

## 미국자리공 및 겨자무 잎抽出物の Allelopathy 효과 기내 검정

裴昌炆\* · 盧一燮\*\* · 姜權圭\*\*\* · 高榮珍\*\*\*\*

### *In Vitro* Test on Allelopathic Effects of Leaf Extracts from *Phytolacca americana* and *Armoracia rusticana*

Chang Hyu Bae\*, Ill Sup Nou\*\*, Kwon Kyoo Kang\*\*\* and Young Jin Koh\*\*\*\*

**ABSTRACT** : Allelopathic effects on some crops(rice, barley, wheat, Chinese cabbage, leaf mustard, onion, welsh onion, tobacco, red pepper) for extracts of *Phytolacca americana* and *Armoracia rusticana* were investigated in MS solid medium. Germination percentage, radicle length, hypocotyl length, plant height, fresh weight, dry weight, and seedling vigor were rapidly inhibited by methanol extract from *Phytolacca americana* according to increase of the concentration in test plants. Autotoxicity of *Phytolacca americana* began to appear at concentrations greater than 50 $\mu$ l methanol extracts per 20ml medium. The fresh weight and dry weight of *Phytolacca americana* were also decreased by its own methanol extract according to increase of the concentration. Initial amounts of growth of all crops were also inhibited by methanol extracts from *Armoracia rusticana*, but the inhibitory effects were lowered than those of methanol extracts of *Phytolacca americana*. Of four fractions, ethyl acetate, petroleum ether, 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O, 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O, reextracted from methanol extracts of *Phytolacca americana*, the ethyl acetate fraction showed the highest allelopathic effects on germination percentage and initial amounts of growth. Chlorophyll contents of rice, barley and Chinese cabbage were more inhibited in the ethyl acetate fraction than in the other fractions. Free proline content of Chinese cabbage was increased 31.2 times in the 100 $\mu$ l ethyl acetate fraction, and the contents of rice and barley were also increased according to concentration levels in the ethyl acetate fraction.

**Key words** : Allelopathy, Germination, Seedling growth, Chlorophyll, Proline, Crops, *Phytolacca americana*, *Armoracia rusticana*.

集團內的 많은 식물종들은 共生關係를 유지하는 측면과 더불어, 相互 競爭상태에서 생활을 한다고 볼 수 있다. 競爭관계 중의 하나는 相互對立 抑制作用(allelopathy)에 의하여 야기되는데 자

己 또는 同種의 생활영역을 확보하여 보다 유리한 發育을 할 수 있도록 스스로 노력하는 현상일 것이다. Allelopathy를 일으키는 현상으로서 직접적으로는 細胞分裂 抑制, 生長호르몬生成 抑制,

이 論文은 1994年度 韓國學術振興財團의 大學附設研究所 研究課題 研究費에 의하여 研究되었음.

\* 日本 理化學研究所(Institute of Physical and Chemical Research, Wako 351-01, Japan)

\*\* 順天大學校 園藝學科(Department of Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea)

\*\*\* 安城產業大學校 園藝學科(Department of Horticulture, Anseong National University, Anseong 456-749, Korea)

\*\*\*\* 順天大學校 農生物學科(Department of Agricultural Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea)

<97. 5. 12 接受>

代謝 및 蛋白質合成 抑制, 光合成作用 抑制 등이 있으며, 간접적으로는 물리, 생물학적 환경을 바꾸어 이웃하는 식물종의 發育을 抑制시키는 경우가 있다<sup>24,25)</sup>. 이러한 抑制作用은 發育中에 분비된 물질이나, 식물 잔류체(residue)로부터의 漏出物에 의하여 기인된다고 한다<sup>26,27)</sup>. 농업에 있어서 allelopathy의 중요성은 輪作, 果樹園 및 山林의 樹種更新時에 전에 재식되었던 식물종이 무엇이나에 따라 다음의 식물종을 결정하지 않으면 안된다는 점이다. 즉, 相互作用에 있어서 對立관계가 강한 식물종은 피하는 것이 바람직하며, allelopathy 정도에 따라서 休息年限의 정도, 客土 및 換土의 필요성, 관수 및 배수의 방법을 고려하여야 한다. 또한 새로운 耕作地나 休耕地에 작물을 재식할 때는 출현하였던 雜草의 종류에 따라 작물을 선택하여야만 한다. Allelopathy 효과에 공시한 잡초<sup>2,7,8,9,18)</sup> 및 작물로서는 시리아 수수새<sup>1)</sup>, 썩<sup>15)</sup>, 일본 잎갈나무<sup>17)</sup>, 명아주<sup>6)</sup>, 캐나다 엉겅퀴<sup>29)</sup>, 호밀<sup>4)</sup>, 옥수수<sup>5,20)</sup>, 콩<sup>5)</sup>, 알팔파<sup>8,10,16,22)</sup>, 순무<sup>29)</sup>, 참깨<sup>29)</sup>, 비름류<sup>12,21)</sup>, 소나무류<sup>13,14)</sup>, 해바라기<sup>19)</sup>, 강아지풀<sup>20)</sup> 등이 보고되어 있으며, allelochemicals에 관한 보고도 국내외에서 다수 보고되어 있다.

미국자리공은 자리공과에 속하는 多年生 草本으로 우리나라 전역에 分布하고 있으며, allelopathy가 대단히 큰 것으로 알려져 있다<sup>25)</sup>. 이 식물의 뿌리는 상륙(商陸)이라 하여 옛부터 韓方藥의 재료로서 이용되었고, 민간에서도 신경통 치료제 또는 소염제로서 이용되었다고 한다. 또한 미국자리공의 열매는 술제조의 착료제로서 이용된다고 하며, 열매추출물은 TMV에 대한 抗virus 性を 나타내며 자신의 抽出物의 존재하에서 發芽率이 저하되었다는 보고가 있다<sup>24)</sup>. 겨자무는 多年生 草本으로 뿌리, 잎, 줄기의 抽出物은 매운맛이 독특하며, 耐寒性이 강한 것이 특징이다.

본 실험에서는 미국자리공 및 겨자무의 잎추출물을 농도별로 호르몬이 포함되지 않은 MS培地에 넣고, 벼, 보리, 밀, 배추, 갓, 양파, 파, 담배, 고추, 미국자리공의 종자를 置床 후, 發芽率, 發芽速度, 草長, 生體重, 乾物重, 葉綠素含量, 遊離 proline含量 등을 검토하여 allelopathy관계를 구명하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 植物材料

供試 植物은 미국자리공(*Phytolacca americana*)과 겨자무(*Armoracia rusticana*)를 供與 植物로 하고, 이에 대한 검정식물은 벼(*Oryza sativa*), 보리(*Hordeum vulgare*), 밀(*Triticum aestivum*), 배추(*Brassica campestris*), 갓(*Brassica juncea*), 양파(*Allium cepa*), 파(*Allium fistulosum*), 담배(*Nicotiana tabacum*), 고추(*Capsicum annuum*)이며, 發芽에 미치는 autoallelopathy 실험을 하기 위하여 미국자리공은 검정식물로도 이용하였다.

### 2. 相互對立抑制物質의 抽出 및 分離

相互對立抑制物質의 抽出 및 分離를 위하여 미국자리공의 成葉, 서양고추냉이의 成葉 및 뿌리를 사용하였다. 이들 신선한 식물체 1kg을 細切한 후 80% methanol 1ℓ를 가하여 24시간 抽出하고 減壓下에서 여과지(No. 1, Whatman)를 통과시켜 Buchner 깔대기로 여과하였다. 이 methanol 여과액을 200ml 정도의 부피로 농축하여 petroleum ether로 씻었으며, 염록소와 같은 色素들을 제거한 후 methanol 층을 최종 50ml로 농축하였다. 이렇게 얻어진 각 식물체들의 methanol 抽出液은 생물검정을 통하여 相互對立抑制作用을 조사하였다. 相互對立抑制作用이 나타나는 식물체의 methanol 抽出液을 40℃ 이하에서 減壓, 濃縮하고 물에 분산시킨 후 ethyl acetate로 3회 반복 추출하였다(Fig. 1). 추출한 각각의 분획물을 생물검정하여 相互對立抑制作用을 조사하였다.

### 3. 生育培地의 調製 및 生長量 調査

生育培地는 MS 固體培地<sup>23)</sup> 기본으로 하여 0.8%의 agar와 0.3%의 sucrose를 첨가하여 멸균전 pH를 5.8로 조절하였다.培地의 온도가 50~60℃ 되었을 때 20ml의 배지에 미국자리공의 잎추출물과 겨자무의 成葉, 뿌리 抽出物을 각각 0, 10, 50, 100 $\mu$ l씩 첨가하였다. 상기의 培地를 조

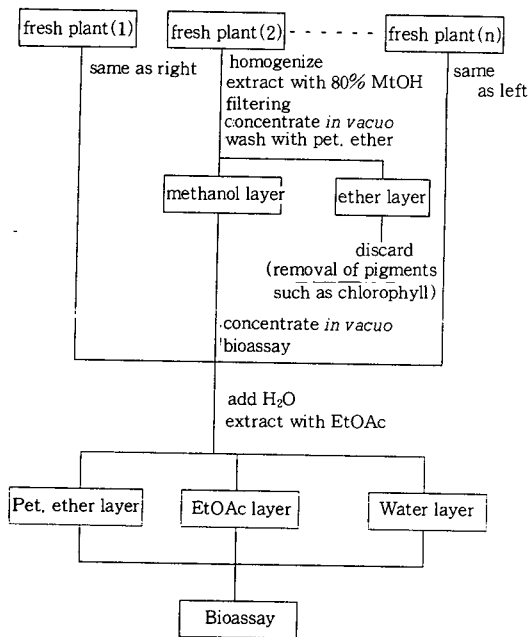


Fig. 1. Extraction procedure of allelopathic compounds from weed and crops.

제한 후, 각 작물의 종자를 1.5%의 sodium hypochlorite에서 30분간 표면소독한 후 멸균수로 3~4회水洗하여 生育培地에 각각 치상하였다. 치상한 각 처리구는 parafilm으로 밀봉하여 25°C, 1,500 lux 光에서 1일 晝 18/夜 6시간 광주기로 培養하였다. 각 처리는 100개씩의 종자(petridish당 20개씩의 종자)를 3반복으로 처리하였다.

生長量 조사를 위하여 培地에 종자를 치상한 후 2주일째(고추, 담배, 3주째; 미국자리공, 4주째)에 發芽率, 草長(根長+胚軸長), 生體重 및 乾物重을 조사하였다. 生體重은 5개체의 식물체의 평균으로 산출하였고, 이 재료를 70°C에서 24시간 乾燥하여 乾物重을 측정하였다. 幼苗活力(seedling vigor)은 發芽率×根長으로 산출하였다. 發芽速度는(當日 發芽種子數/發芽日數)의 습으로 계산하였다.

#### 4. 葉綠素 含量 및 遊離 proline 含量

葉綠素 含量은 Aron<sup>3)</sup>의 방법에 의하여 잎 生體重 200 mg의 試料를 80% acetone 용액에 浸

漬하여 4°C의 냉장고에서 7일간 抽出한 후 80% acetone 용액으로 稀釋하여 파장 645 nm와 663 nm에서 spectrophotometer로 吸光度를 측정하여 산출하였다.

遊離 proline 含量은 Troll & Lindsley<sup>28)</sup>의 방법에 의하여 乳鉢에 200 mg의 生體試料와 海砂를 넣고, MCW(methanol : chloroform : water = 12 : 5 : 3, V/V)액을 5ml 넣고 마쇄한 후, 증류수 8ml을 첨가하여 원심분리(2,000rpm, 5min)하였다. 上澄液에 각각 5ml의 冰醋酸과 ninhydrine reagent 를 넣고 水曹에서 45분간 加熱하여 冷却시킨 후, 다시금 5ml의 toluene을 가하여 30분간 定置한 후, spectrophotometer로 520nm에서 吸光度를 측정하였다. 遊離 proline의 標準曲線을 얻기 위하여 L-proline을 사용하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 미국자리공 잎의 methanol 抽出物 처리에 따른 生長量

미국자리공의 잎으로부터 methanol 抽出物을 농도별로 처리하여 작물의 發芽率과 初期生長에 미치는 영향을 조사한 결과를 표 1 및 그림 2에 나타냈다. 供試한 모든 작물의 發芽率은 抽出物의 농도가 증가함에 따라 급격하게 감소하였으며, 특히 양파, 보리, 담배, 고추, 밀, 갯에서 감소의 폭이 크게(65%~35%) 나타났다. 가장 發芽가 抑制된 작물은 양파였고(65%), 배추와 버는 각각 10, 19.8%의 抑制幅을 나타냈다. 검정식물로서의 미국자리공 發芽率은 대조구의 發芽率이 저조하여, 처리구와의 發芽率 차이를 조사할 수 없었다. 실험 결과로부터 根長, 胚軸長, 草長의 경우는 allelopathy 효과가 50 $\mu$ l 및 100 $\mu$ l 첨가시에 약간 나타나기 시작하였으며(그림 3-3), 生體重과 乾物重은 自家抽出物의 농도가 증가함에 따라 현저히 감소하였다. 根長은 모든 작물에서 抽出物의 농도가 증가함에 따라 현격하게 감소하였고, 갯과 담배에서는 뿌리의 발달이 전혀 이루어지지 않았다. 고추의 경우에는 初期에 發根은 되었으나 50  $\mu$ l 이상의 농도에서는 뿌리끝이 까맣게 변하면서

Table 1. Effects of crude methanol extracts from *Phytolacca americana* on germination and initial growth of crop plants

Plant species	Con. ( $\mu$ l)	GP (%)	RL (mm)	HL (mm)	PH (mm)	FW (mg)	DW (mg)	SV
Rice	0	62.3	74.2	105.0	179.2	266.6	28.4	4622
	10	62.5	47.2	87.8	135.8	183.6	22.0	2950
	50	57.5	16.8	47.4	58.2	53.4	10.2	966
	100	42.5	16.5	16.7	33.2	49.6	9.0	701
Barley	0	82.5	69.4	135.2	204.6	111.8	25.8	5725
	10	72.5	33.8	121.0	154.8	108.0	22.0	2450
	50	47.5	13.8	56.6	65.4	40.0	15.4	655
	100	32.5	12.6	41.8	54.4	39.8	15.6	409
Wheat	0	70.0	28.4	50.8	79.2	72.0	15.0	1988
	10	50.0	15.6	25.4	36.0	71.4	12.2	780
	50	32.5	14.6	15.8	30.4	52.2	7.8	474
	100	25.0	7.6	6.8	14.4	46.6	2.8	190
Chinese cabbage	0	87.5	62.0	59.6	121.6	132.2	8.0	5425
	10	85.0	10.0	35.2	45.2	60.6	6.0	850
	50	82.5	6.6	14.0	20.6	30.6	4.0	545
	100	72.5	7.6	10.2	17.8	27.4	3.8	551
Leaf mustard	0	42.5	82.8	52.4	135.2	96.0	5.6	3519
	10	22.5	15.7	31.0	46.7	35.0	1.8	353
	50	22.5	8.0	19.3	27.3	18.0	1.2	120
	100	7.5	0	—	—	—	—	—
Onion	0	77.5	15.6	59.4	75.0	35.2	2.4	1209
	10	65.0	8.6	45.0	53.6	26.2	2.2	559
	50	40.0	3.0	30.2	33.2	12.0	1.6	120
	100	12.5	2.2	20.7	23.0	8.5	1.0	28
Welsh onion	0	72.5	31.4	65.0	96.4	20.0	1.8	2276
	10	70.0	9.6	47.6	57.2	12.0	1.0	672
	50	52.5	2.6	24.0	26.6	6.2	0.8	136
	100	40.3	1.8	19.4	21.2	6.2	0.8	72
Tobacco	0	95.0	15.6	7.0	22.6	4.2	0.2	1482
	10	95.0	6.2	7.0	13.2	2.8	0.1	589
	50	85.0	1.0	1.2	2.2	0.8	0.04	85
	100	47.5	0	0.2	2.0	0.6	0.04	0
Red pepper	0	92.5	93.0	83.4	176.4	248.6	20.6	8602
	10	77.5	19.6	30.4	50.0	71.4	9.5	1519
	50	50.0	20.8	22.4	43.2	66.0	7.0	1040
	100	47.5	13.4	12.4	25.8	56.2	6.6	636
<i>Phytolacca americana</i>	0	—	35.5	42.0	77.5	174.5	22.0	—
	10	—	33.3	40.4	73.7	134.7	18.7	—
	50	—	30.0	40.0	72.0	127.0	18.0	—
	100	—	27.0	43.0	70.0	122.0	13.0	—

GP: Germination percentage, RL: Radicle length, HL: Hypocotyl length, PH: Plant height, FW: Fresh weight, DW: Dry weight, SV: Seedling vigor, —: not tested.

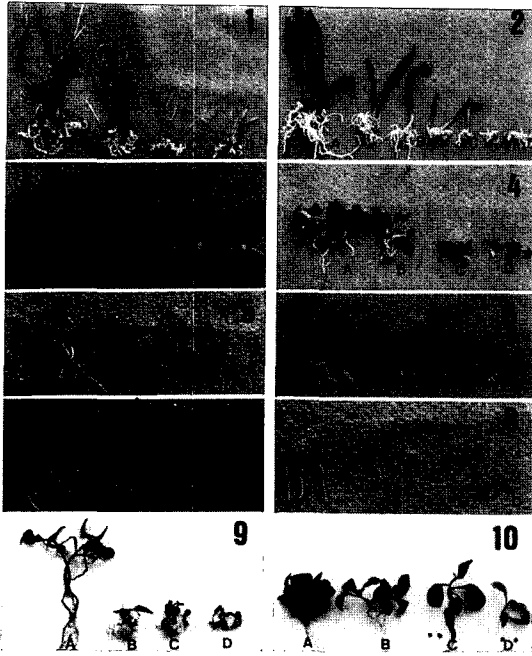


Fig. 2. Effects of crude methanol extracts from *Phytolacca americana* on germination and initial growth of crop plants.

1: Rice, 2: Barley, 3: Wheat, 4: Chinese cabbage, 5: Leaf mustard, 6: Onion, 7: Welsh onion, 8: Tobacco, 9: Red pepper, 10: *Phytolacca americana*. A; control, B; 10 $\mu$ l extract, C; 50 $\mu$ l extract, D; 100 $\mu$ l extract.

枯死하였다. 胚軸長은 모든 작물에서 감소하였으며, 밀, 배추, 양파, 파, 고추, 담배 등에서 급격하게 감소하였다. 갓의 胚軸長은 측정이 불가능할 정도로 矮曲되었으며, 시간이 경과하여도 伸張되지 않았다. 草長은 根長 및 胚軸長과 같은 경향을 보였으며, 抽出物의 농도가 증가할수록 급감하였다. 밀, 배추, 갓, 파, 고추의 草長은 반응정도가 대단히 민감하여 10 $\mu$ l의 抽出物 첨가에서도 감소 현상이 뚜렷하였다. 生體重은 抽出物의 농도가 증가함에 따라 감소하였으며, 밀에서는 그 減少幅이 완만하였으나, 그 외의 작물에서는 50 $\mu$ l 이상의 농도에서부터 급격하게 감소하였다. 그러나, 배추, 고추에서는 10 $\mu$ l의 낮은 농도에서도 크

게 감소하였다. 乾物重은 生體重에서와 비슷한 경향을 나타내었다. 幼苗活力은 供試한 모든 작물에서 抽出物의 농도가 증가할수록 급격하게 감소하였다. 특히 담배와 갓에서 가장 낮았으며, 파, 보리, 고추, 배추, 밀의 경우에는 100 $\mu$ l의 抽出物 처리시에 대조구에 비하면 1/31~1/10 수준으로 매우 낮았다. 담배는 供試한 작물중에서 가장 민감하게 반응하였으며, 서양고추냉이의 抽出物에 비교하면 生長量의 차이가 현격히 감소되는 현상을 나타냈다(그림 3-1, 2).

## 2. 겨자무 잎 및 뿌리의 methanol 抽出物 처리에 따른 生長量

겨자무의 잎으로부터 methanol 抽出物을 농도별로 처리하여 작물의 發芽率과 初期生長에 미치는 영향을 조사한 결과를 표 2에 나타냈다. 發芽率에 있어서 파는 차이가 없었으나 파를 제외한 작물에서는 抽出物의 처리 농도가 증가함에 따라 다소 감소하였다. 감소폭은 양파에서 35%로 가장 컸으며, 갓, 밀, 고추에서는 각각 4.5, 5.0, 7.5%로 낮은 경향을 보였다. 根長은 抽出物의 농도가 증가할수록 감소하였고, 供試 작물중 양파, 파, 담배 등은 100 $\mu$ l 첨가시에 각각 4.4, 9.8, 4.2 mm로 근성장이 작게 나타났다. 胚軸長은 抽出物의 농도가 증가할수록 감소하였으며, 담배에서는 根長과 같이 심하게 抑制되었으나, 양파와 파에서는 크게 抑制되지는 않았다. 草長은 根長이나 胚軸長과 유사한 경향으로 抽出物의 농도가 증가할수록 점차 감소하였다. 담배에서 草長을 抑制시키는 효과가 가장 높게 나타났다. 生體重은 抽出物의 농도가 증가할수록 감소하였고 비, 갓, 양파, 담배 등에서 낮게 나타났다. 乾物重은 抽出物의 농도가 증가할수록 감소하였고 生體重과 비슷한 경향을 나타내었다. 幼苗活力은 보리, 배추, 고추에서는 큰 차이가 없었으나 비, 갓, 양파, 파, 담배 등에서는 抽出物의 농도가 증가함에 따라 급격하게 감소하였다. 미국자리공도 겨자무의 잎으로부터 methanol 抽出物에 대하여 抑制작용이 나타났으나 타작물에 비교하면 allelopathy 효과가 미진함을 알 수 있었다(그림 3-4).

겨자무의 뿌리로부터 methanol 抽出物을 농도

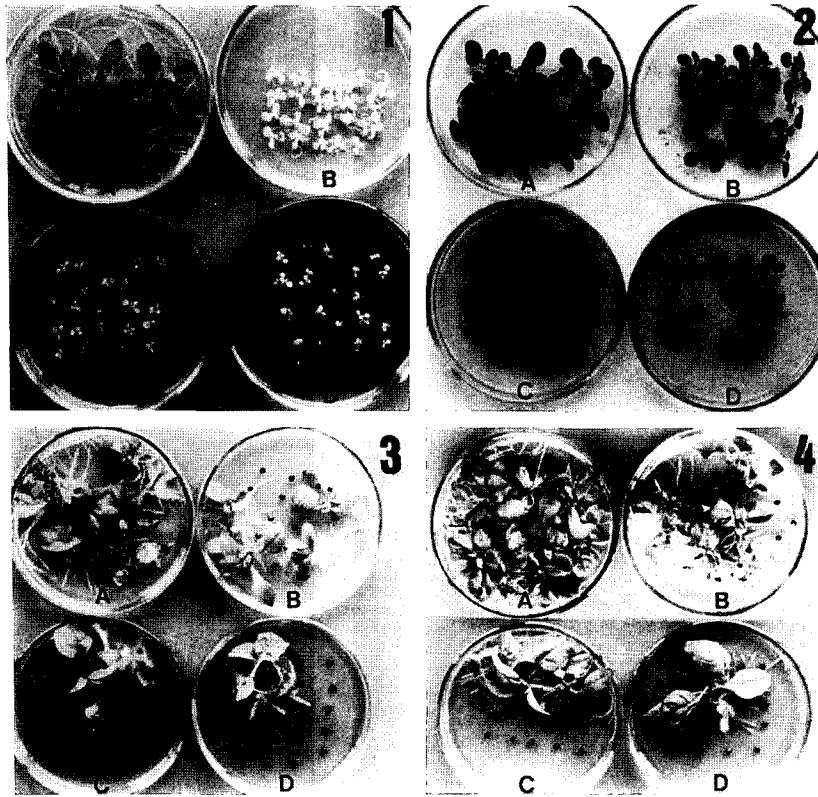


Fig. 3. Allelopathy and autotoxicity among crops and extracts from *Phytolacca americana* and *Armoracia rusticana*.

1: Tobacco on medium contained crude methanol extracts from *Phytolacca americana*, 2: Tobacco on medium contained crude methanol extracts from *Armoracia rusticana*, 3: *Phytolacca americana* on medium contained own's crude methanol extracts, 4: *Phytolacca americana* on medium contained crude methanol extracts from *Armoracia rusticana*. A: control, B:  $10\mu\text{l}$  extract, C:  $50\mu\text{l}$  extract, D:  $100\mu\text{l}$  extract.

별로 처리하여 작물의 發芽率과 初期生長에 미치는 영향을 조사한 결과를 표 3에 나타냈다. 發芽率은 벼, 갓, 양파의 경우 抽出物의 농도가 증가함에 따라 약간 감소하였으나, 보리, 밀, 배추, 파, 담배에서는 차이가 없거나 오히려 發芽를 촉진하였다. 根長의 경우 보리, 밀, 담배, 고추, 미국자리공에서는 抽出物의 농도가 증가할수록 약간 감소하였지만 벼, 배추, 갓, 양파, 파 등에서는 차이가 없거나 약간 증가하였다. 胚軸長은 밀, 자리공에서는 抽出物의 농도가 증가함에 따라 감소하였으나 밀, 미국자리공을 제외하고는 오히려 증가하였다. 草長은 밀, 고추, 미국자리공에서는 抽出物의 농도가 증가할수록 감소하였으나 그외의 작물에

서는 약간 증가하였다. 生體重은 抽出物의 농도가 증가함에 따라 양파와 고추에서는 증가하였으나 나머지 식물에서는 抽出物의 농도가 높아질수록 증가하다가  $100\mu\text{l}$  이상의 농도에서는 감소하였다. 乾物重은 抽出物의 농도가 높아짐에 따라 고추에서는 증가하였으나 나머지 식물에서는 점차 감소하였다. 幼苗活力은 抽出物의 농도가 증가함에 따라 약간 감소하였으나 양파와 대파에서는 증가하였다.

3. 벼, 보리 및 배추에 대한 分劃 抽出物의 效果  
작물에 대하여 相互對立抑制作用이 크게 나타났던 미국자리공의 methanol 抽出物로부터 再抽

Table 2. Effects of crude methanol extracts from leaf of *Armoracia rusticana* on germination and initial growth of crop plants

Plant species	Con. ( $\mu$ l)	GP (%)	RL (mm)	HL (mm)	PH (mm)	FW (mg)	DW (mg)	SV
Rice	0	75.0	55.8	156.4	212.2	147.6	26.0	4185
	10	70.0	42.2	148.6	190.8	148.6	26.0	2954
	50	52.5	36.0	109.6	145.6	89.6	19.2	1890
	100	52.5	36.2	105.4	141.6	55.6	10.6	1900
Barley	0	87.5	55.4	116.4	167.8	227.4	26.6	4947
	10	82.5	57.8	121.0	178.8	316.8	32.0	4768
	50	82.5	55.0	117.0	179.0	262.2	27.8	4537
	100	75.0	55.8	100.2	156.0	195.0	26.4	4185
Wheat	0	70.0	28.4	50.8	79.2	67.0	25.0	1988
	10	67.5	27.8	33.0	60.8	72.0	25.4	1876
	50	67.5	23.0	28.8	51.8	69.0	22.2	1552
	100	65.0	19.8	28.0	47.8	64.2	20.4	1287
Chinese cabbage	0	95.0	55.6	51.4	107.0	134.6	10.0	5282
	10	97.5	48.6	57.2	105.8	145.0	10.4	4738
	50	95.5	53.0	38.2	91.2	123.8	10.2	5035
	100	72.5	48.4	44.8	93.2	84.0	7.2	5402
Leaf mustard	0	25.0	88.3	43.4	131.7	63.0	4.3	2207
	10	27.5	40.0	33.3	73.3	37.8	2.6	1100
	50	22.5	43.3	23.4	66.7	30.8	2.3	866
	100	20.5	40.0	23.3	63.3	27.8	2.1	900
Onion	0	82.5	18.0	54.8	72.8	30.8	3.0	1485
	10	65.0	18.2	55.2	73.4	31.4	2.8	1183
	50	42.5	12.4	39.4	51.8	23.2	2.0	527
	100	47.5	4.4	37.4	41.8	16.0	1.6	209
Welsh onion	0	72.5	31.4	65.0	96.4	20.2	2.0	2276
	10	75.0	33.0	62.6	65.0	19.6	1.8	2475
	50	72.5	13.8	55.6	69.4	17.4	1.8	1035
	100	72.5	9.8	43.0	52.8	10.6	1.3	710
Tobacco	0	97.5	28.4	13.2	41.6	5.2	6.2	2769
	10	91.1	17.0	10.8	27.8	5.5	0.3	1548
	50	86.6	9.2	11.4	20.6	3.9	0.3	796
	100	75.0	4.2	5.5	9.7	1.6	0.1	31
Red pepper	0	92.5	93.0	83.4	176.4	248.6	20.6	8602
	10	87.5	98.0	76.4	174.4	268.8	20.2	8575
	50	90.5	95.0	78.6	173.6	267.4	20.0	8597
	100	85.0	62.0	54.0	116.0	195.0	15.8	5270
<i>Phytolacca americana</i>	0	—	78.3	60.7	139.0	228.3	26.0	—
	10	—	93.3	43.4	136.7	197.3	22.2	—
	50	—	90.0	60.0	140.2	187.0	20.0	—
	100	—	40.0	40.0	80.0	198.0	19.8	—

GP: Germination percentage, RL: Radicle length, HL: Hypocotyl length, PH: Plant height, FW: Fresh weight, DW: Dry weight, SV: Seedling vigor, —: not tested.

**Table 3.** Effects of crude methanol extracts from root of *Armoracia rusticana* on germination and initial growth crop plants

Plant species	Con. ( $\mu$ l)	GP (%)	RL (mm)	HL (mm)	PH (mm)	FW (mg)	DW (mg)	SV
Rice	0	80.0	60.0	111.6	171.6	90.0	16.8	4800
	10	72.5	61.6	141.0	202.6	114.8	20.6	4466
	50	65.0	65.4	152.6	218.2	92.4	16.9	4251
	100	64.0	67.2	120.4	187.6	92.6	16.6	4301
Barley	0	92.5	44.0	105.2	149.2	282.0	29.6	4070
	10	95.0	40.6	119.4	160.0	318.0	28.2	3857
	50	92.2	42.0	109.8	151.8	269.8	26.0	3872
	100	95.0	35.4	114.4	149.8	215.0	22.4	3366
Wheat	0	73.2	28.4	50.8	79.2	67.0	25.0	2079
	10	72.5	27.8	47.4	75.2	71.0	29.4	2015
	50	70.0	32.2	46.4	78.6	78.4	35.4	2464
	100	72.5	24.4	26.2	50.6	76.0	33.8	1769
Chinese cabbage	0	92.5	55.6	21.8	77.4	140.0	8.0	5143
	10	92.5	55.4	49.8	115.2	122.6	7.2	5124
	50	93.2	62.0	55.6	117.6	132.0	7.8	5778
	100	95.0	52.6	62.2	114.8	125.0	8.2	4997
Leaf mustard	0	57.5	62.0	48.0	105.0	97.0	5.0	3565
	10	47.5	70.0	49.2	119.2	95.0	4.8	3325
	50	45.2	77.4	49.6	127.0	69.0	4.4	3498
	100	42.5	82.6	49.6	142.2	68.6	4.4	3506
Onion	0	72.5	18.2	52.2	70.4	37.0	4.4	1319
	10	72.5	18.6	66.6	84.2	44.0	4.0	1348
	50	72.5	18.0	69.0	87.0	43.8	3.4	1305
	100	70.0	22.6	89.0	111.6	43.4	3.4	1582
Welsh onion	0	72.5	24.6	45.2	59.8	16.2	1.6	1783
	10	77.5	32.6	61.2	83.8	26.8	2.6	2526
	50	72.5	35.6	54.6	90.2	25.6	2.4	2581
	100	75.0	32.6	63.2	95.8	24.8	1.8	2445
Tobacco	0	92.5	21.0	10.0	31.0	4.5	0.2	1942
	10	94.2	24.0	16.7	31.3	4.7	0.2	2261
	50	92.5	19.3	11.0	32.3	3.5	0.1	1785
	100	92.5	17.6	15.4	33.3	3.2	0.1	1628
Red pepper	0	95.2	93.0	83.4	176.4	248.6	20.6	8853
	10	92.3	54.0	80.0	134.0	273.0	22.4	4984
	50	92.5	50.0	88.0	138.0	261.6	21.5	4625
	100	87.5	45.2	90.2	135.4	277.0	23.0	3955
<i>Phytolacca americana</i>	0	—	35.5	42.0	77.5	174.5	22.3	—
	10	—	38.0	43.0	81.0	250.5	25.4	—
	50	—	40.0	48.0	88.0	188.0	23.5	—
	100	—	30.0	35.0	65.0	133.0	21.0	—

GP: Germination percentage, RL: Radicle length, HL: Hypocotyl length, PH: Plant height, FW: Fresh weight, DW: Dry weight, SV: Seedling vigor, —: not tested.



Table 4. Effects of the various solvent fractions of the crude methanol extracts from *Phytolacca americana* on germination and initial growth of crop plants

(Crops) Fraction	Con. ( $\mu$ l)	GP (%)	RL (mm)	HL (mm)	PH (mm)	FW (mg)	DW (mg)	SV
(Rice)	0	90.0	49.6	161.4	211.0	239.6	38.6	4464
Ethyl acetate	50	77.5	51.4	116.8	168.2	108.8	21.4	3983
	100	77.5	12.8	78.8	91.6	61.6	17.0	992
Petroleum ether	50	85.0	50.8	136.6	187.4	211.4	34.8	4318
	100	87.5	57.2	88.8	146.0	200.2	31.0	5005
1 <sup>st</sup> H <sub>2</sub> O	50	92.5	36.4	133.2	169.6	170.2	29.8	3367
	100	92.5	43.0	122.0	165.0	170.0	28.6	3977
2 <sup>nd</sup> H <sub>2</sub> O	50	92.5	53.4	128.6	182.0	200.6	32.0	4939
	100	90.0	38.4	133.2	171.6	157.4	27.0	3456
(Barley)	0	95.0	53.0	114.4	164.4	250.8	32.6	5035
Ethyl acetate	50	87.5	46.2	103.6	149.8	190.0	28.0	4042
	100	77.5	23.0	50.6	73.6	127.0	23.0	1782
Petroleum ether	50	90.0	56.6	107.4	164.0	240.2	30.0	5094
	100	82.5	55.4	104.4	159.8	255.8	32.6	4570
1 <sup>st</sup> H <sub>2</sub> O	50	90.5	57.2	121.6	178.8	260.0	31.8	5176
	100	92.5	59.4	96.8	156.2	237.2	30.0	5494
2 <sup>nd</sup> H <sub>2</sub> O	50	95.0	58.6	89.8	148.4	256.8	32.0	5567
	100	82.5	44.6	88.8	133.4	234.2	9.2	3679
(Chinese cabbage)	0	99.0	55.2	54.2	109.4	264.6	11.2	5520
Ethyl acetate	50	92.5	9.8	37.8	47.6	122.0	6.6	906
	100	77.5	4.2	26.0	30.2	61.2	5.6	325
Petroleum ether	50	97.5	55.0	64.0	119.0	283.4	12.4	5362
	100	97.5	55.2	56.0	111.2	253.6	11.6	5382
1 <sup>st</sup> H <sub>2</sub> O	50	97.5	56.6	57.8	114.4	282.2	12.2	5518
	100	95.0	42.2	30.3	72.2	155.2	9.8	4009
2 <sup>nd</sup> H <sub>2</sub> O	50	95.0	59.4	62.0	121.4	276.4	11.4	7543
	100	97.5	29.4	32.8	62.2	105.0	6.8	2866

GP: Germination percentage, RL: Radicle length, HL: Hypocotyl length, PH: Plant height, FW: Fresh weight, DW: Dry weight, SV: Seedling vigor.

출한 분획물이 작물의 발아와 初期生育에 미치는 영향을 조사하였다. 再抽出된 분획물은 ethyl acetate 분획물, petroleum ether 분획물, 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O 분획물 및 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O 분획물로 구분하였으며, 농도별로 보, 보리 및 배추의 종자를 培養한 결과를 표 4에 나타냈다. 4 종류의 분획물중 발芽率은 보, 보리 및 배추에서 공히 ethyl acetate 분획물 처리시 가장 감소폭이 크게 나타났다(그림 4). 그

리고, 보리에서 petroleum ether 분획물에 의하여 발芽가 抑制된 것을 제외하면 供試한 全 식물에서 petroleum ether 분획물, 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O 분획물 및 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O 분획물을 첨가하였을때 발芽抑制效果는 크지 않았다. 根長, 胚軸長, 草長에서도 ethyl acetate 분획물에서 生長을 크게 抑制하는 결과를 나타내었다. 즉, 根長은 petroleum ether 분획물, 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O 분획물 및 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O 분획물을 첨가하

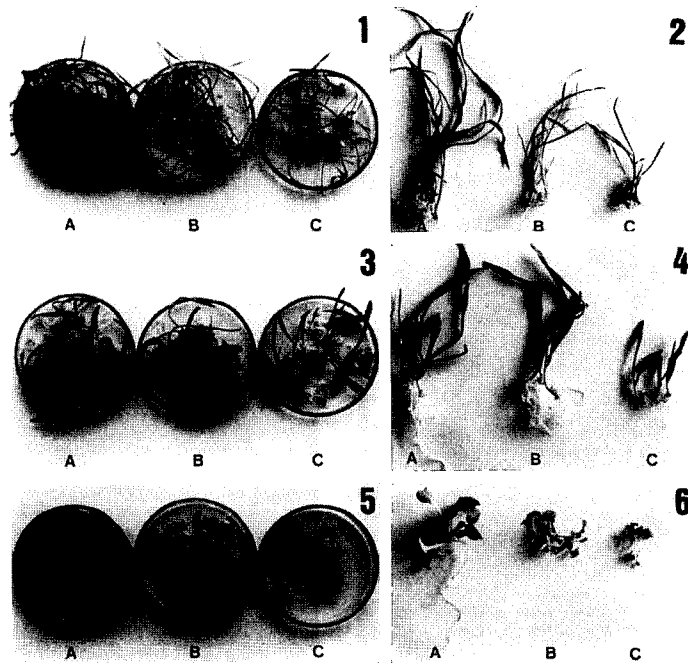


Fig. 4. Effects of ethyl acetate fraction from *Phytolacca americana* on initial growth of rice (1, 2), barley (3, 4) and Chinese cabbage (5, 6). A; control, B; 50 $\mu$ l extract, C; 100 $\mu$ l extract.

였을때 오히려 증가하거나 큰 차이가 없었으며 배추에서 가장 낮았다. 胚軸長은 약간 감소하였고 벼, 보리, 배추 모두 감소정도가 비슷하였다. 草長에서도 약간 감소하였다. 生體重과 乾物重도 ethyl acetate 분획물에서 가장 낮게 나타났으며, 나

머지 분획물에서도 감소하였다. 幼苗活力은 ethyl acetate 분획물에서 가장 낮게 나타났으며, 처리 작물중 배추에서 가장 낮게 나타났다. 담배의 경우 ethyl acetate 분획물에서 生長抑制作用이 가장 크게 나타났으며, petroleum ether 분획물

Table 5. Effects of crude methanol extracts from *Phytolacca americana* on germination speed

Solvent fraction	Crops				
	Rice	Barley	Chinese cabbage	Tobacco	
Control	40.7	31.7	76.6	14.0	
Ethyl acetate	50 $\mu$ l	35.0	24.2	62.5	9.2
	100 $\mu$ l	31.2	21.5	34.5	8.7
Petroleum ether	50 $\mu$ l	42.2	31.8	78.3	15.4
	100 $\mu$ l	37.2	25.3	77.1	14.3
1 <sup>st</sup> H <sub>2</sub> O	50 $\mu$ l	35.7	28.2	82.2	14.9
	100 $\mu$ l	38.2	28.2	67.9	15.1
2 <sup>nd</sup> H <sub>2</sub> O	50 $\mu$ l	39.1	24.6	72.1	14.8
	100 $\mu$ l	37.0	25.1	75.8	13.9

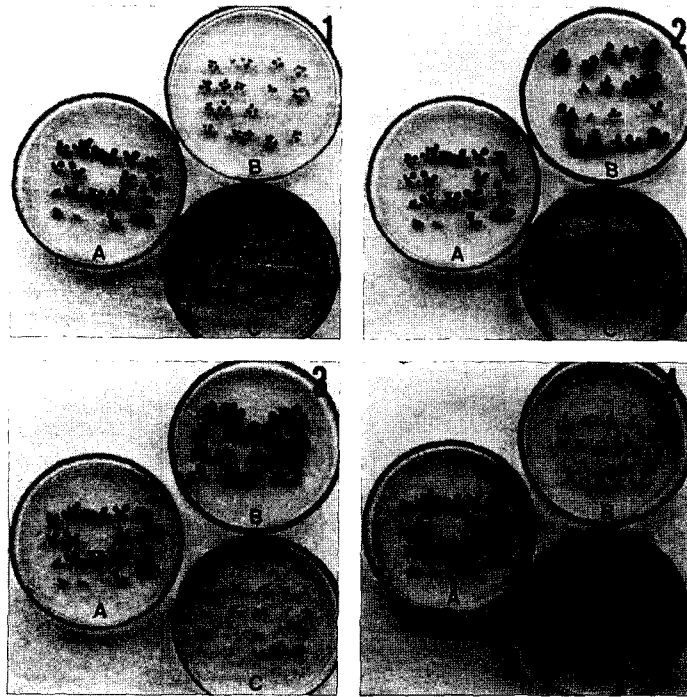


Fig. 5. Effects of the various solvent fractions of the crude methanol extracts from *Phytolacca americana* on germination and initial growth of tobacco. 1: Ethyl acetate fraction, 2: Petroleum ether fraction, 3: 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O fraction, 4: 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O fraction. A: control, B: 50ul extract, C: 100ul extract.

에서는 生長促進 효과가 일어났고, 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O 분획물 및 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O 분획물에서는 뚜렷한 경향을 발견할 수 없었다(그림 5).

發芽速度는 벼, 보리, 배추, 담배에서 각각 40.7%, 31.7%, 76.6%, 14.0%로 배추에서 가장 높고 담배에서 가장 낮았다. 분획물별로는 ethyl acetate 분획물에서 가장 낮게 나타났다(표 5).

#### 4. 葉綠素, 遊離 proline 含量

미국자리공 잎추출물의 분획물이 작물의 代謝產物에 미치는 영향을 조사하고자 ethyl acetate 분획물, petroleum ether 분획물, 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O 분획물 및 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O 분획물을 培地에 첨가하여 벼, 보리 및 배추의 종자를 培養한 후, 葉綠素 a, b 및 總葉綠素 含量과 遊離 proline 含量을 조사하였다(표 6). 葉綠素 含量은 ethyl acetate 분획물을 처리한 경우 세 종의 작물 모두 가장 낮게 나타났으며 처리한 작물 중 벼에서 감소폭이 가장 크게

나타났다. Petroleum ether 분획물, 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O 분획물 및 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O 분획물을 첨가하였을 경우도 대조구보다도 낮았다. 葉綠素 含量이 낮은 것은 生長量에 직접적으로 관여한 것으로 판단되며, 담배의 경우는 육안으로 쉽게 확인할 수 있을 정도로 고농도구에서 白化현상이 나타났다.

벼, 보리 및 배추의 경우 遊離 proline의 含量은 petroleum ether 분획물, 1<sup>st</sup> H<sub>2</sub>O 분획물 및 2<sup>nd</sup> H<sub>2</sub>O 분획물의 첨가보다 ethyl acetate 분획물 첨가시에 가장 많이 증가하였으며, ethyl acetate 분획물 첨가시의 농도별 proline 含量 증가를 표 7에 나타냈다. 배추, 보리, 벼의 遊離 proline 含量은 모든 작물에서 증가하였고 특히, 배추에서 대조구에 비하여 31.2배로 급격하게 증가하였다. 아미노산중 proline 含量은 일반적으로 외부의 환경적 자극을 받았을 때 증가하는 것으로 알려져 있으며, 自己防禦의 產物로서 설명되어지고 있다. 본 실험의 결과, 抽出物농도가 증가할수록 pro-

**Table 6.** Chlorophyll contents of crop plants treated with various solvent fractions of crude methanol extracts from *Phytolacca americana*

Crops	Chlorophyll content	Control	Solvent fraction							
			Ethyl acetate		Petroleum ether		1 <sup>st</sup> H <sub>2</sub> O		2 <sup>st</sup> H <sub>2</sub> O	
			50 $\mu$ l	100 $\mu$ l	50 $\mu$ l	100 $\mu$ l	50 $\mu$ l	100 $\mu$ l	50 $\mu$ l	100 $\mu$ l
Rice	Chl.a	0.18*	0.09	0.05	0.11	0.08	0.08	0.10	0.10	0.07
	Chl.a	1.14	0.66	0.26	0.82	0.61	0.50	0.65	0.61	0.45
	Total Chl.	1.32	0.76	0.32	0.93	0.69	0.58	0.75	0.71	0.52
Barley	Chl.a	0.08	0.06	0.07	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.11
	Chl.b	0.46	0.32	0.29	0.35	0.41	0.41	0.33	0.53	0.70
	Total Chl.	0.54	0.38	0.36	0.43	0.51	0.49	0.41	0.63	0.82
Chinese cabbage	Chl.a	0.07	0.05	0.05	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.11
	Chl.b	0.43	0.30	0.24	0.47	0.49	0.31	0.46	0.41	0.58
	Total Chl.	0.50	0.35	0.30	0.55	0.57	0.37	0.54	0.48	0.69

\* : mg /g (FW).

**Table 7.** Free proline contents of crop plants treated with ethyl acetate fractions of crude methanol extracts from *Phytolacca americana*

Crops	Concentration		
	0 $\mu$ l	50 $\mu$ l	100 $\mu$ l
Rice	10.0*	25.0	40.0
Barley	36.0	45.0	55.0
Chinese cabbage	12.5	35.0	390.0

\* nmol /g dry weight.

line 함량이 증가한 것은 生育環境 자극의 일환으로 생각되나, 작물간에 증가율의 폭이 큰 이유는 예측할 수 없었다.

## 摘 要

미국자리공 및 겨자무의 잎추출물을 이용하여 器內培地上에서 몇가지 작물들과의 allelopathy 를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 미국자리공 잎의 methanol 抽出物의 농도가 증가함에 따라 供試한 모든 작물의 發芽率, 根長, 胚軸長, 草長, 生體重, 乾物重, 幼苗의 活力이 급격하게 감소하였다.
2. 미국자리공의 autoallelopathy는 고농도(50 $\mu$ l

및 100 $\mu$ l) 첨가시에 나타나기 시작하였으며, 生體重과 乾物重은 농도가 증가함에 따라 현저히 감소하였다.

3. 겨자무 잎의 methanol 抽出物은 供試한 모든 작물의 初期生長量을 抑制시키는 효과는 보였으나, 미국자리공의 잎추출물의 효과보다는 높았다.
4. 겨자무 뿌리의 methanol 抽出物 처리는 밀, 미국자리공의 胚軸長을 농도 증가에 따라 감소시켰으나, 나머지 작물은 증가시켰다. 또한 草長도 밀, 고추, 미국자리공에서는 抽出物의 농도가 증가할수록 감소하였으나 그외의 작물에서는 약간 증가하였다.
5. 미국자리공의 methanol 抽出物로부터 再抽出한 4種의 分획物 중 ethyl acetate 分획물이 發芽率 및 初期生育을 가장 크게 감소시켰다.
6. Ethyl acetate 分획물은 다른 分획物보다 벼, 보리, 배추의 葉綠素 함량을 감소시켰다.
7. Ethyl acetate 分획물 100 $\mu$ l 첨가시에 배추의 遊離 proline의 함량은 31.2배 증가하였으며, 抽出物농도가 증가할수록 proline함량이 증가하였다.

## LITERATURE CITED

1. Abdul-Wahab A.S and Rice E.L. 1967. Plant inhibition by johnsongrass and its possible significance in old-field succession. Bull. Torrey Bot. Club 94:486-497.
2. Alsaadawi I.S and Rice E.L. 1982. Allelopathic effects of *Polygonum aviculare* L. I. Isolation, characterization, and biological activities of phytotoxins. J. Chem. Ecol. 8:1011-1023.
3. Aron D.L. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24:1-15.
4. Barenes J.P and Putnam A.R. 1986. Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye(*Secale cereale*). Weed Sci. 34:384-390.
5. Bhowmik P.C and Doll D.J. 1982. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. Agron. J. 74:601-606.
6. Caussanel J.P. 1979. Non-competitive effects between lambsquarter(*Chenopodium album* L.) and maize(INRA 258). Weed Res. 19:123-155
7. Chun J.C and Han K.W. 1989. An identification of volatile terpenes in allelopathic weeds. Kor. J. Weed Sci. 9:149-153
8. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, Jang B.C and Shin H.S. 1987. Determination of allelopathic activity in dominant upland weeds. Kor. J. Weed Sci. 7:156-164.
9. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1988. Determination of phenolic compounds responsible for allelopathy in upland weeds. Kor. J. Weed Sci. 8:258-264.
10. Chung I.M. 1994. Allelopathy and auto-toxicity studies and allelochemicals isolation and identification of alfalfa(*Medicago sativa* L.) University of Illinois. Ph. D. thesis.
11. \_\_\_\_\_, Kim K.J, Kim K.H and Ahn J.K. 1993. Allelopathic effect of some weed species extracts and residues on alfalfa. Kor. J. Crop Sci. 30:285-294.
12. Hall A.B, Blum U and Fites R.C. 1983. Stress modification of allelopathy of *Helianthus annuus* L. debris on seedling biomass production of *Amaranthus retroflexus* L. J. Chem. Ecol. 9:1213-1222.
13. Kil B.S. 1988. Allelopathic effect of *Pinus rigida* Mill. Kor. J. Ecol. 11:65-76.
14. \_\_\_\_\_, Oh S.H and Kim Y.S. 1989. Effects of growth inhibitors from *Pinus thunbergii*. Kor. J. Ecol. 12:21-35.
15. \_\_\_\_\_, Kim Y.S and Yun K.W. 1991. Allelopathic effects of growth inhibitor from *Artemisia princeps* var. *orientalis*. Kor. J. Ecol. 14:121-135
16. Kim K.J, Jung I.M, Kim K.H and Ahn J. K. 1993. Allelopathic influence of alfalfa and vetch extracts and residues on soybean and corn. Kor. J. Crop Sci. 39:295-305.
17. Ko B.K and Kil B.S. 1985. Allelopathy potentials of *Larix leptolepis*(S. et Z.) Gordon on germination and seedling growth of selected species. Kor. J. Ecol. 8:15-19.
18. Kwak S.S and Kim K.U. 1984. Effects of major phenolic acids identified from barley residues on the germination of paddy weeds. Kor. J. Weed Sci., 4:39-51.
19. Leather G.R. 1983. Sunflowers(*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds. Weed Sci. 31:37-42.
20. Lee K.S and Lee I.K. 1981. Studies on the allelopathy of some Poaceae plants.

Kor. J. Ecol. 4:93-108.

21. Menges R.M. 1987. Allelopathic effects of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and other plant residues in soil. *Weed Sci.* 35:339-347.
22. Miller D.A. 1983. Allelopathic effects of alfalfa. *J. Chem. Ecol.* 9:1059-1071.
23. Murashige T and Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
24. Nicollier G.F, Pope D.F and Thompson A. C. 1985. Phytotoxic compounds isolated and identified from weeds. ed. A.C. Thompson. *The Chemistry of allelopathy.* Am. Chem. Soc., Washington. pp. 207-218
25. Putnam A.R. 1985. *Allelopathic research on agriculture: Past highlights and potential.* ed. A.C. Thompson. Am. Chem. Soc., Washington D.C. pp. 1-8.
26. \_\_\_\_\_ and Duke W.B. 1978. Allelopathy in agroecosystem. *Ann. Rev. Phytopathol.* 18:431-451.
27. Rice E.L. 1984. *Allelopathy.* 2nd Ed. Academic Press Inc., Orlando, FL. 422p.
28. Troll W and Lindsley T. 1955. A photometric method for the determination of proline. *J. Biol. Chem.* 215:655-660.
29. Wilson Jr, R.G. 1981. Effect of Canada thistle (*Cirsium arvense*) residue on growth of some crops. *Weed Sci.* 29:159-164.