronomy J.* 70: 929-932.
3. Demos, E. K., M. Woolwine, R. H. Wilson, and C. McMillan: 1975. The effect of ten phenolic compounds on hypocotyl growth and mitochondrial metabolism of mung bean. *Am. J. Bot.* 62(1): 97-102.
4. Gobor, W. E., and C. Veatch: 1981. Isolation of phytotoxin from Quackgrass (*Agropyron Repens*) Rhizomes. *Weed Sci.* 29: 155-159.
5. Guenzi, W. D., T. M. McCalla, and F. A. Norstade: 1967. Presence and presistance of phytotoxin substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. *Agronomy J.* 59: 163-165.
6. Ishikura, N.: 1976. Seasonal changes in contents of phenolic compounds and sugar in *Rhus*, *Euonymus*, and *Acer* leaves with special reference to anthocyanin information in autum. *Bot. Mag. Tokyo.* 89: 251-257.
7. Kil, B. S.: 1983. Allelopathic effects of *Pinus densiflora* on the germination and growth of various plants. Won Kwang Univ. Theses Collection 17: 73-89.
8. Kwak, S. S., and K. U. Kim: 1984. Effect of major phenolic acids identified from barley residues on the germination of paddy weeds. *Korean J. Weed sci.* 4(1): 39-51.
9. Leather, G. R.: 1983. Sunflower (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weed. *Weed Sci.* 31: 37-42.
10. Lee, I. K., H. J. Lee, and K. S. Lee: 1970. The studies on affinity between *Miscanthus sinensis* and other plants. *The Kor. J. of Botany* 13: 1-11.
11. Lee, M. S., and S. Y. Lee: 1982. Allelopathic effects of *Chrysanthemum morifolium* R. on several one-year-flowers. Won Kwang Univ. Theses Collection. 16: 291-235.
12. Lehle, F. R., and A. R. Putman: 1982. quantification of allelopathic potential of sorghum residues by novel indexing of Richards function fitted to cumulative cress seed germination covers. *Plant Physiol.* 69: 1212-1216.
13. Rice, E. L.: 1979. Allelopathy-- an update. *The Bot. Rev.* 45: 15-109.
14. Rice, E. L., and S. K. Panchoy: 1974. Inhibition of nitrification by climax ecosystems. III. Inhibitors other than tannins. *Amer. J. Bot.* 61: 1095-1103.
15. Rose, S. J. O. C. Burnside, J. E. Specht, and B. A. Swisher: 1984. Competition and allelopathy between soybeans and weeds. *Agronomy J.* 76: 523-528.
16. Steinsiek, J. W., L. R. Oliver, and F. C. Collins: 1982. Allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) straw on selected weed species. *Weed Sci.* 30: 495-497.
17. Swain, T.: 1977: Scodary compounds as protective agents. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28: 479-501.
18. Swain, T., and W. E. Hillis: 1959. The phenolic constituted of *Perunus domestica*. I. Quantanalysis of phenolis constituents. *J. Sci. Food Agri.* 10: 63-68.
19. Triplett, G. B. Jr. and D. M. Van Doren Jr.: 1977. Agriculture without tillage. *Sci. Am.* 236: 28-33.
20. Tsuzuki, E., and A. Makoto: 1984. Studies on allelopathy among higher plants. III. Allelopathic substances from *Spergula arvensis* L. *Weed Res. (Japan)* 29: 208-213.
21. Williams, R. D., and R. E. Hoagland: 1982. The effect of naturally occuring phenolic compounds on seed germination. *Weed Sci.* 30: 206-212.
22. Yoshida, S., D. A., Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez: 1972. Laboratory manual for physiological studies of rice . IRRI.