

碩士學位論文

개여뀌 추출물이 몇 가지 식물과
감자생육에 대한 알레로패시 효과

Allelopathic Effects of the Aqueous Extract from *Persicaria blumei*
on Several Plants and Growth of Potato

濟州大學校 大學院

農學科

禹 成 培

2009年 2月

개여뀌 추출물이 몇 가지 식물과 감자생육에 대한 알레로패시 효과

指導教授 宋 昌 吉

禹 成 培

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함.

2008年 12月

禹成培의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ (인)

委 員 _____ (인)

委 員 _____ (인)

濟州大學校 大學院

2008年 12月

목 차

TABLES 목록	ii
FIGURES 목록	iii
ABSTRACT	v
I. 서언	1
II. 연구사	3
III. 재료 및 방법	5
1. 개여뀌 수용성 추출액	5
2. 개여뀌 수용성 추출액이 발아 및 유식물 생장에 미치는 영향	5
3. 개여뀌 수용성 추출액이 식물병원균에 미치는 영향	7
4. 개여뀌 수용성 추출액이 감자생육에 미치는 영향	8
IV. 결과	10
1. 개여뀌의 부위별 총 페놀함량	10
2. 개여뀌 수용성 추출액이 수용체 식물에 미치는 영향	11
1) 수용성 추출액이 수용체 식물의 발아에 미치는 영향	11
2) 수용성 추출액이 유식물 생장에 미치는 영향	14
3) 수용성 추출액이 뿌리털 발달에 미치는 영향	17
3. 개여뀌 수용성 추출액이 식물병원균에 미치는 영향	25
4. 개여뀌 수용성 추출액이 감자생육 및 수량형질에 미치는 영향	27
1) 생육형질	27
2) 수량형질	29
V. 고찰	32
VI. 적요	35
인용문헌	37

LIST OF TABLES

Table 1. Temperature for cultivation of the plant pathogens in PDA media.	7
Table 2. Composition of osmocote and controlled release fertilizers used for this experiment.	9
Table 3. Total phenolic compounds in different plant organ of <i>P. blumei</i> aqueous extracts.	10
Table 4. Effect of <i>P. blumei</i> treatment on days to emergence and % emergence.	27
Table 5. Effect of various concentrations of aqueous extract on growth variables at 50, 70, 90 days after planting of 'Dejima' seed potato.	28
Table 6. Effect of aqueous extracts on yield variables of 'Dejima' seed potato at 90days after planting.	30
Table 7. Yield distribution by class of potato tubers produced by the various concentrations.	31

LIST OF FIGURES

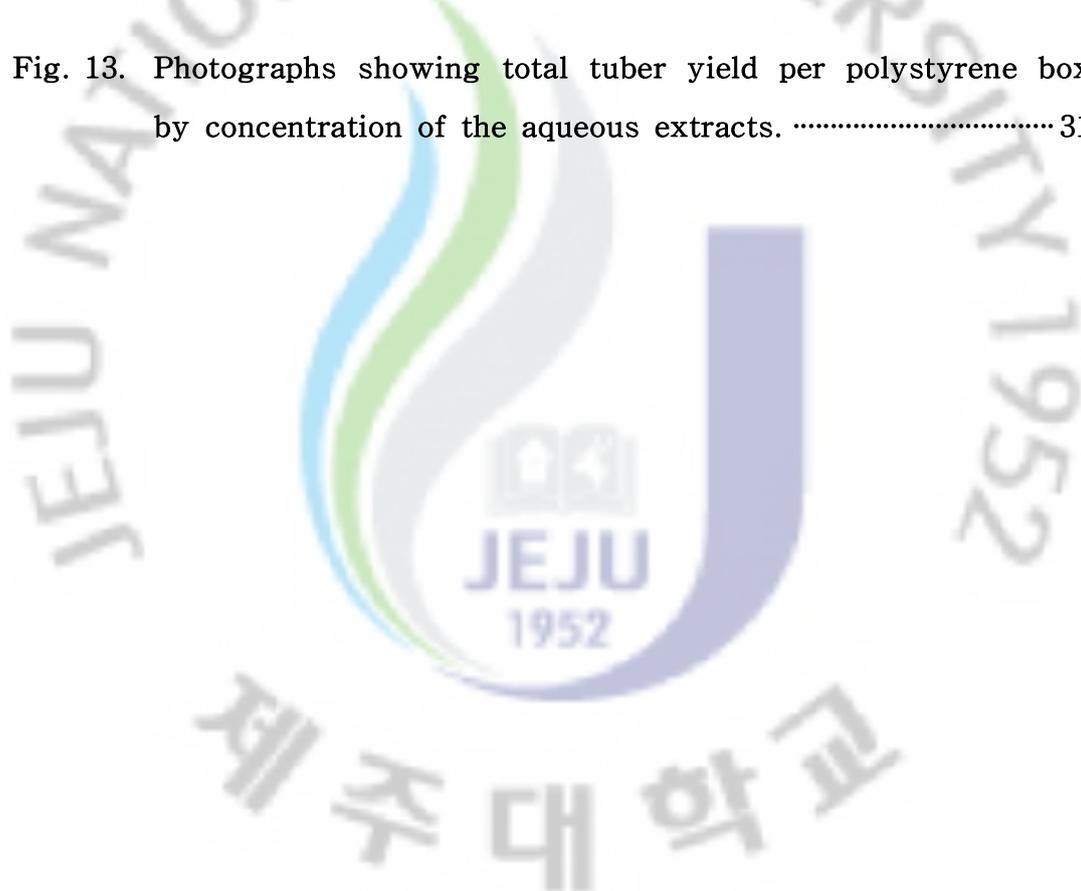
Fig. 1.	Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in Petri dishes at different concentrations of <i>P. blumei</i> extract.	12
Fig. 2.	Effects of various concentrations of <i>P. blumei</i> extract on mean germination time(MGT) of receptor plants.	13
Fig. 3.	Effects of various concentrations of <i>P. blumei</i> extract on relative elongation ratio(RER) of receptor plants.	15
Fig. 4.	Effects of various concentrations of <i>P. blumei</i> extract on relative fresh weight ratio(RFR) of receptor plants.	16
Fig. 5.	Development of <i>Amaranthus spinosus</i> root hairs treated with different concentration of <i>P. blumei</i> extract.	18
Fig. 6.	Development of <i>Medicago sativa</i> root hairs treated with different concentration of <i>P. blumei</i> extract.	19
Fig. 7.	Development of <i>Trifolium incarnatum</i> root hairs treated with different concentration of <i>P. blumei</i> extract.	20
Fig. 8.	Development of <i>Trifolium repens</i> root hairs treated with different concentration of <i>P. blumei</i> extract.	21
Fig. 9.	Development of <i>Agrostis stolonifera</i> ssp. <i>palustris</i> root hairs treated with different concentration of <i>P. blumei</i> extract. ...	22

Fig. 10. Development of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract. 23

Fig. 11. Development of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract. 24

Fig. 12. Colony diameter of fungi taxa grown in PDA medium at different concentrations of *P. blumei* extract. 26

Fig. 13. Photographs showing total tuber yield per polystyrene box by concentration of the aqueous extracts. 31



ABSTRACT

This study was conducted to investigate the allelopathic effects of aqueous extract from *Persicaria blumei* on the germination of several receptor plants and growth of fungal plant pathogens. Especially, the effects of *P. blumei* extract on the growth and yield variables of potatoes in a wick hydroponic culture were tested. The content of total phenolic compound in *P. blumei* was higher in leaves (1082.3mg/ℓ) but lower in roots (228.6mg/ℓ) and stems (207.8mg/ℓ), which is an allelopathic chemical. The seed germination of *Amaranthus spinosus* was inhibited at 25% *P. blumei* extract, while *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* was not affected at all concentrations tested. Especially, the seed germination rate and fresh weight of *Trifolium incarnatum* at 20% *P. blumei* extract were higher than those of control plot. The early growth of most receptor plant seedlings was promoted at 25% and 50% of *P. blumei* extracts, but the radicle growth of all receptor plants was significantly inhibited at > 25% of *P. blumei* extract. The response of receptor plants to *P. blumei* extract was different according to the plant species and the plant parts. The growth of plant pathogenic fungus in PDA medium showed an increasing inhibition tendency with increasing concentrations of *P. blumei* extract. Especially, *P. blumei* extract showed the greatest antimicrobial activity against *Phytophthora infestans*, *Phythium graminicola*, and *Pythium ultimum*. Each 500ml of distilled water (control) and *P. blumei* extracts (25%, 50%, 75%, 100%) was watered to potato plants at 5d intervals from 1d after potato transplanting. The potatoes with *P. blumei* extract emerged 1d earlier and had 0.3 to 0.4 more stem numbers per plant compared with those of control plot. The plant height was higher in plots with *P. blumei* extract than in control in early stage of potatoes (50d), but there was no significant difference after mid-stage of potatoes (70 and 90d). The stem diameter and fresh weight of potatoes showed a higher values in plots with *P. blumei* extract than in control plots, although there was no statistical difference. Total potato yields were significantly different according to the concentration of *P. blumei* extract, showing a maximum yield 13.8kg/m² in 100% *P. blumei* extract. The numbers of tubers in classes of < 5g and 5 to 30g per plant did not show a specific trend among

experimental treatments while it in class of $> 30g$ was much higher in plots with *P. blumei* extract than in control plot. Accordingly, the *P. blumei* extract had a positive effect on the growth and yield variables of potatoes compared with control.



I. 서 언

일반적으로 생물체내의 추출성분에 의해 생물개체나 동종 또는 이종간에 상호영향을 미치는 화학물질을 식물생리활성물질(biological active substance)이라고 한다. 식물의 생리활성물질은 크게 2종류로 분류하는데 첫째는 식물생장조절물질로서 식물효소이며, 둘째는 allelopathy현상을 일으키는 물질로 식물의 생장을 촉진하거나 억제하는 allelochemicals로서 항균성 물질(식물성살균소 : phytoncide)과 살충성물질 등이 포함된다(紫田承二, 1978; 山下恭平, 1986; Kim and Lee, 1996).

지구상에 알려져 있는 30,000여종의 식물이 합성할 수 있는 화합물의 종류는 20,000종에 이른다고 하며, 매년 1,500여종의 화합물이 식물체로부터 추출·분리되고 있으며, 이 가운데 300여종은 생리활성을 가진 물질로 평가되고 있다(Rice, 1984).

개여뀌(*Persicaria blumei*)는 각처에서 흔히 자라는 1년초로서 높이 20~50cm 이고 밑부분이 비스듬히 자라면서 땅에 닿으면 뿌리가 내리며 가지가 뻗어 곧추 자라므로 때로는 총생한 것처럼 보이고 털이 없으며 적자색이 돈다(이, 1980). 이 식물은 오래 전 중국에서 들어온 것으로 추정되며 농경기술의 전파와 함께 일본으로 건너간 것으로 보인다(竹, 1993). 양(1978)은 제주도에서 서식하는 유독식물에서 여뀌가 고사리, 미나리아재비 다음으로 많이 서식하는 식물이라고 하였으며 우리나라에서는 옛날부터 소가 여뀌를 먹으면 설사, 혈변 혹은 유산까지도 일으킬 수 있는 독초로 알려져 있어 사료에 혼입되지 않도록 주의하였다. 또한 여뀌(*Persicaria hydropiper*)가 몇몇 곤충 및 해충에 대하여 기피현상을 보였으며, 특히 벼멸구에 강력한 살충작용이 있는 것이 보고되었다(유, 1975). 여뀌 잎의 일반성분은 수분(78%), 단백질(7.54%), 지방(1.8%), 탄수화물(8%), Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cl 등의 회분(2%)으로 구성되어 있으며(伊, 1970), methanol extract에서는 steroid, terpenoid, flavonoid, tannin을 확인하였으나 alkaloid는 존재하지 않거나 극히 미량 함유되어 있다고 보고되었다(조, 1989).

식물에 존재하는 allelochemicals를 이용한 응용분야는 다양하여 식물병원성균, 해충과 잡초의 생물학적 방제를 위한 천연물 농약, 제초제, 살충제 개발 등이 있으나, 이러한 물질들의 효과는 인공합성물에 비교가 안될 정도로 미약하기 때문에 아직까지 실용적으로 이용되는 경우는 거의 없는 실정이다(Osborn *et al.*, 1988; Wink, 1987).

감자는 원래 호냉성 작물로서 휴면이 완료된 종서는 7°C 이상이면 맹아가 시작된다. 16~22°C가 생육 최적온도이며 25°C 이상이면 생육이 정지되는데, 우리나라에서는 봄재배, 여름재배, 가을재배 작형으로 구분되어 있다(김, 1998). 제주도의 감자는 최근 재배면적이 크게 증가하여 1999년도에 6,308ha로 가을재배작형위주로 재배되고 있으며 연간 124,000톤이 생산되며 조 수익이 1,045억원에 이르러 감귤 다음으로 소득이 높은 제2의 작목으로 부상하였다(김, 2000).

그러나 지금까지의 증산위주의 농업은 재배환경의 악화를 초래하여 지하수의 오염, 토양유기물의 감소, 토양염류의 집적 등 많은 문제점을 야기하므로 생태계의 복원을 목표로 하는 지속가능하고 환경친화적인 유기농업에 대한 요구가 대두되고 있으며(김, 1994), 21세기는 생산자보다는 소비자중심의 생산체계가 더욱 요구됨에 따라 식품안전성과 환경보존에 대한 농업의 역할이 그 어느 때보다도 강조되고 있다(박, 2001).

따라서 본 연구는 개여뀌 수용성 추출물이 몇 가지 식물 및 식물병원균에 미치는 영향을 검토하였으며 또한 개여뀌의 allelopathy 효과를 토대로 심지재배에서의 감자 재배시 감자생육형질 및 수량형질에 미치는 효과를 검토하여 allelopathy연구에 기초자료로 제공하고자 한다.

II. 연구사

Allelopathy라는 용어는 1937년 Hans Molisch가 최초로 정의하였고, 한 생물이 화학물질을 생성하여 방산함으로써 다른 생물체에 직간접적으로 유익한 작용을 하거나 유해한 작용을 하는 것을 말한다. Allelopathy작용은 야외 조사 결과 발견되었는데 이제는 allelopathy현상을 일반적인 현상으로 일종의 식물과 식물, 식물과 미생물 등의 화학 전쟁이라고 받아들이고 있다(Muller, 1965; Del Moral and Muller, 1970; Alnaib and Rice, 1971; Weidenhamer and Romeo, 1989). 이전의 몇몇 학자들은 allelopathy를 경쟁의 일부라고 생각하여 혼란이 야기되었지만 Muller(1969)가 주장한 한 식물이 다른 식물에게 주는 모든 유해한 작용은 간섭(interference)이라고 정의하여 혼란이 줄어들었으며, 간섭은 allelopathy와 경쟁을 모두 포함하고 있는 것을 말한다(Rice, 1984; Mandava, 1985).

특히 Whittaker와 Feeny(1971)는 이 화학물질들이 식물의 성장이나 종자발아의 억제 현상으로 나타나며, 이러한 물질을 “allelochemicals”라 정의하고, 이는 식물 상호간 생장의 억제나 촉진을 유발시키는 식물의 2차적 대사물질이라 하였다. 임상에서의 생태·생리적인 천이의 변화에 영향을 미치는 요인은 햇빛, 수분 및 공간의 요인뿐만 아니라 이들 임분에서 분비하는 allelopathy 물질에도 그 원인이 있는 것으로 밝혀지고 있다(Kohli *et al.*, 1997). Allelopathy에 관한 화합물은 대부분 shikimic acid와 acetate경로에서 기원한 2차 화합물이며 phenolic compounds, flavonoids, quinones, terpenoids, steroids, purines, long-chain fatty acid와 acetylenes, organic acids, unsaturated lactones 등의 14범주로 분류하고 있다(Rice 1984, Einhellig *et al.* 1985). 이들 중 phenolic compounds는 식물체내에 가장 다양하고 많은 양이 함유되어 있고 외부환경에 따라 민감하게 반응한다(Santiago *et al.*, 2000; Sakihama *et al.*, 2002).

국내연구로는 소나무(*Pinus densiflora*)와 리기다 소나무(*P. rigida*)에 대해 페놀성 화합물이 식물의 성장을 억제한다는 보고(길, 1987:1988)가 있었으며, 때죽나무(*Styrax japonica*) 잎 추출물이 사방초류 종자의 발아와 성장을 억제한다

고 하였고(서, 1985), 참나무과(Fagaceae) 5종에 대한 종자발아 실험을 통해서 억제물질로 페놀성 화합물을 확인하였다(김, 1991). 또한 수 종 나자식물의 잎 수용추출액이 무궁화의 품종별 종자발아와 유식물 및 초기생장을 촉진한다는 연구결과도 발표하였다(배와 김, 2003).

한편, Grümmer(1961)는 allelopathy의 개념을 미생물에까지 확장하여 고등식물이 미생물에 미치는 물질을 식물성 살균소(phytoncide)라 하였으며 그 이후 식물의 천연생장물질이 미생물의 생장을 억제하는 phytoncide에 대한 연구가 현재 활발히 진행되고 있다. 식물체내에 존재하는 phytoncide로는 마늘의 마리인이나 지의류에 포함되는 우스닌산 등이 발견되었으며 국내에서는 미생물에 항균력을 나타내는 식물로 쇠비름(*Portulaca oleracea*), 황해쭉(*Artemisia argyi*), 방기(*Sinomenium acutum*), 잣나무(*Pinus koraiensis*) 등이 보고되었다(신 등, 1992; 길 등, 1994).

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 개여뀌의 수용성 추출액

1) 개여뀌 채집 및 수용성 추출액

개여뀌를 이시돌목장 부근에서 2006년 8월에 채취하여 공여체 식물로 정하고, 개여뀌의 수용성 추출액은 통풍이 잘되는 음지 상태에서 건조한 개여뀌 전 부위를 3~4cm 정도로 잘게 절단하여 1,000ml의 증류수에 100g의 건조된 개여뀌를 넣고 24시간 동안 방치한 후, 표준망체(500 μ m)로 부유물을 제거한 다음 다시 여과지(Advantec No. 2)를 사용하여 여과시켜 얻었다. 이때 추출액을 100%로 하여 1차 증류수로 75, 50, 25%로 희석하여 실험에 사용하였고, 대조구는 24시간 전에 제조한 증류수를 사용하였다.

2) 수용성 추출액의 총 페놀함량 분석

수용성추출액의 총 페놀함량은 Prussian blue법(Graham, 1992)으로 3회 반복 측정하였다. 개여뀌의 수용성 추출액 100 μ l에 증류수 3ml, 0.016M $K_3Fe(CN)_6$ 1ml, 0.01M $FeCl_3/HCL$ 1ml를 혼합하여 진탕한 후 실온에서 15분간 방치 후 stabilizer(H_2O : 1% gum arabic: 85% phosphoric acid=3:1:1, v/v/v) 5ml를 첨가한 후 700nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀함량은 gallic acid를 이용하여 검량곡선을 작성하고 gallic acid에 대한 당량으로 환산하였다.

2. 개여뀌 수용성 추출액이 발아 및 유식물 성장에 미치는 영향

1) 수용체 식물 준비

수용체 식물은 가시비름(*Amaranthus spinosus*), 자주개자리(*Medicago sativa*), 크림슨크로버(*Trifolium incarnatum*), 토끼풀(*Trifolium repens*), 재배종

인 밴트글라스(*Agrostis stolonifera* ssp. *palustris*), 배추(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*), 유채(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*) 로 정하였다. 이들 종자는 채집하거나 종묘상에서 구입하여 실내 암소에 보관하여 사용하였다.

2) 수용성 추출액에서의 발아 실험

개여뀌 수용성 추출액 농도에 대한 수용체식물의 발아 실험은 3회 반복 실시하였다. Petri dish(∅ 9cm)에 각 농도별 개여뀌의 추출액을 가한 한천배지를 깔고, 그 위에 수용체식물의 종자를 일정한 간격으로 20립씩 파종한 후 약 6~7일 정도 후에 수확하여 평균발아일수(Mean germination time, MGT)(농촌진흥청, 1997), 상대발아율(Relative germination ratio, RGR), 지상부와 지하부의 상대신장율(Relative elongation ratio, RER), 상대생중량율(Relative fresh ratio, RFR)을 아래의 식을 이용하여 산출하였다.

$$\begin{aligned} \text{평균발아일수(MGT)} &= \frac{\sum(T_i \text{치상후 조사일수} \times N_i \text{조사당일 발아수})}{N(\text{총 발아수})} \\ \text{상대발아율(RGR)} &= \frac{\text{실험구의 발아수}}{\text{대조구의 발아수}} \times 100 \\ \text{상대신장율(RER)} &= \frac{\text{실험구의 평균신장(mm)}}{\text{대조구의 평균신장(mm)}} \times 100 \\ \text{상대생중량율(RFR)} &= \frac{\text{실험구의 평균생체량(g)}}{\text{대조구의 평균생체량(g)}} \times 100 \end{aligned}$$

또한 광학현미경(올림푸스 BX51)하에서 개여뀌의 추출액 농도 따른 수용체식물의 뿌리털의 발달을 관찰하였다(길, 1987).

3. 개여뀌 수용성 추출액이 식물병원균에 미치는 영향

식물병원균인 *Alternaria brassicae*(검은무늬병균), *Colletotrichum gloeosporioides*(탄저병균), *Diaporthe citri*(검은점무늬병균), *Fusarium solani*(시드름병균), *Phytophthora infestans*(감자역병균), *Pythium graminicola*(피시움 마름병균), *Pythium ultimum*(잘록병균), *Pythium venterpoolii*(피시움 마름병균), *Rhizoctonia solani* AG-1(1A)(잔디갈색무늬병균), *Sclerotium cepivorum*(흑색썩음균핵병균)는 한국농업미생물자원센터(KACC)와 제주대학교 작물보호학 실험실에서 분양 받아 실험에 사용하였다. 각 균주에 사용된 배양 온도조건은 감자역병균을 제외하고는 25℃로 배양했다(Tabel 1).

배지조성은 증류수 900ml에 potato dextrose agar 39g과 한천 5g을 혼합·조성하여 이를 대조구로 사용하였고 실험구는 증류수 대신 수용성 추출액을 농도별로 넣고 고압멸균하여 petri dish(∅ 9cm)당 약 25ml정도의 배지를 분주하여 사용하고 3회 반복 실시하였다. 각 균주를 1주에서 2주 동안 배양하여 동일한 크기를 얻기 위해 cork borer(∅ 8mm)를 이용하였으며, 배지가 굳은 후 배양된 균주를 배지의 가운데에 접합 한 후 colony diameter로 균류의 성장결과를 측정하였다(Costilow, 1981).

Table 1. Temperature for cultivation of the plant pathogens in PDA media.

Test strains	Temperature(℃)	KACC NO.
<i>Alternaria brassicae</i>	25	KACC 40036
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	25	KACC 40690
<i>Diaporthe citri</i>	25	
<i>Fusarium solani</i>	25	
<i>Phytophthora infestans</i>	15	KACC 40158
<i>Pythium graminicola</i>	25	
<i>Pythium ultimum</i>	25	KACC 40705
<i>Pythium venterpoolii</i>	25	
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-1(1A)	25	
<i>Sclerotium cepivorum</i>	25	KACC 40582

PDA : potato dextrose agar

KACC : korean agricultural culture collection

4. 개여뀌 수용성 추출액이 감자생육에 미치는 영향

본 실험은 2007년 3월부터 7월까지 제주시 아라 1동 1번지에 소재한 제주대학교 생명자원과학대학 연구실습센터 심지재배 시스템 유리온실 (33° 27' 20" N, 표고 277m)에서 수행하였다.

1) 공시 감자품종 및 재료

개여뀌 수용성 추출액이 감자생육 및 수량형질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 종서 공시품종은 전년도 심지재배에서 수확한 대지(cv. Dejima) 감자 약 10g 종서를 사용하였으며, 김(2003)에 의해 제작된 심지재배시스템을 사용하였다. 심지재배시스템은 잉여수분을 효율적으로 제어할 수 있고, 물과 비료의 소비량이 가장 적을 뿐만 아니라 생육에도 좋은 것으로 알려져 있다(Argo and Biernbaum, 1994). 또한 심지 관수시에는 용기 내 배양토에 지속적인 수분 공급이 있더라도 일정한 수분량을 유지하여 과습 해가 발생치 않는 것으로 보고되었으며(Son *et al.*, 2000), 감자의 개여뀌 추출액을 가지고 실험하기에는 적당하다고 판단되었다. 이 시스템은 규격이 폭 58cm×높이 28cm×길이 120cm인 스티로폼 성형베드 7개를 연결하였고, 그 내부에 10×12cm의 스티로폼을 성형베드의 양구석에 두줄로 놓아 흑색 P.E(polyethylene)필름을 깔아 물이 흐를 수 있도록 제작하였다. 성형베드 안쪽에 내경이 31(W)×20(D)×51(L)cm인 폴리스티렌상자(0.032m³)를 거치하였고, 심지를 통하여 식물을 재배할 수 있도록 하였으며, 배지는 펠라이트+피트모스(1:2, v/v) 혼합배지를 사용하였다.

2) 수용성 추출액 농도에 따른 감자생육 실험

파종은 각 처리구 폴리스티렌상자에 5ℓ 정도 혼합배지(펠라이트+피트모스)를 충전한 후 오스모코트 80g을 균일하게 넣고 나머지 혼합배지(펠라이트+피트모스) 15ℓ를 충전하여 폴리스티렌상자 당 9주를 파종하였다(Table 2). 각 처리구는 파종 다음날부터 수확 전까지 5일 마다 500ml을 관주하였으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다.

생육조사는 파종 후 50일, 70일, 90일, 생체중을 비롯한 수량조사는 파종 후

90일에 시험구 전체를 수확한 후 조사하였다.

Table 2. Composition of osmocote and controlled release fertilizers used for this experiment.

Fertilizers	Total N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Recommended rate			Longevity
					Light feed crops	Middle feed crops	Heavy feed crops	
Osmocote(%)	15	11	13	2.0	1.5~2.0kg/m ³	-	2.0~4.0	3~4 months at 21℃

Osmocote®Plus manufactured in the Netherlands by Scotts international B.V., professional business group, and contains Fe 0.40, Mn 0.06, B 0.02, Zn 0.015, Cu 0.05, Mo 0.02%; Multicote 4 manufactured in Israel by Haifa Chemicals Ltd; Magamp K made in U.S.A. by ハイポックス ジャパン.

특성조사는 농촌진흥청(1997) 농사시험연구조사기준에 의하여 실시하였는데, 감자의 출현소요일수(出現所要日數)는 출현시(出現始)부터 40~50% 정도가 출현한 출현종(出現終)까지를 조사하였고, 출현율(出現率)은 출현개체수(出現個体數)/파종개체수(播種個体數) × 100으로 산출하였다.

경장(莖長)은 주경(主莖)의 지면으로부터 최상단까지의 길이를, 경수(莖數)는 지상으로 나온 주경수(主莖數)를 측정하였다. 그리고 주당 지상부생체중(株當地上部生体重)은 파종 90일후에 시험구 전체의 지상부만을 수확하여 측정한 후 시험구 재식주수로 평균한 값을 이용하였다.

주당괴경수(株當塊莖數)는 시험구 전체에서 수확된 괴경수(塊莖數)를 재식주수로 환산하였고, 주당 5g이상 괴경수는 수확된 시험구내에서 5g이상 크기의 괴경을 조사주수로 나누어 산출하였으며, 주당 괴경수량은 시험구 전체를 수확한 후 수확한 개체수로 나누어 산출하였으며, 총괴경수량/m²은 시험구 전체를 수확한 후 1m²로 환산하였다.

괴경수/m²는 시험구를 수확하여 시험구 전체의 괴경수를 1m²로 환산하였고, 괴경평균중은 주당 괴경수량을 주당 괴경수로 나눈 값을, 5g이상 괴경평균중은 주당 5g이상 괴경수량을 주당 5g이상 괴경수로 나눈 값이다. 주당 5g이상 괴경수량은 시험구 전체를 수확한 5g이상 크기의 괴경수량을 파종개체수로 환산하였으며, 5g이상 괴경수량/m²은 5g이상 크기의 시험구 전체 괴경수량을 1m²로 환산하였다.

IV. 결 과

1. 개여뀌의 부위별 총 페놀함량

식물체 내의 phenolic compounds는 일반적으로 acid계통이며 skikimic acid 경로를 통해 생성 되어 외부로 배출되는 수용성물질이 대부분이며(Duke, 1986) 부위별 개여뀌의 총 페놀함량조사를 실시한 결과 잎(1082.3mg/ℓ)에서 가장 많았 으며 뿌리(228.6mg/ℓ), 줄기(207.8mg/ℓ) 순이었다(Table 3).

Table 3. Total phenolic compounds in different plant organ of *P. blumei* aqueous extracts.

	plant organ		
	Root	Stem	Leaf
Total phenolic compounds (mg/ℓ)	228.6±7.7	207.8±1.0	1082.3±61.9

2. 개여뀌 수용성 추출액이 수용체 식물에 미치는 영향

1) 수용성 추출액이 수용체 식물의 발아에 미치는 영향

개여뀌 수용성 추출액이 수용체식물의 발아에 미치는 영향을 실험한 결과 상대발아율(RGR)은 가시비름인 경우 대조구에 비해 100% 농도에서 24.4%, 배추 15%가 억제되었으며, 크림슨 클로버는 25% 농도에서 7% 촉진하다가 50% 처리구부터는 감소하는 경향이 나타났으며, 자주개자리, 토끼풀, 밴트, 유채인 경우 대조구와 처리구간에 통계적 유의성이 없었다(Fig. 1). 평균발아일수(MGT)는 추출액농도가 증가함에 따라 발아 일수가 길어지는 경향을 보였으며 토끼풀은 100% 처리구에서 대조구에 비해 1.4일, 가시비름 1일, 자주개자리 0.1일, 크림슨 0.9일, 밴트 0.1일 길어졌고 배추와 유채인 겨우 25% 처리구에서 배추 0.3일 유채 0.3일 짧아졌다가 길어졌다(Fig. 2).

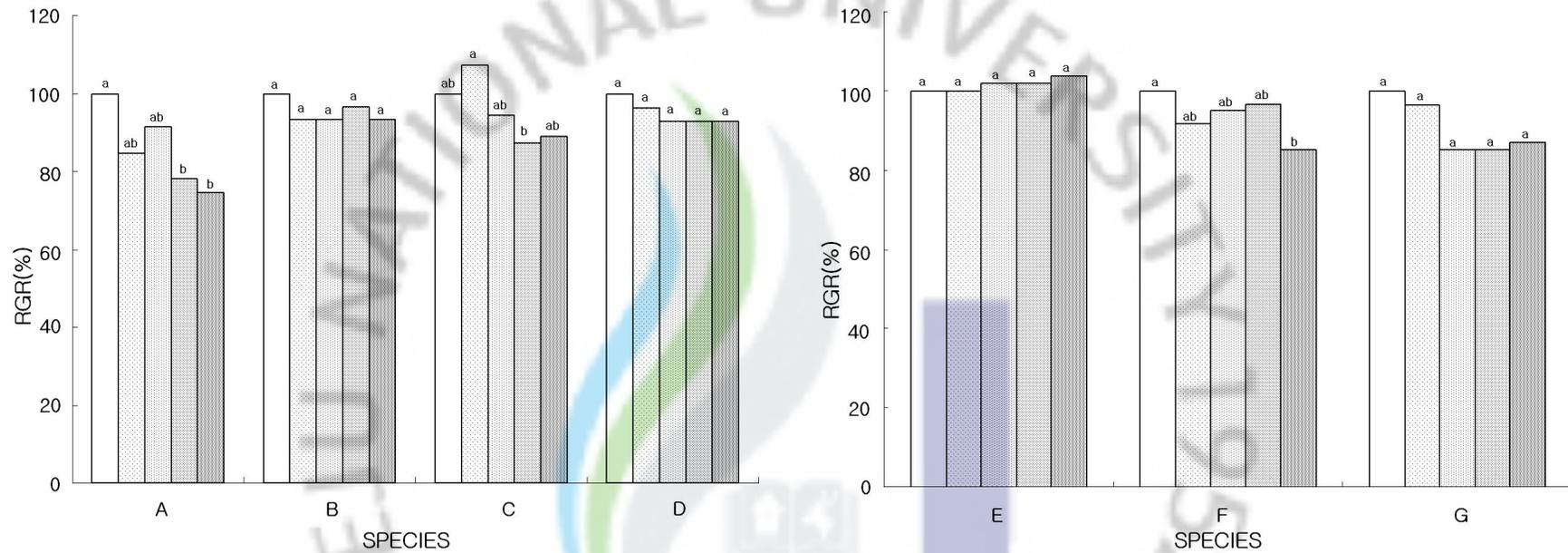


Fig. 1. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in petri dishes at different concentrations of *P. blumei* extract. □, Cont.; ▤, 25%; ▥, 50%; ▦, 75%; ▧, 100%

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Abbreviations : A, *Amaranthus spinosus*; B, *Medicago sativa*; C, *Trifolium incarnatum*; D, *Trifolium repens*; E, *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris*; F, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; G, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*

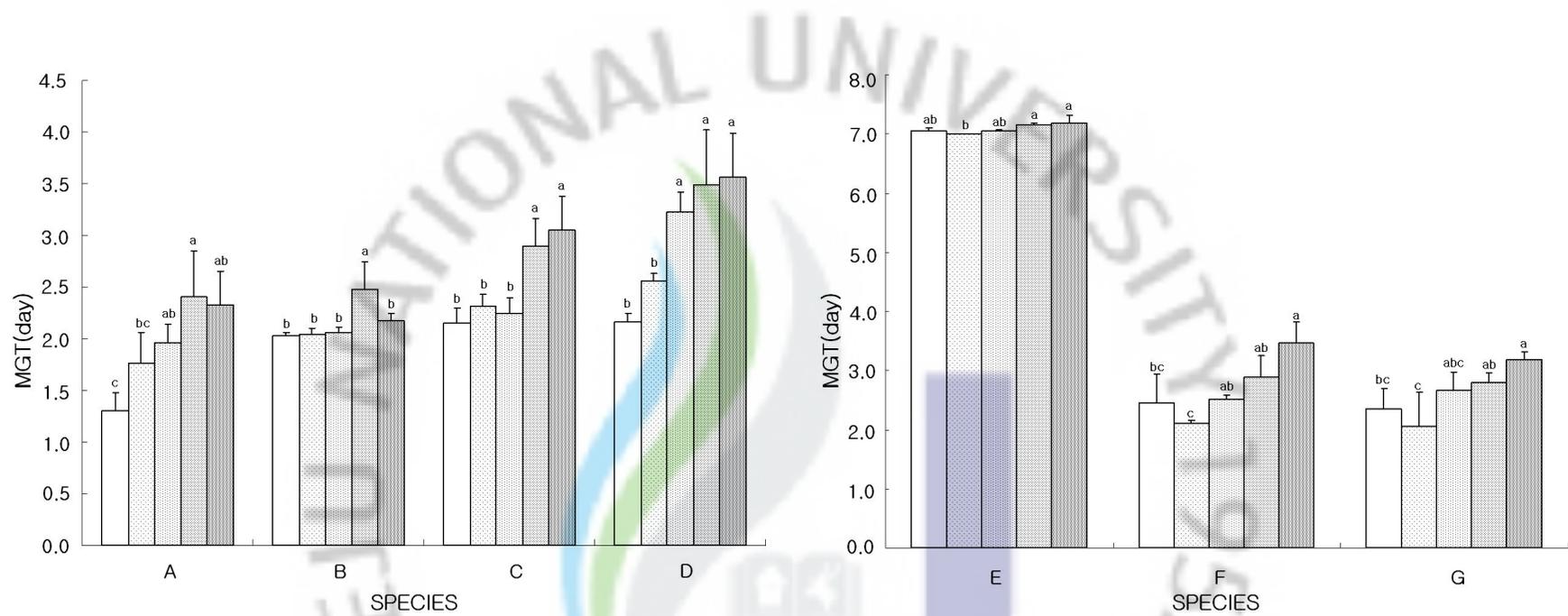


Fig. 2. Effects of various concentrations of *P. blumei* extract on mean germination time(MGT) of receptor plants. □, Cont.; ▨, 25%; ▩, 50%; ▪, 75%; ▫, 100%

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. The bars on the graph mean standard deviation.

Abbreviations : A, *Amaranthus spinosus*; B, *Medicago sativa*; C, *Trifolium incarnatum*; D, *Trifolium repens*; E, *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris*; F, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; G, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*

2) 수용성 추출액이 유식물 생장에 미치는 영향

개여뀌 수용성 추출액이 유식물의 생장에 미치는 영향을 실험한 결과 수용체 식물의 상대 신장율(RER)은 지상부인 경우 가시비름, 자주개자리, 배추, 유채는 대조구에 비해서 신장이 촉진하다가 감소하는 경향을 보였으며, 특히 배추인 경우 25% 처리구에서 대조구와 유사하거나 촉진현상이 나타났고 50% 처리구에서는 현저하게 억제되므로 50% 처리구를 임계농도(threshold)라고 할 수 있다. 밴트는 점차 신장이 증가하는 경향을 보인 반면, 크림슨은 감소하는 경향을 보였다.

유근의 생장은 모든 수용체 식물에서 대조구에 비해 농도가 증가함에 따라 생장이 감소하는 경향을 보였으며, 배추인 경우 100% 처리구에서 93%, 가시비름 82.6%, 자주개자리 82.6%, 크림슨 79.7%, 토끼풀 84.4%, 밴트 89.9%, 유채 86.4% 억제되었다(Fig. 3).

상대생체중(RFR)은 가시비름, 자주개자리, 크림슨, 밴트, 배추인 경우 지상부의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 배추는 25% 처리구에서 29.3%로 증가하다가 50% 처리구부터 감소하는 경향을 보였으며 100% 처리구에서는 50.2%가 억제되었다. 토끼풀인 경우 억제되는 경향을 나타냈으며, 대조구에 비해 100% 처리구에서는 18.1%가 억제되었고, 유채인 경우는 대조구와 처리간에 통계적 유의차가 인정되지 않았다(Fig. 4).

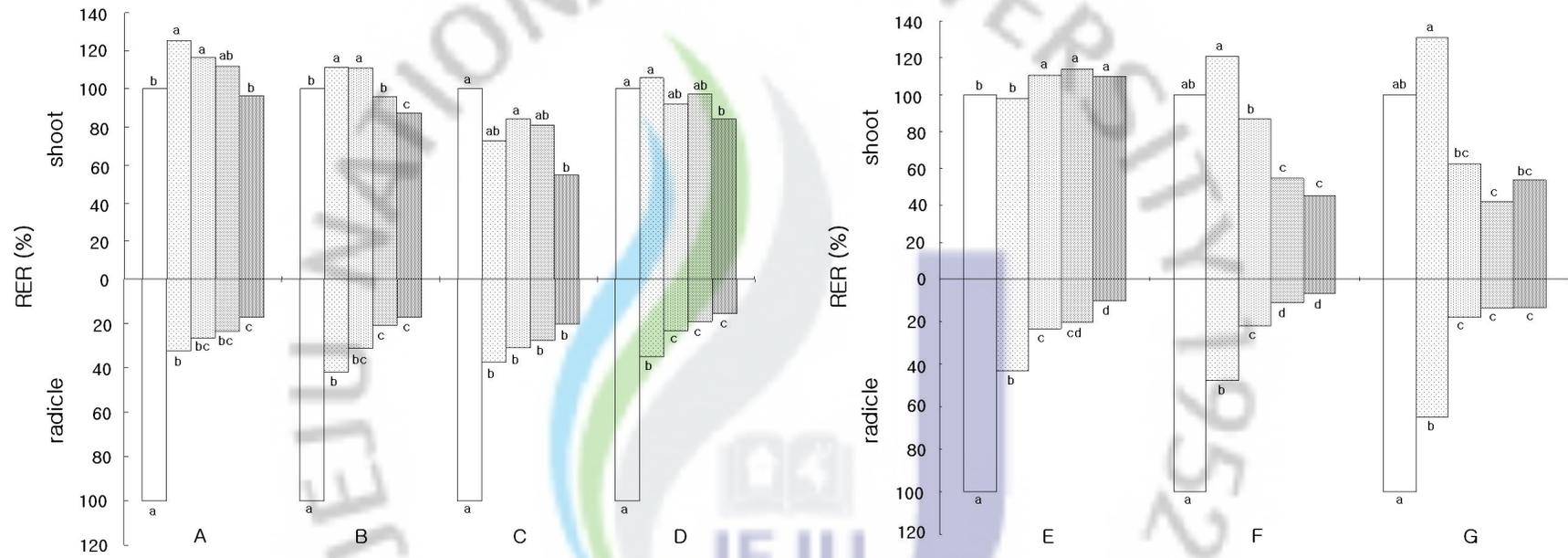


Fig. 3. Effects of various concentrations of *P. blumei* extract on relative elongation ratio(RER) of receptor plants. □, Cont.; ▨, 25%; ▩, 50%; ▤, 75%; ▥, 100%

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Abbreviations : A, *Amaranthus spinosus*; B, *Medicago sativa*; C, *Trifolium incarnatum*; D, *Trifolium repens*; E, *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris*; F, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; G, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*

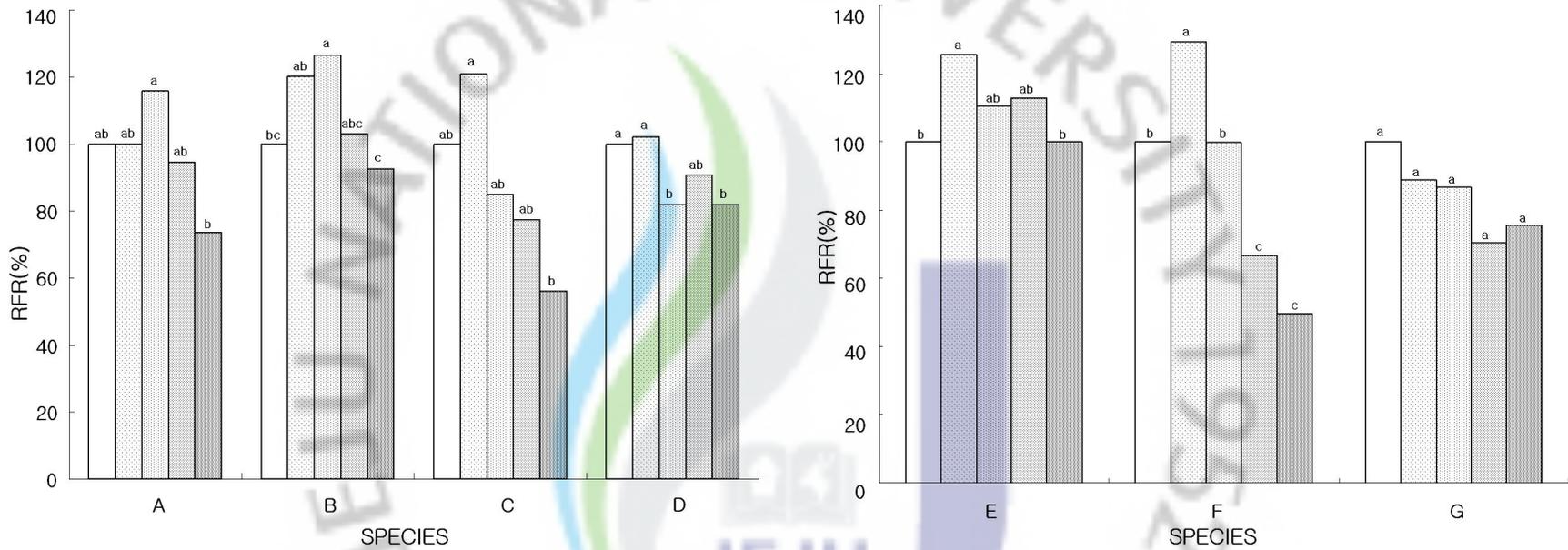


Fig. 4. Effects of various concentrations of *P. blumei* extract on relative fresh weight ratio(RFR) of receptor plants. □, Cont.; ▤, 25%; ▨, 50%; ▩, 75%; ▪, 100%

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Abbreviations : A, *Amaranthus spinosus*; B, *Medicago sativa*; C, *Trifolium incarnatum*; D, *Trifolium repens*; E, *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris*; F, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; G, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*

3) 수용성 추출액이 뿌리털 발달에 미치는 영향

개여뀌 수용성 추출액이 수용체 식물의 뿌리털에 미치는 영향을 관찰한 결과 뿌리털의 발달은 농도가 증가함에 따라 단위면적당 뿌리털의 수, 뿌리털의 길이가 순차적으로 억제가 되는 경향성을 볼 수 있었으나(Fig. 5-10), 유채인 경우 100%까지 모두 뿌리털의 발달을 관찰할 수 있었으며, 농도가 증가함에 따라 단위면적당 뿌리털의 수와 길이가 줄어들지 않는 것으로 관찰되었다(Fig. 11). 이는 개여뀌 추출액농도가 증가함에 따라 수용체식물의 생장억제 정도의 차이를 보이는 것으로 조사되었다.



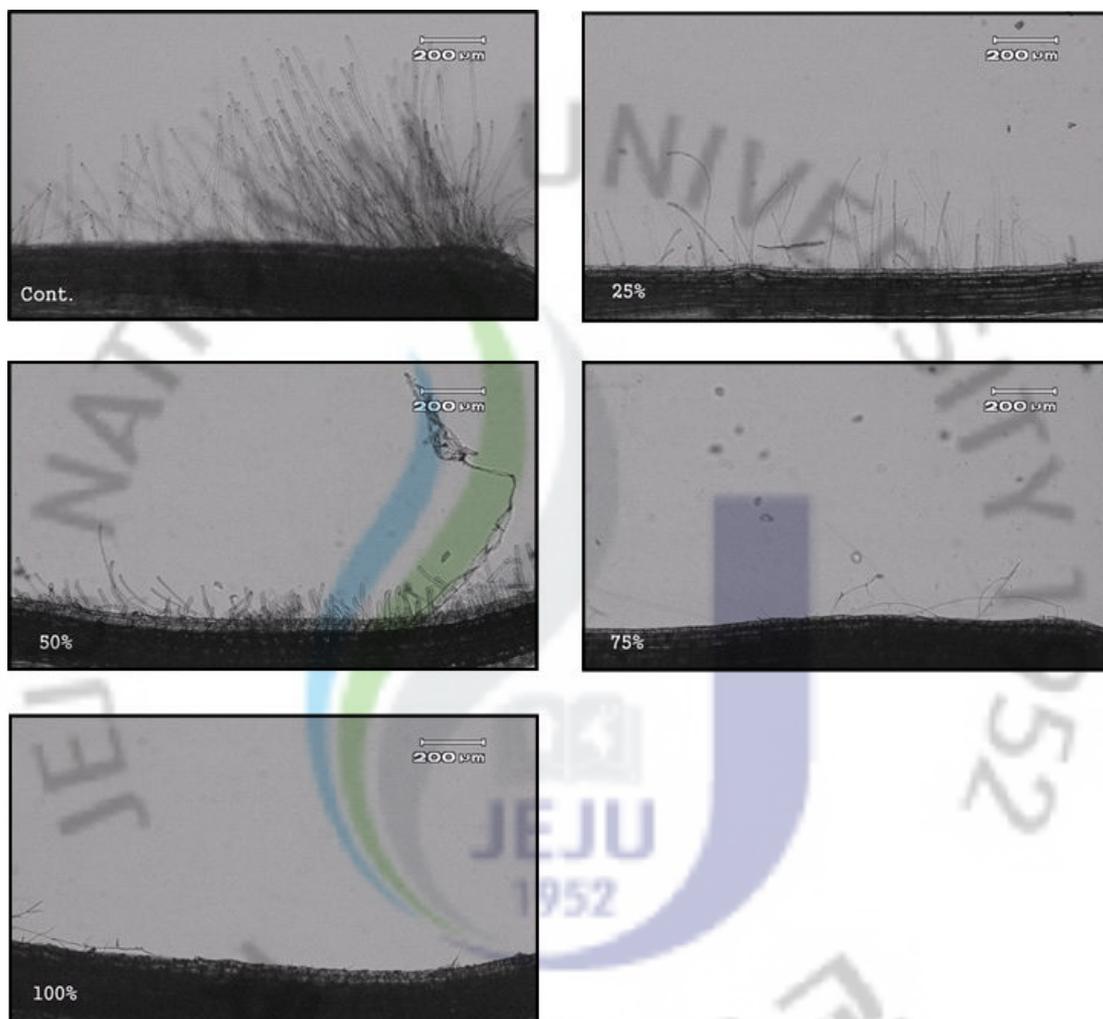


Fig. 5. Development of *Amaranthus spinosus* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract.



Fig. 6. Development of *Medicago sativa* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract.

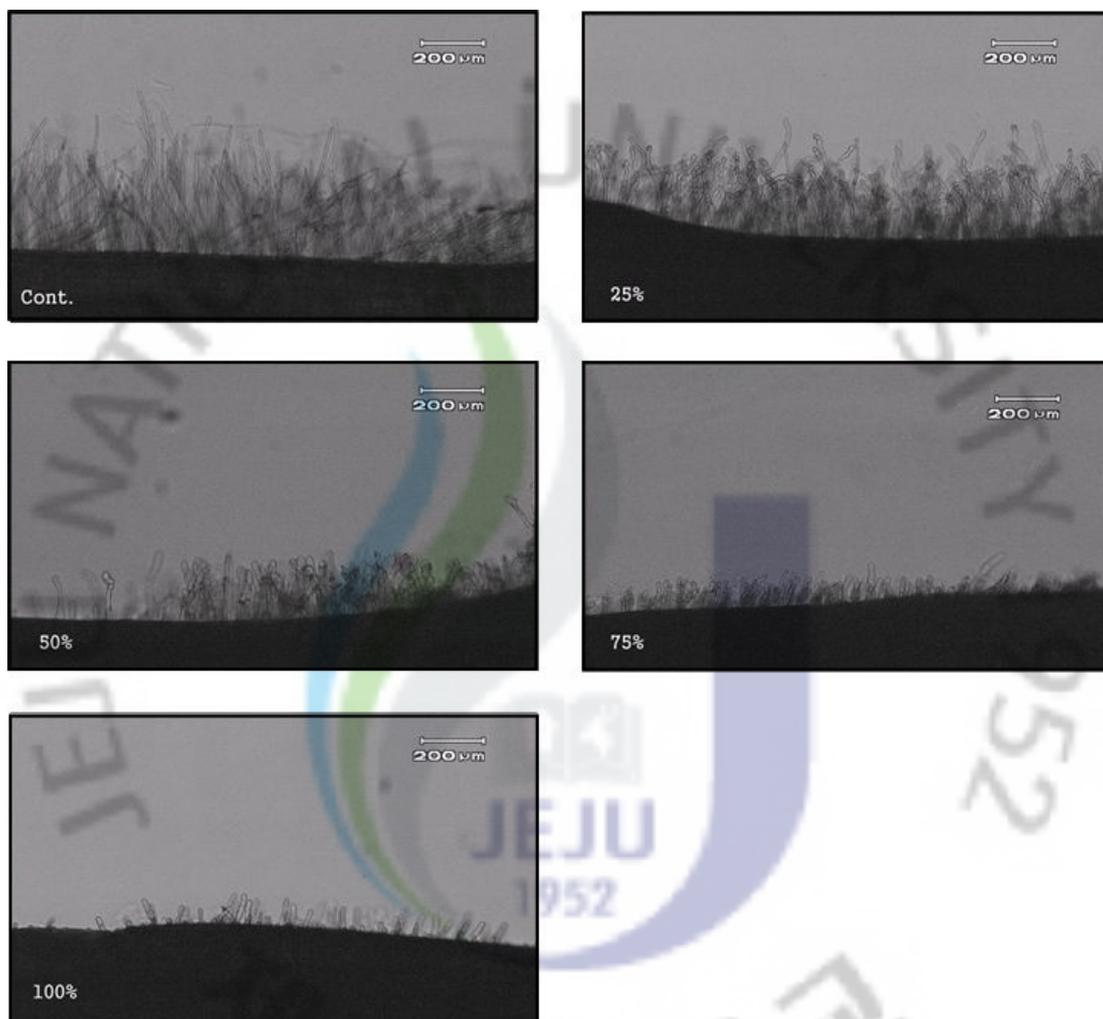


Fig. 7. Development of *Trifolium incarnatum* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract.

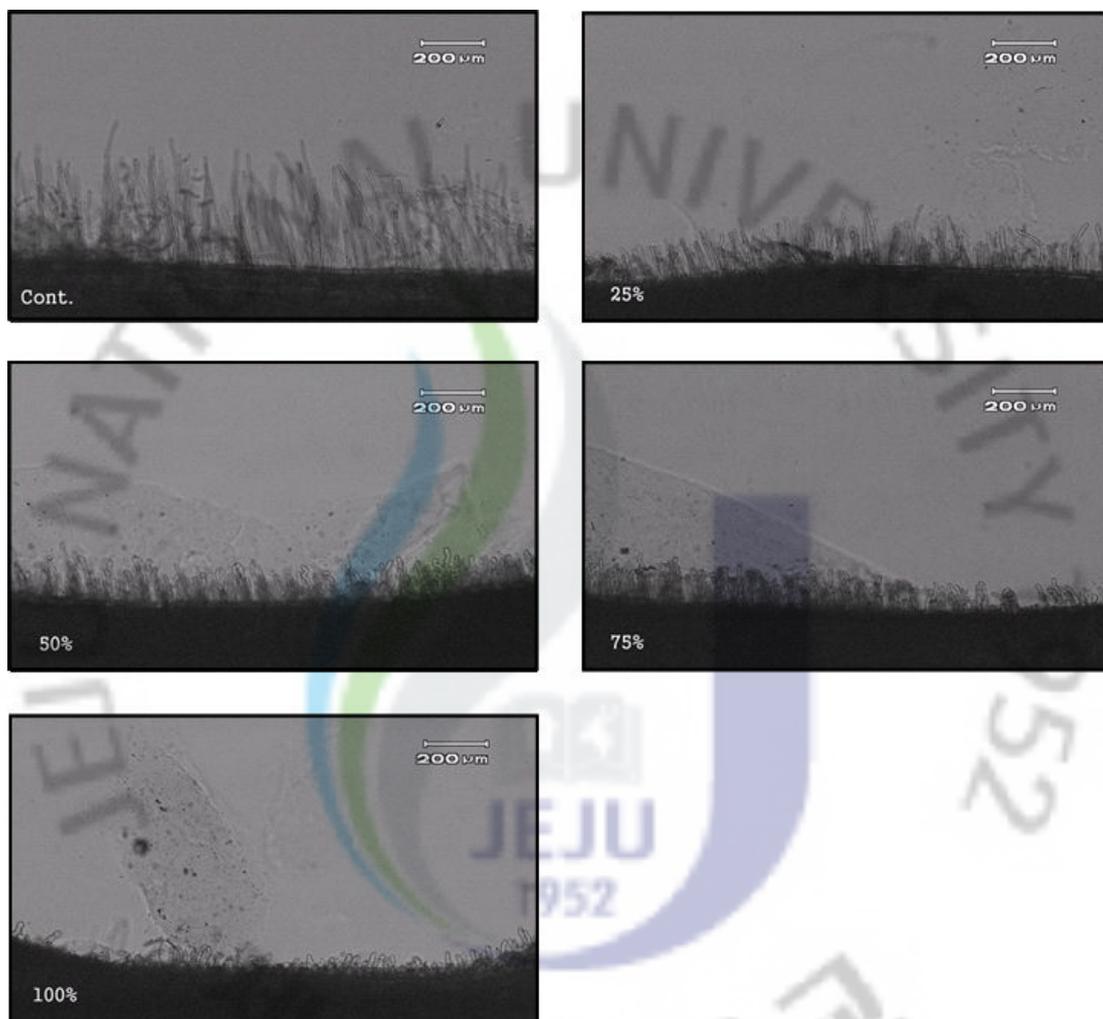


Fig. 8. Development of *Trifolium repens* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract.

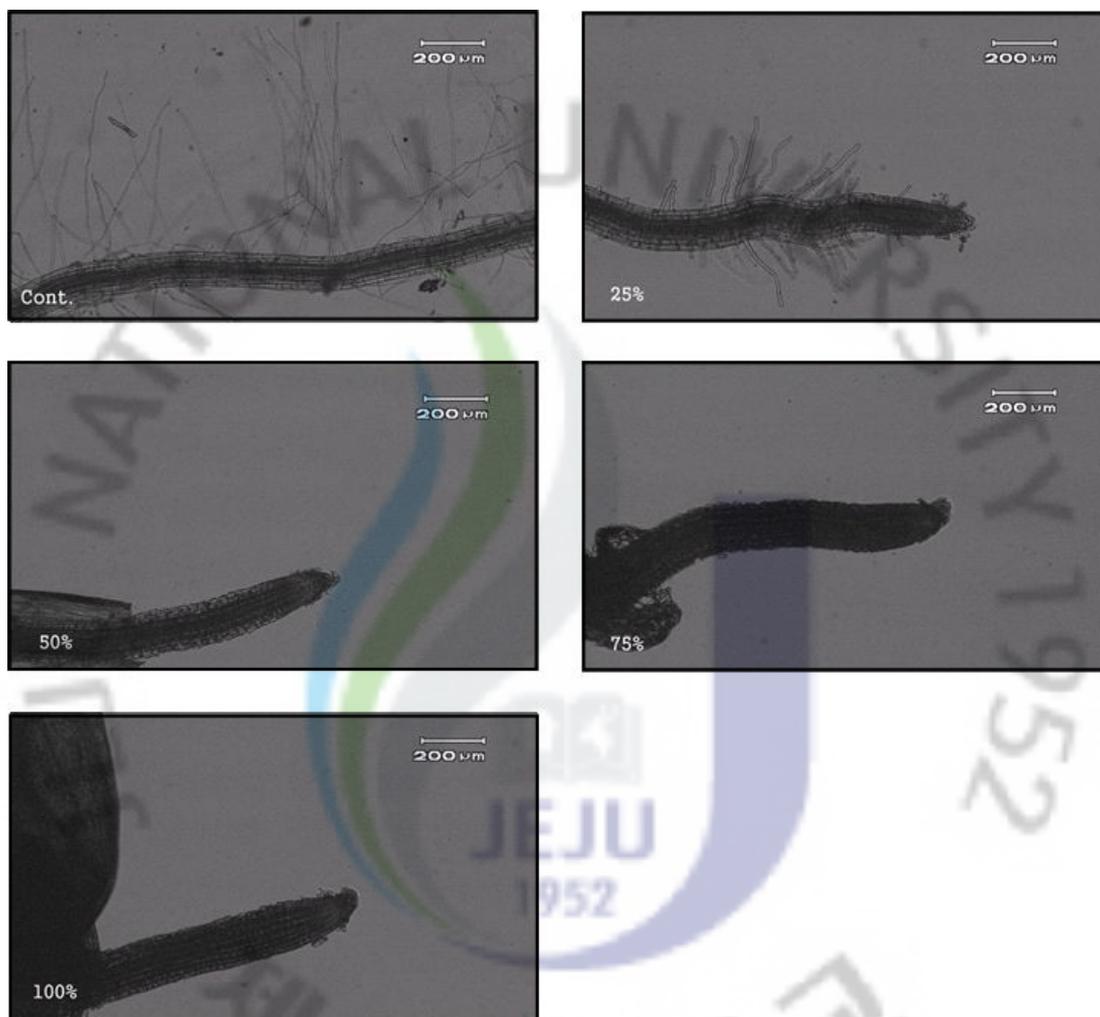


Fig. 9. Development of *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract.

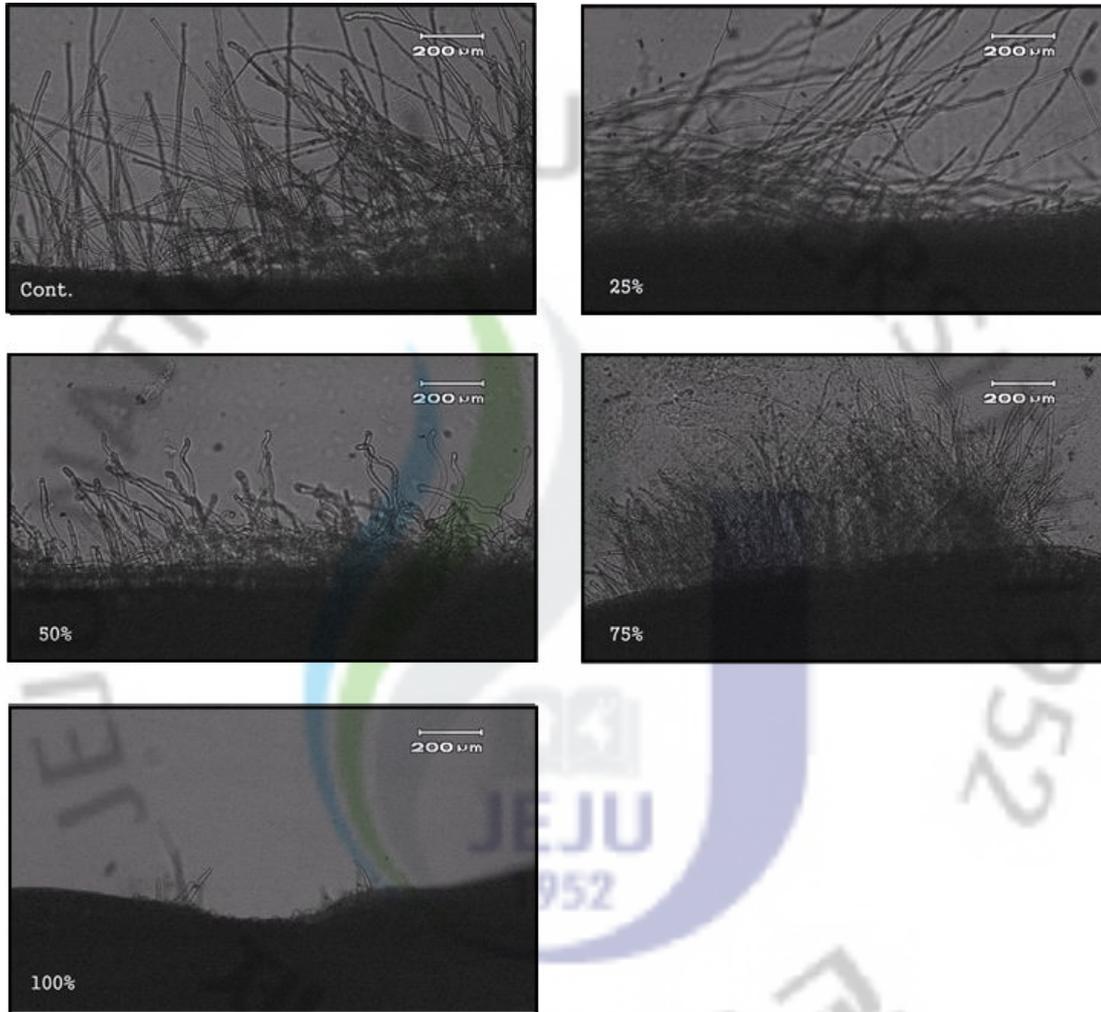


Fig. 10. Development of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract.

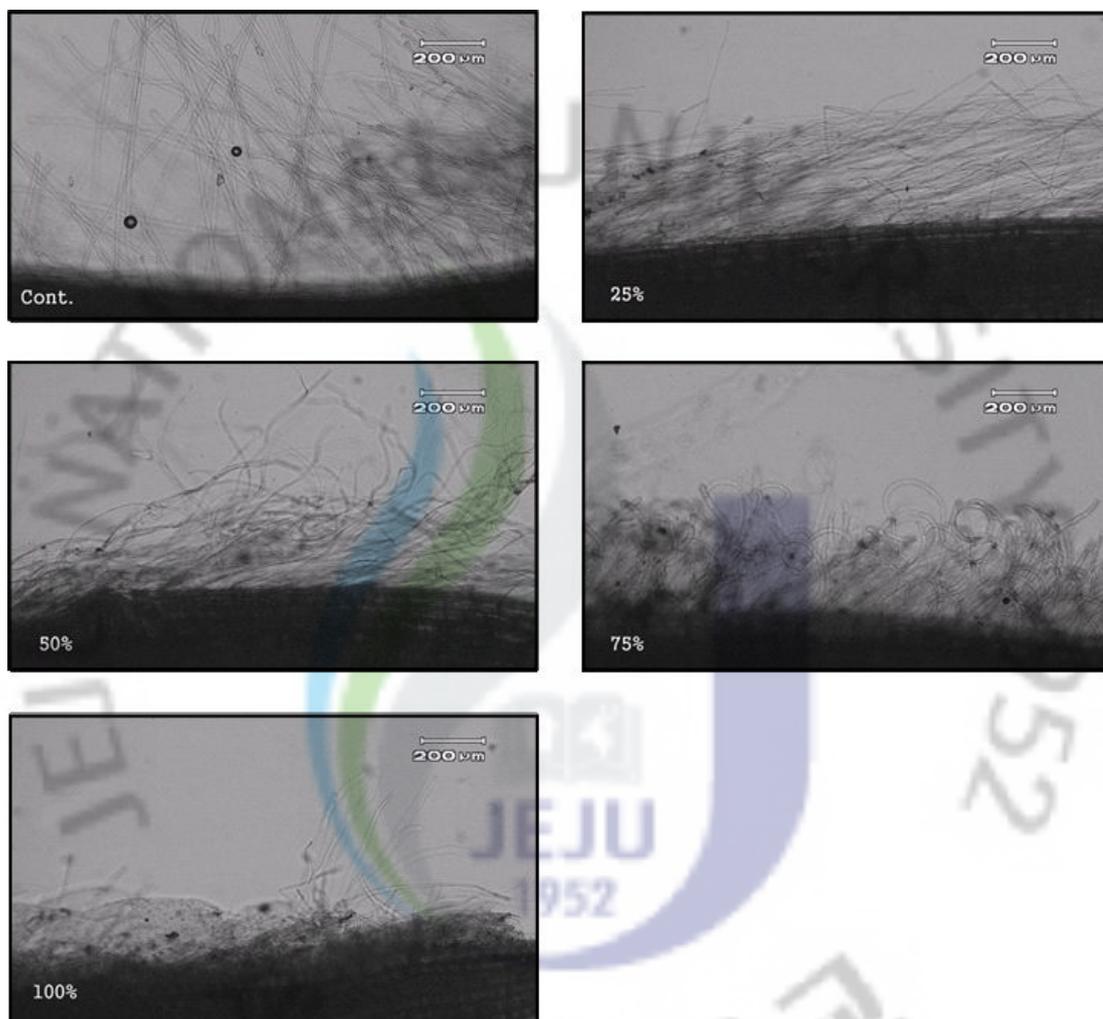


Fig. 11. Development of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* root hairs treated with different concentration of *P. blumei* extract.

3. 개여뀌 수용성 추출액이 식물병원균에 미치는 영향

개여뀌 수용성 추출액이 식물병원균에 미치는 영향을 실험 한 결과 일반적으로 수용성 추출액 농도가 증가함에 따라 반비례적으로 식물병원균이 억제되는 경향성을 보였으며 *Phytophthora infestans*, *Pythium graminicola*, *Pythium ultimum*인 경우 대조구에 비해 100% 처리구에서 거의 성장하지 못했고, *Alternaria brassicae* 46.8%, *Colletotrichum gloeosporioides* 15.2%, *Diporthesia citri* 33.7%, *Fusarium solani* 19.6%, *Pythium venterpoolii* 17.8%, *Rhizoctonia solani* AG-1(1A) 44.1%, *Sclerotium cepivorum* 45.6%의 억제 경향성을 나타냈다. (Fig. 12).



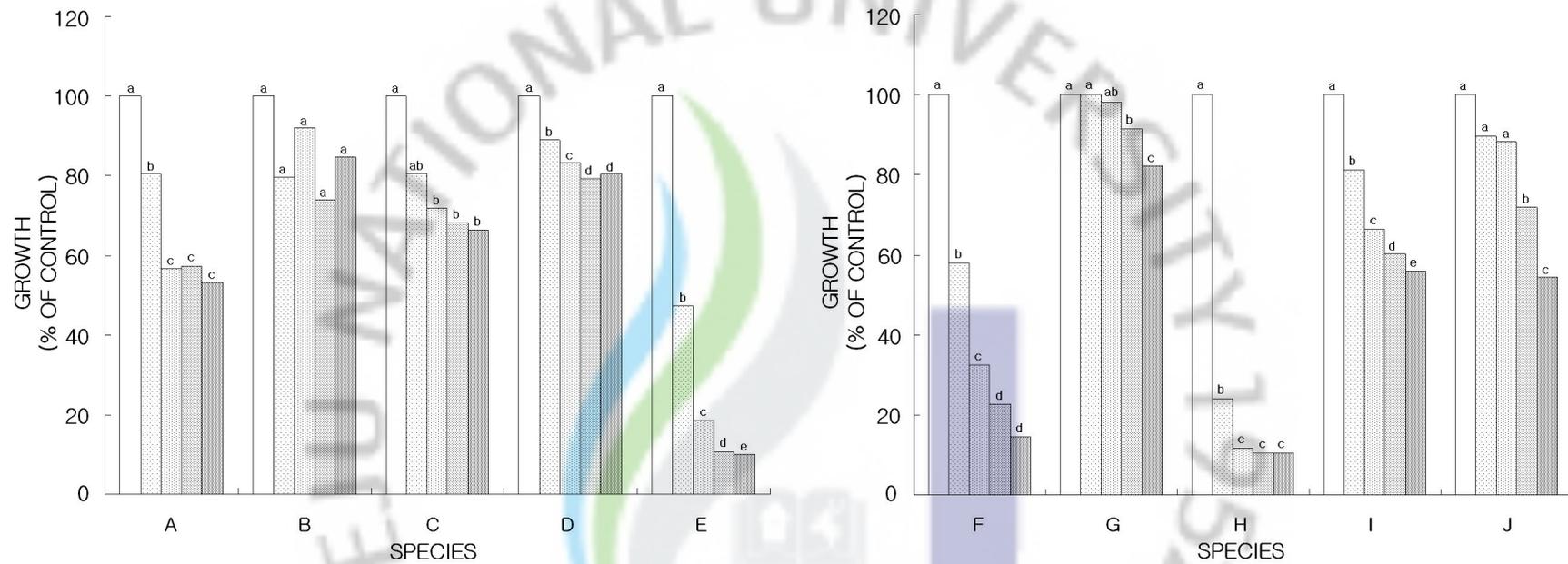


Fig. 12. Colony diameter of fungi taxa grown in PDA medium at different concentrations of *P. blumei* extract. □, Cont.; ▨, 25%; ▩, 50%; ▪, 75%; ▫, 100%

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Abbreviations : A, *Alternaria brassicae*; B, *Colletotrichum gloeosporioides*; C, *Diporthe citri*; D, *Fusarium solani*; E, *Phytophthora irfestans*; F, *Pythium graminicola*; G, *Pythium venterpoolii*; H, *Pythium ultimum*; I, *Rhizoctonia solani* AG-1(1A); J, *Sclerotium cepivorum*

4. 개여뀌 수용성 추출액이 감자생육 및 수량형질에 미치는 영향

1) 생육형질

개여뀌 수용성 추출액이 감자의 생육형질에 미치는 영향을 실험한 결과 출현 소요일수는 개여뀌 추출액 농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 25% 처리구가 1.7일, 50% 1.3일, 75% 1.7일, 100% 1일 빠른 것으로 조사되었고, 출현율은 대조구와 처리간에 유의적 통계 차이가 없었다(Table 4).

지상부 형질은 경수, 경경, 경장을 50일, 70일, 90일 조사하였다. 주당 경수는 50일인 경우 대조구에 비해 25%처리구에서 0.4개, 50% 0.3개, 75% 0.3개, 100% 0.4개 많았으나 처리구간에는 차이가 없었고, 70일과 90일도 같은 결과를 보이는 것으로 보아 경수는 50일 이전에 생육이 끝나는 것으로 조사되었다. 경경인 경우는 처리 간에 효과가 인정되지 않았고, 경장은 50일인 경우 개여뀌 추출액농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 25% 처리구에서는 4cm, 50% 7cm, 75% 5.9cm, 100% 4.4cm 신장이 증가하였으며, 70일과 90일은 50일과 비슷한 경향 치를 나타내고 있으나 대조구와 처리간에 통계적 유의차가 인정되지 않았다(Table 5).

Table 4. Effect of *P. blumei* treatment on days to emergence and % emergence.

	Days to emergence	Emergence(%)
Cont	22.7±0.6 ^a	100±0.0
25%	21.0±1.0 ^b	96.3±6.4
50%	21.3±0.6 ^{ab}	100±0.0
75%	21.0±1.0 ^b	100±0.0
100%	21.7±0.6 ^{ab}	100±0.0

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Effect of various concentrations of aqueous extract on growth variables at 50, 70, 90 days after planting of 'Dejima' seed potato.

Time after planting(days)		Number of stems/plant	Stem diameter (mm)	Stem length (cm)
50day	Cont.	1.1±0.1 ^b	9.7±0.2	50.8±0.8 ^c
	25%	1.5±0.1 ^a	9.4±0.5	54.9±1.6 ^b
	50%	1.4±0.0 ^a	9.6±0.4	57.8±2.1 ^a
	75%	1.4±0.1 ^a	9.6±1.0	56.7±1.3 ^{ab}
	100%	1.5±0.2 ^a	9.8±1.2	55.2±1.3 ^{ab}
70day	Cont.	1.1±0.1 ^b	9.9±0.3	73.1±3.1 ^a
	25%	1.5±0.1 ^a	9.9±0.5	78.5±4.3 ^a
	50%	1.4±0.0 ^a	10.1±0.2	79.3±3.6 ^a
	75%	1.4±0.1 ^a	10.3±0.9	81.3±2.6 ^a
	100%	1.5±0.2 ^a	10.2±0.6	78.7±6.5 ^a
90day	Cont.	1.1±0.1 ^b	8.8±0.3	76.2±4.4 ^a
	25%	1.5±0.1 ^a	8.8±0.7	81.0±2.5 ^a
	50%	1.4±0.0 ^a	9.5±1.1	80.4±2.2 ^a
	75%	1.4±0.1 ^a	11.6±3.7	82.1±0.4 ^a
	100%	1.5±0.2 ^a	9.1±1.3	80.3±8.7 ^a

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

2) 수량형질

개여뀌수용성추출액 농도 증가에 따른 수량형질의 변화를 파종 90일후에 조사한 결과, 주당 괴경수량은 추출액농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 25% 처리구에서는 27.4g, 50% 26g, 75% 19g, 100% 47g로 수량이 증가하였으며 m²당 총 수량은 25% 1,028g, 50% 1,480.5g 75% 1,079.6g, 100% 2,671.9g 로 증가 효과가 있었으나, 그 이외 효과에는 대조구와 처리간에 통계적 유의차가 인정되지 않았다(Table 6).

1m²당 등급별 괴경수량에서 30g이하에서는 대조구와 처리구간에 통계적 유의차가 없었으며, 31g이상에서는 개여뀌추출액농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 25% 처리구에서는 943.6g, 50% 1690.8g, 75% 1320g, 100% 2216.2g로 증가되었다(Table 7 and Fig 13).

Table 6. Effect of aqueous extracts on yield variables of 'Dejima' seed potato at 90days after planting.

	No. of tubers/ plant	Average tuber weight (g/tuber)	Tuber yield/ plant(g)	No. of tubers/m ²	Tuber yield/ m ² (g)	No .of over 5g tubers/ plant	No .of over 5g yield/ m ² (g)	Rate of over 5g tuber yield(%)	Fresh weight/ plant(g)
Cont.	7.3±1.4	27.8±6.4	195.6±4.9 ^c	413.2±81.6	11,135.4±277.0 ^c	5.0±1.0	284.7±54.0	98.2±0.7	95.5±15.4
25%	6.8±1.8	33.5±4.3	223.1±26.2 ^{ab}	369.0±69.4	12,163.4±567.9 ^b	5.4±0.9	293.1±28.5	98.4±0.9	107.9±7.0
50%	6.7±0.6	34.0±3.6	221.7±4.3 ^{ab}	373.2±33.5	12,615.9±245.1 ^b	4.9±0.4	278.3±25.3	98.8±0.5	107.6±14.0
75%	6.1±0.8	35.9±4.5	214.6±3.1 ^{bc}	344.3±47.4	12,215.0±171.1 ^b	4.7±0.6	265.7±31.6	98.6±0.1	106.7±11.3
100%	7.4±1.1	33.4±4.8	242.6±2.2 ^a	419.6 ±61.4	13,807.3±124.9 ^a	5.6±1.1	318.4±62.4	98.6±0.6	108.6±15.6

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.



Fig. 13. Photographs showing total tuber yield per polystyrene box by concentration of the aqueous extracts.

Table 7. Yield distribution by class of potato tubers produced by the various concentrations.

	Tuber yield (g/m ²)			
	Under 4g	5-30g	31g over	Total
Cont	198.2±75.7	2,223.5±1,158.4	8,713.6±1374.0 ^b	11,135.4±277.0 ^c
25%	193.7±119.0	2,312.5±385.9	9,657.2±208.1 ^{ab}	12,163.4±567.9 ^b
50%	157.9±60.4	2,053.5±300.7	10,404.4±593.5 ^a	12,615.9±245.1 ^b
75%	169.5±15.7	2,011.9±19.4	10,033.6±174.8 ^{ab}	12,215.0±171.1 ^b
100%	195.9±82.7	2,681.5±1,119.1	10,929.9±1,127.8 ^a	13,807.3±124.9 ^a

The different letters in species indicate significantly difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

V. 고 찰

본 실험에서는 개여뀌 추출물이 몇 가지 식물과 식물병원균에 미치는 효과 및 재배작물인 감자생육에 미치는 알레로패시 효과를 조사하였다.

상대발아율(RGR)은 추출액 농도가 증가함에 따라 가시비름과 배추인 경우 100%처리구에서 각각 24.4%와 15%로 억제 경향을 보이거나 큰 영향을 주지 못하였다. 평균발아일수(MGT)는 추출액농도가 증가함에 따라 길어지는 경향을 보였고, 토끼풀은 100% 처리구에서 대조구에 비해 1.4일 길어졌으며 배추인 경우 25%처리구에서 0.3일 짧아졌다가 길어졌다. 이는 식물 추출액의 농도에 따라 종자 발아와 억제정도가 달라진다는 보고(Rice, 1984; 김, 1993)와 비슷한 경향을 나타내었다. 상대신장율(RER)은 지상부인 경우 추출액농도가 증가함에 따라 배추와 같이 임계농도(threshold)까지 촉진되다가 억제하는 경향을 나타냈다. 이는 질경이와 차풀의 줄기에서 50% 농도까지 대조구에 비하여 현저한 촉진현상이 나타났고 그 이상의 농도부터 억제현상이 나타났다고 보고한 결과(이 등, 1997)와 비슷하였다. 또한 이는 저농도의 allelochemicals에서 세포의 증식이 활발하여 대조구보다 유근 생장이 촉진되었다는 보고(길, 1999; 김, 1993)와 동일하게 해석할 수 있다. 유근 생장인 경우 추출액농도가 증가함에 따라 현저하게 억제되었으며, 이는 뿌리로부터 흡수된 allelochemicals가 뿌리에 축적되어 세포분열이 지연되면서 생장이 억제되는 것이라 볼 수 있다(김 등, 1995). 유근이 지상부에 비해 억제정도가 현저하게 큰 것으로 나타났는데, 이는 *Pluchea lanceolata*의 수용성추출액에 의하여 *Asparagus bean*의 줄기와 뿌리의 생장이 각각 억제되었으며, 특히 뿌리의 생장이 억제된다고 하는(Inderjit and Dakshini, 1992; Francisco and Juan, 1991) 결과와 유사한 경향을 보였다(Meigh *et al.*, 1973).

이와 같이 개여뀌수용성추출물의 알레로패시 효과는 개여뀌에 들어있는 화학물질이 각각의 수용체 식물에게 서로 다른 영향을 주는 것으로 나타났으며, 서양등골나물 추출액의 농도에 따른 수용체 식물들의 유묘생장 결과 10%와 25% 추출액의 농도에서 미국자리공, 서양등골나물, 차풀은 촉진되었으나 애기수영과 강

아지풀은 억제되었고, 유근생장은 10%와 25% 추출액의 농도에서 미국자리공과
강아지풀은 촉진되었으나 애기수영, 서양등골나물, 차풀은 억제되었다고 보고한
(김 등, 2003) 결과와 비슷하였다.

부위별 개여뀌의 총 페놀 함량 조사를 실시한 결과 잎(1082.3mg/ℓ)에서 가장
많았으며 뿌리(228.6mg/ℓ), 줄기(207.8mg/ℓ) 순이었고, 잎은 뿌리보다 총 페놀 함
량이 높다는 보고(Rice 1984, Inderjit 1996)와 비슷하였다. 식물의 과(科)가 같은
종(種)은 서로 비슷한 화학성분이 들어 있다고 보고하였다(Osborn, 1943). 우
(1987)에 의하면 여뀌(*Polygonum hydropiper*)의 경우 salicylic+vanillic acid,
pyrogallol, p-DH-benzoic acid, phloroglucinol, umbelliferone, protocatechuic
acid, gallic+tannic acid, ferulic acid, dl-dopa+caffeic acid, sinapic acid 등의 물
질로 분석되었다. 김(1996)에 의하면 무우에 있어서 chlorogenic acid는 촉진효과
를 나타내고 그 외 11종은 모두 억제효과를 보였으며 차풀의 경우는
chlorogenic, scopoletin, vanillic, protocatechuic, salicylic, caffeic, ferulic acid는
종자의 발아를 촉진시켰다.

식물성분 중 하나 또는 둘 이상의 수산기로 치환된 방향족 환을 가지고 있는
phenolic compound는 진균, 세균 또는 virus 등 병원체의 침입에 대한 방어 작용으
로서 항균효과를 나타내는 물질이 많은데(Snook *et al.*, 1991; Miles, 1991), 이는
2차 대사물질 중 phytoncide 및 phytoalexin 물질이 유도되어 촉진되기 때문이라
고 보고하였다(紫田承二, 1978; Barz, 1990). 개여뀌의 수용성추출액에 대한 식물
병균을 실험한 결과 추출액 농도가 높아짐에 따라 생장이 억제되는 경향을 보였
으며 특히 *Phytophthora infestans*, *Pythium graminicola*, *Pythium ultimum*은
100%구에서 강하게 억제되었고, *Pythium* 속인 *Pythium venterpoolii*는 서로 다
른 성장결과를 보여 미생물의 성장 차이가 같은 속(genus)간에도 영향이 다른
것으로 생각된다.

개여뀌 알레로패시 효과가 감자생육 및 수량형질에 미치는 영향을 조사한 결
과 생육형질인 경우 출현 소요일수는 대조구에 비해 처리구에서 1일 정도 빨랐
다. 경수는 50일째 대조구에 비해 처리구에서 0.3~0.4개 많았고 경장은 50일째
대조구에 비해 처리구에서 신장이 증가되었으며 처리간에는 50%에서 가장 크게
신장되었다. 수량형질인 경우 주당 괴경 수량은 추출액농도가 증가함에 따라 대

조구에 비해 100%처리구에서 47g로 수량이 증가하였고 등급별 괴경 수량에서는 31g이상에서는 개여뀌 수용성추출액 농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 100% 처리구에서 2,216.2g/m²로 수량이 증가되었다. 괴경은 지하경이 비대하여 저장기관으로 된 것으로 줄기와 상동기관이며 형태학적으로 줄기와 유사한 점이 많다(장 등, 2005). 심지재배시스템에서 개여뀌의 알레로패시 효과가 감자생육에 미치는 영향은 개여뀌 수용성 추출액을 5일에 1회 관주했고, 폴리스틸렌 상장 안에 심지로부터 흡수된 물과 희석되어 추출액 농도가 임계농도(threshold)까지 낮아졌을 것으로 생각되며 고농도에서 생장이 억제되고 저농도의 이차대사산물은 식물상호간에 생장을 촉진시키므로 식물과 과실의 생산을 증대 시킬 수 있다고 보고한(Lodhi, 1976; Jayakumar *et al.*, 1998) 결과와 비슷하였다. 또한 괴경은 줄기의 지하부에 복지(匍枝)가 발생하고 그 끝이 비대하여 형성되는데 이 괴경형성(塊莖形成)에는 생장조절물질이 관계한다는 여러 가지 보고들이 있는데 이러한 현상은 감자의 괴경 또는 작물체 내에 생장을 억제하면서 일찍 괴경을 형성하는 일종의 물질이 있다고 추정된다. 이 물질은 ABA(abscisic acid) 또는 ABA와 phenolics의 혼합물집(混合物集)인 inhibitor- β complex로 생각된다(Bialek *et al.*, 1973). 또한 휘발성인 1,4-and 1,6-dimethyl naphthalene이라는 억제물질도 생산된다고 보고되었다(Meigh *et al.*, 1973).

이러한 결과를 종합하여 보면 allelopathy의 발현은 비료, 토양조건(Luu *et al.*, 1982; 高橋佳孝 등, 1994)과 allelochemicals의 농도(Pederson, 1986; Smith and Martin, 1994), 생육단계(Luu *et al.*, 1982; 山根昭彦, 1991)에 따라 다르게 나타나고 있는 것으로 알려져 있으며, 이러한 요인들이 종합적으로 상호작용을 하고 있을 것으로 생각된다.

VI. 적 요

본 연구는 몇 가지 작물, 식물병원균 그리고 잡초에 대한 개여뀌의 allelopathy 효과와 개여뀌 추출물의 관주가 심지재배 중인 감자의 생육 및 수량 형질에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다.

개여뀌 추출물에 대한 발아효과 실험결과, 개여뀌의 수용성 추출액 처리시 가시비름의 발아율은 25%에서 억제되었으나, 벤투그라스의 발아율은 추출액의 농도에 따라 차이가 없었으며, 특히 개여뀌의 추출액 농도 25%가 처리된 크립슨 클로버의 종자발아와 생체량은 대조구보다 촉진되었다. 개여뀌추출액에 의한 대부분 수용체 식물의 초기생장은 25%, 50%농도에서 촉진되었으나, 유근은 모든 농도에서 현저하게 억제되었다. 즉, 수용체식물의 종류와 부위에 따라 억제정도의 차이를 보였다. 몇 가지 식물병원균에 대한 실험결과 개여뀌 수용성 추출액의 농도가 증가함에 따라 억제되는 경향을 보였으며, 특히 *Phytophthora infestans*, *Pythium graminicola*, *Pythium ultimum*의 균사생장을 강하게 억제시켰다. 식물체 부위별 개여뀌의 총 페놀함량을 조사한 결과 잎(1082.3mg/ℓ)에서 가장 많았으며 뿌리(228.6mg/ℓ), 줄기(207.8mg/ℓ) 순이었다. 감자 시험구 처리는 개여뀌추출물 무처리, 25%, 50%, 75%, 100%로 하였으며, 개여뀌추출물의 처리는 정식1일 후부터 5일 간격으로 처리구에 따라 관주하였다. 개여뀌의 수용성 추출액농도가 증가함에 따라 대조구에 비하여 맹아가 완료되는 시기가 1일이 빨랐고, 경수는 0.3~0.4/1주 개가 많았다. 경장은 생육초기에는 개여뀌추출물 처리구가 무처리구에 비해 컸으나, 생육중반이후에는 차이를 보이지 않았으며, 경직경 및 지상부 생체중은 개여뀌 처리구가 무처리구에 비해 양호한 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 감자의 총수량/m²은 개여뀌를 처리한 100%구에서 13.8kg/m²로 가장 많았으며 처리간에 유의차가 인정되었다. 감자의 크기별 개수는 4g이하, 5~30g미만의 괴경 수량은 각 처리간에 일정한 경향을 보이지 않았으나 31g 이상의 괴경 수량은 무처리구에 비해 개여뀌추출물처리구가 현저히 높았다.

이러한 결과를 종합하여 보면 식물체와 미생물에 대한 allelopathy의 효과발

현은 비료, 토양조건과 allelochemicals의 농도, 생육단계에 따라 다르게 나타났으며, 개여뀌 추출물의 감자 생육과 수량형질에 미치는 영향은 이들 요인들이 종합적으로 작용하고 있는 것으로 판단된다.



인 용 문 헌

- 길봉섭, 윤경원, 이승엽, 한동민. 1994. 황해쑥에 함유된 화학물질이 다른 식물과 미생물의 생장에 미치는 영향. 한국생태학회지. 17(1) : 23-35.
- 길봉섭. 1987. 소나무 Allelopathy 효과. 한국생태학회지. 6 : 27-33.
- 길봉섭. 1988. 리기다 소나무 Allelopathy 효과. 한국생태학회지. 11(2) : 65-76.
- 길봉섭. 1999. 다른 식물에 미치는 사철쑥의 알레로파시 효과. 한국생태학회지. 22(1) : 59-63.
- 김미현. 1991. 상처의 발아와 생장에 미치는 참나무과 5종의 Allelopathy 효과. 김두영 박사 회갑기념 논문집. pp. 97-113.
- 김석만. 2000. 최근 주요작물 재배면적 변화와 앞으로의 전망과 과제. 새로운 제주농업. 45(12) : 29-32.
- 김세권. 1998. 키틴. Chitosan의 農業分野에의 利用. 韓國키틴. Chitosan研究會誌. 3(4) : 327-341.
- 김용욱, 이호준, 김은수, 조영동. 1995. 리기다소나무의 잎 추출액이 근단세포의 형태변화에 미치는 영향. 한국식물학회지. 38(1) : 75-82.
- 김용욱, 이호준. 1996. 수 중 식물의 페놀화합물 분석과 효과. 한국생태학회지. 19(4) : 329-340
- 김용욱, 박종아, 이호준. 2003. 서양등골나물의 환경적응력 : 중금속 축적과 Phenolic Compounds의 관계. 한국생태학회지. 26(1) : 5-12.
- 김용욱. 1993. 리기다소나무의 allelochemicals가 수 중 식물의 종자발아, 세포구조 및 동위원소 패턴에 미치는 영향. 건국대학교 박사학위 논문. p.88.
- 김종숙. 1994. 유기농업농가의 경영실태. 유기농업 현황 및 발전방향에 관한 심포지엄. pp. 95-110.
- 김찬우. 2003. 순환식 심지양액재배 시스템에 의한 우량씨감자 생산기술 개발. 대학원 박사학위논문. 제주대학교 농학과. pp. 22-27.
- 농촌진흥청. 1997. 작물재배생리의 이론과 실험. 농촌진흥청. pp. 53-55
- 박무언. 2001. 우리나라 친환경 농업의 현황과 발전방향. 한국작물학회 2001년도

- 추계 학술대회지. pp. 3-33.
- 배명호, 김용옥. 2003. 수종 나자식물의 잎 수용 추출액이 무궁화의 품종별 종자 발아와 유식물 및 초기생장에 미치는 영향. 한국생태학회지. 26(1) : 39-47.
- 서병수. 1985. 때죽나무 잎 내 함유물질이 사방초류의 발아억제에 미치는 영향. 전북대학교대학원 박사학위논문. p.31.
- 신옥호, 유시승, 이완규, 신현경. 1992. 망기(*Sinomenium acutum*)의 물추출액이 주요 장내 미생물의 생육에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지. 20(5) : 491-497.
- 梁奇千. 1978. 濟州道の 有毒植物에 對한 調査研究 大韓獸醫師會誌. 18(1) : 38-50.
- 양환승, 김동성, 박수현. 2004. 잡초 (형태·생리·생태) 이관화류 I. 이전농업자 원도서. pp. 86-89.
- 禹宣旭, 金吉雄. 1987. 여뀌·마디풀로부터 相互對立抑制作用物質의 分離·同定. 한국잡초학회. 7(2) : 144-155.
- 유태석, 허린수. 1975. 마디풀科(Polygonaceae) 植物의 殺蟲作用에 관한 연구. 대한수의학회 제 19차 추계학술대회. pp. 338.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. p. 312
- 이호준, 김용옥, 장남기. 1997. 수종 식물의 분비물질이 종자 발아와 균류 생장에 미치는 알레로파시 효과. 한국생태학회지. 20(3) : 181-189.
- 장병호, 김현준. 2005. 증보 감자 百科. 先進文化社. pp. 35-77.
- 조명래, 한홍윤. 1989. 여뀌攝取가 反芻獸에 미치는 臨床病理學的 影響. 한국임상수의학회지. vol 6 No2 pp. 227-259.
- 高橋佳孝, 大谷一郎, 荻野耕司, 五十嵐郎造. 1994. クマリンのアレロパシ 發芽に及ぼす 土壤條件の影響. 日本草地學會誌. 40, 223-226.
- 山根昭彦. 1991. イヌガラシ屬植物の繁殖戰略. 化學と生物. 29, 262-693.
- 山下恭平. 1986. 生物の生活と生理活性物質. 朝倉書店, pp. 248.
- 伊擇凡人 : 原色板日本農藥用植物事典. 誠文堂新光社, 東京. (1970) pp. 487-489.
- 紫田承二. 1978. 生物活性天然物質. 醫齒藥出版社.. pp. 96-127.
- 竹松哲夫, 一前宣正. 1993. 世界の雜草 II 全國農村教育協會. pp. 734-735.

- Alnaib, F. A. and E. L. rice. 1971. Allelopathic effects of *Platanus occidentalis*. Bull. Torrey Bor. Club 98 : 75-82.
- Argo, W. R. and J. A. Biernbaum. 1994. A method for quantifying plant available water holding capacity and water absorption potential in container media under production conditions. HortScience. 29 : 501.
- Barz, W. 1990. Phytoalexins as part of induced defence reactions in plants: their elicitation, function and metabolism in Bioactive Compounds from Plants. Ciba Foundation Symposium 154. John Wiley Sons, Chichester. pp. 140-152.
- Bialek, K., M. Bielinska, Czarniecka, P. Gaskin and J. Macmillan. 1973. The levels of ABA in inhibitor- β complex from potato tubers. Bull. Acad. Pol. Sci, Biol. 21 : 781-784.
- Costilow, R. N. 1981. Biophysical factors in growth. *In*: Manual of methods for general bacteriology. Gerhardt, P. American Society for Microbiology. Washington, DC. pp. 66-78.
- Del Moral, R. and C. H. Muller. 1970. The allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis*. Amer. Midl. Nat. 83 : 254-282.
- Dole, J. M. and C. Cole 1994. Growth of poinsettias, nutrient leaching, and water use efficiency respond to irrigation methods. HortScience. 29 : 858-864.
- Duke, S. O. 1986. Naturally occurring chemical compound as herbicides. Rev. Weed Sci. 2 : 17-44.
- Einhellig, F. A., G. R. Leather and L. L. Hobbs. 1985. The use of Lemna minor as a bioassay in allelopathy. J. Chem. Ecol. 11 : 65-72.
- Eskelsen, S. R. and G. D. Crabtree. 1995. The role of allelopathy in buckwheat (*Fagopyrum sagittatum*) inhibition of Canada thistle (*Cirsium arvense*). Weed Sci. 43 : 70-74.
- Francisco, J. P. and O. N. Juan. 1991. Root exudates of wild oats: allelopathic effect on spring wheat. Phytochemistry. 30(7) : 2199-2202.

- Graham, H. D. 1992. Modified prussian blue assay for total phenol compound. J. Agric. Food Chem. 40, 801-807
- Grümmer, G. 1961. The role of toxic substances in the interrelationships between higher plants, *In* "Mechanisms in biological competition" (Milthorpe, F.L. ed.). Academic Press, New York. pp. 219-228.
- Inderjit and K. M. M. Dak shini. 1992. Interference potential of *Pluchea lanceolata*(asteraceae): Growth and physiological responses of Asparagus bean, *Vigna unguiculata* var. *sesquipedalis*. J. Botany. 79(9) : 979-981.
- Inderjit. 1996. Plant phenolics in allelopathy. Bot. Rev. 62 : 186-201.
- Jayakumar, M., M. Eyini, M. Manikandan and B. S. Kil. 1998. Allelopathic effects of extract from *Ficus bengalensis* Kor. J. Ecol. 21 : 133-137.
- Kaputska, R. L. and E. L. Rice. 1976. Acetylene reduction(N₂-fixation) in soil and old field succession in central Oklahoma soil. Biochem. 8 : 497-553.
- Kim, Y. O. and H. J. Lee. 1996. Identification and effects of phenolic compounds from some plants. Korea J. Ecol. 19 : 329-340.
- Kohli, R. K., D. R. Batish and H. P. Singh(1997) Allelopathy and its inagroecosystem, J. Crop. Prod. 1 : 169-202.
- LeRoy Holm, Jerry Doll, Eric Holm, Juan Pancho, James Herberger. 1997. World Weeds Natural Histories and Distribution John Wiley & Sons, Inc., New York pp. 611-615.
- Lodhi, M. A. K. 1976. Role of allelopathy as expressed by dominating trees in a low land forest in controlling the productivity and pattern of herbaceous growth. Amer. J. Bot. 63 : 1-8.
- Luu, K. T., A. G. Matches and E. J. Peters. 1992. Allelopathic effects of tall fescue on birdsfoot trefoil as influenced by N fertilization and seasonal changes. Agron. J. 74, 805-808.
- Mandava, N. B. 1985. Chemistry and biology of allelopathic agents. In A. C. Thompson(ed.). ACS Symposium Series. The chemistry of allelopathy Biological interaction among plant. Amer. Chem. Society, Washington,

- DC. 268 : 33-54.
- Meigh, D. F. A. A. E, Filmer. R. Self. 1973. The production of growth suppressing Volatile substances by stored potato tuber. II. Growth-inhibitory volatile aromatic compounds produced by solanum tuberosum tubers. *Phyto chemistry*. 12 : 987-993.
- Miles, D. H. 1991. A search for agrochemicals from peruvian plants in Naturally Occuring Pest Bioregulators. ed. by. P. A. Hedin. ACS Symposium Series No. 449. Washington D. C. pp. 399-406.
- Muller, C. H. 1969. Allelopathy as a factor in ecological process *Vegetation*. 18 : 348-357.
- Muller, C. H. 1966. The role chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition. *Bull. Torrey Bot. Club*. 93 : 332-351.
- Osborn, T. C., D. C. Alexander, S. S. M. Sun, C. Cardona and F. A. Bliss. 1988. Insecticidal activity and lectin homology of arcelin seed protein. *Science*. 240 : 207-210.
- Osborn. E. M. 1943. On the occurrence of antibacterial substances in green plants. *Brit. J. Exp. Pathol*. 24 : 227-232.
- Pederson G. A. 1986. White clover seed germination in agar containing tall fescue leaf extracts. *Crop Science* 26, 1248-1249.
- Rice, E. L.: 1984. *Allelopathy (Second Edition)*, Academic Press, Inc. Orlando, Florida, pp : 1-103, 231-361.
- Sakihama, Y., M. F. Cohen and S. C. Grace. 2002 Plant phenolic antioxidant and peroxidant activities; phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants. *Toxicology* 177 : 67-80.
- Santiago, L. J. M, R. P. Louro and D. E. De Oliveira. 2000 Compartmentation of phenolic compounds and phenylalanine ammonialyase in leaves of *phyllanthus tenellus* Roxb. And their inhibition by copper sulphate. *Ann. Bot.* 86 : 1023-1032.
- Smith, A. E. and L. D. Martin. 1994. Allelopathic characteristics for three cool

- season grass species in the forage ecosystem. *Agron. J.* 86, 243-246
- Snook, M. E., O. T. Chortyk and A. S. Csinos. 1991. Black shank disease fungus: Inhibition of growth by tobacco root constituents and related compounds in Naturally Occuring Pest Bioregulators.ed. by P.A Hedin. ACS Sympoium Series No.449 Washington D.C. pp. 388-398.
- Son, K. C., K. Y. Paek, W. K. Park, and T. J. Kim. 2000. Plant growth and wilting of indoor plants, and water content and rehydration of media irrigated by wick as affected by medium composition. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41(4) : 429-434.
- Weidenhamer, J. D. and J. T. Romeo. 1989. Allelopathic properties of *Polygonella myriophylla*-Field evidence and bioassays. *J. Chem. Ecol.* 15 : 1957-1970.
- Wink, M. 1987. Chemical ecology of quinolizidine alkaloids, in allelochemicals: Role in agriculture, forestry and ecology(ed. Walier, G.R.). ACS Symp. Ser. 330, Amer. Chem. Soc., Washington, DC. pp. 524-533.
- Wu. L., X. Guo M. A. Harivandi. 1998. Allelopathic effects of phenolic acids detected in buffalograss (*Buchloe dactyloides*) clippings on growth of annual bluegrass (*Poa annua*) and buffalograss seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 39 : 159-167).

감 사 문

지난 대학원 생활 동안 크고 작은 어려움이 많았지만 고비마다 잘될 수 있도록 도와주신 여러 분들께 감사의 마음을 드립니다.

무사히 이 논문을 완성되기까지 여러모로 부족한 저를 항상 세심하게 지도해 주시고 격려해주신 송창길 교수님께 진심으로 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 논문심사 원고를 맡아 부족한 원고를 정성스레 읽고 바르게 지적해 주신 김동순 교수님과 마지막까지 조언을 아끼지 않으셨던 전용철 교수님께도 감사드립니다. 또한 학부과정부터 대학원과정까지 많은 가르침을 주셨던 조남기 명예교수님, 고영우 명예교수님, 강영길 교수님, 현해남 교수님께 진심으로 감사드립니다.

많은 조언과 관심으로 이 논문의 완성을 도와주신 고동환·고지병·고미라·이충선·박성준·김상현·고우리 조교선생님과, 실험 수행에 많은 도움을 주셨던 김찬우·박정식·강소영·김보경 선생님 그리고 나를 동생같이 아껴준 김형철 선배님, 현동희 원우회장님을 비롯한 강영식·김태수·이경후 선배님과 서연동·강민웅·안용준·김효정·문혜영·김유경 및 많은 대학 및 대학원 선·후배님들께 감사드립니다.

저에게 Allelopathy라는 어려운 학문에 재미를 느끼게 해주시기도, 논문이 완성되기까지 많은 조언을 아끼지 않으셨던 김현철 선배님께 감사드립니다. 그리고 우리 실험실이 잘될 수 있도록 많은 노력하신 송진영·강정환 선배님, 논문을 쓰면서 옆에서 많은 힘이 되어준 나의 친구 김태근, 앞으로 우리 실험실을 이끌어갈 하영삼·강진영·이가형·고은빛·배천욱 후배님께도 감사드립니다.

제가 식물과 학문에 더욱 관심을 가질수 있도록 많은 가르침을 주신 한라산 국립공원의 신용만, 고평렬 내외분과 환경자원 연구원 한라생태환경연구부의 김철수 부장님, 한라산연구과의 이장흠 과장님, 고정균·오장근 박사님, 변희수·고형종·고운정 주사님, 고석형·진승환 연구원과 조병창님, 내 친구 영돈 그리고 기획조정팀의 양영환 박사님, 제주대학교 방사선응용과학연구소의 송성준 박사님, 홍경애·강태우 선생님께 감사드립니다.

첫 사회생활인 삼무의 신규범 대표이사님과 양국남 소장님 그리고 지금 현재 삶의 터전인 (주)장원 김영걸 대표이사님과 한남다원 김용철 소장님을 비롯한 많은 직원분들께도 감사드립니다. 어릴 때부터 지금까지진 우정이 변치 않은 종달리 친구들과 식자과 졸업생모임 한결음 분들께도 감사드립니다.

4년 동안 한결같이 제 옆에 있어준 여자친구 성열이와 가족 분 그리고 항상 모자라고 걱정스러운 막내아들을 지켜봐 주신 아버지, 어머니, 큰누나, 매형, 큰형, 작은형과 사랑하는 조카들에게 감사의 마음을 전합니다.

이외에도 보이지 않게 저에게 많은 도움을 주신 모든 분들께 감사드립니다.