

## 피복재료에 따른 도라지의 생육 및 잡초발생

전승호<sup>1</sup> · 노일래<sup>3</sup> · 김영국<sup>4</sup> · 조영손<sup>2,†</sup>

### Effects of Mulching Materials on *Platycodon grandiflorum* Root Growth and Weed Occurrence

Seung-Ho Jeon<sup>1</sup>, Il-Rae Rho<sup>3</sup>, Young-Guk Kim<sup>4</sup>, and Young-Son Cho<sup>2,†</sup>

**ABSTRACT** This study was conducted to elucidate the effects of mulching materials on root growth characteristics and weed occurrence of *Platycodon grandiflorum* transplants (3 years old) in organic farming. After transplanting, roots were mulched with one of three mulching materials (biodegradable film, sawdust, or rice husks) or a control (no mulching). The average root diameter of all mulching groups was 28.1 mm, which was 5.1 mm thicker than the no-mulching treatment. Roots with the biodegradable film treatment were the thickest at 30.9 mm. Root length was the shortest, 22.0 cm, with rice husk mulching. The number of rootlets was the highest with film mulching (36.0 rootlets/root) and the lowest with no mulching. For root fresh weight, which directly affects yield, the average of treated and untreated roots was 100 and 56 g/root, respectively. The highest fresh weight was in the biodegradable film plot (130 g/root). The mulching treatment groups showed a weed inhibition effect compared with the no-mulching treatment. The dominant weeds with the no-mulching treatment were *Setaria viridis* and *Digitaria ciliaris*, and that with the mulching treatment was *Setaria viridis*. Average annual weed occurrence across all treatments was 72%. Weed occurrence was the highest with the no-mulching treatment (125 weeds/m<sup>2</sup>), and there were no weeds with the biodegradable film treatment.

**Keywords** : biodegradable film, *Platycodon grandiflorum*, sawdust, transplanting culture, weed occurrence

현대사회는 생활수준의 향상과 고령화 사회 진입, 식습관에 기인하는 만성질환의 증가로 식물체가 가지고 있는 생리활성(phytochemicals)에 의한 노화예방, 지연효과 및 질병 예방의 효과 등에 대한 관심이 고조되면서 한약재를 이용한 건강기능성 식품에 대한 소비자의 요구가 증가되고 있다(Park *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2008). 그 가운데 초롱꽃과 도라지(*Platycodon grandiflorum* A. DC)는 한약재 명으로 길경(*Platycodi radix*)이라 불리며, 약리적 성분인 다량의 사포닌을 함유(Tada *et al.*, 1975; Konishi *et al.*, 1978)하고 있다. 도라지에 함유된 주요 사포닌 종류 중, 특히 Platycodin D는 동물실험에서 진해 거담작용, 중추신경

억제작용(Sung and Seo, 1998), 혈당강화작용 및 콜레스테롤 대사개선작용(Zhao *et al.*, 2006), 항암활성 효과(Choi *et al.*, 2001), 항염증 효과(Wang *et al.*, 2004; Ahn *et al.*, 2005), 항비만 효과(Lee *et al.*, 2010) 등이 있는 것으로 알려지면서 식생활의 서구화, 운동부족과 누적된 스트레스로 인한 성인병, 현대사회에서 비만인구의 증가 등으로 저칼로리 기능성식품에 관심이 증가하면서 도라지가 건강식품으로 각광을 받고 있다.

뿌리를 약재 또는 식용으로 이용하는 도라지를 비롯한 인삼, 더덕, 잔대 등의 작물들은 장기간 토양 속에서 재배되기 때문에 병충해 방제를 위해 농약, 제초제, 화학비료

<sup>1</sup>경남과학기술대학교 종자실용화 연구소(Research Center for Seed Utilization, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 52725, Korea)

<sup>2</sup>경남과학기술대학교 농학·한약자원학부(Division of Agronomy & Medicinal Plant Resources, Gyeongnam National University of Science & Technology, Jinju 52725, Korea)

<sup>3</sup>경상대학교 농학과(Department of Agronomy, Gyeongsang National University, Jiju 52828, Korea)

<sup>4</sup>국립원예특작과학원 인삼특작부(Department of Herbal Crop Research, NIHHIS, RDA, Eumsueng 27709, Korea)

†Corresponding author: Young-Son Cho; (Phone) +82-55-751-3221; (E-mail) yscho@gntech.ac.kr

<Received 5 December, 2016; Revised 13 February, 2017; Accepted 1 March, 2017>

등의 사용으로 인한 잔류 농약 문제가 사회적으로 문제가 대두되면서 많은 소비자들이 약용작물에 대한 안전성에 대한 관심을 기울이고 있다(Seo *et al.*, 2009). 따라서 도라지는 한약재뿐만 아니라 건강 기능성 식품으로도 이용되기 때문에 유기질 비료를 이용하거나 제초제 대신 피복물을 이용하는 등의 친환경 유기재배 기술 개발이 요구되고 있는 실정이다.

토양피복을 하는 것은 작물이 번무하기 전인 초기에 토양침식을 방지하는 목적으로 이용하였으나 그 이후 지온의 조절, 토양수분의 증발억제, 비료 양분의 용탈방지, 경엽이나 과실의 오염방지 및 잡초제어 등 효과가 있고 그밖에 진딧물의 기피효과, 고온기의 지온상승억제에 쓰여 지고 있어 그 목적에 따라 다양한 효과로 사용되고 있다(Park, 2010).

도라지의 제초는 발아 후 본격적인 줄기 신장까지 시간이 많이 걸리고 생육 초기 생육이 느려 잡초와의 경쟁에 매우 취약하기 때문에 제초를 소홀히 하게 되면 잡초 경합이 심해 재배를 포기하는 정도에 이르는 경우도 종종 있어 제초 관리를 철저히 해야 한다(RDA, 2009). 그러나 아직 도라지 친환경 유기재배 기술을 위한 피복재료에 따른 잡초 발생 양상에 관한 연구는 미흡한 실정이며, 상품성이 우수한 도라지 생산을 위한 3년근 이상의 도라지 재배과정에서의 피복재료 효과에 대한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 3년근 도라지 이식 재배기간 동안 피복재료에 따른 뿌리의 생육특성 및 잡초발생 양상을 알아봄으로써 고품질 유기재배 도라지 생산을 위한 기초자료로 활용하고자 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

경남과학기술대학교 종합농장에서 3월에 3년근 재래종 도라지(길이 15~20 cm, 무게 20~25 g)를 이식하기 전 기비로 유기질비료(오비게트 유기질비료, 유기물 65% (n:

4%), 메몬사)를 질소기준 1.5 kg/10a으로 사용하였다. 이랑은 120 cm 넓이 고랑을 30 cm로 하여 제초작업을 실시 후 조간거리는 40 cm, 주간거리는 30 cm 간격으로 이식 후 피복재료는 톱밥과 왕겨는 5 cm 두께, 생분해성 흑색필름(Batro, Ihlshin Chemical, Ansan, Korea), 무피복구 등의 4가지로 처리하여 재배하였다. 시험구 면적은 60.2 m<sup>2</sup>로 3반복으로 수행하였으며, 재배과정 중 관수처리를 실시되지 않았고, 피복 6월 하순에 잡초발생량 조사, 10월에 수확하여 도라지 뿌리의 생육특성을 조사하였다.

### 도라지 뿌리의 생육특성

도라지 뿌리의 생육특성 조사는 생체중, 뿌리직경(원 뿌리의 길이와 뇌두에서 1 cm 아래를 기준으로 두께), 잔뿌리의 개수, 각 잔뿌리의 갯수를 조사하였다.

### 잡초 발생량 조사

잡초 발생량 조사는 하절기 잡초 발생량이 많은 시기인 6월 하순경에 잡초종과 건물중을 측정하였다. 잡초 조사는 50 × 50 cm 방형구를 3반복으로 무작위로 샘플링하여 잡초종을 분류 한 후 조사하였으며, 건물중은 80°C 건조기에 48시간 동안 건조 후 측정하였다.

### 통계분석

모든 실험은 3회 반복으로 하여 실험결과는 평균으로 나타내고 SAS프로그램(V. 9.2, Cary, NC, USA)을 이용하여 분산 분석하였고, Duncan의 다중검정법 (Duncan's multiple range test, DMRT)을 통해 5% 유의수준에서 처리구간 유의성을 검정하여 비교분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 토양 화학적 특성

피복재료에 따른 시험 후 토양의 화학성을 알아본 결과는 Table 1과 같다. pH는 6.59~6.98 내의 범위에 있었고,

**Table 1.** Chemical properties of soil with different mulching materials.

Treatment	pH (1:5)	EC (dS/m)	O.M (g/kg)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex.cation (cmol/kg)		
					K	Ca	Mg
Biodegradable film	6.59	0.35	2.33	281.1	0.27	5.61	1.02
Sawdust	6.71	0.14	2.31	263.2	0.22	4.70	1.27
Rice husk	6.53	0.12	2.20	198.1	0.27	3.56	1.12
No mulching	6.98	0.13	1.95	230.5	0.22	4.75	0.98

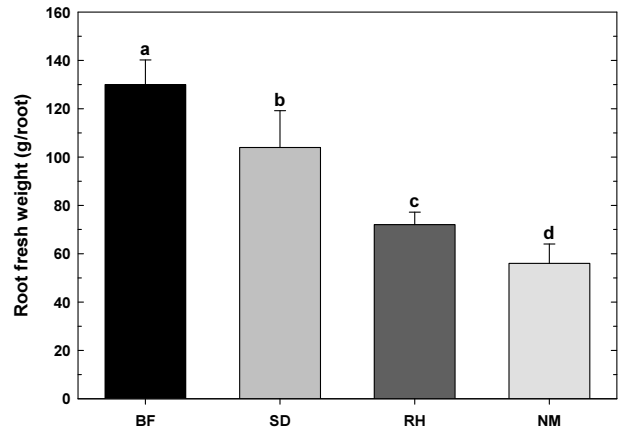
EC는 다른 피복구에 비해 생분해성필름 피복구에서 0.35 dS/m로 2배 이상이 높게 나타났다. O.M은 피복처리구에서 2.20~2.33 g/kg으로 무피복처리구에 비해 다소 높았으며 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 필름 피복구에서 281 mg/kg으로 가장 높았으며 왕겨 피복구에선 198 mg/kg 으로 가장 낮았다. 치환성 양이온 Ca함량도 필름 피복구에서 5.61 cmol/kg 으로 가장 높았으며 왕겨 피복구에선 3.56 cmol/kg으로 가장 낮았으며 K와 Mg함량은 큰 차이가 나타나지 않았다.

위에 결과와 같이 생분해성필름 피복구에서의 EC와 O.M이 높게 나타나는 것은 다른 피복구에 비해 생분해성 필름 피복구에서의 지온이 상승시키거나 유지되며 토양의 수분 증발 억제 등의 영향으로 사료되며(Yoon *et al.*, 2016), 이에 대한 추가 연구가 이루어져할 것으로 판단된다.

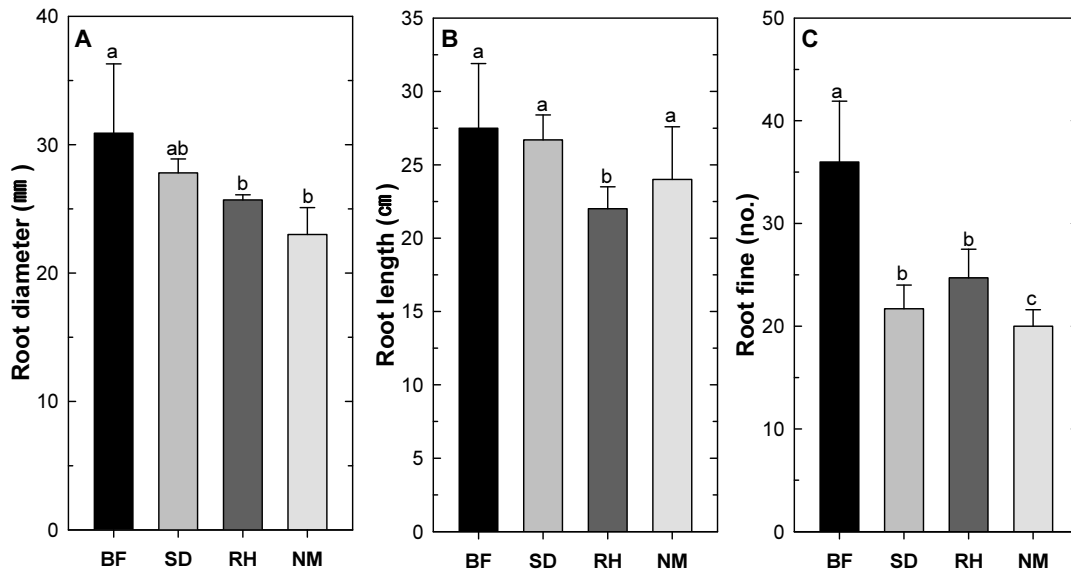
**도라지 근의 생육특성**

피복재료에 따른 도라지 뿌리의 직경은 피복구의 평균은 28.1 mm로 무피복구 보다 5.1 mm 굵게 나타났으며 생분해성필름 피복구에서 30.9 mm로 가장 굵게 나타났다(Fig. 1A). 도라지 뿌리의 길이는 필름 피복구, 톱밥 피복구 및 무피복구는 비슷한 것으로 나타났으나 왕겨 피복구에서 가장 짧은 22.0 cm로 나타났다(Fig. 1B). 결뿌리 수는 필름 피복구에서 36.0개로 가장 많았고 다음으로 톱밥 피복구와 왕겨 피복구에서 21.7~24.7개로 조사되었으며 무피복구에서 가장 적은 수가 조사되었다.

도라지의 수량과 직접적인 관련이 있는 뿌리 생체중에서는 피복구처리와 무피복구 간의 비교에서도 평균 100과 56 g/root 으로 뚜렷한 차이를 보였으며, 피복재료 간에서도 차이가 나타났다(Fig. 2). 필름 피복구에서 130 g/root으로 가장 무거웠으며, 다음으로 톱밥 및 왕겨 피복구 순으로 104, 67 g/root 나타났다. 이러한 피복처리에 따른 뿌리 생육촉진 효과는 토양수분과 지온이 관련이 있을 것으로 사료된다.



**Fig. 2.** Root fresh weights of *Platycodon grandiflorum* with different mulching materials. BF: Biodegradable film, SD: Sawdust, RH: Rice husk, NM: No mulching. Means with the same letters are not significantly different in Duncan's multiple range test (DMRT,  $p < 0.05$ ).



**Fig. 1.** Root characteristics of *Platycodon grandiflorum* with different mulching materials (A: root diameter, B: root length, C: number of fine roots). BF: Biodegradable film, SD: Sawdust, RH: Rice husk, NM: No mulching. Means with the same letters are not significantly different in Duncan's multiple range test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

피복처리는 작물생장의 환경요인을 변화시키는데 지온의 조절, 토양침식의 방지, 양분 유실방지, 잡초발생 억제 및 토양 물리성의 향상(Lamb and Chapman, 1943; Couter, 1964; Jensen, 1988) 뿐만 아니라 토양수분증발 억제 및 토양 속으로의 수분침투 증가로 토양수분유실이 효과적으로 억제된다고 알려져 있다(Tukey and Schoff, 1963; Ekern, 1967). 피복재료에 따른 평균 지온은 생분해성 필름 피복구가 가장 높고, 무피복구, 왕겨 순으로 보고되었으며, 토양수분함량은 필름 피복구, 왕겨 피복구 및 무피복구 순으로 보고하였다(Yoon *et al.*, 2016). 이로 인해 더덕, 강활 및 석창포 피복 재배시 흑색필름 피복이 지온상승시키거나 유지 및 토양의 수분증발 억제 등의 효과를 줌으로써 뿌리의 생육촉진 효과가 있는 것으로 나타났다(Kim *et al.*, 2007; Cho *et al.*, 2008; Yoon *et al.*, 2016).

### 잡초발생 양상

피복재료에 따른 잡초발생수에 미치는 영향은 Table 2과 같다. 피복구는 무피복구에 비하여 잡초 억제 효과가 있었으며, 무피복구의 우점잡초는 강아지풀(*Setaria viridis* (L.) Beauv.), 바랭이(*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel) 이었으며, 피복구의 우점잡초는 강아지풀로 나타났으며, 다음으로 쇠뜨기(*Equisetum arvense* L.), 망초(*Erigeron canadensis* L.), 쑥(*Artemisia princeps* Pampanini) 순으로 조사되었다. 강아지풀은 무피복구에서 45 개/m<sup>2</sup>로 가장 많았고, 피복구중에서는 왕겨 피복구에서 21 개/m<sup>2</sup>로 무피복구와 1/2 정도의 차이가 나타났다. 바랭이는 무피복구에서 가장 46 개/m<sup>2</sup>로 가장 많았으며, 왕겨 피복구는 18개/m<sup>2</sup>, 톱밥 피복구는 4 개/m<sup>2</sup>로 일년생 화분과 잡초가 평균 잡초발생의 72%를 보이며, 각 피복구에서 높은 우점율이 나타났다. 나머지 광엽 잡초 종에서도 무피복구에서 가장 많았으며 톱밥 피복구와

왕겨 피복구에서는 큰 차이가 나타나지 않았다. 특히 Roh & Pyon (2004)이 보고한 것처럼 하계잡초인 바랭이 등은 전작지 잡초조사에서 최우점으로 발생하여 방제가 어려운 잡초라고 보고한 점을 볼 때, 노지에서 약용작물 재배시 난방제 잡초에 대한 대응책 마련이 시급하다고 생각되며 필름 피복 및 톱밥 피복이 좋은 대안으로 사료된다.

잡초 발생개체수에서는 무피복구에서 125 개/m<sup>2</sup> 가장 많았으며, 다음으로 왕겨 피복구는 50 개/m<sup>2</sup>로 나타났다. 피복구에서는 생분해성필름 피복구에서는 전혀 발생하지 않았으며, 톱밥 피복구는 18 개/m<sup>2</sup>로 무피복구에 대비 14.4% 발생율이 나타나 피복처리시 잡초 억제 효과가 뚜렷하게 나타났다(Fig. 3). 또한 건물중 결과에서도 처리구별 뚜렷한 차이가 나타났으며, 톱밥 피복구는 36.4 g/m<sup>2</sup>, 왕겨 피복구는 62.9 g/m<sup>2</sup>로 무피복구에 대비 각각 29%와 50% 건물중이 나타났다.

따라서 필름 피복구에서는 잡초가 전혀 발생되지 않았으나, 필름 피복시 피복후 새순의 출현시 천공작업 등의 2차 작업 등의 번거로움이 고려되어야 할 것이다(Cho, 2011). 이에 다음으로 잡초 억제 효과가 높았던 톱밥 피복구는 왕겨보다 바람에 흩어지지 않고 안전하게 덮여있어 잡초종자의 광발아 억제가 좋았으며 또한, 톱밥에서 유래한 물질의 타감효과가 영향을 준 것으로 생각된다(Cho, 2011). 그리고 유기피복자재(Organic mulching)의 특성상 토양유기물 유지 및 경작성에 향상에 도움을 주며, 토양생물군에 먹이와 안식처를 제공하여(Tindall *et al.*, 1991) 고품질 유기재배 도라지 생산시 고려되어야 할 것으로 사료된다.

## 적 요

이 연구는 3년근 도라지 이식 재배기간 동안 피복재료에

**Table 2.** Number of weeds in summer with different mulching materials.

Treatment	Weeds <sup>1)</sup>					
	GB	DC	EA	EC	AP	Others
Biodegradable film	-	-	-	-	-	-
Sawdust	7	4	3	2	1	1
Rice husk	21	18	3	2	3	-
No mulching	45	46	15	9	2	8

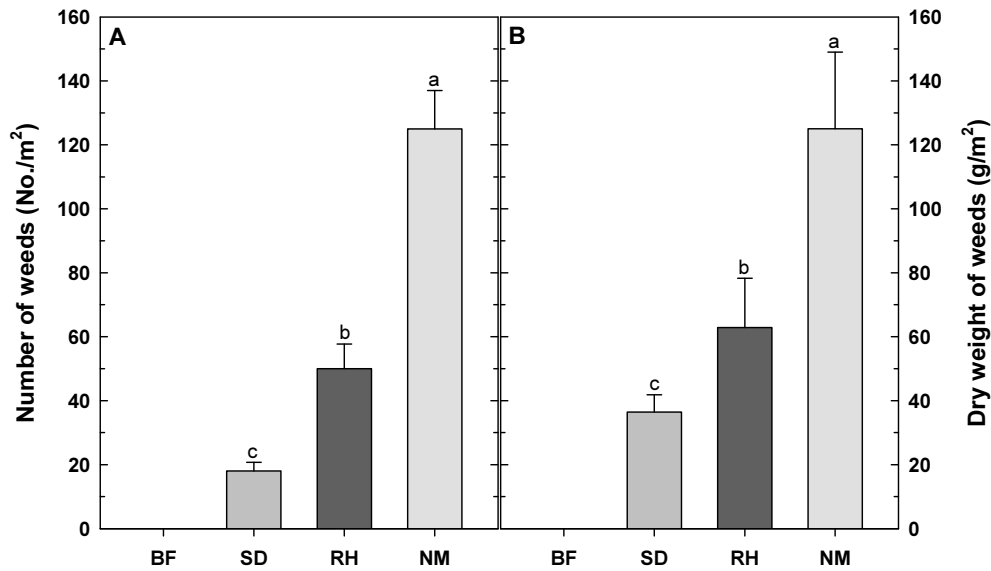
<sup>1)</sup>GB(강아지풀) : *Setaria viridis* (L.) Beauv.

DC(바랭이) : *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel

EA(쇠뜨기) : *Equisetum arvense* L.

EC(망초) : *Erigeron canadensis* L.

AP(쑥) : *Artemisia princeps* Pampanini



**Fig. 3.** Number and dry weight of weeds with different mulching materials (A: number of weeds, B: dry weight of weeds). BF: Biodegradable film, SD: Sawdust, RH: Rice husk, NM: No mulching. Means with the same letters are not significantly different in Duncan's multiple range test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

따른 뿌리의 생육특성 및 잡초발생 양상을 알아봄으로써 유기재배 도라지생산을 위한 기초자료로 활용하고자 실시되었다.

잡초 억제 효과가 뚜렷하게 나타났다.

### 인용문헌(REFERENCES)

1. 뿌리의 직경은 피복구의 평균은 28.1 mm로 무피복구보다 5.1 mm 굵게 나타났으며 필름 피복구에서 30.9 mm 로 가장 굵게 나타났으며, 길이는 왕겨 피복구에서 가장 짧은 22.0 cm로 나타났다. 결뿌리 수는 필름 피복구에서 36.0개로 가장 많았고 무피복구에서 가장 적은 수가 조사되었다.
2. 뿌리 생체중에서는 피복구처리와 무피복구 간의 비교에서도 평균 100과 56 g/root으로 뚜렷한 차이를 보였으며 필름 피복구에서 130 g/root으로 가장 무거웠으며, 다음으로 톱밥 및 왕겨 피복구 순으로 104, 67 g/root 나타났다.
3. 피복구는 무피복구에 비하여 잡초 억제 효과가 있었으며, 무피복구의 우점잡초는 강아지풀, 바랭이, 피복구의 우점잡초는 강아지풀로 나타났으며, 일년생 화본과 잡초가 평균 잡초발생의 72%를 보이며 각 피복구에서 높은 우점율이 나타났다.
4. 잡초 발생개체수에서는 무피복구에서 125 개/m<sup>2</sup> 가장 많았으며, 피복구에서는 생분해성필름 피복구에서는 전혀 발생하지 않았으며, 톱밥 피복구는 18 개/m<sup>2</sup>로 무피복구에 대비 14.4% 발생율이 나타나, 피복처리시

Ahn, K. S., E. J. Noh, H. L. Zhao, S. H. Jung, S. S. Kang, and Y. S. Kim. 2005. Inhibition of inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase II by *Platycodon grandiflorum* saponins via suppression of nuclear factor-kB activation in RAW 264.7 cells, *Life Science*. 76:2315-2328.

Choi, C. Y., J. Y. Kim, Y. S. Kim, Y. C. Chung, J. K. Seo, and H. G. Jeong. 2001. Aqueous extract isolated from *Platycodon grandiflorum* elicits the release of nitric oxide and tumor necrosis factor alpha from murine macrophages. *International Immunopharmacology*. 1:1141-1151.

Cho, Y. D., S. J. Kim, J. K. Park, S. C. Yang, Y. C. Kim, and M. H. Jung. 2008. Effect of soil mulch culture on the growth of *Acorus gramineus* in Jeju. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 16(supplement 1):93-94.

Cho, Y. S. 2011. Characteristics of seedling establishment and Yield of *Platycodon grandiflorus* by ridge width and mulching materials. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 19:233-237.

Couter, H. J. 1964. Comparisons of paper and polyethylene mulching on yield of certain vegetable crops. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85:526-531.

Ekern, P. C. 1967. Soil moisture and soil temperature changes with the use of Black vapor-barrier mulch and their influence on pineapple. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31:270-275.

Jensen, M. H. 1988. The achievements on the use of plastic

- in agriculture. International seminar on the utilization of the plastics in agriculture. FFTC & RDA. pp:1-17.
- Kim, A. K., M. R. Han, K. H. Joung, J. C. Cho, W. J. Park, C. W. Han, and K. H. Chang. 2008. Physiological evaluation of korea *Ginseung*, *Deoduk* and *Doragi* pickles. *Kor. J. Food and Nutr.* 21:443-447.
- Kim, S. Y., S. S. Lee, H. S. Choi, H. R. Sohn, B. K. Hur, and S. M. Oh. 2007. Effect of mulching materials on bolting and growth in *Angelica koreana* Max. *Kor. J. Plant Res.* 20:331-335.
- Konishi, T., A. Tada, J. Shoji, R. Kasai, and O. Tanaka. 1978. The structures of platycodin A and C, monoacetylated saponins of the roots of *Platycodon grandiflorum* A. DC. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin.* 26:668-670.
- Lamb, J. and J. E. Chapman, 1943. Effect of surface stones on erosion, evaporation, soil temperature, and soil moisture. *J. Amer. Soc. Agron.* 35:567-578.
- Lee, H. Y., R. H. Kang, Y. S. Kim, S. I. Chung, and Y. S. Yoon. 2010. Platycodin D inhibits adipogenesis of 3T3-L1 cells by modulating kruppel-like factor 2 and peroxisome proliferator-activated receptor gamma. *Phytotherapy Research.* 24:161-167.
- Park, N. S. 2010. Effects of mulching materials on carrot (*Daucus carota*) growth and weed control. Department of Horticulture Graduate School, Chungbuk National University Cheongju, Korea.
- Park, S. H., H. S. Hwang, and J. H. Han. 2004. Development of drink from composition with medical plant and evaluation of its physiological function. *Kor. Nutr. Soc.* 37:364-372.
- RDA (Rural Development Administration), 2009. Platycodon standard cultivation textbook, Rural Development Administration. pp. 97-109.
- Roh, S. W. and J. Y. Pyon. 2004. Control of weeds in Ginseng gradens by herbicides and mulching practices. *Kor. J. Weed Sci.* 24:14-20.
- Seo, C. S., D. S. Hwang, J. K. Lee, H. K. Ha, J. M. Chun, Y. R. Um, S. Jang, and H. K. Shim. 2009. Concentration of heavy metals, residual pesticides and sulfur dioxide of before/after a decoction: In prescription of digestive system. *Kor. J. Herb.* 24:111-119.
- Sung, N. J. and J. K. Seo. 1998. Medical action of perennial *Platycodon grandiflorum* radix. In proceeding Institute Agriculture Reserch Utility Symposium for 50th Anniversary. Gyeongsang National University. Jinju. Korea. p.35-47.
- Tada, T., Y. Kaneiwa, J. Shoji, and S. Shibata. 1975. Saponins of the root of *Platycodon grandiflorum*: Isolation and the structure of platycodin D. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin.* 23:2965-2972.