

# 人蔘栽培法 改善을 위한 알레로파시 植物 探索 및 이용

양계진\* · 김광호\*\* · 정일민\*\*

## Screening and Utilization of Allelopathic Plants for the Cultural Practice Improvement in Ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer)

Yang, K.J.,\* K.H. Kim\*\* and I.M. Chung\*\*

### ABSTRACT

This study was conducted to develop labor and chemical cultural practice improvement for weed control in ginseng field. Five crop species were screened *in vitro* and three crop extracts were sprayed in the test allelopathic effect for weed species.

Methyl alcohol extracts of rice, oat, rye and wheat straw showed inhibitory effect on the germination of six weed species, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Arthraxon hispidus*, *Digitaria adscendens*, *Echinochloa crus-galli*, and *Setaria viridis*. Especially, extract of oat straw was most effective to inhibit the germination of six weed species tested. Also, spraying the extract solution of rice, rye and wheat straw was effective to inhibit the growth of weeds in ginseng field. Ginseng root length, diameter, fresh and dry weight in extract spraying plot were higher than those of non-treatment plot.

Key words : ginseng, allelopathy, weeds, extracts

### 서 론

고려인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)의 재배는 우리 나라에서 가장 먼저 시작되었으며 재배면적 및 생산량도 많을 뿐만 아니라 재배기술 및 약리효능에 관한 연구도 이미 상당한 수준에 달해 있어 인삼의 종주국이라 할 수 있다. 인삼은 전체 농축산물 수출금액의 12% 이상을 차지하고 있어 우리 나라 농가경제에 크게 기여하는 주요 작물로서 단순 가공 생산

액만도 5,000억원을 상회하고 있으나<sup>20)</sup> 현재 인삼 재배 농가의 재배 기술은 1960년대에 비해 크게 개선된 것이 없으며 근년에 와서 그 면적이 증가되고 있는 직파 재배나 논삼재배의 경우 아직 표준 재배법이 확립되어 있지 않으며 인삼 재배의 기계화를 위한 농기구의 개발에 있어서도 아직 초보적인 수준이라 인삼 경작자들은 거의 모든 작업을 인력에 의존하고 있는 실정이다.

1990년 이후 우리 나라 홍삼 재배 면적은 10%정도 증가한 반면에 백삼재배면적은 현재

\* 중부대학교 자연과학대학(College of Natural Resources, Joongbu University, Chungnam, 312-940, Korea)

\*\* 건국대학교 농업생명과학대학(College of Agriculture and Life Science, Kon-Kuk University, Seoul, 143-701, Korea)

(’98. 7. 6 접수)

히 감소하는(63%) 경향으로<sup>20)</sup> 이러한 감소는 연작장해에 따른 재배삼포 확보의 어려움과 농촌 노동력의 부족 및 노임의 상승 등에 의한 결과로서 생산비 절감을 위한 재배기술의 개선이 시급한 실정이며 인삼 경쟁 대상국인 중국에서는 대규모 면적[4,156ha(1980)→13,117ha(1991)]에서 풍부하고 값싼 노동력을 이용하여 저가인삼을 대량 생산하여 수출하고 있어 국내 인삼재배를 위협하고 있기 때문에 이와 경쟁할 수 있는 대책 수립이 필요하다.

인삼재배시 제초작업은 일부시설하에서 작업을 하기 때문에 다른 작업보다 노동력투여 비중이 큰 작업이다. 인삼포 제초작업은 포장에 따라 약간의 차이는 있으나 연간 5~6회정도 실시하는데, 해가림시설하에서 제초작업을 한다는 것은 현실적으로 매우 힘이 드는 작업이며, 제초작업에 투입되는 노동력은 인삼 재배에 소요되는 전체 노동력의 10.5%로 매우 큰 비중을 차지하고 있다<sup>20)</sup>.

인삼포장에 주로 발생하는 잡초에는 망초(*Erigeron canadensis*), 뚝새풀(*Alopecurus aequalis*), 냉이(*Capsella bursa-pastoris*), 벼룩나물(*Stellaria alsine var. undulata*), 방기(*Sinomenium acutum*), 명아주(*Chenopodium album*), 여뀌(*Persicaria hydropiper*) 등이 있다<sup>12)</sup>.

최근 잡초 발생 억제를 위하여 상측면과 고풍에 제초제를 살포하여 제초 작업을 하고 있는데, 이 제초제에 의한 약해가 나타날 수 있기 때문에 제초제를 사용하지 않는 것이 고품질 인삼 생산에 절대적으로 유리할 것이다. 최근에 널리 이용되고 있는 부초재배<sup>13)</sup>는 상면에 벗짚을 피복하는 방법으로 상면의 잡초 발생 억제 및 수분 증발 억제의 효과가 있어서 제초 작업 횟수의 감소로 생산비 절감의 효과를 가져 올 수 있으나 이 방법은 토양수분이 많은 인삼포지에는 사용할 수 없는 것이 단점이다. 또한, 상면뿐만 아니라 상측면과 통로의 잡초 방제를 위하여 흑색 차광망을 사용하고 있으나 제초작업의 불편함으로 인하여 일부 농가에서만 실시하고 있다. 따라서 잔류성 농약에 의한 피해와 인삼재배의 특수성으로 인

한 제초기 사용의 한계성 때문에 현재 거의 대부분의 농가에서는 손작업에 의존하고 있는 실정이다. 최근 조<sup>6)</sup>는 2,4-D가 선택성 광엽식물 제초제이나 광엽식물인 인삼에는 전혀 약해가 없다고 하였으며, 또한 2,4-D 처리시 고농도에서는 인삼의 생육을 저해하지만 저농도에서는 인삼의 생육에 영향을 주지 않는다<sup>7)</sup>고 보고하였다.

Allelopathy는 어떤 식물체가 함유하고 있는 물질이 다른 식물체의 생장이나 발아를 억제하는 생화학적 작용<sup>22)</sup>으로서 최근 환경오염을 방지하고 무공해농산물을 생산하기 위하여 이러한 Allelopathy를 이용한 잡초의 생물학적 방제<sup>25,26)</sup>나 allelopathy현상에 관여하는 대사산물을 이용한 천연제초제개발<sup>17,18,21)</sup> 연구가 활발히 진행되고 있다. Allelopathy를 일으키는 물질은 주로 생합성되는 경로에 따라 Phenol류, Quinone류, Juglone류, Tannin류, Alkaloid류, Cyanohydrin류, Terpenoid류로 분류되며<sup>22)</sup> 자연계에는 수많은 식물들이 이러한 물질들을 함유하고 있는 것으로 알려져 있는데, 벼<sup>4,5,8,15</sup>를 비롯하여 보리<sup>27)</sup>, 밀<sup>10,11,14,24)</sup>, 호밀<sup>2,3,5,14,25)</sup>, 귀리<sup>9,10)</sup>, 수수<sup>1,27)</sup>도 이러한 Allelopathic물질을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다. Chou와 Patrick<sup>5)</sup>은 호밀잔유물에서 추출한 수용성물질이 25~50ppm 농도에서 종자발아를 억제시켰으며, Barnes와 Putnam<sup>2,3)</sup>은 호밀의 Allelopathic물질이 잡초의 생체중을 93%까지 감소시켰을 뿐만 아니라 잡초의 발아 및 생육을 억제한다고 하였고, 유와 정<sup>27)</sup>은 보리와 수수의 식물체 추출물이 잡초의 발아와 초기생육에 영향을 미친다고 하였다. 따라서 이러한 Allelopathy 작물을 어떤 특정한 잡초를 방제하는데 이용한다면 제초제의 사용을 최소한으로 사용해야 하는 특용작물, 약용작물, 생채 채소류 및 산채류 등의 무공해 농산물을 생산하는데 매우 활용가치가 높을 뿐만 아니라 작물 잔유물을 토양피복물로 이용한다면 토양수분보지력과 유기물함량도 증가시킬 수 있고, 잡초의 방제효과도 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 고소득작물인 인삼의 생산비 절

감을 위한 새로운 재배법을 확립하기 위한 방안으로 인삼포의 잡초 발생을 억제시키는 allelopathic식물을 탐색, 선발하여 그 이용방안을 강구하기 위하여 일련의 시험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 잡초 발아 억제 효과 검증

본 실험에서 잡초 발아 억제 효과를 검증할 공시식물은 벼(*Oryza sativa*), 보리(*Hordeum vulgare*), 귀리(*Avena sativa*), 호밀(*Secale cereale*), 밀(*Triticum aestivum*)로서 영양생장기때 수확, 음건시킨 후 40 mesh로 분쇄하여 추출액으로 사용하였으며 대상 잡초는 우리 나라 밭에 많이 발생하는 털비름(*Amaranthus retroflexus*), 명아주(*Chenopodium album*), 조개풀(*Arthraxon hispidus*), 바랭이(*Digitaria adscendens*), 피(*Echinochloa crus-galli*), 강아지풀(*Setaria viridis*) 등 6종이었다(Table 1). Allelopathy 효과를 예비 검증하기 위하여 무종자를 이용 증류수 1,000ml에 sucrose 30g, agar 10g, 2,4-D 2mg을 첨가한 MS배지이고, pH는 5.8로 조정하였다. 이 용액을 100ml 삼각플라스크당 20ml씩을 주입하고 각 공시식물 분말 1g을 첨가한 후 120℃, 1.5 기압에서 25분간 고압·멸균하였다. 무종자 치상은 삼각플라스크당 10립씩 5반복으로 하였고, 25±1℃의 암상태의 배양기에서 1주일간 배양한 후 발아율과 유식물에 붙은 MS배지 잔사물을 세척, 수분을 제거한 후 생체중을 조사하였으며 대조구는 증류수를 사용하였다. 추출액 조제는 분쇄된 벧짚, 보리짚, 귀리짚, 호밀짚 및 밀짚을 80% MeOH에 실온에서 48시

간 정치시킨 후 여과지(Watman No.2)로 여과한 용액을 40℃에서 vacuum rotary evaporator로 농축, 냉동건조기(-50℃)로 고체화시켜서 이를 0.1%, 0.2%, 1%(W/V)의 농도가 되도록 증류수에 희석하여 잡초 종자에 대한 Allelopathy효과를 조사하는데 사용하였다. 멸균 소독된 petri-dish(직경9cm)에 여과지를 깔고 6종의 대상잡초 종자를 50립씩 치상하고 희석된 추출물을 petri-dish당 10ml를 첨가시켜 상온에 둔 후 발아와 생장 억제 정도를 조사하였다. 조사는 추출액을 처리한지 1일후부터 5일간 24시간간격으로 하였고, 처리 5일후 각 petri-dish당 20개체를 무작위로 선발하여 생체중과 건물중을 측정하였으며 건물중은 60℃ 항온기에서 3시간 건조시킨 후에 측정하였다. 대조구는 증류수를 첨가하였다. 실험설계는 완전임의배치법 3반복으로 통계분석은 SAS program을 이용하여 실시하였다<sup>23)</sup>.

### 2. 잡초 및 인삼 생육에 대한 추출액 처리 효과 검증

Allelopathy 물질을 인삼 포장에 처리했을 때 잡초와 인삼의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 본 시험을 건국대학교 실습농장에서 포장시험을 실시하였다. 공시된 인삼은 한국인삼연초연구원에서 자경종(*Panax ginseng* C. A. Meyer)을 분양받아 사용하였다. 약토는 칸당(90cm×180cm) 75l를 넣고, 묘삼은 칸당 6개×6줄로 식재하였으며, 일복은 개량일복으로 하여 관행재배법으로 관리하였다. 대상잡초는 인삼밭의 우점종으로 알려져 발아시험에 공시하였던 강아지풀의 5종으로 이들 잡초종자를

Table 1. Weed species used in the experiment for allelopathic effect.

Families	Scientific name	English name	Korean name
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Redroot Pigweed	털 비 림
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Goose Foot	명 아 주
Gramineae	<i>Arthraxon hispidus</i>	Arthraxon	조 개 풀
	<i>Digitaria adscendens</i>	Hairy Crabgrass	바 랑 이
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Barnyard Grass	피
	<i>Setaria viridis</i>	Green Foxtail	강 아 지 풀

각각 시험구당 3.75g씩을 혼합하여 상면에 파종한 후 가는 모래로 1cm정도 복토하였다. 벧짚, 호밀짚 및 밀짚의 추출액을 200배액(5g/l)으로 희석하여 공시 잡초종이 발아한 후 1주일 간격으로 칸당 100ml를 5회 엽면살포하였으며, 추출액 처리 1개월후 칸내에 있는 모든 잡초종들을 채취하여 건물중을 측정하였고, 인삼은 2년근일 때 인삼의 생체중 및 건물중을 측정하였다. 건물중은 80℃에서 3일간 건조시킨 후 측정하였다. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 통계분석은 SAS program을 이용하여 실시 하였다<sup>23)</sup>.

## 결과 및 고찰

### 1. 잡초 발아 억제 효과 검정

본 시험에 공시한 식물들(벧짚, 보리짚, 귀리짚, 호밀짚, 밀짚)이 털비름, 명아주, 조개풀, 바랭이, 피 및 강아지풀에 대하여 Allelopathy 효과를 나타내는지를 알아보기 위하여 무(*Raphanus sativus*) 종자를 대상으로 시험한 결과는 Table 2과 같다. 각 식물의 영양체 분말 처리는 대조구에 비하여 모두 무 종자의 발아를 억제시키는 것으로 나타났다.

밀짚과 벧짚 분말 처리는 각각 45%와 50%의 발아율을 나타내어 대조구(97.5%)에 비해서 발아 억제 효과가 크게 나타났으나 보리짚, 호

밀짚 및 귀리짚 분말 처리간에는 유의성이 인정되지 않았다. 또한, 발아후 무의 초기 생체중의 경우 벧짚과 호밀짚 분말 처리에서는 유의성이 인정되었으나, 보리짚, 귀리짚 및 밀짚 분말 처리에서는 유의성이 인정되지 않았으며 특히 보리짚과 귀리짚 분말 처리는 무 생체중을 약간 증가시킨 것으로 조사되었으나 유의성은 없었다. 이상의 실험 결과는 벧짚, 보리짚, 귀리짚, 호밀짚 및 밀짚 등의 식물체는 Allelopathic물질을 함유하고 있어 다른 식물의 발아를 억제한다는 Chou와 Lin<sup>4)</sup>과 정 등<sup>8)</sup>의 실험 결과와는 일치하였으나 벧짚 분말 처리를 제외한 다른 식물체의 분말 처리는 발아된 무의 생장을 촉진시킨 경우도 있어 생장 억제와 발아 억제가 반드시 함께 발현한다기보다는 발아 억제에만 관여하는 Allelopathy 물질이 존재하는 것으로 생각된다.

벧짚, 귀리짚, 호밀짚 및 밀짚 추출액을 0.1, 0.2, 1% 농도로 희석하여 털비름(*Amaranthus retroflexus*) 종자에 처리하고 발아율, 생체중 및 건물중을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 공시 식물 중 귀리짚 추출액이 털비름의 발아와 생장에 가장 억제적으로 작용하여 처리 농도가 증가할수록 발아 억제가 현저하였다. 처리농도 중 0.1과 0.2% 농도에서는 발아율이 대조구와 차이가 없었으나 1% 농도에서는 벧짚 추출액을 제외하고 귀리짚은 털비름의 발아를 완전히 억제하였으며, 호밀짚은 4.67%, 그리고 밀짚은 12%로 발아율이 매우 낮게 나타난 것으로 보아, 귀리짚은 털비름에 대하여 Allelopathy 효과가 매우 큰 것으로 생각된다. 반면에 벧짚 추출액을 처리한 경우 1% 농도에서도 30%의 발아율로 대조구(40%)와 비교하였을 때 발아율이 낮아졌으나 유의성은 없었다. 한편, 생체중과 건물중을 살펴 보면 귀리짚, 호밀짚 및 밀짚의 추출액은 1%농도에서 대조구와 뚜렷하게 차이가 있는 것으로 나타나 이들 식물의 영양체 추출액이 털비름의 초기 생육을 억제함을 알 수 있었다.

따라서 털비름이 인삼 재배 경작지에서 우점종의 하나임을 고려해 볼 때 제초제나 혹은

**Table 2.** Effect of allelopathic plant extracts on germination and growth of *Raphanus sativus* in vitro.

Plant extracts	Total germination percentage (%)	Fresh weight/plant (mg)
Control	97.50 <sup>a</sup>	91.86 <sup>a</sup>
Rice	50.00 <sup>c</sup>	63.41 <sup>b</sup>
Barley	65.00 <sup>bc</sup>	93.38 <sup>a</sup>
Oat	60.00 <sup>bc</sup>	97.34 <sup>a</sup>
Rye	57.50 <sup>bc</sup>	78.08 <sup>b</sup>
Wheat	45.00 <sup>c</sup>	85.75 <sup>a</sup>

\* Values within a column having the same letters are not significantly different at 0.05 level as determined by least significant difference(LSD).

**Table 3.** Effect of plant extracts on germination and growth of *Amaranthus retroflexus* in vitro.

Plant extracts	Concentration(%, W/V))			
	Control	0.1	0.2	1
..... Germination percentage(%) .....				
Rice	40.00 <sup>a</sup>	38.67 <sup>a</sup>	36.67 <sup>a</sup>	30.00 <sup>a</sup>
Oat	40.00 <sup>a</sup>	40.67 <sup>a</sup>	36.67 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>
Rye	40.00 <sup>a</sup>	44.00 <sup>a</sup>	39.33 <sup>a</sup>	4.67 <sup>b</sup>
Wheat	40.00 <sup>a</sup>	43.33 <sup>a</sup>	44.67 <sup>a</sup>	12.00 <sup>b</sup>
..... Fresh weight(mg)/plant .....				
Rice	26.0 <sup>b</sup>	56.3 <sup>a</sup>	56.0 <sup>a</sup>	36.9 <sup>b</sup>
Oat	26.0 <sup>b</sup>	42.8 <sup>a</sup>	50.0 <sup>a</sup>	0.00 <sup>c</sup>
Rye	26.0 <sup>b</sup>	41.3 <sup>a</sup>	38.3 <sup>ab</sup>	0.00 <sup>c</sup>
Wheat	26.0 <sup>b</sup>	40.3 <sup>a</sup>	45.6 <sup>a</sup>	0.00 <sup>c</sup>
..... Dry weight(mg)/plant .....				
Rice	2.0 <sup>b</sup>	2.9 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>a</sup>	3.1 <sup>ab</sup>
Oat	2.0 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>
Rye	2.0 <sup>b</sup>	2.8 <sup>ab</sup>	3.2 <sup>a</sup>	0.0 <sup>c</sup>
Wheat	2.0 <sup>b</sup>	3.0 <sup>ab</sup>	3.2 <sup>a</sup>	0.0 <sup>c</sup>

\* Values within a row having the same letters are not significantly different at 0.05 level as determined by least significant difference(LSD).

**Table 4.** Effect of plant extracts on germination and growth of *Setaria viridis* in vitro.

Plant extracts	Concentration(%)			
	Control	0.1	0.2	1
..... Germination percentage(%) .....				
Rice	33.33 <sup>b</sup>	40.00 <sup>ab</sup>	43.33 <sup>a</sup>	34.00 <sup>ab</sup>
Oat	33.33 <sup>b</sup>	52.67 <sup>a</sup>	34.67 <sup>b</sup>	24.00 <sup>b</sup>
Rye	33.33 <sup>b</sup>	50.00 <sup>ab</sup>	52.00 <sup>a</sup>	46.00 <sup>ab</sup>
Wheat	33.33 <sup>a</sup>	38.67 <sup>a</sup>	39.33 <sup>a</sup>	39.33 <sup>a</sup>
..... Fresh weight(mg)/plant .....				
Rice	184.2 <sup>b</sup>	351.1 <sup>a</sup>	341.9 <sup>a</sup>	251.2 <sup>ab</sup>
Oat	184.2 <sup>b</sup>	405.8 <sup>a</sup>	312.3 <sup>a</sup>	270.1 <sup>ab</sup>
Rye	184.2 <sup>b</sup>	316.6 <sup>a</sup>	367.1 <sup>a</sup>	277.6 <sup>ab</sup>
Wheat	184.2 <sup>b</sup>	313.6 <sup>a</sup>	331.7 <sup>a</sup>	238.0 <sup>ab</sup>
..... Dry weight(mg)/plant .....				
Rice	24.2 <sup>b</sup>	44.5 <sup>a</sup>	41.7 <sup>a</sup>	37.4 <sup>a</sup>
Oat	24.2 <sup>b</sup>	50.6 <sup>a</sup>	42.0 <sup>ab</sup>	31.0 <sup>b</sup>
Rye	24.2 <sup>b</sup>	44.5 <sup>a</sup>	48.1 <sup>a</sup>	45.2 <sup>a</sup>
Wheat	24.2 <sup>b</sup>	42.6 <sup>a</sup>	45.3 <sup>a</sup>	39.0 <sup>a</sup>

\* Values within a row having the same letters are not significantly different at 0.05 level as determined by least significant difference(LSD).

인력에 의한 잡초 방제보다 노력절감, 무공해 인삼 생산, 그리고 생태학적인 측면에서 이러한 식물의 잔사체를 잡초방제에 활용할 가능

성이 있을 것으로 생각된다. 강아지풀(*Setaria viridis*) 종자의 발아와 생장에 대한 작물체 추출물의 처리 결과는 Table 4와 같다. 4가지 작

물의 추출물을 1% 농도로 처리한 것과 대조구는 통계적 유의차가 인정되지 않았으나 귀리 추출물이 다른 3가지 작물의 추출물보다 Allelopathy 효과가 약간 큰 것으로 나타났는데, 귀리 추출물 1% 농도에서 발아율과 생체중을 살펴 보면 각각 24%, 70.1mg으로 대조구(33.33%, 184.2mg)에 비하여 각각 28%와 62%의 발아 및 생체중 증가 억제 효과를 보여 강아지풀에 대한 Allelopathy 효과를 어느 정도 인정할 수 있었으나 건물중은 오히려 28% 증가시켰다. 또한 벼, 호밀, 밀 등의 1% 농도에서도 대조구에 비해 오히려 발아율, 생체중, 건물중을 증가시키는 경향을 보였다. 이러한 사실은 작물 추출액이 강아지풀에 영양소로 작용하였거나 또는 추출물과 강아지풀에 대한 종간의 특이적 반응으로 생각되어진다.

피(*Echinochloa crus-galli*) 종자의 발아와 유묘의 초기생장에 대한 4가지 식물 영양체 추출액의 처리 효과는 Table 5와 같다. 벼 추출액 처리의 경우 처리 농도간에 유의성이 없었으나 다른 3가지 식물 추출물의 경우에는 대체로 농도가 증가할수록 발아를 억제하는

것으로 나타났으며, 특히 1% 농도 처리시 억제 효과가 뚜렷하였다.

생체중과 건물중에서도 발아율과 유사한 경향으로 벼, 귀리, 호밀, 밀 추출액 1% 농도에서 성장 억제 효과가 나타나고 있어서, 이들이 피에 대하여 뚜렷한 Allelopathy 작용을 나타내는 것으로 생각되었다. 이러한 결과는 벼 추출액이 돌피에 대하여 Allelopathy 효과가 있다고 보고한 정 등<sup>8)</sup>의 연구 결과와도 일치되었다.

벼, 귀리, 호밀, 밀 추출액이 조개풀(*Arthraxon hispidus*) 종자의 발아와 생육에 미치는 영향을 살펴 본 결과, 4개 식물 영양체 추출액 중 귀리 추출액이 가장 효과적으로 작용하였으며 추출액 처리 농도가 높으면 발아와 초기생육도 억제되었다.(Table 6) 귀리 추출액은 다른 3개 식물 추출물 처리와는 달리 0.2% 농도 처리시에도 대조구에 비하여 유의차가 인정되었으며, 특히 1% 농도에서는 발아율이 2.67%로 거의 완전한 발아 억제 효과를 나타내었다. 또한, 벼, 호밀, 밀 그리고 밀 추출액도 1% 농도에서 각각 44.7%, 77.3%,

Table 5. Effect of plant extracts on germination and growth of *Echinochloa crus-galli* in vitro.

Plant extracts	Concentration(%)			
	Control	0.1	0.2	1
..... Germination percentage(%) .....				
Rice	83.33 <sup>a</sup>	69.33 <sup>a</sup>	69.33 <sup>a</sup>	78.00 <sup>a</sup>
Oat	83.33 <sup>a</sup>	78.67 <sup>ab</sup>	78.00 <sup>ab</sup>	67.33 <sup>b</sup>
Rye	83.33 <sup>a</sup>	73.33 <sup>ab</sup>	82.00 <sup>ab</sup>	69.33 <sup>b</sup>
Wheat	83.33 <sup>a</sup>	77.33 <sup>ab</sup>	77.33 <sup>ab</sup>	67.33 <sup>b</sup>
..... Fresh weight(mg)/plant .....				
Rice	232.3 <sup>bc</sup>	290.0 <sup>ab</sup>	305.8 <sup>a</sup>	201.8 <sup>c</sup>
Oat	232.3 <sup>a</sup>	249.0 <sup>a</sup>	228.5 <sup>a</sup>	108.7 <sup>b</sup>
Rye	232.3 <sup>a</sup>	255.2 <sup>a</sup>	212.5 <sup>a</sup>	151.9 <sup>b</sup>
Wheat	232.3 <sup>a</sup>	245.1 <sup>a</sup>	218.8 <sup>a</sup>	157.2 <sup>b</sup>
..... Dry weight(mg)/plant .....				
Rice	23.4 <sup>b</sup>	24.0 <sup>b</sup>	27.2 <sup>ab</sup>	29.2 <sup>a</sup>
Oat	23.4 <sup>b</sup>	26.5 <sup>ab</sup>	24.8 <sup>ab</sup>	28.7 <sup>a</sup>
Rye	23.4 <sup>b</sup>	24.0 <sup>ab</sup>	23.7 <sup>ab</sup>	27.3 <sup>a</sup>
Wheat	23.4 <sup>b</sup>	23.5 <sup>a</sup>	23.5 <sup>a</sup>	26.9 <sup>a</sup>

\* Values within a row having the same letters are not significantly different at 0.05 level as determined by least significant difference(LSD).

**Table 6.** Effect of plant extracts on germination and growth of *Arthraxon hispidus* in vitro.

Plant extracts	Concentration(%)			
	Control	0.1	0.2	1
..... Germination percentage(%) .....				
Rice	90.67 <sup>a</sup>	87.33 <sup>a</sup>	84.67 <sup>a</sup>	44.67 <sup>b</sup>
Oat	90.67 <sup>a</sup>	90.67 <sup>a</sup>	80.67 <sup>b</sup>	2.67 <sup>c</sup>
Rye	90.67 <sup>a</sup>	89.33 <sup>a</sup>	87.33 <sup>a</sup>	77.33 <sup>b</sup>
Wheat	90.67 <sup>a</sup>	92.67 <sup>a</sup>	82.00 <sup>a</sup>	53.33 <sup>b</sup>
..... Fresh weight(mg)/plant .....				
Rice	116.9 <sup>ab</sup>	122.3 <sup>a</sup>	112.1 <sup>b</sup>	48.7 <sup>c</sup>
Oat	116.9 <sup>a</sup>	107.3 <sup>a</sup>	71.1 <sup>b</sup>	0.0 <sup>c</sup>
Rye	116.9 <sup>a</sup>	103.9 <sup>ab</sup>	92.6 <sup>b</sup>	52.2 <sup>c</sup>
Wheat	116.9 <sup>a</sup>	103.8 <sup>b</sup>	100.0 <sup>b</sup>	63.5 <sup>c</sup>
..... Dry weight(mg)/plant .....				
Rice	11.6 <sup>b</sup>	12.0 <sup>ab</sup>	11.4 <sup>b</sup>	12.7 <sup>a</sup>
Oat	11.6 <sup>a</sup>	11.0 <sup>a</sup>	10.9 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>
Rye	11.6 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	11.1 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>
Wheat	11.6 <sup>b</sup>	11.3 <sup>b</sup>	11.9 <sup>ab</sup>	13.0 <sup>a</sup>

\* Values within a row having the same letters are not significantly different at 0.05 level as determined by least significant difference(LSD).

53.3%의 발아율을 보여 대조구(90.67%)와 비교해 볼 때 조개풀에 대한 Allelopathy 효과가 있는 것으로 판단되었다. 그리고 귀리짚 추출액 1% 농도 처리에서 생체중과 건물중의 경우에도 발아율과 마찬가지로 대조구에 비해 유의차가 인정되어 조개풀에 대하여 발아 억제는 물론 생육을 억제하는 Allelopathy 물질을 함유하고 있을 것으로 생각되었다.

4가지 식물 영양체의 추출액을 바랭이(*Digitalia. adscendens*)에 처리하여 Allelopathy 효과를 조사한 결과(Table 7), 대체적으로 추출액의 농도가 높아질수록 발아가 억제되는 경향이었으며, 밀 추출물을 제외한 벼짚, 귀리짚 및 호밀짚 추출액은 1% 농도 처리시 억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 특히 귀리짚 추출액은 1% 농도 처리시 전혀 발아가 되지 않았으며 생체중과 건물중에서도 발아율과 같은 경향을 보여 바랭이의 발아와 생장에 대하여 매우 강력한 Allelopathy 물질을 함유하고 있을 것으로 생각되었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 벼짚, 보리짚, 귀리짚, 호밀짚 및 밀짚 추출액 종류와 농도에

따라 강아지풀, 바랭이, 조개풀, 털비름, 피 종자의 발아와 초기생육은 다르게 반응하였으나 귀리짚 추출액이 공시 잡초 종자의 발아와 초기생육을 가장 억제시키는 식물로 나타났다.

식물 영양체 추출액의 농도에 따른 반응을 보면 농도가 증가함에 따라 대상 잡초종들의 발아와 초기 생육이 억제되었다. 식물 영양체 추출액의 1% 농도 처리에서 잡초종들의 발아에 대한 Allelopathy 효과를 살펴 본 결과, 귀리짚 추출액 처리는 털비름과 조개풀, 그리고 바랭이에서 거의 완전한 발아 억제 효과를 보여 Allelopathy 효과가 매우 크게 나타났으나, 피(67.33%)와 강아지풀(24%)에서는 통계적 유의성은 인정되었으나 그 효과가 뚜렷하지 못하였다.

한편, 호밀짚 추출액 처리시 털비름은 4.67%의 발아율을 나타내어 뚜렷한 Allelopathy 효과를 보였으나, 바랭이, 조개풀과 피의 경우에는 통계적 유의성은 인정되었으나 발아 억제 효과가 낮았으며 강아지풀은 발아율이 46%로 대조구와 차이가 없었다.

밀짚 추출액 처리의 경우 털비름은 전혀 발

**Table 7.** Effect of plant extracts on germination and growth of *Digitaria adscendens* in vitro.

Plant extracts	Concentration(%)			
	Control	0.1	0.2	1
..... Germination percentage(%) .....				
Rice	83.33 <sup>a</sup>	84.67 <sup>a</sup>	74.00 <sup>ab</sup>	61.33 <sup>b</sup>
Oat	83.33 <sup>a</sup>	86.67 <sup>a</sup>	77.33 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>
Rye	83.33 <sup>a</sup>	84.67 <sup>a</sup>	83.33 <sup>a</sup>	61.33 <sup>b</sup>
Wheat	83.33 <sup>ab</sup>	82.67 <sup>ab</sup>	88.00 <sup>a</sup>	74.67 <sup>b</sup>
..... Fresh weight(mg)/plant .....				
Rice	153.1 <sup>b</sup>	180.1 <sup>b</sup>	248.0 <sup>a</sup>	188.7 <sup>b</sup>
Oat	153.1 <sup>a</sup>	177.7 <sup>a</sup>	152.8 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>
Rye	153.1 <sup>a</sup>	160.9 <sup>a</sup>	181.0 <sup>a</sup>	82.5 <sup>b</sup>
Wheat	153.1 <sup>a</sup>	141.4 <sup>a</sup>	106.4 <sup>b</sup>	121.1 <sup>ab</sup>
..... Dry weight(mg)/plant .....				
Rice	10.9 <sup>c</sup>	10.8 <sup>c</sup>	12.5 <sup>b</sup>	14.1 <sup>a</sup>
Oat	10.9 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>
Rye	10.9 <sup>b</sup>	10.5 <sup>b</sup>	11.4 <sup>b</sup>	13.0 <sup>a</sup>
Wheat	10.9 <sup>b</sup>	10.7 <sup>b</sup>	10.9 <sup>b</sup>	12.4 <sup>a</sup>

\* Values within a row having the same letters are not significantly different at 0.05 level as determined by least significant difference(LSD).

아되지 않아서 Allelopathy 효과가 있었으나 피와 조개풀의 경우 통계적 유의성은 인정되었으나 발아 억제 효과는 그다지 크지 않았다. 그리고 강아지풀(39.33%)과 바랭이(74.67%)에 대한 Allelopathy 효과는 대조구에 비해서 차이가 없었다.

벗짚 추출액 처리에서는 조개풀의 경우 대조구(90.7%)에 비해 44.67%의 낮은 발아율을 보여 발아 억제 가능성을 보였으며, 털비름의 경우 대조구(40%)에 비해 30%의 발아율을 나타내어 Allelopathy 효과가 다소 인정되었으나 나머지 잡초들에 대해서는 효과가 없는 것으로 나타났다. 이것은 이 등<sup>16)</sup>이 벗짚을 피복하여 상추와 뜯새풀의 발아를 억제시켰다는 보고가 있으나 본 시험의 조개풀과 털비름의 발아 억제 효과가 51~25%에 불과하고 강아지풀과 바랭이에서는 발아 억제 효과가 없는 것으로 나타난 점으로 미루어 볼 때 벗짚 피복에 의한 잡초 발아 억제는 초종에 따라 크게 다른 것으로 생각되었다. 그리고 호밀의 경우에서도 털비름의 발아는 현저하게 억제하나 바랭이와 조개풀에서는 미약하고, 강아지풀에서

는 Allelopathy 효과가 나타나고 있지 않아서 호밀이 잡초의 발아와 생장을 억제한다는 보고<sup>2,3,5)</sup>들과는 잡초종에 따라서 차이가 있었다.

현재 인삼밭 예정지 관리시 토양개량의 측면에서 호밀을 흡비성 작물로서 많이 사용하고 있는데, 본 시험의 결과에서는 호밀짚보다는 귀리짚의 Allelopathy 효과가 더 좋은 것으로 나타나 앞으로 이에 대한 보다 폭 넓은 연구가 있어야 하며, 인삼 재배시 Allelopathy 효과의 실질적인 활용을 위해서는 인삼을 재배하기 전에 Allelopathy 작물을 적절히 조합한다면 인삼밭의 잡초방제에 큰 도움이 될 것으로 고찰되었다.

## 2. 잡초 및 인삼 생육에 대한 추출액 처리 효과 검증

몇 가지 식물들의 영양체 추출액이 인삼밭 잡초 방제 가능성과 인삼 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 인삼 시험 포장에서 직접 실시하였다.

식물 영양체 추출액 처리전의 인삼 시험 포장의 토양의 수분함량은 14.00%, pH는 6.02로



**Table 8.** Effect of allelopathic crop extracts on dry weight of all weed species growing at field condition.

Plant extracts	Dry weight(g/m <sup>2</sup> )	Inhibition of growth(%)
Control	119.64 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>
Rice	82.99 <sup>ab</sup>	30.6 <sup>a</sup>
Rye	70.94 <sup>b</sup>	40.7 <sup>a</sup>
Wheat	79.36 <sup>ab</sup>	33.7 <sup>a</sup>

Inhibition percentage of growth=  
 $(1 - \text{treatment/control}) \times 100$

\* Values within a column having the same letters are not significantly different at 0.05 level as determined by least significant difference(LSD).

포장 상태는 상당히 양호하였고 식물 영양체 추출액을 처리한 포장의 수분함량 및 pH는 처리전의 조건과 차이가 없었다.

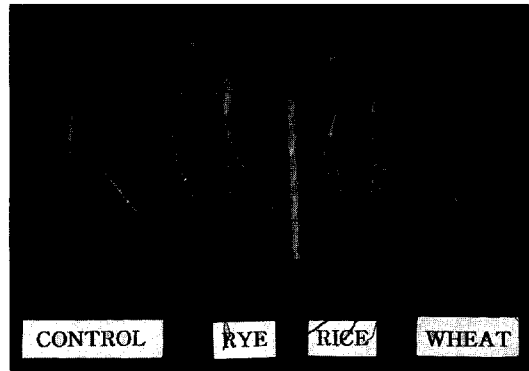
인삼 포장에 공시 잡초종들을 혼파한지 2개월후에 식물 영양체 추출액 각각을 칸당 5/씩 5회 처리하여 칸당 발생된 잡초종들을 모두 채취하여 건물중을 측정된 결과는 Table 8과 같다. 대조구의 전체 잡초건물중이 119.64g인 반면에, 벼짚 추출액 처리구는 82.99g, 호밀짚 추출액 처리구는 70.94g, 그리고 밀짚 추출액 처리구는 79.36g으로 나타났으며, 잡초 생육 억제율은 대조구에 비하여 각각 30.6%, 40.7%, 33.7%로서 유의성이 인정되었으며 추출액들 중에서는 호밀짚 추출액이 가장 효과적으로 잡초의 생육을 억제시켰다. 이러한 결과는 호밀짚 추출액 처리가 잡초의 발아와 생육을 억제하였다는 보고<sup>2,3,5)</sup>와도 일치하였다.

잡초 종자를 인삼 포장에 혼파한지 2개월후에 식물영양체 추출액을 처리하고 난 후, 그해 가을에 인삼을 채취하여 식물 영양체 추출액이 인삼의 생육에 미치는 영향에 대해서 조사한 결과는 Table 9와 같다. 식물 영양체 추출액을 처리한 경우가 생체중, 건물중, 근장, 근직경 등 모든 면에서 대조구보다 우수하여 인삼 생육을 조장시키는 것으로 나타났다. 인삼 생육에 대한 영향을 보면 벼짚 추출액 처리시 대조구에 비하여 생체중, 건물중, 근직경은 2 배 이상의 생육 차이를 보여 효과가 가장 좋

**Table 9.** Effect of allelopathic crop extracts on ginseng root growth at field condition.

Plant extract	Fresh weight	Dry weight	Root length	Root diameter
	g/plant		cm	
Control	3.75 <sup>b</sup>	0.61 <sup>b</sup>	16.01 <sup>b</sup>	0.84 <sup>b</sup>
Rice	7.62 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>	19.26 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>
Rye	7.24 <sup>a</sup>	1.77 <sup>a</sup>	19.19 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>
Wheat	6.94 <sup>a</sup>	1.85 <sup>a</sup>	19.37 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>

\* Values within a column having the same letters are not significantly different at 0.05 level as determined by least significant difference(LSD).



**Fig. 1.** Effect of allelopathic crop extracts treatment on ginseng growth.

았다. 추출액간에는 유의성이 나타나지 않았으나 벼짚 추출액은 생체중과 건물중이 각각 7.62g, 1.97g으로서 호밀짚(7.24g, 1.77g)과 밀짚(6.94g, 1.85g) 추출액 처리보다 무거운 것으로 나타났다.

이러한 결과는 실내시험에서는 벼짚 추출액 처리가 잡초의 발아와 초기생육에 있어서 큰 억제 효과가 없었으나, 포장시험에서는 큰 효과가 있는 것으로 나타나고 있는데, 이것은 호밀짚이나 밀짚이 벼짚의 경우보다 잡초의 생육 감소가 더 컸던 점으로 미루어 볼 때 벼짚의 Allelopathic 물질에 의한 잡초 생육 감소가 상대적으로 인삼 생육을 촉진했다기 보다는 벼짚 추출액이 상대적으로 인삼의 생육을 조장하는 물질에 의해서 인삼 생육이 좋아진 것으로 생각된다.

## 적 요

본 연구는 고소득작물인 인삼의 생산비 절감을 위한 새로운 재배법을 확립하기 위한 방안으로 인삼포의 잡초 발생을 억제시키는 allelopathic식물을 탐색, 선별하여 이용방안을 강구하기 위한 일련의 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 벧짚, 귀리짚, 호밀짚 및 밀짚의 추출액을 인삼밭에 발생하는 주요 잡초인 털비름, 명아주, 조개풀, 바랭이, 피, 강아지풀 종자에 처리하여 발아율을 조사한 결과, 공시한 5종의 식물 영양제 추출액 모두 1% 농도 처리에서 발아 억제 효과가 크게 나타났으며, 특히 귀리짚 추출액은 공시된 모든 잡초종들에 대해 발아 억제 효과가 가장 컸다.
2. 벧짚, 호밀짚 및 밀짚의 추출액을 인삼 포장에 직접 처리한 결과, 3종의 식물 추출액 처리 모두가 무처리구인 대조구에 비해서 잡초생육이 억제되었으며, 공시한 3종의 식물 추출액 처리구에서 인삼의 근장, 근직경, 생체중, 건물중이 대조구에 비하여 좋은 것으로 나타났다.

## 인 용 문 헌

1. Alsaadawi, I.S., J.K. Al-uqaili, A.J. Alrubeaa and S.M. Al-Hadithy. 1986. Allelopathic suppression of weeds and nitrification with selected cultivars of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *J. Chem. Ecol.* 12 : 209-220.
2. Barnes, J.P. and A.R. Putnam. 1983. Rye residues contribute weed suppression in no-tillage cropping systems. *J. Chem. Ecol.* 9 : 1045-1057.
3. Barnes, J.P. and A.R. Putnam. 1986. Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye(*Secale cereale* L.). *Weed Sci.* 34 : 384-390.
4. Chou, C.H. and H.J. Lin. 1976. Autointoxication mechanism of *Oryza sativa* I. Phytotoxic effects of decomposition rice residues in soil. *J. Chem. Ecol.* 2 : 353-367.
5. Chou, C.H. and Z.A. Patrick. 1976. Identification and phytotoxic in activity of compounds produced during decomposition of corn and rye residue in soil. *J. Chem. Ecol.* 2 : 369-387.
6. 조재성. 1989. 제초제 2,4-D에 대한 고려인삼의 반응 I. 2,4-D의 농도가 인삼의 생육 및 근수량에 미치는 영향. *한작지.* 34(4) : 422-427.
7. 조재성 · 원준연 · 최순신. 1991. 제초제 2,4-D에 대한 고려인삼의 반응 II. 2,4-D의 경엽처리가 인삼엽의 광합성, 에틸렌가스 발생 및 지상부 생육에 미치는 영향. *한작지.* 36(2) : 107-111.
8. 정일민 · 김광호 · 안중국 · 주호종. 1997. 돌피에 대한 벼품종의 알레로파시 잠재성 평가. *한잡초지.* 17(1) : 52-58.
9. Fay, P.K. and W.B. Duke. 1977. An assessment of allelopathic potential in *Avena* germplasm. *Weed Sci.* 22 : 224-228.
10. Guenzi, W.D., T.M. McCalla and F.A. Norstade. 1967. Presence and persistence of phytotoxin substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. *Agron. J.* 59 : 163-165.
11. Hicks, S.K., C.W. wendt, J.R. Gannaway and R.B. Baker. 1989. Allelopathic effects of wheat straw on cotton germination, emergence, and yields. *Crop Sci.* 29 : 1057-1061.
12. 김효태 · 양덕조 · 천성기 · 이성식. 1981. 재배법개선연구(생력재배시험). 한국인삼연초연구소. 인삼연구보고서(재배분야). pp.365-378.
13. 김윤철. 1982. 부초재배. 인삼재배요강. 한국인삼연초연구소. pp.48-51.
14. 권순태 · 김길웅. 1985. 맥류작물(밀, 호밀)의 잔유물로부터 동정된 phenolic compounds가 잡초의 발아 및 생육에 미치는 영향. *한잡초지.* 5(2) : 121-130.
15. 이춘우. 1995. 벧짚 추출물에 대한 보리 및

- 뚝새풀의 생리 활성 반응. 동국대학교. 박사학위논문. 78p.
16. 이춘우 · 김창석 · 장영희 · 연구복. 1991. 잡초생장에 미치는 벧짚, 보리짚의 Alleopathic Effect. 한잡초지. 11(2) : 122-127.
  17. Lehle, F.R. and A.R. Putnam. 1982. Quantification of allelopathic potential of sorghum residues by novel indexing of Richards function fitted to cumulative cress seed germination curves. Plant Physiol. 69 : 1212-1216.
  18. Levitt, J. and J.W. Doran. 1985. Alkaloids, antagonism and allelopathy. Biol. Agric. and Hor. 2 : 289-301.
  19. Liebl, R.A. and A.D. Worsham. 1983. Inhibition of pitted morningglory(*Ipomoea lacunosa* L.) and certain other weed species by phytotoxic components of wheat(*Triticum aestivum* L.) straw. J. Chem. Ecol. 9 : 1027-1043.
  20. 박명규. 1996. 최신키희인삼(재배편). 한국인삼연초연구원. 287p.
  21. Putnam, A.R. 1988. Allelochemicals from plant as herbicides. Weed Technol. 2 : 510-518.
  22. Rice, E.L. 1984. Allelopathy. 2nd Edition. Academic Press, New York.
  23. SAS Institute. 1985. SAS User's Guide ; Basics. 5th ed. SAS Institute, Cary, NC.
  24. Steinsiek, T.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.
  25. Teasdale, J.R., C.E. Besta and W.E. Potts. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residues. Weed Sci. 39 : 195-199.
  26. Vasey N.M., B.M. John and A.W. Leslie. 1995. Effects of fertility on biomass, phytotoxicity, and allelochemical content of cereal rye. J. Chem. Ecol. 21 : 81-96.
  27. 유창연 · 정일민. 1997. 보리, 수수의 식물체 추출물이 잡초의 발아와 초기생육에 미치는 영향. 한환농지. 16(1) : 67-71.