

碩士學位論文

서양금혼초의 알레로패시 효과

Allelopathic effects of *Hypochoeris radicata* L.



濟州大學校 大學院

農學科

宋 振 永

2006年 6月

碩士學位論文

서양금혼초의 알레로패시 효과

Allelopathic effects of *Hypochoeris radicata* L.



濟州大學校 大學院

農學科

宋 振 永

2006年 6月

서양금혼초의 알레로패시 효과
Allelopathic effects of *Hypochoeris radicata* L.

指導教授 宋 昌 吉
宋 振 永

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함.

2006年 6月

宋振永의 農學 碩士學位 論文을 認准함



審査委員長 _____ (인)

審 員 _____ (인)

審 員 _____ (인)

濟州大學校 大學院

2006年 6月

목 차

TABLE 목록	iii
FIGURE 목록	iv
ABSTRACT	viii
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	
1. 서양금혼초의 생육특성 조사	4
2. 서양금혼초의 Allelopathy 효과	
2-1. 공여체 및 수용체식물	6
2-2. 서양금혼초의 수용성 추출액 준비	6
2-3. 수용성 추출액에서의 발아실험 및 뿌리털 성장실험	7
2-4. 수용성 추출액에서의 성장실험	7
2-5. 수용성 추출액에서의 미생물 성장실험	8
III. 결과	
1. 서양금혼초의 생육특성 조사	10

2. 서양금혼초의 Allelopathy 효과	
2-1. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 발아실험	13
2-2. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 유식물의 생장	16
2-3. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 뿌리털의 발달	23
2-4. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 생장실험	34
2-5. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 미생물 생장실험	45
IV. 고찰	49
V. 적요	52
REFERENCE	53
感謝文	58



LIST OF TABLE

Table 1. Culture conditions and media of test strains.	9
Table 2. The comparison of vegetative propagation on <i>Hypochoeris radicata</i> L. at cutting and nature(non cutting) area.	12
Table 3. Correlation analysis of vegetative propagation on <i>Hypochoeris radicata</i> L. at cutting and nature(non cutting) area.	12
Table 4. Dry weight(mg) of receptor plants on shoot grown at different concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. aqueous extracts.	41
Table 5. Dry weight(mg) of receptor plants on root grown at different concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. aqueous extracts.	42



LIST OF FIGURES

Fig. 1. Index of investigated on growth characteristics in <i>Hypochoeris radicata</i> L.	5
Fig. 2. Vegetative propagation of <i>Hypochoeris radicata</i> L.	11
Fig. 3. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in Petri dishes at different concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. extracts.	14
Fig. 4. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in Petri dishes at different concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. extracts.	15
Fig. 5. Effects of various concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. extracts on shoot grown(% of control, RER) of receptor plants.	17
Fig. 6. Effects of various concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. extracts on shoot grown(% of control, RER) of receptor plants.	18
Fig. 7. Effects of various concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. extracts on radicle grown(% of control, RER) of receptor plants.	19
Fig. 8. Effects of various concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. extracts on radicle grown(% of control, RER) of receptor plants.	20
Fig. 9. Fresh weight(% of control, RWR) of receptor plants grown in	

Petri dishes at different concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. extracts.	21
Fig. 10. Fresh weight(% of control, RWR) of receptor plants grown in Petri dishes at different concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. extracts.	22
Fig. 11. Development of <i>Trifolium pratense</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	24
Fig. 12. Development of <i>Trifolium incarnatum</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	25
Fig. 13. Development of <i>Raphanus sativus</i> var. <i>hortensis</i> for. <i>acanthiformis</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	26
Fig. 14. Development of <i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	27
Fig. 15. Development of <i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>nippo-oleifera</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	28
Fig. 16. Development of <i>Festuca myuros</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	29
Fig. 17. Development of <i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	30

Fig. 18. Development of <i>Lactuca sativa</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	31
Fig. 19. Development of <i>Bidens bipinnata</i> root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	32
Fig. 20. Development of <i>Hypochoeris radicata</i> L. root hairs treated with different concentrations of <i>H. radicata</i> L. aqueous extracts.	33
Fig. 21. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of <i>Capsicum annuum</i> grown in pot at different concentrations of <i>H. radicata</i> L. extracts.	35
Fig. 22. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of <i>Medicago hispida</i> grown in pot at different concentrations of <i>H. radicata</i> extracts.	36
Fig. 23. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of <i>Persicaria blumei</i> grown in pot at different concentrations of <i>H. radicata</i> L. extracts.	37
Fig. 24. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of <i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>nippo-oleifera</i> grown in pot at different concentrations of <i>H. radicata</i> L. extracts.	38
Fig. 25. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of <i>Bidens bipinnata</i> grown in pot at different concentrations of <i>H. radicata</i> L. extracts.	39
Fig. 26. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of <i>Hypochoeris radicata</i> L. grown in pot at different concentrations of <i>H.</i>	

<i>radicata</i> L. extracts.	40
Fig. 27. Effects of various concentrations of <i>Hypochoeris radicata</i> L. water extracts on grown of receptor plants.	44
Fig. 28. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentration of <i>H. radicata</i> L. extracts.	46
Fig. 29. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentration of <i>H. radicata</i> L. extracts.	47
Fig. 30. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentration of <i>H. radicata</i> L. extracts.	48



ABSTRACT

In order to investigate the competitive dominant, herbicide and antifungal of *Hypochoeris radicata* L., this study was investigated the growth characteristics and allelopathic effects of *H. radicata* L..

The growth characteristics of *Hypochoeris radicata* L. investigated compare cutting areas with non cutting to number of shoot and flower, diameter of clone. The result of investigated at cutting areas appeared more high than on number of shoot, diameter of clone, number of flower at non cutting areas.

The seed germination, growth of shoot and radicle, and development of root hairs and biomass of receptor plants were significantly inhibited by the water extracts concentration of *H. radicata* L. It was differently inhibited by the kind and parts of receptor plants.

The antifungal activity was shown by increased water extracts concentration of *H. radicata* L. in *Pythium*, *Phytophthora*. On the other hand, it was unrelated the growth of *Rhizoctonia* with water extracts concentration of *H. radicata* L. therefore, the allelopathic effect of *H. radicata* L. was different in according as species of plants and microbes.

In the conclusion, The large colony made by vegetative and seed propagation, which split by cutting of *H. radicata* L. and the allelochemicals of *H. radicata* L. related growth of microbes

and germination and growth of other plants.

Therefore, I think that *H. radicata* L. hold a dominant position by allelopathic effects and vegetative propagation in Jeju.



I. 서론

최근 들어 늘어가는 외래식물의 지역적 이입은 주로 인적 및 물질적 교류에 따르며, 이입된 외래식물들은 높은 환경적응력, 많은 종자의 생산과 폭 넓은 발아조건을 바탕으로 자생식물과의 경쟁에서 우위를 차지하고 생태계에서의 역할이 날로 증대되고 있다(Newsome and Noble, 1986; Aber and Melillo, 1991).

지금까지 우리나라에 분포하고 있는 외래식물은 총 281종이 분포하고 있으며, 그 중 제주도에는 197종이 분포하고 있고 서양금혼초(*Hypochoeris radicata* L.), 가시비름(*Amaranthus spinosus* L.), 돌소리쟁이(*Rumex obtusifolius* L.), 애기수영(*Rumex acetosella* L.), 양하(*Zingiber mioga*(Thunb.) Rosc.) 5종을 제주도내 우선 관리대상 위해종으로 보고되고 있다(양, 2003; 김, 2006).

제주도에 분포하는 귀화식물 중 분포역이 날로 확산되는 서양금혼초는 식물분류학상 국화과(Compositae)에 속하며 유럽 원산으로 북아메리카 및 아시아에 귀화된 여러해살이 양지식물로서 한 개체당 1년에 2,300립 이상 종자번식과 split현상으로 인한 영양번식을 하고, 잎은 로제트 형이며 줄기는 30~50cm, 꽃은 5월-6월에 피나 경우에 따라 가을까지 피며, 번식력과 병충해에 대한 저항력이 매우강하다고 한다(Aarssen, 1981; Michiko *et al.*). 서양금혼초는 80년대 초 목초 종자와 혼합 유입되었으며 제주도 중산간 개량초지에서 겨울을 제외한 연중 개체수를 확인할 수 있을 만큼 번식력이 왕성하여 제주도 전역으로 확산되어 자연생태계 교란이 우려되고 있다(김, 1985). 세계적으로 서양금혼초는 해발 2,000m까지 분포하고 있고 제주에서 해발 1,700m까지 분포한다고 한다(양, 2002; Harrington, 1954). 또한 Aarssen(1981)는 서양금혼초의 격리된 군락지를 가짐에 따라

타식물체에 대해 allelopathy 효과와 자가독성(autotoxin)을 가지고 있다고 판단하고 있다.

Allelopathy라는 용어는 1937년 Hans Molisch가 최초로 정의하였고, 한 생물이 화학물질을 생성하여 방산함으로써 다른 생물체에 직간접적으로 유익한 작용과 유해한 작용이라고 할 수 있으며, Allelopathy 작용은 야외 조사 결과로부터 비롯되었는데(Muller, 1965; Del Moral and Muller, 1970; Al-naib and Rice, 1971; Weidenhamer and Romeo, 1989) 이제는 allelopathy 현상은 일반적인 현상으로 일종의 식물과 식물, 식물과 미생물 등의 화학전쟁이라고 받아들이고 있다.

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 줄어들었는데 간섭은 allelopathy와 경쟁을 모두 포함하고 있는 것을 말한다(Rice, 1984; Mandava, 1985).

1984년 Rice는 allelopathy 효과는 allelochemicals 농도와 종류에 따라 다르게 영향을 받는다고 하고(Reese, 1979) 대부분의 allelochemicals는 식물체 내의 1차 대사경로에서 파생된 물질이거나 2차 대사산물이고 이 allelochemicals를 분류하는데 중요한 범주는 phenyl propanes, acetogenins, terpenoids, steroids 그리고 alkaloids, 이것 외에도 phenolic acid, flavonoid, organic cyanide 등이 있고 각각이 식물 종에 따라 차이가 있지만 육상식물의 경우에는 그 존재가 확인되고 있으며 이 Allelochemicals의 방출은 빗물과 이슬 또는 안개에 의한 세탈(leaching), 휘발(volatilization), 뿌리의 삼출(exudation), 낙엽과 낙지의 축적 및 분해등에 의해 방출이 되어(Tukey, 1969) 다른 생물체에 상호유해 작용을 한다(Whittaker and Feeny, 1971; Chou and Patrick, 1976; Rasmussen and

Einhellig, 1980; Rizvi and Rizvi, 1992; Muller and Hauge, 1967; Lorber and Muller, 1976; Oleszek, 1987; Al-Mousawi and Al-Naib, 1975; Lodhi, 1978; Goel, Saxena, and Kumar, 1989).

Allelochemicals의 작용기작은 타식물체의 세포분열 및 신장생장, 광합성, 산화적 인산화, 단백질 합성, 유기산 특정효소의 활성 등을 촉진 또는 억제하여 식물체의 발아, 성장과 개화에 영향을 주고 미생물에게도 영향을 준다(Putnam and Tang, 1986; Rice, 1984; Horsley, 1977; Rice, 1979; Rizvi and Rizvi, 1992).

생태학적 관점에서 allelopathy효과는 식생의 천이, 종자보존, 종조성, 곰팡이 포자의 발아, 식물체의 질소순환, 공생관계, 농작물의 생산력, 병충해로부터의 식물의 방어에 영향을 미치고 식물체의 각 부위와, 종마다 다른 활성을 보인다.(Wilson and Rice, 1968). 서양금혼초의 분포역이 날로 확산되어 자연생태계를 교란하고 있으나 현재까지 생태계 교란을 일으키는 기작에 대해서는 연구가 매우 미흡한 상황이다.

따라서, allelopathy는 식물자체가 만든 제초제로 알려져 있는데 (Putnam, 1983) 본 연구는 서양금혼초의 생육특성과 allelopathy를 조사함으로써 서양금혼초의 경쟁적 우세와 높은 번식력의 원인 규명 및 제초제, 살균제 등의 자원화 방안의 기초 자료로 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 서양금혼초의 생육특성 조사

1-1. 조사지역 및 시기

서양금혼초의 군락지내 생육특성을 알아보기 위해 2005년 6월부터 7월 까지 예초지역과 비예초지역을 구분하여 조사하였다. 예초지역은 서부산업도로 부근 북제주군 애월읍 소길리 원동 교차로 인근 분리대, 애월읍 유수암리 제주경마장 부근 분리대, 제주대학교 조경지와 비예초지역은 북제주군 애월읍 고성2리 부근 공한지, 애월읍 어음리 부근 목초지에서 각각 조사 하였다.



1-2. 조사방법

서양금혼초의 군락지내 생육특성을 조사함에 있어 군락지 중 예초지역과 비예초지역에서 Nest quadrat method(2×2m)에 의하여 지역당 3개의 조사구를 선정하였고 무작위로 서양금혼초 30개체씩의 지상부 수, 지상부 직경, 화주 수를 측정하였다.

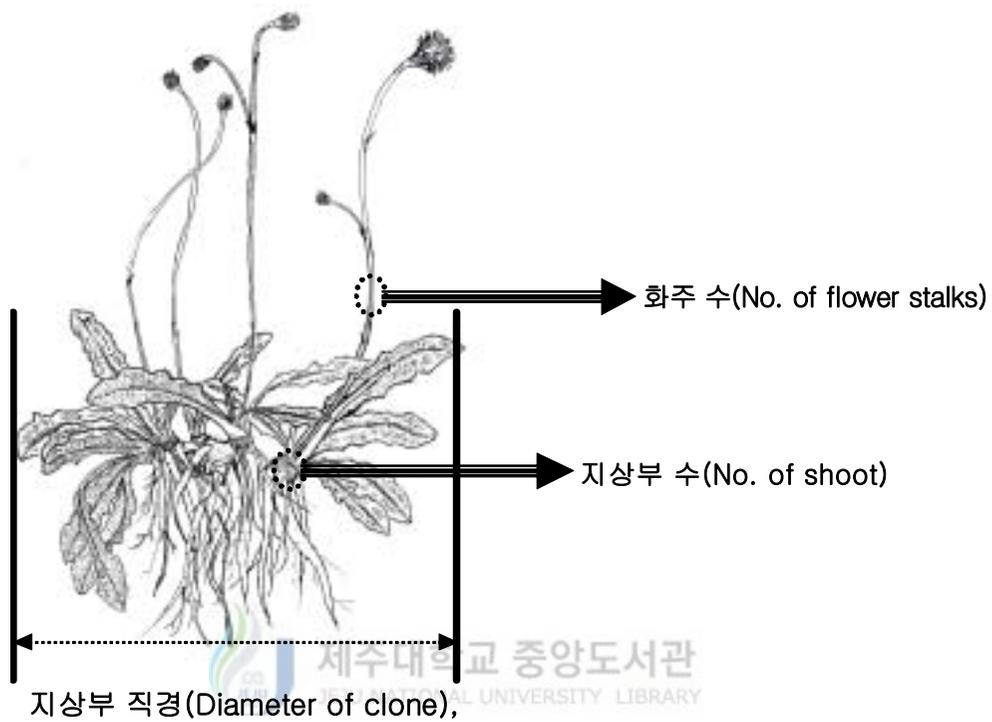


Fig. 1. Index of investigated on growth characteristics in *Hypochoeris radicata* L.

2. 서양금혼초의 Allelopathy 효과

2-1. 공여체 및 수용체식물

국화과 서양금혼초(*Hypochoeris radicata*)를 제주도 아라동 길가, 성읍리 백약이오름 일대, 서부관광도로 노건에서 군락을 이루고 있는 것을 채취하여 공여체식물(donor species)로 정하고, 수용체식물(receptor species)은 레드클로버(*Trifolium pratense*), 크림슨클로버(*Trifolium incarnatum*), 무우(*Raphanus sativus* var. *hortensis* for. *acanthiformis*), 배추(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*), 유채(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*), 들목새(*Festuca myuros*), 벤틀글라스(*Agrostis stolonifera* subsp. *stolonifera*), 상추(*Lactuca sativa*), 도깨비바늘(*Bidens bipinnata*), 서양금혼초(*Hypochoeris radicata*)를 사용하였으며, 이들의 종자를 채집하여 실내 암소에 보관하여 사용하였다.

2-2. 서양금혼초의 수용성 추출액 준비

서양금혼초의 발아실험 및 뿌리털 성장실험 그리고 성장실험에 사용할 수용성 추출액 준비는 음지이고 통풍이 잘되는 곳에서 말린 서양금혼초 전부위를 3~4cm 정도로 잘게 썰어 건중량 100g당 1000ml의 증류수를 넣어 실온에서 24시간 동안 침지 하였다.

서양금혼초의 미생물 성장실험에 사용할 수용성 추출액 준비는 서양금혼초 건중량 100g당 증류수 1000ml에 침지하여 15분간 열탕 처리 하였다. 추출액의 준비는 표준망체(0.053mm)로 부유물을 제거한 다음 다시 여과지(Advntec No.2)를 사용하여 filtering을 하였다. 이때 추출액을 100%로 하여 증류수로 75%, 50%, 25%으로 희석하여 실험에 사용하였고, 대조구

는 24시간 전에 받아둔 증류수를 사용하였다.

2-3. 수용성 추출액에서의 발아실험 뿌리털 성장실험

수용성 추출액에서의 발아 실험은 농도별로 100%, 75%, 50%, 25% 한천배지를 만들어 실험구로 정하였고, 대조구는 증류수를 넣어 만든 한천배지로 정하였다. 그 위에 수용체식물의 종자를 동심원상 일정한 간격으로 파종하였다. 실험은 동일한 방법으로 3회 실시했다. 약 6~7일정도 후에 유식물의 생장이 종에 따라 2~5cm 신장되었을 때 이를 수확하고 이 유식물의 뿌리털성장 관찰은 광학현미경 하에서 실시하였고 대조구에 대한 상대발아율(Relative Germination Ratio, RGR)과 지상부(shoot)와 지하부(radicle)를 나누어 상대신장율(Relative Elongation Ratio, RER)로 산정하고(노와 길, 1986; 길, 1988), 생체량은 ANOVA test로 통계처리를 하여 평균값을 나타내었다.

$$\text{RGR} = \frac{\text{실험구의 발아수}}{\text{대조구의 발아수}} \times 100$$

$$\text{RER} = \frac{\text{실험구의 평균신장(mm)}}{\text{대조구의 평균신장(mm)}} \times 100$$

2-4. 수용추출액에서의 성장실험

수용성 추출액에 대한 성장실험은 500ml 포트에 Peat Moss 25%, Cocopeat 40%, perlite 15%, vermiculite 10%, zeolite 10%를 약 450ml정도 혼합하여 사용하였고 수용체식물은 고추(*Capsicum annuum*), 유채

(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*), 개자리 (*Medicago hispida*), 개여뀌(*Persicaria blumei*), 닭의장풀(*Commelina communis*), 도깨비바늘(*Bidens bipinnata*), 서양금혼초(*Hypochoeris radicata*)를 사용하였으며 이들은 종자를 과중하여 유식물로 성장시킨 후 발아실험과 동일한 농도의 수용성 추출액을 150ml 관주하였고 24시간 후 지속적으로 약 50ml를 관주하였다. 성장실험은 동일한 방법으로 3회 반복 실험을 하였고 이식한지 약 20일 후에 수확하였다. 수확은 지상부(shoot)와 지하부(root)를 나누어 상대신장율(Relative Elongation Ratio, RER)으로 산정하고 건중량을 ANOVA test로 통계처리를 하여 평균값을 산출하였다.

2-5. 수용성 추출액에서의 미생물 성장실험

미생물인 *Pythium ultimum*, *Pythium aphanidermatum*, *Pythium graminicola*, *Pythium vanterpoolii*, *Rhizoctonia solani* AG-2-2, *Rhizoctonia solani* AG-1 1A, *Rhizoctonia solani* AG-1 1B, *Rhizoctonia cerealis*, *Diaporthe citri*, *Phytophthora infestans*, *Phytophthora capsici*는 제주대학교 작물보호학 실험실에서 분양 받아 실험에 사용하였다.

각 균주에 사용된 배지와 배양 조건은 다음과 같다(Tabel 1).

대조구는 증류수 900ml에 potato dextrose agar 39g과 Agar 5g을 넣어 조성하였고 실험구는 물대신 수용성 추출액을 농도별로 넣고 고압멸균하여 Petri dish(직경8.7cm)당 약 25ml정도의 배지를 부어 사용하였다.

각 균주를 1주일 동안 배양하여 동일한 사이즈 얻기 위해 Cork borer(직경 5mm)를 이용하였으며, 배지가 식은 후 배양된 균주를 배지의 가운데에 접합 한 후 5일 동안 colony diameter로 균류의 성장결과를 측정했다(Costilow, 1981).

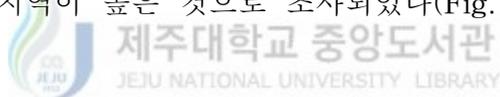
Table 1. Culture conditions and media of test strains

Test Strains	Media	Temperature(℃)
<i>Diaporthe citri</i>	PDA	24
<i>Pythium aphanidermatum</i>	PDA	24
<i>Pythium graminicola</i>	PDA	24
<i>Pythium ultimum</i>	PDA	24
<i>Pythium vanterpoolii</i>	PDA	24
<i>Rhizoctonia cerealis</i>	PDA	24
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-1 1A	PDA	24
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-1 1B	PDA	24
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-2-2(III B)	PDA	24
<i>Phytophthora capsici</i> ,	PDA	24
<i>Phytophthora infestans</i>	PDA	15

Ⅲ. 결 과

1. 서양금혼초의 생육특성 조사

서양금혼초의 생육특성을 조사함에 있어 서양금혼초의 영양번식 특성이 Split현상이 조사되었고 예초지역과 비예초지역간의 지상부수(No. of Shoot), 지상부 직경(Diameter of Clone)과 화주 수(No. of flower stalks)를 비교한 결과 예초지역의 지상부 직경인 경우 $22.93 \pm 1.38\text{cm}$, 지상부수 4.68 ± 1.66 개, 화주 수 13.60 ± 6.98 개로 조사되었고 비예초지역 지상부 직경 $18.12 \pm 3.17\text{cm}$, 지상부 수 1.45 ± 0.35 개, 화주 수 4.02 ± 2.15 개로 조사되었다. 따라서 비예초지역의 지상부 직경(약1.3배), 지상부 수(약3.2배), 화주 수(약3.4배)가 예초지역이 높은 것으로 조사되었다(Fig. 2, Table 2, Table 3).



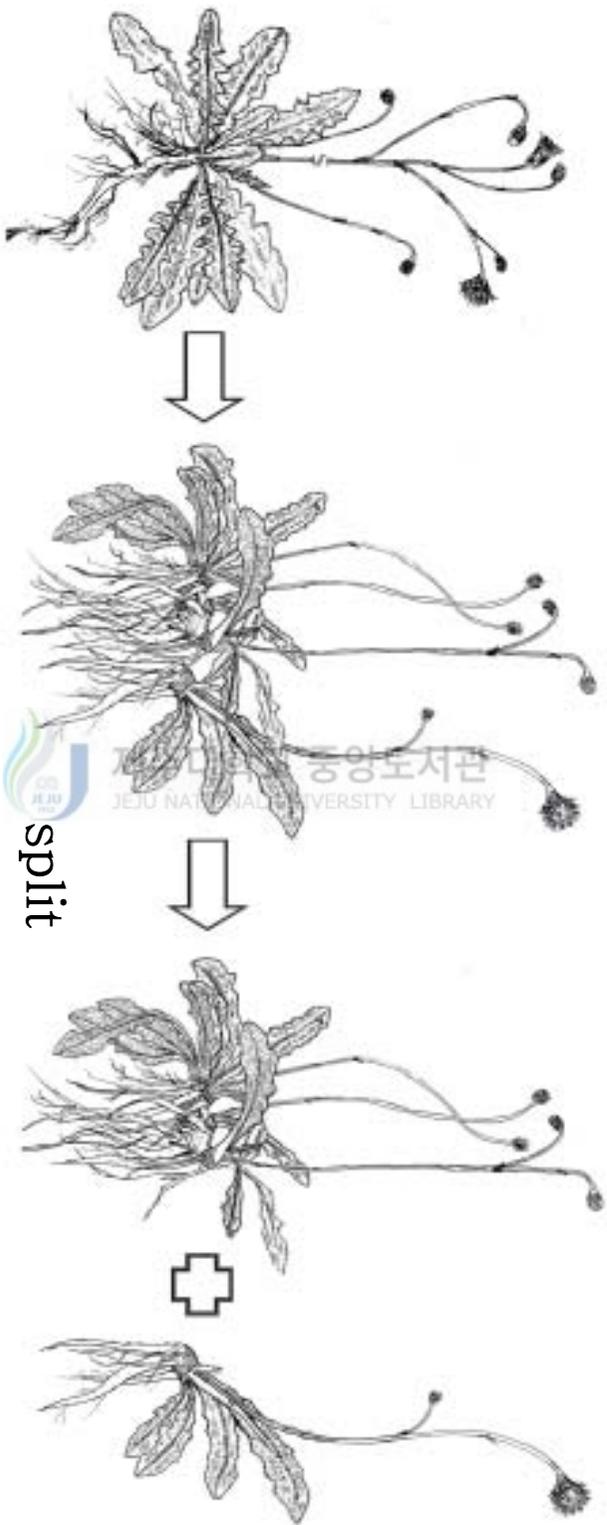


Fig. 2. Vegetative propagation of *Hypochaeris radicata* L.

Table 2. The comparison of vegetative propagation on *Hypochoeris radicata* L. at cutting and nature(non cutting) area.

		Diameter of clone(cm)	No. of Shoot	No. of Flower stalks
Non Cutting area	Go-Seong	20.6±5.31	1.60±0.88	6.25±3.48
	Eoe-um	14.55±3.22	1.70±0.66	3.85±2.41
	Eoe-um	19.20±3.82	1.05±0.22	1.95±1.00
Total average		18.12±3.17	1.45±0.35	4.02±2.15
Cutting area	So-gil	21.35±5.56	6.60±4.47	21.05±11.93
	Yu-suam	23.6±3.82	3.60±1.82	7.20±3.33
	A-ra	23.85±5.25	3.85±1.57	12.55±6.27
Total average		22.93±1.38	4.68±1.66	13.60±6.98

Table 3. Correlation analysis of vegetative propagation on *Hypochoeris radicata* L. at cutting and nature(non cutting) area.

	Cutting area	Diameter of clone(cm)	No. of Shoot
Diameter of clone(cm)	0.442 **		
No. of Shoot	0.577 **	0.411 **	
No. of Flower stalks	0.556 **	0.408 **	0.759 **

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(**:P <0.01).

2. 서양금혼초의 Allelopathy 효과

2-1. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 발아실험

서양금혼초의 수용성 추출액에 대한 수용체식물의 발아를 실험한 결과는 레드클로버, 크림슨클로버, 무, 밴트그라스, 상추인 경우 대조구에 비해 발아율이 감소되었으나 수용성 추출액의 농도가 증가함에 따라 순차적으로 발아율이 감소되는 경향을 보이지 않았고 배추, 유채, 들묵새, 도깨비, 서양금혼초인 경우 수용성 추출액의 농도가 증가함에 따라 발아율이 순차적으로 감소되는 경향 보였다. 특히 수용체 식물 중 들묵새, 도깨비바늘, 서양금혼초인 경우 25%부터 거의 발아가 안 될 정도로 발아율이 대조구에 비해 현저하게 떨어지는 것을 볼 수 있었고 수용체식물중에 따라 발아 억제 정도의 차이는 보이고 있는 것으로 나타났다(Fig. 3, Fig. 4).



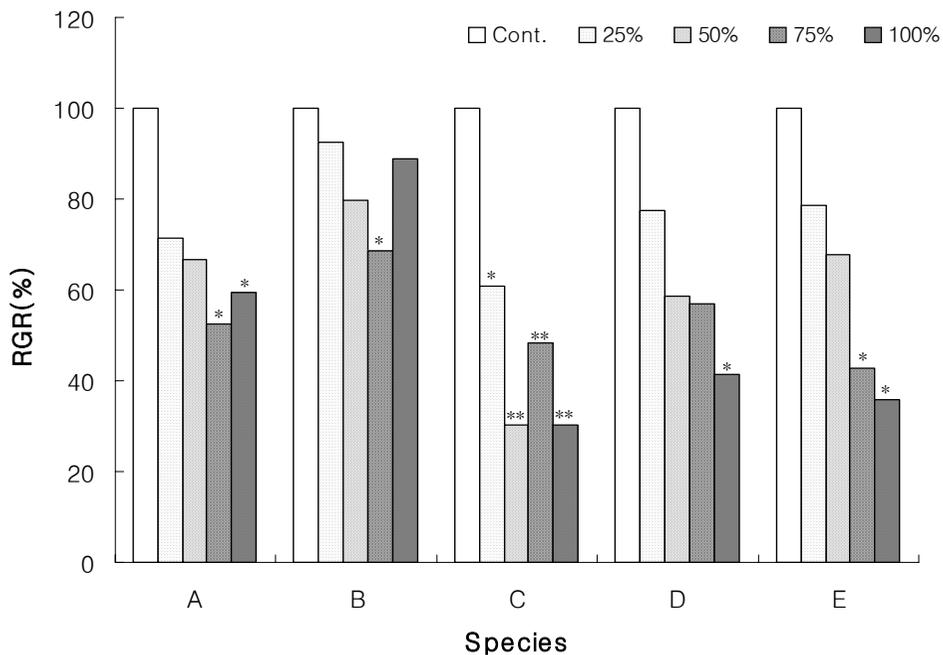


Fig. 3. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in Petri dishes at different concentrations of *Hypochoeris radicata* L. extracts.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species : A, *Trifolium pratense*; B, *Trifolium incarnatum* ; C, *Raphanus sativus* var. *hortensis* for. *acanthiformis*; D, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* ; E, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*

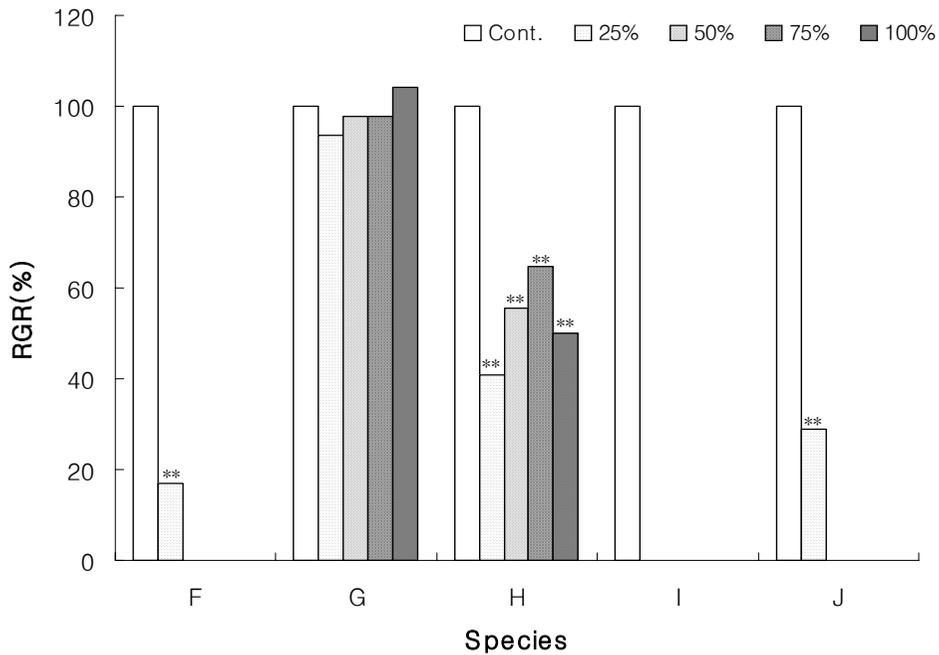


Fig. 4. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in Petri dishes at different concentrations of *Hypochoeris radicata* L. extracts.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species: F, *Festuca myuros* ; G, *Agrostis stolonifera* subsp. *stolonifera* ; H, *Lactuca sativa* ; I, *Bidens bipinnata* ; J, *Hypochoeris radicata*

2-2. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 유식물의 생장

서양금혼초의 수용성 추출액에서 유식물의 부위별 생장을 실험한 결과 대부분의 수용체 식물의 상배축(上胚軸)과 유근의 생장은 대조구에 비해 생장이 감소하였고 농도가 증가함에 따라 생장이 감소되는 경향을 보였으며 유근이 상배축(上胚軸)에 비해 억제정도가 큰 것으로 나타났다(Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8) 따라서 서양금혼초의 수용성 추출액에 대한 유식물의 전체적인 생장은 대조구에 비해 억제하는 경향을 보였으면 억제의 정도는 유식물의 종류에 따라 다르게 나타났다(Fig. 9, Fig. 10)



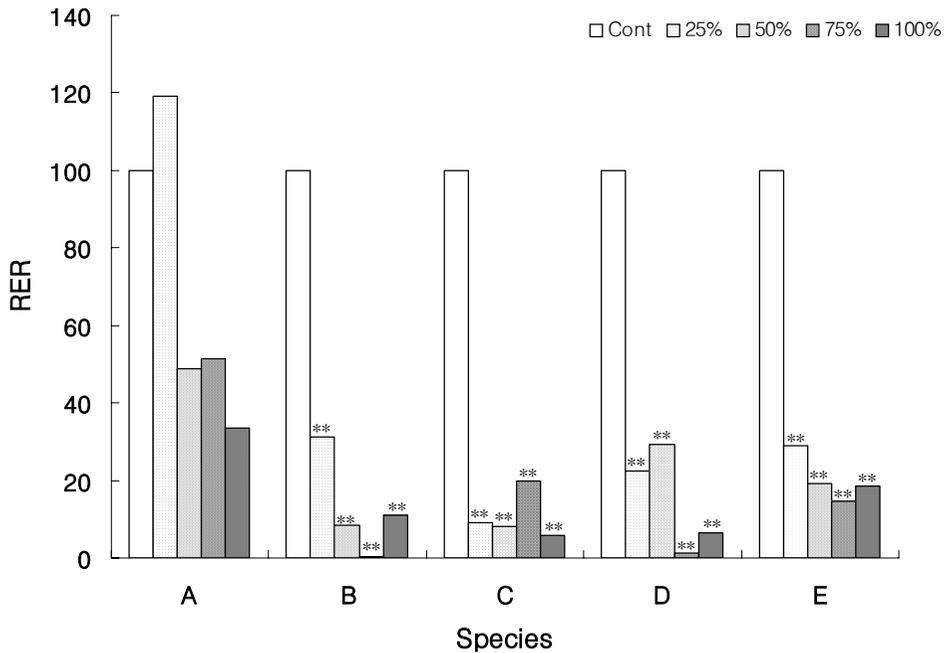


Fig. 5. Effects of various concentrations of *Hypochoeris radicata* L. extracts on shoot grown(% of control, RER) of receptor plants. Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species : A, *Trifolium pratense*; B, *Trifolium incarnatum* ; C, *Raphanus sativus* var. *hortensis* for. *acanthiformis*; D, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* ; E, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*

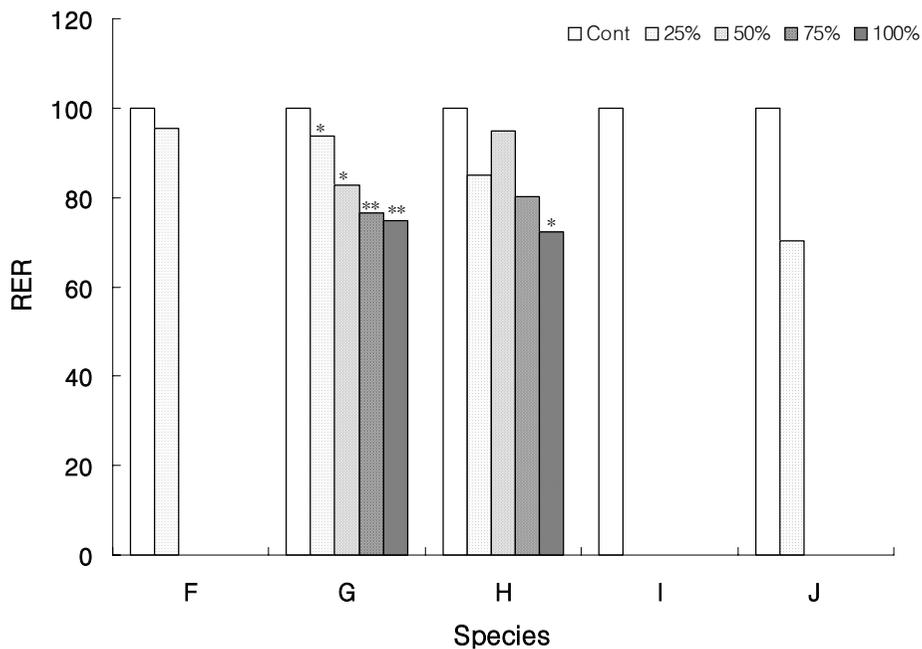


Fig. 6. Effects of various concentrations of *Hypochoeris radicata* L. extracts on shoot grown(% of control, RER) of receptor plants. Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species: F, *Festuca myuros* ; G, *Agrostis stolonifera* subsp. *stolonifera* ; H, *Lactuca sativa* ; I, *Bidens bipinnata* ; J, *Hypochoeris radicata*

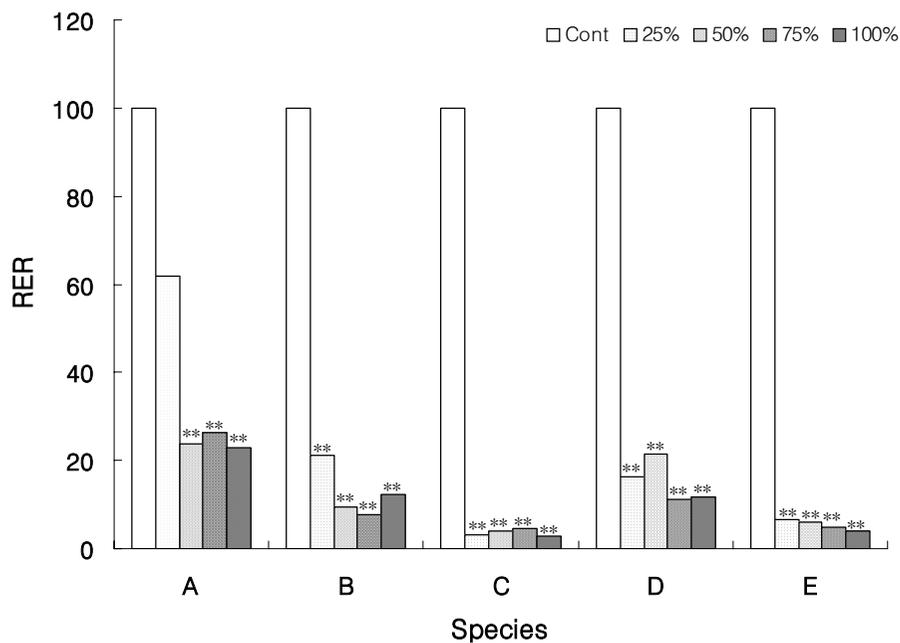


Fig. 7. Effects of various concentrations of *Hypochoeris radicata* L. extracts on radicle grown(% of control, RER) of receptor plants.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species as in Fig. 5.

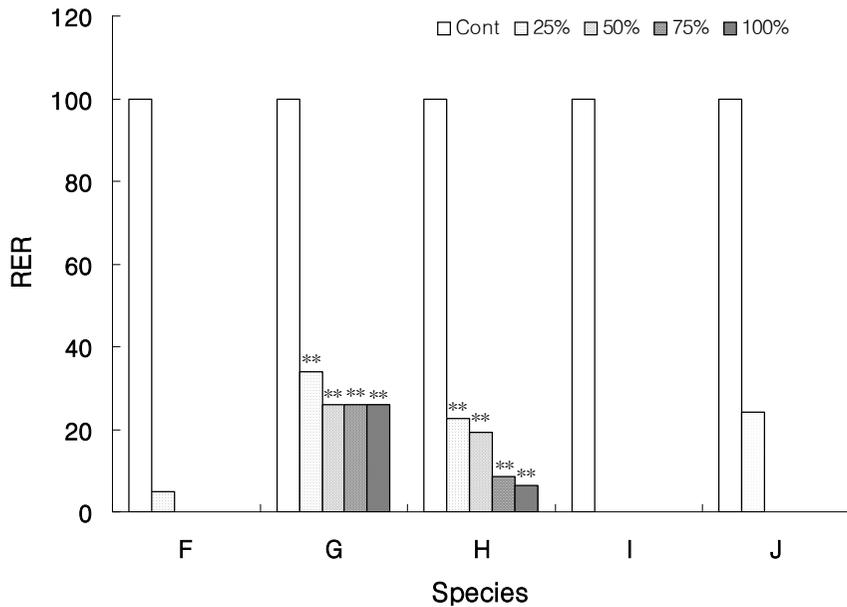


Fig. 8. Effects of various concentrations of *Hypochoeris radicata* L. extracts on radicle grown(% of control, RER) of receptor plants.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species as in Fig. 6.

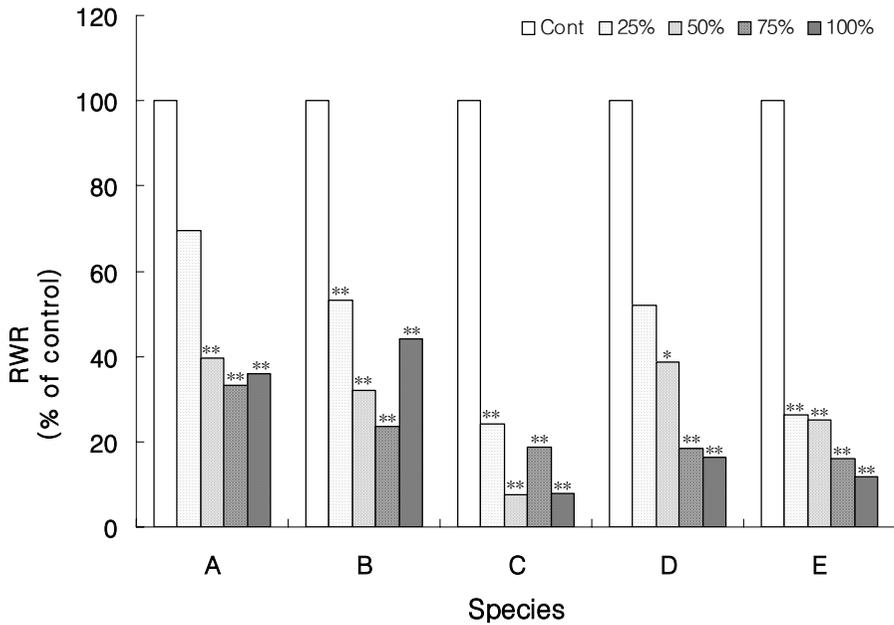


Fig. 9. Fresh weight(% of control, RWR) of receptor plants grown in Petri dishes at different concentrations of *Hypochoeris radicata* L. extracts.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: P < 0.05; **:P < 0.01).

Key to species as in Fig. 5.

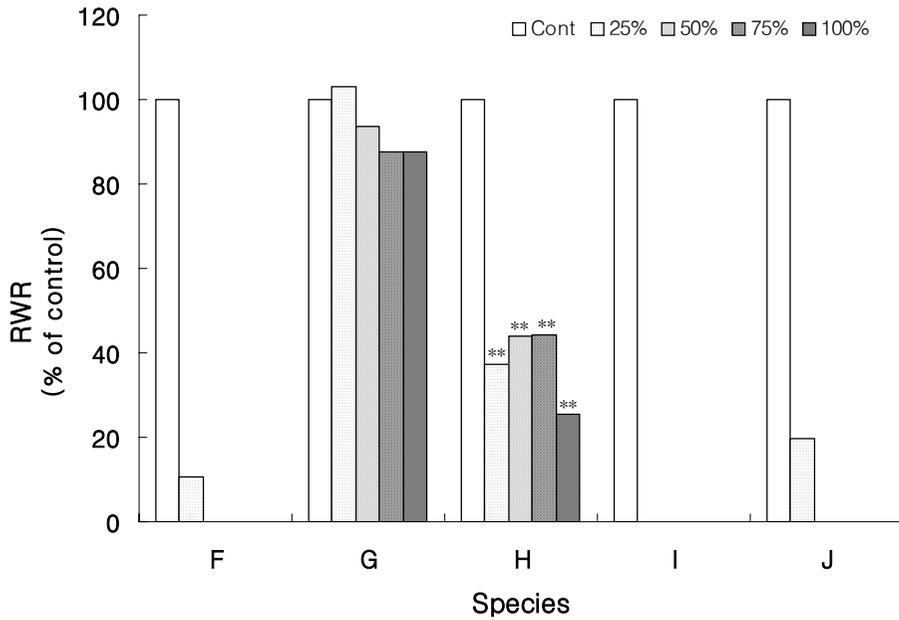


Fig. 10. Fresh weight(% of control, RWR) of receptor plants grown in Petri dishes at different concentrations of *Hypochoeris radicata* L. extracts.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: P <0.05; **:P <0.01).

Key to species as in Fig. 6.

2-3. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 뿌리털의 발달

서양금혼초의 수용성 추출액에 대한 수용체 식물의 뿌리털을 관찰한 결과 추출액의 농도가 증가함에 따라 수용체식물의 생장억제 정도의 차이를 보였지만 뿌리털의 발달은 농도가 증가함에 따라 단위면적당 뿌리털의 수, 뿌리털의 길이가 순차적으로 억제가 되는 경향성을 볼 수 있었다(Fig. 11-20), 특히 벤트그라스의 경우 100%까지 모두 뿌리털의 발달을 관찰할 수 있었지만 농도가 증가함에 따라 단위면적당 뿌리털의 수와 길이가 줄어드는 것을 확인할 수 있었고, 들묵새 경우 25% 추출액에서부터 뿌리털의 발달이 심하게 억제 되는 것으로 나타났다.



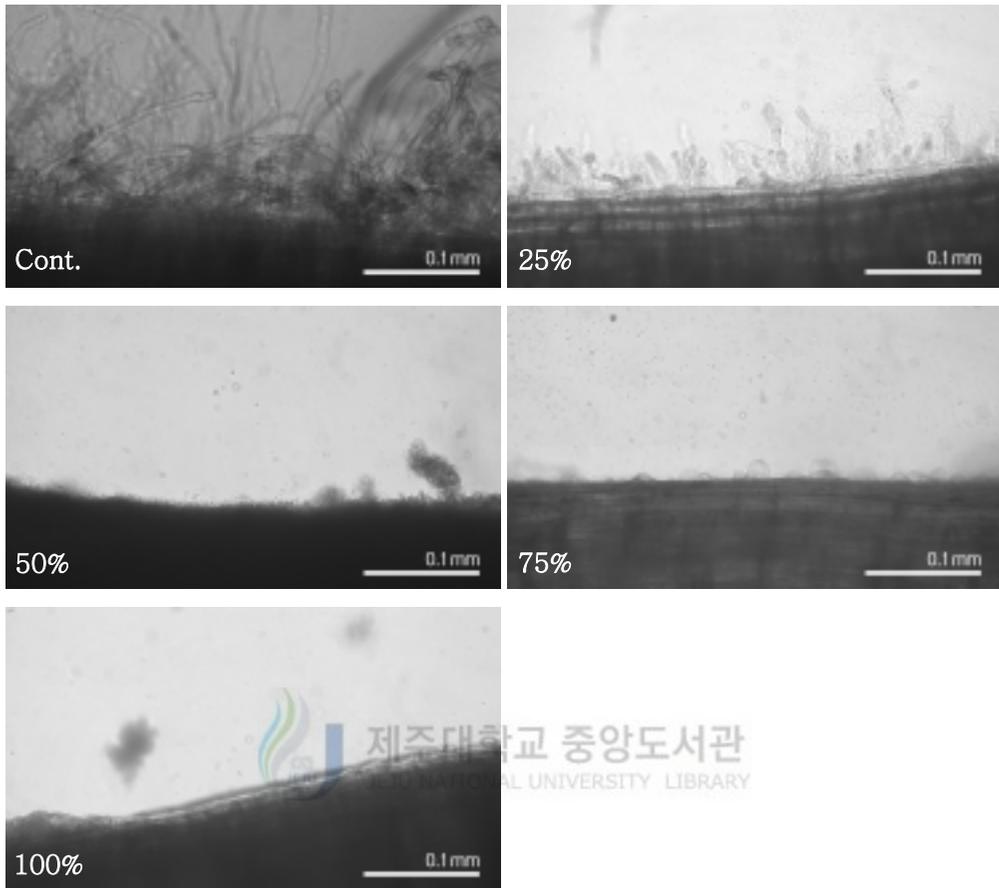


Fig. 11. Development of *Trifolium pratense* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

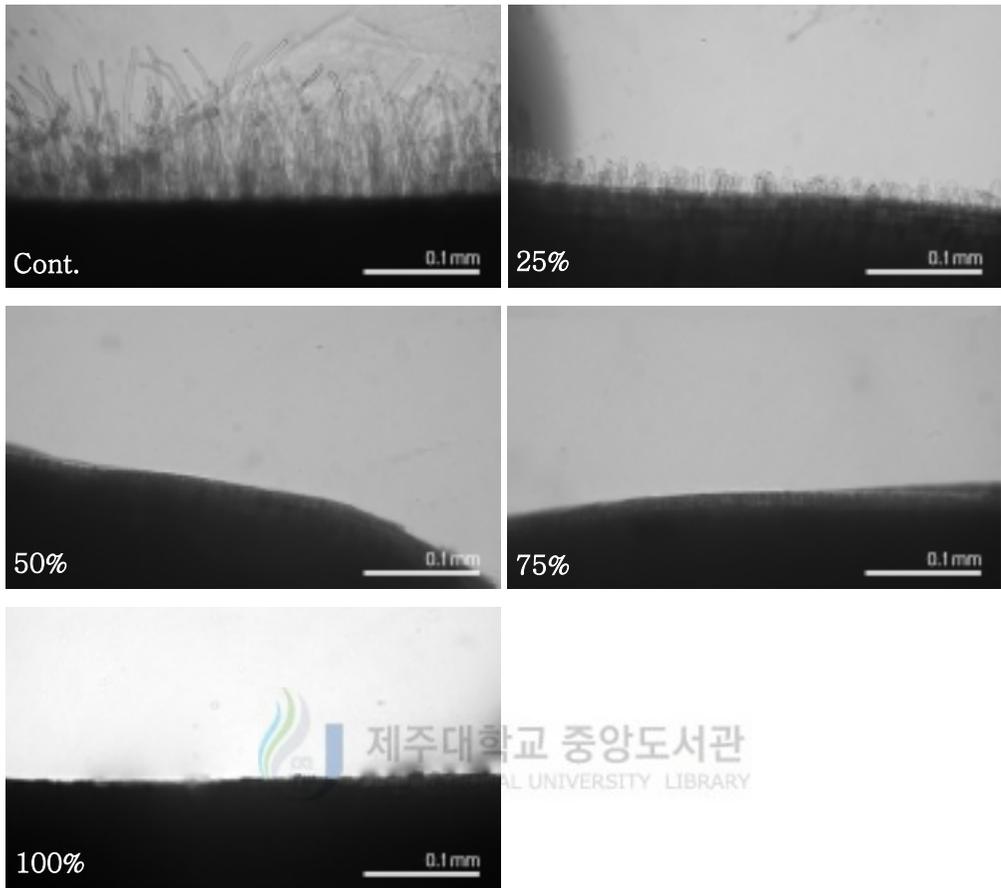


Fig. 12. Development of *Trifolium incarnatum* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

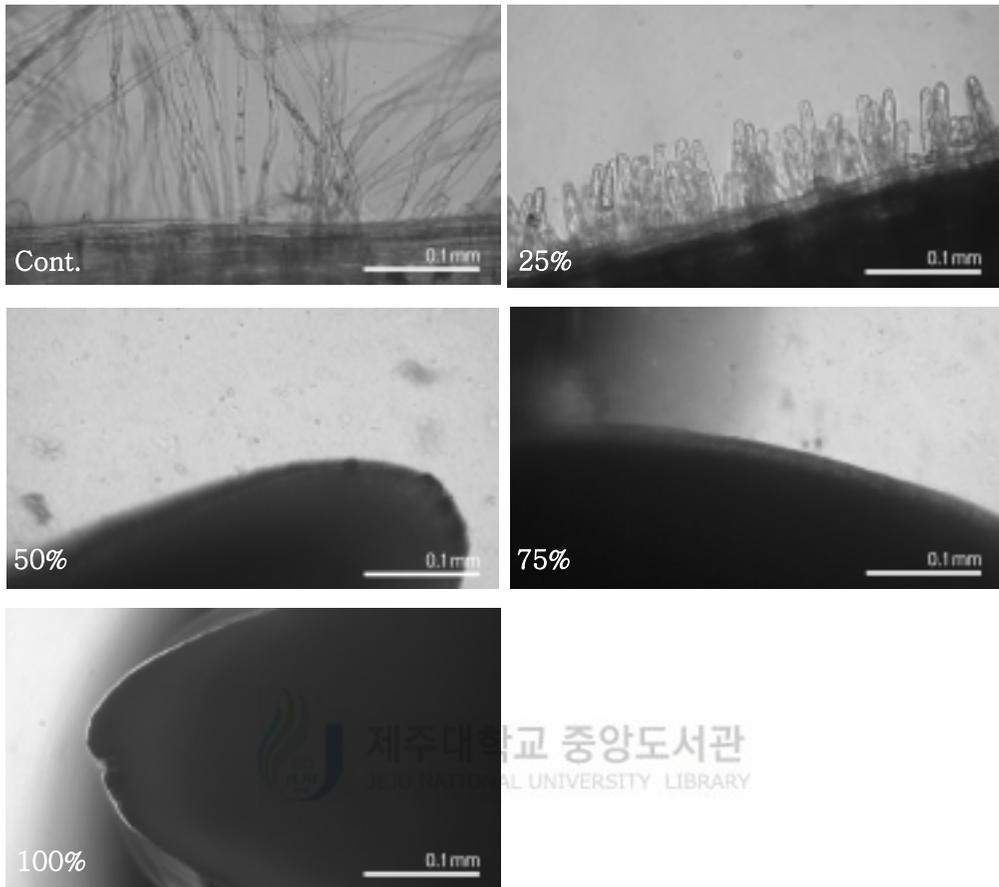


Fig. 13. Development of *Raphanus sativus* var. *hortensis* for. *acanthiformis* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

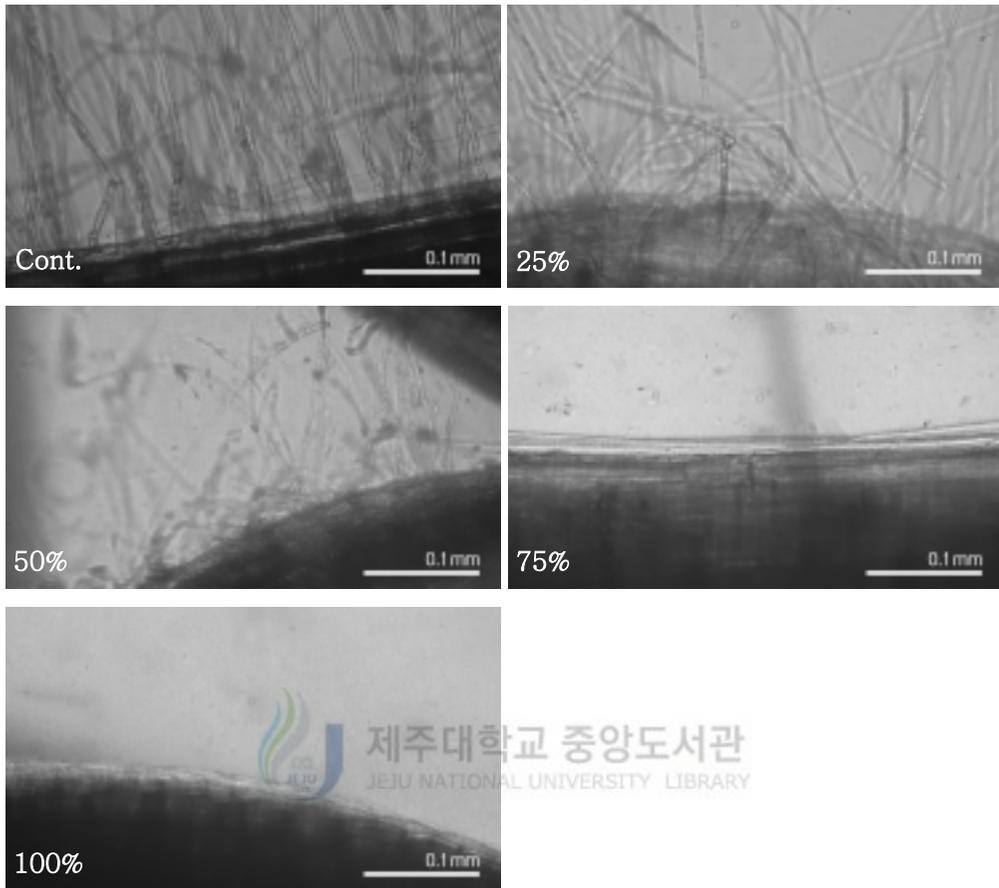


Fig. 14. Development of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

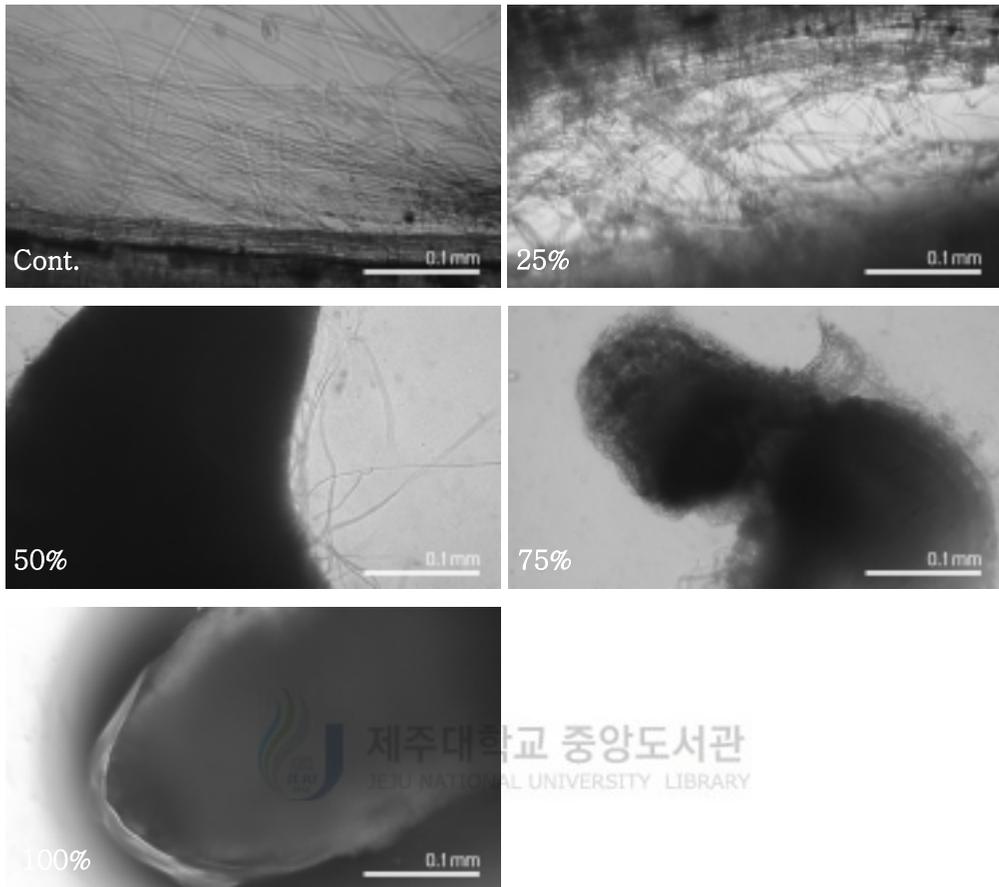


Fig. 15. Development of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

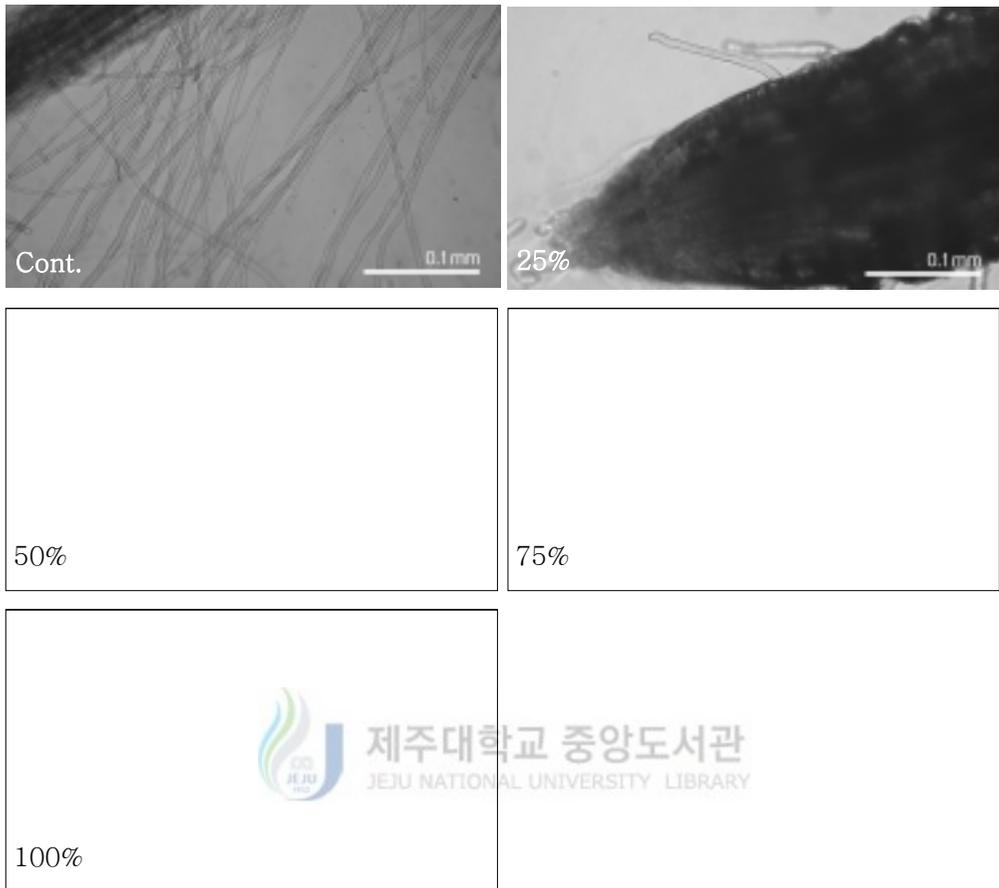


Fig. 16. Development of *Festuca myuros* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

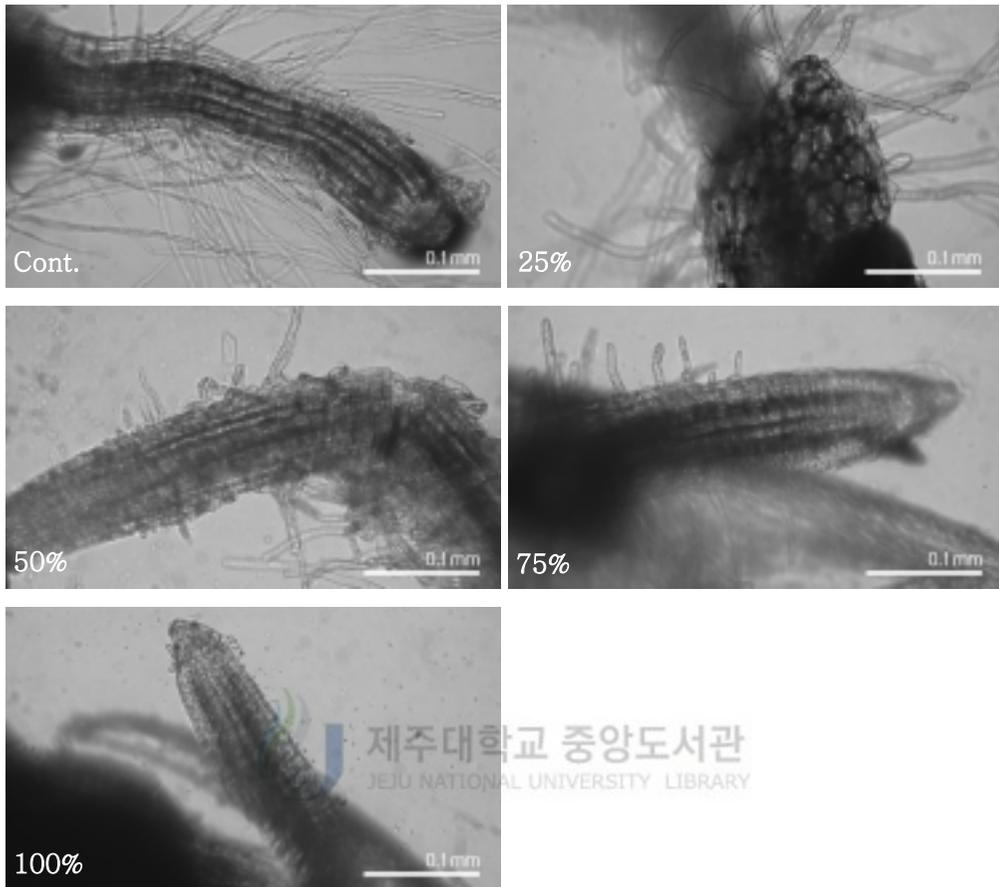


Fig. 17. Development of *Agrostis stolonifera* subsp. *stolonifera* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

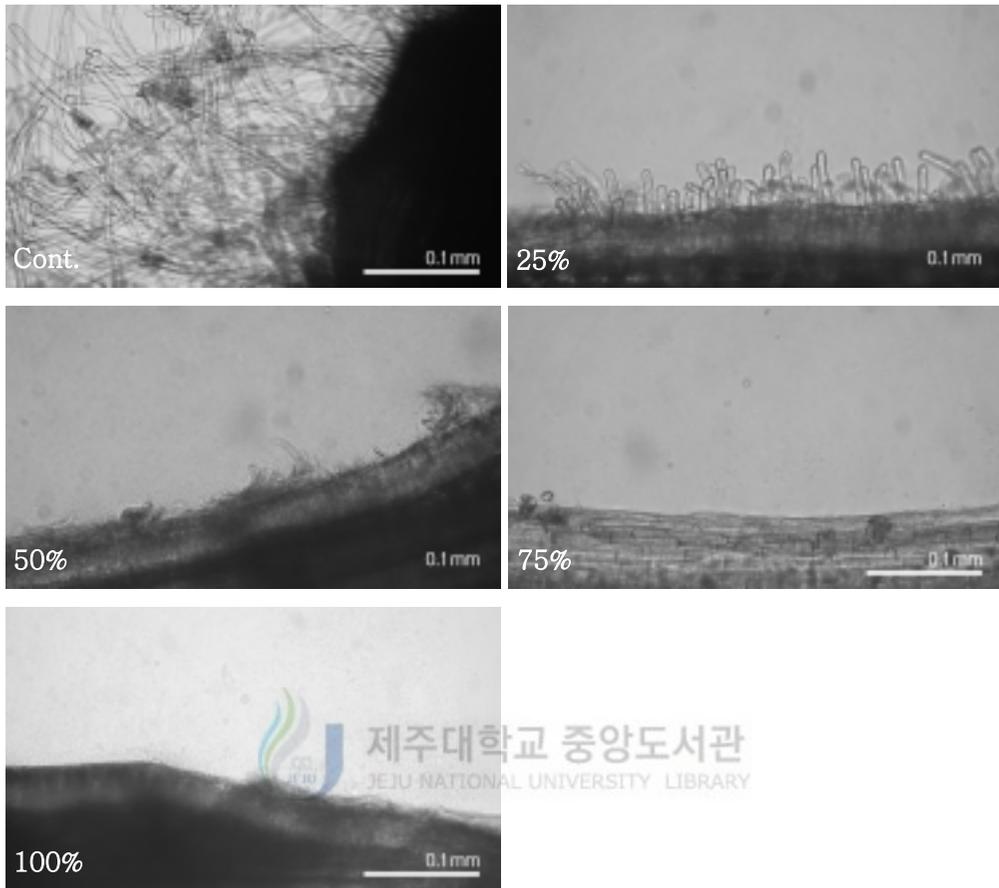


Fig. 18. Development of *Lactuca sativa* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.



Fig. 19. Development of *Bidens bipinnata* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

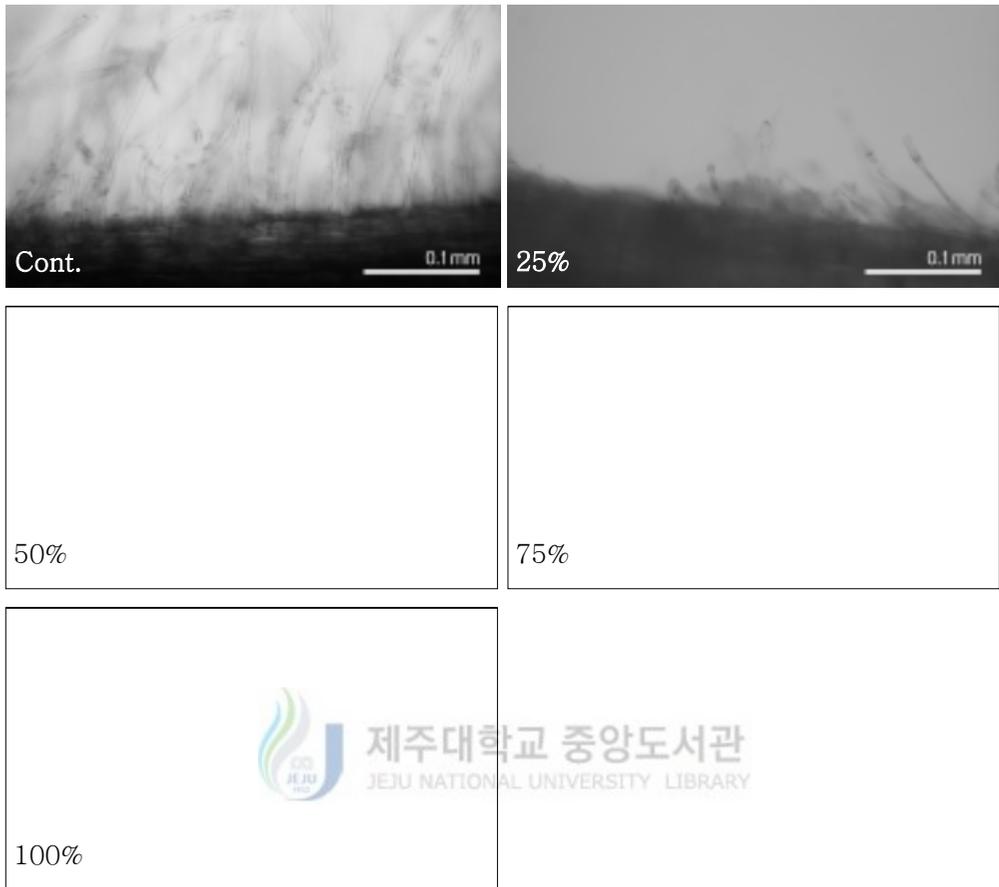


Fig. 20. Development of *Hypochoeris radicata* root hairs treated with different concentrations of *H. radicata* L. aqueous extracts.

2-4. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 성장실험

서양금혼초의 수용성 추출액에서의 성장결과는 수용체식물 중에 따라 대조구에 비해 농도가 증가함에 따라 지상·지하부의 길이 성장억제는 규칙적으로 나타나지 않으나 지상·지하부의 건중량은 농도가 높아지면 반비례적으로 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 지상부와 지하부의 생장의 억제 정도를 비교하면 지하부가 지상부보다 신장이 많은 억제를 받는 것으로 나타났다(Fig. 21-26, Table 4, Table 5). 특히 개자리인 경우 대조구에 비해 100%구에서는 식물체가 고사하는 형태가 나타났다(Fig. 27).



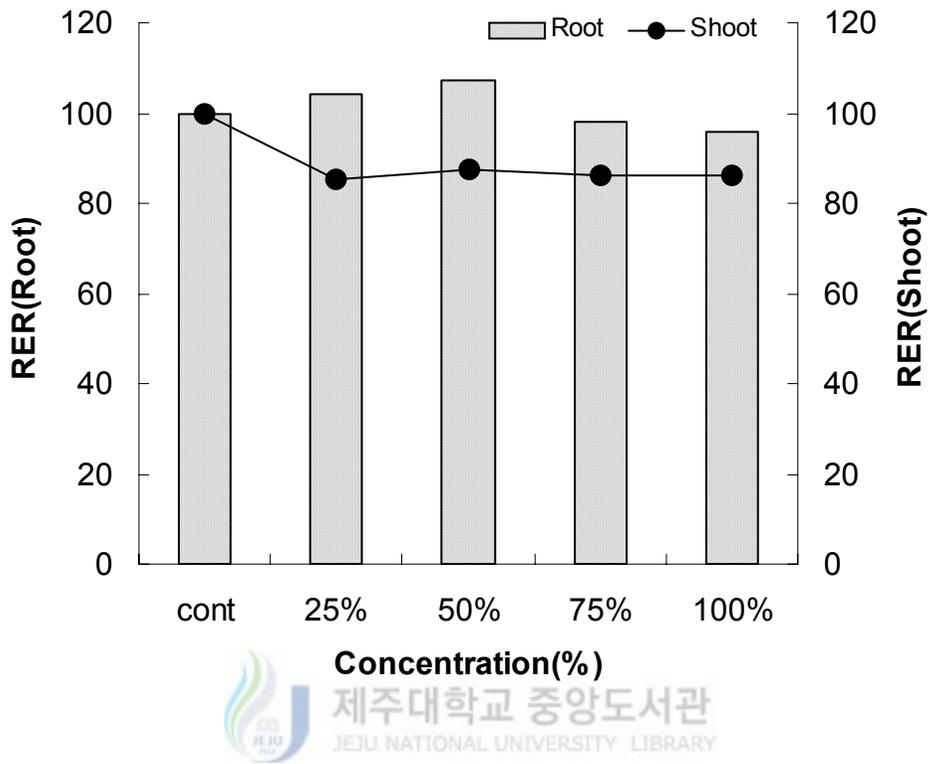


Fig. 21. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of *Capsicum annuum* grown in pot at different concentrations of *H. radicata* L. extracts.

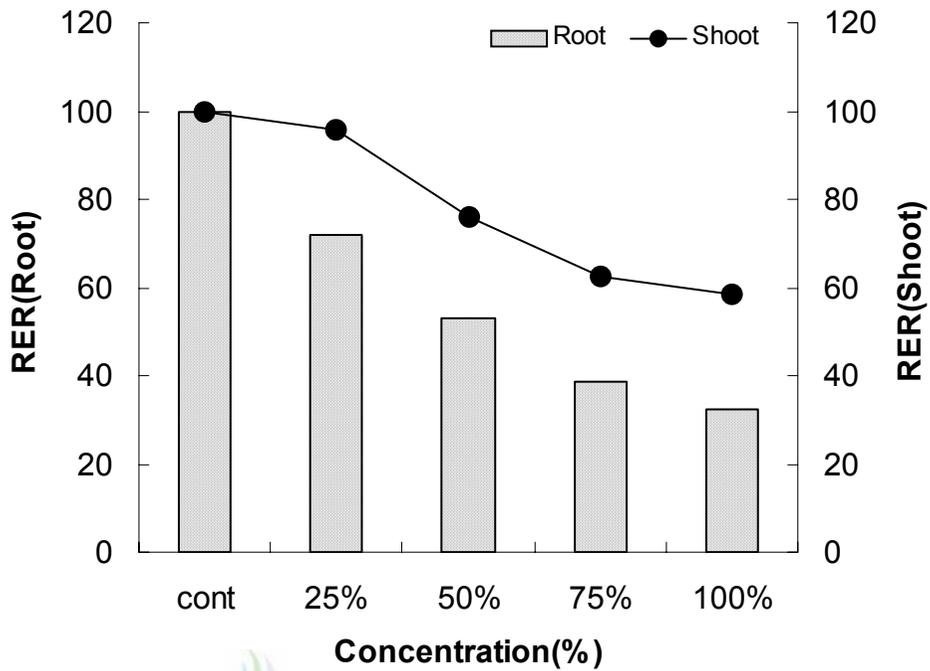


Fig. 22. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of *Medicago hispida* grown in pot at different concentrations of *H. radicata* L. extracts.

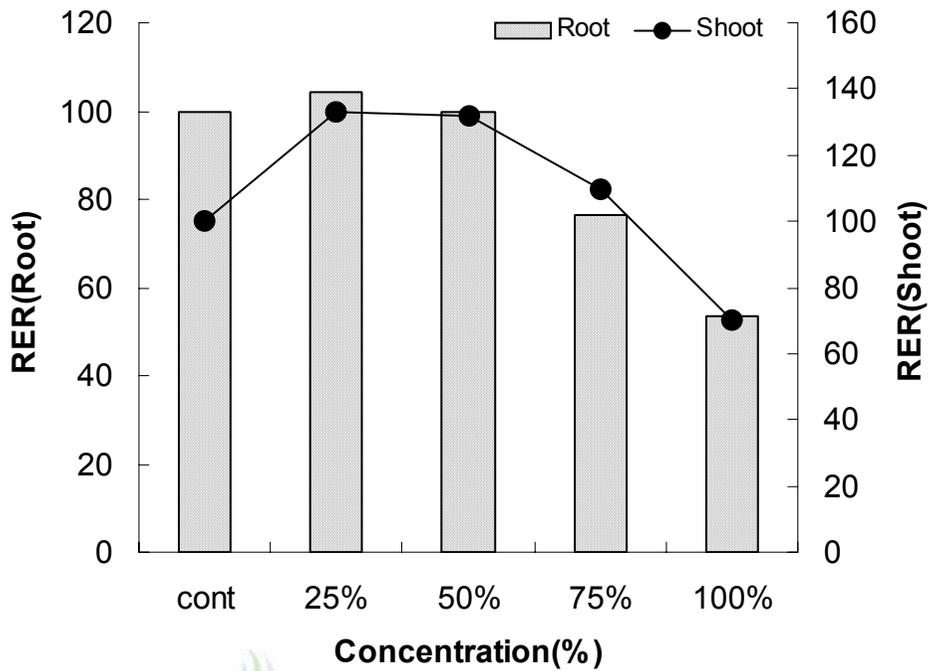


Fig. 23. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of *Persicaria blumei* grown in pot at different concentrations of *H. radicata* L. extracts.

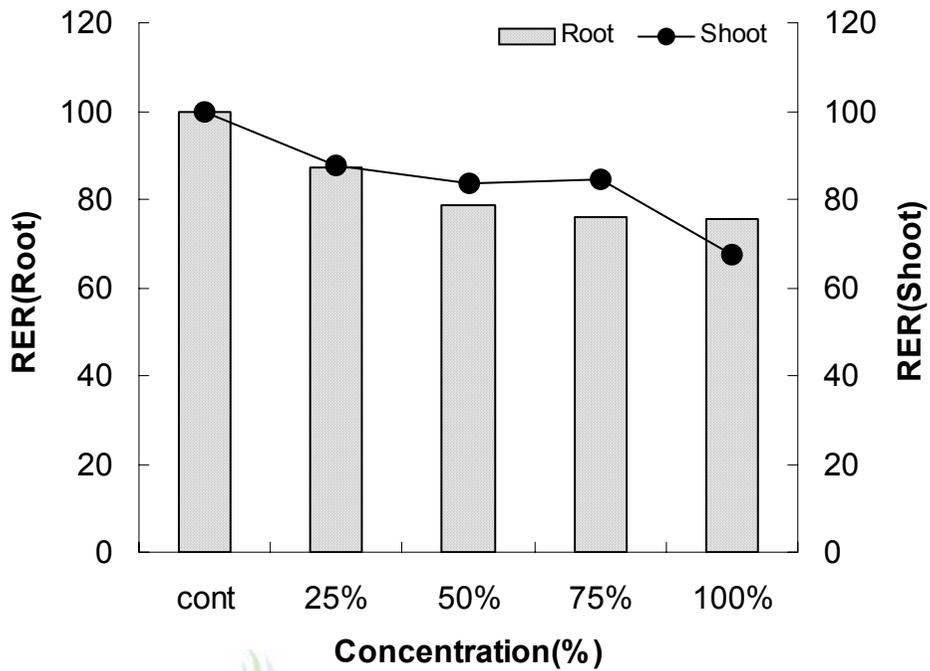


Fig. 24. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* grown in pot at different concentrations of *H. radicata* L. extracts.

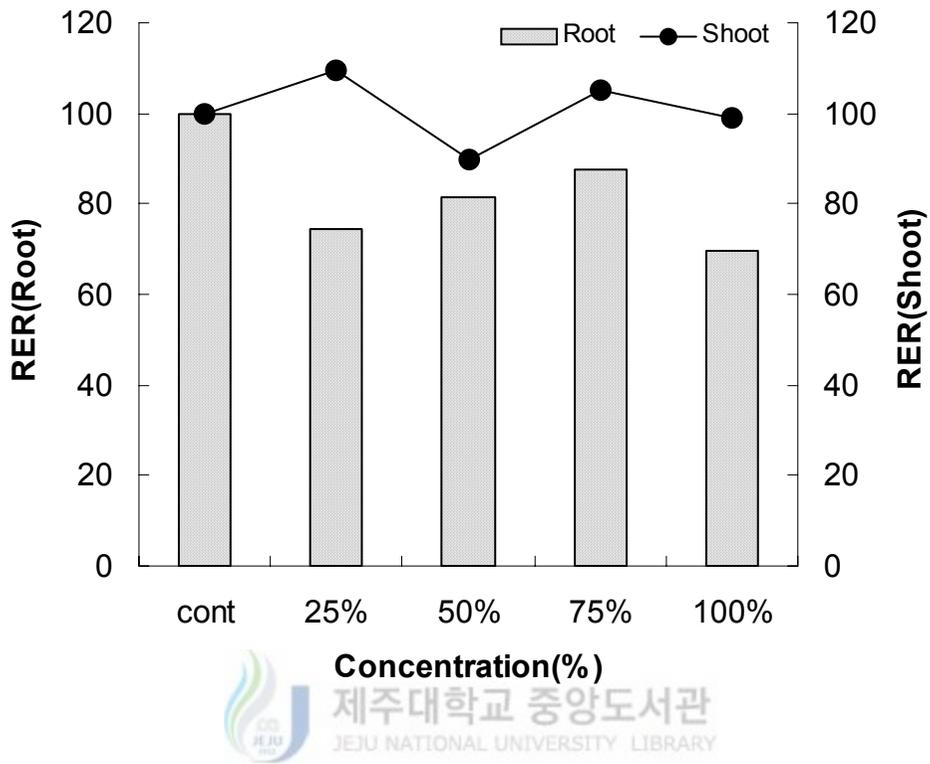


Fig. 25. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of *Bidens bipinnata* grown in pot at different concentrations of *H. radicata* L. extracts.

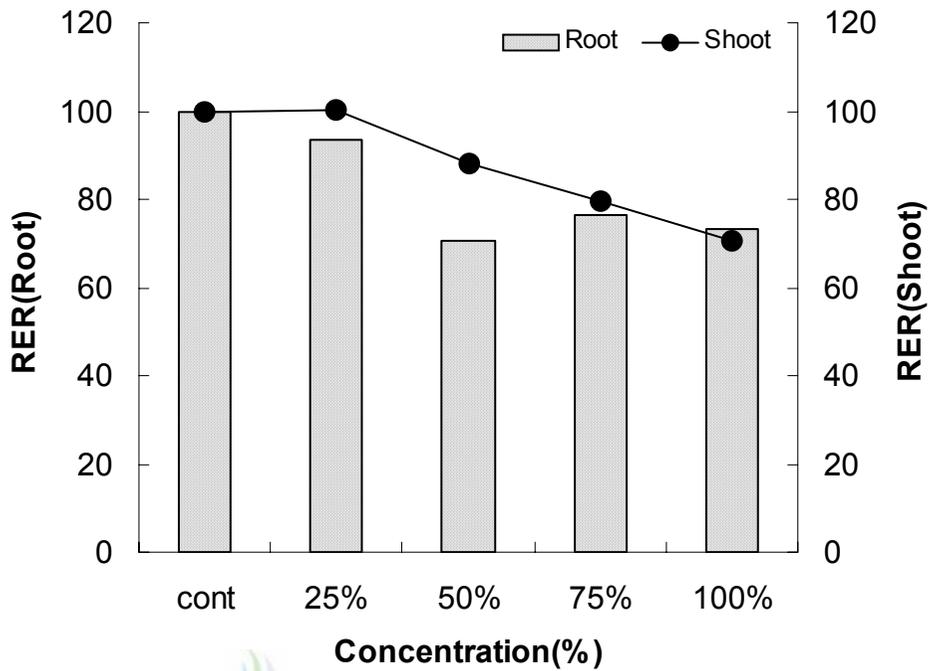


Fig. 26. Relative shoot and root elongation ratio(RER) of *Hypochoeris radicata* L. grown in pot at different concentrations of *H. radicata* L. extracts.

Table 4. Dry weight(mg) of receptor plants on shoot grown at different concentrations of *Hypochoeris radicata* L. aqueous extracts.

Species	Control	Concentration(%)			
		25%	50%	75%	100%
<i>Capsicum annuum</i>	0.54±0.013	0.33±0.009 **	0.37±0.005 **	0.36±0.002 **	0.34±0.028 **
<i>Medicago hispida</i>	0.18±0.060	0.12±0.008	0.09±0.022 *	0.05±0.008 **	0.05±0.001 **
<i>Persicaria blumei</i>	1.03±0.079	0.83±0.064 *	0.83±0.060 *	0.51±0.050 **	0.24±0.038 **
<i>Brassica campestris subsp. napus var. nippo-oleifera</i>	1.43±0.134	1.02±0.113 **	1.34±0.075	1.47±0.057	1.09±0.063 *
<i>Commelina communis</i>	0.72±0.110	0.72±0.107	0.59±0.086	0.83±0.103	0.67±0.220
<i>Bidens bipinnata</i>	0.98±0.130	0.76±0.070 *	0.69±0.022 **	0.58±0.038 **	0.50±0.008 **
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.92±0.006	0.83±0.042	0.59±0.063 **	0.54±0.111 **	0.54±0.025 **

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: P <0.05; **:P <0.01).

Table 5. Dry weight(mg) of receptor plants on root grown at different concentrations of *Hypochoeris radicata* L. aqueous extracts.

Species	Control	Concentration(%)			
		25%	50%	75%	100%
<i>Capsicum annuum</i>	0.20±0.004	0.12±0.004**	0.13±0.009**	0.13±0.007**	0.12±0.002**
<i>Medicago hispida</i>	0.09±0.019	0.05±0.007**	0.04±0.006**	0.05±0.008*	0.03±0.001**
<i>Persicaria blumei</i>	0.42±0.010	0.37±0.033	0.29±0.021**	0.17±0.012**	0.09±0.016**
<i>Brassica campestris</i> subsp. napus var. <i>nippo-oleifera</i>	0.37±0.038	0.41±0.050	0.30±0.020	0.26±0.010*	0.12±0.008**
<i>Commelina communis</i>	0.41±0.123	0.19±0.034*	0.15±0.055*	0.18±0.43*	0.15±0.63*
<i>Bidens bipinnata</i>	0.20±0.026	0.16±0.014	0.13±0.001**	0.14±0.007**	0.10±0.007**
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.44±0.016	0.15±0.017**	0.13±0.006**	0.12±0.031**	0.14±0.021**

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA*: P <0.05; **:P <0.01).

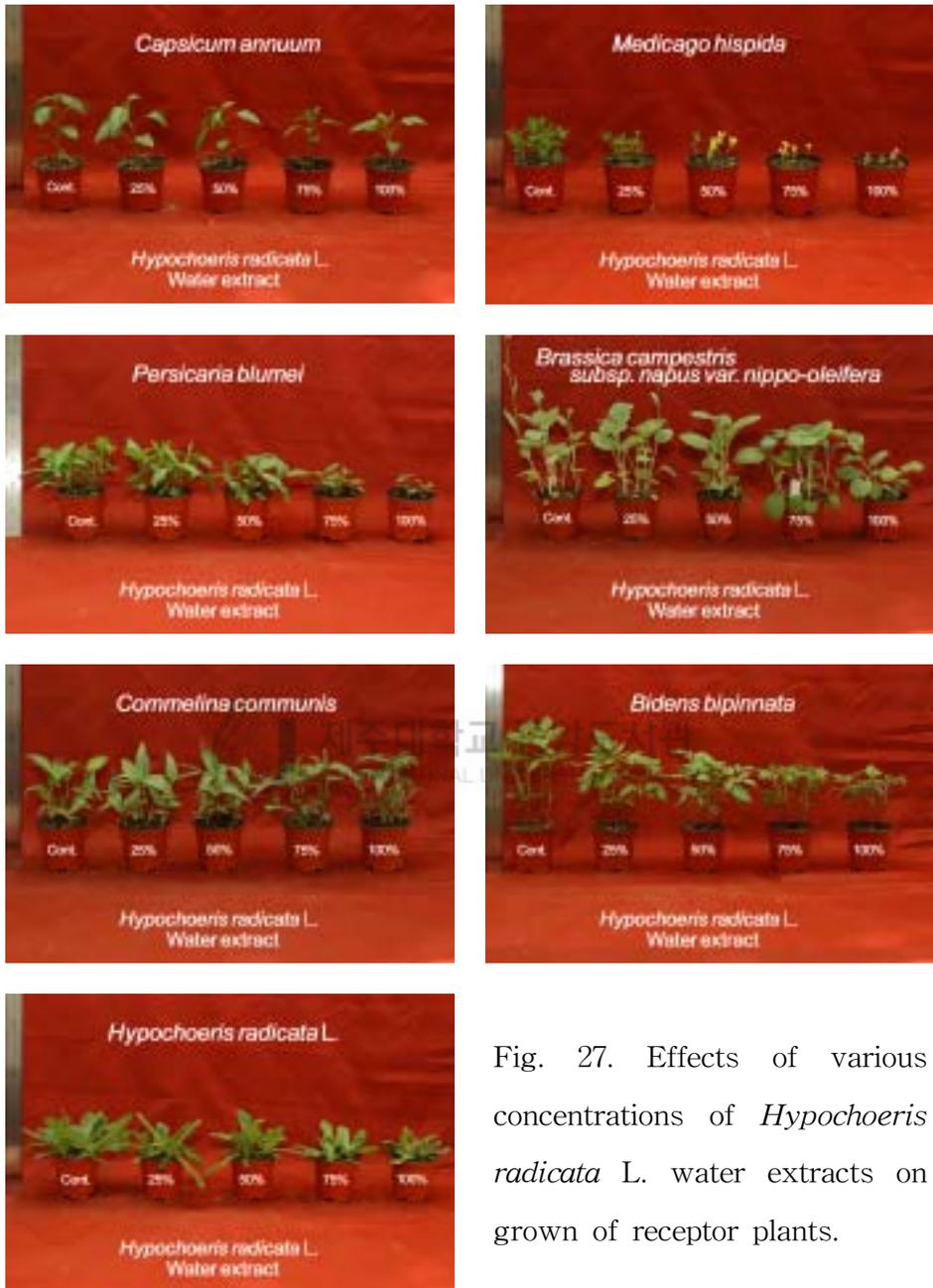


Fig. 27. Effects of various concentrations of *Hypochoeris radicata* L. water extracts on grown of receptor plants.

2-5. 서양금혼초의 수용성 추출액에서의 미생물 성장실험

서양금혼초의 수용성 추출액 대한 곰팡이 성장 실험을 한 결과 *Pythium*속, *Phytophthora*속에 속하는 실험곰팡이인 경우 서양금혼초의 수용성 추출액의 농도가 높아짐에 따라 반비례적으로 성장이 억제되는 경향으로 나타났으며, 이중 *Pythium graminicola*와 *Pythium, vanterpoolii*는 대조구에 비해 100%구에서 각각 7%, 12%로 성장이 전혀 일어나지 않는 것으로 나타났다. 반면 *Rhizoctonia*속인 경우 농도가 높아짐에 따라 생장이 감소되는 경향이 없는 것으로 분석되었으며 이중 *Rhizoctonia cerealis*인 경우 특이적으로 농도가 높아짐에 따라 생장이 촉진되는 경향을 보였다(Fig. 28-30). 따라서 실험곰팡이의 종류에 따라 수용성추출액에 대해 억제정도가 다양하게 나타났다.



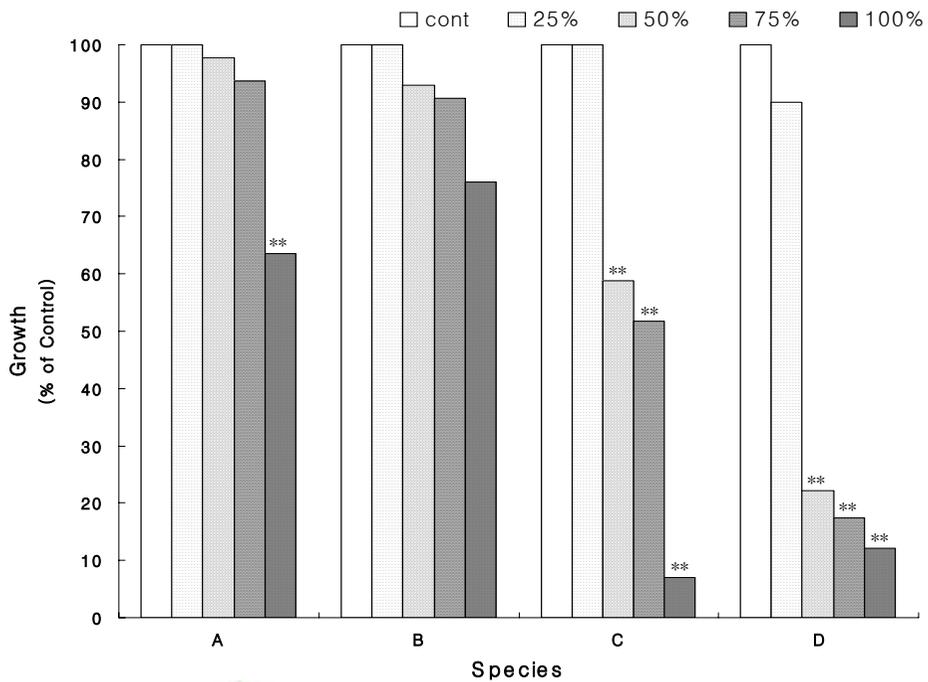


Fig. 28. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentration of *H. radicata* L. extracts.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species: A, *Pythium ultimum*; B, *Pythium aphanidermatum*; C, *Pythium graminicola*; D, *Pythium vanterpoolii*

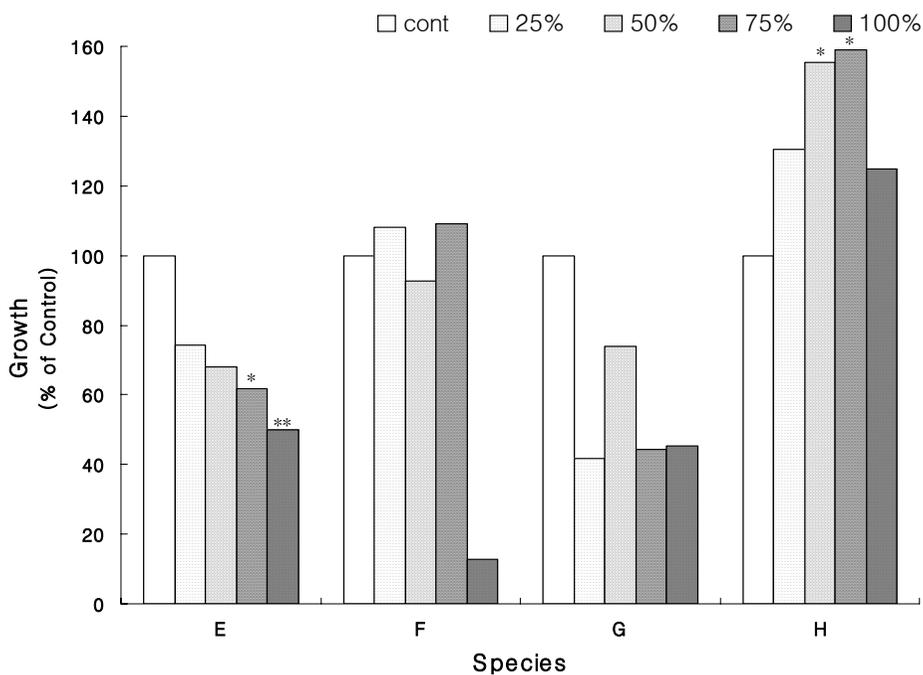


Fig. 29. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentration of *H. radicata* L. extracts.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species: E, *Rhizoctonia solani* AG-2-2; F, *Rhizoctonia solani* AG-1 1A; G, *Rhizoctonia solani* AG-1 1B; H, *Rhizoctonia cerealis*

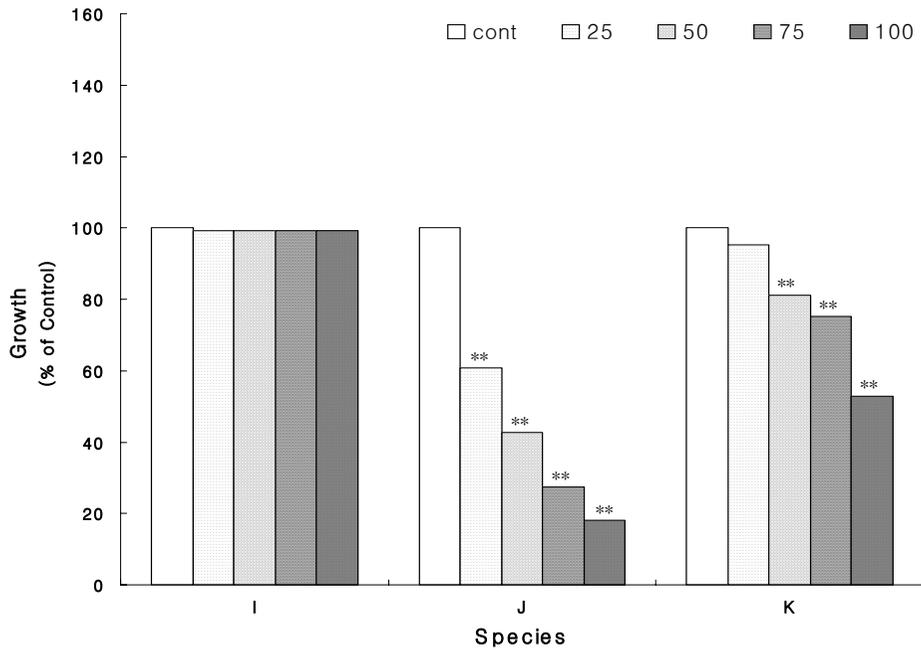


Fig. 30. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentration of *H. radicata* L. extracts.

Means are significantly different according to Scheffe's methods in one way ANOVA(*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$).

Key to species: I, *Diaporthe citri*; J, *Phytophthora infestans*; K, *Phytophthora capsici*

IV. 고찰

우리나라에 분포하는 귀화식물은 국화과 23.9%, 벼과 17%로 높은 비율을 나타내며 발아조건에 광역성, 무성생식에 의한 번식수단과 성장, 개화의 신속성, 확산과 적응의 광역성 등으로 인해 전국적으로 넓게 확산되고 있다 (Newsome and Noble, 1986; Aber et al., 1991; Given 1994). 그 중 제주도에 분포하는 귀화식물 중 분포역이 날로 확산되는 서양금혼초의 번식수단은 종자번식과 영양번식을 하는데 이 중 영양번식은 선행연구를 보면 시기가 지남에 따라 노화된 서양금혼초의 한 클론(clone)에서 지상부가 3개 이상이 되었을 때 독립적으로 중앙부가 나누어지는 split현상(Fig. 2)이 일어나 영양번식을 한다고 한다(Michiko *et al.*, 2006).

따라서, 선행연구와 관련하여 본 조사에서는 예초지역과 비예초지역간의 지상부수를 비교한 결과 예초지역인 경우 지상부수 4.68 ± 1.66 개, 비예초지역의 지상부수 1.45 ± 0.35 개 조사되었는데 이는 예초지역에서 현재 split현상이 일어나 많은 영양번식을 하는 것으로 판단이 되며 또한 예초지역의 지상부 직경(22.93 ± 1.38 cm)과 화주 수(13.60 ± 6.98 개)도 비예초지역 보다 높게 나타나 서양금혼초를 예초함에 따라 더 많은 종자결실을 유도하여 분포역이 확산되는 것으로 추정된다.

군집 내에서 식물체는 다른 식물과 적극적, 소극적 또는 중간관계로 상호작용을 하는데, 이웃하는 식물과 연합하여 사는 상태에서 나타나는 부정적인 효과를 간섭(interference)이라고 한다. 경쟁의 잠재적인 원인은 allelopathy, allelopathy, allelomediation이 있다(Muller, 1969).

Allelopathy 효과는 식물들의 가지고 있는 화학물질을 방산함에 따라 다른 수용체 식물들의 유근생장, 종자발아를 억제하는 것을 볼 수 있다(Muller, 1969).

서양금혼초는 군락을 이루는데 특히 출현 종 중 콩과인 토끼풀은 잔디밭의 서양금혼초 등의 경쟁에서는 3년이 경과 후 현저하게 토끼풀의 피도는 감소하는 것으로 알려져 있고 Aarssen(1981)는 서양금혼초의 격리된 군락지를 가짐에 따라 타식물체에 대해 allelopathy효과와 자가독성 (autotoxin)을 가지고 있다고 판단하고 있다.(Ridley, 1930). 이는 서양금혼초가 타식물체에게 allelopathy효과가 있음을 가정할 수 있다. 따라서 서양금혼초의 수용성추출액의 allelopathy효과를 위해 농도와 양을 달리하여 수용체 식물에게 처리하여 발아실험을 실시하였다.

서양금혼초의 추출액이 수용체식물에게 주는 영향은 본 실험 결과에서 보는 바와 같이 서양금혼초에 들어있는 allelochemicals가 각각의 수용체 식물에게 서로 다른 영향을 주는 것으로 나타났다.

김(2002)은 서양금혼초의 수용성 추출액을 100%로 하고 증류수로 희석하여 각 농도(0, 25, 50, 75, 100%)별로 각 작물 10종에 대한 종자발아실험과 뿌리털 발달 실험결과 발아억제효과와 초기생장실험에서는 생장억제효과인 상호대립억제작용이 통계학적 유의성이 인정된다고 하며 또한 같은 과에 속하는 *Artemisia*속 중의 *A. tridentata*의 잎 수용추출액은 다른 여러 가지 식물의 발아를 촉진 또는 억제하며(Hoffman and Hazlett, 1977), *A. princeps*의 뿌리 추출액은 같은 *Artemisia*속의 *A. artemisiifolias*의 종자 발아와 어린 비의 생장을 심하게 억제하고(Numata *et al.*, 1975), *A. capillaris*의 수용추출액도 여러 다른 식물을 촉진 또는 억제한다고 한다.

서양금혼초 수용성추출액은 Fig. 3-4에서 보는 대로 고농도가 될수록 발아율이나 생장률이 억제가 심하게 되는 것을 볼 수 있고, 각각의 수용체식물마다 발아율이나 생장률이 다른 것을 볼 수 있는데 발아율인 경우 들묵새, 도깨비바늘, 서양금혼초의 100%실험구에서 상대발아율(RGR)은 0%이고 이와 반면 뱀트그라스인 경우는 상대발아율(RGR)이 100%이상이 된다. 이 결

과는 Aarssen(1981)이 추정하고 있는 서양금혼초의 자가독성(autotoxin) 대해 입증하는 결과로 나타났다.

Fig. 5-10에서 유식물의 신장율을 보면 Shoot 보다 radicle 부분이 수용성 추출액 농도에 민감하게 반응했다. Fig. 10-20을 보면 control구에 비해 100% 구에서 뿌리털 발달이 심하게 억제되는 것을 볼 수 있는데, 이와 관련된 선행 연구를 보면 *Parthenium*의 수용성추출액은 수용체식물의 뿌리생장을 억제하고(Mersie and Singh, 1987), 수용성추출액 농도의 변화는 뿌리의 생장에 영향을 준다고 한다(Pardates and Dingal, 1988; Hazeborek *et al.*, 1989; Heisey, 1990).

따라서 뿌리털이 발달이 안된다는 것은 토양에서의 착근이 안되어 수분이나 영양분을 흡수할 수가 없어 생장이 억제가 되고 착근이 된다하여도 뿌리의 발달이 빈약하고 식물체의 지상부와 지하부 비율이 균등하지 않아 도복(倒伏)현상이 나타날 것으로 사료된다.

수용체 식물의 발아와 생장의 억제 정도는 종자의 종류, Allelochemicals에 노출된 시간, 농도에 따른다고 한다(Yoo, 1992). 따라서 Fig. 5-10를 보면 서양금혼초의 선행연구의 결과 억제정도가 다르게 나타나는데, 이것은 종자의 종류에 따라 억제정도가 다르기 때문이라고 사료된다.

식물체가 가지고 있는 화학물질을 식물생리활성물질(biological active substance)이라고 하는데, 이것을 크게 2종류로 분류 할 수 있다. 첫째는 식물생장 조절물질로서 식물효소이고, 둘째는 allelopathy현상을 일으키는 물질로 식물의 생장을 촉진하거나 억제하는 allelochemicals와 항균성 물질과 살충성 물질등이 있다(柴田承二, 1978; 山下恭平, 1986; Kim and Lee, 1996)고 한다. Grümer(1961)는 allelopathy의 개념을 미생물에까지 확대하였고 고등식물이 미생물에 미치는 식물성 살균소에 대한 연구를 시작하였고(이와 김, 1999) 본 실험과 관련이 있는 미생물 종류인 *Aspergillus* 종에 관한 연구는

Zent-Meyer(1963)에 의해 시작되었고 국내에서는 박 등(1992)이 *Lithospermum erythrorhizon*의 에탄올 추출액이 *Aspergillus versicolor*와 *Aspergillus parasticus*에 대한 항균력이 있음을 확인하였다. 이들 선행실험 결과와 본 실험 결과의 공통점은 천연화학물질에 대한 항균력이 있다는 사실을 재확인하게 되었다. 또한 *Fusarium oxysporum* f. *pisi*에 대한 내병성이 있는 3품종으로부터 나온 삼출물은 포자의 발아를 억제하는 반면, 병원이 감염되기 쉬운 식물체의 삼출액은 포자의 발아를 촉진한다(Buxton, 1957)고 했다. 따라서 서양금혼초의 수용성 추출액에 대한 미생물의 생장을 실험한 결과 *Pythium*, *Phytophthora*속의 균주인 경우는 서양금혼초의 수용성 추출액의 농도가 높아짐에 따라 생장 억제되는 경향이 보이고 특히 *Pythium graminicola*와 *Pythium vanterpoolii*인 경우 수용성 추출액이 농도가 높아짐에 따라 높은 생장 억제가 되는 것으로 나타났다.

반면, *Rhizoctonia*속 균주인 *Rhizoctonia cerealis*인 경우는 농도가 높아짐에 따라 생장이 촉진되는 것으로 나타났다. 이 결과 서양금혼초의 수용성 추출액은 미생물의 종에 따라 특이적으로 다르게 반응이 나타남을 알 수 있었다.

이들을 종합해보면 서양금혼초 균락지의 예초는 서양금혼초의 Split 현상을 유도하여 더 많은 영양번식과 종자번식을 일으켜 더 큰 균락을 형성하고, 서양금혼초의 allelopathy효과를 나타내는 allelochemicals가 타식물체의 발아, 생장 그리고 미생물 생장 등에 관여하여 제주도내 생태계에서 경쟁적 우위를 점하고 있는 이유로 판단되어져 본 사실은 처음으로 밝혀지게 되었다.

V. 적 요

서양금혼초의 경쟁적 우세원인을 규명하고 제초제와 항균제 등의 자원화 방안 연구에 기초자료로 제공하고자 이 식물의 생육특성과 Allelopathy 효과를 알아보았다.

서양금혼초의 생육특성을 예초지역과 비예초지역간의 지상부수, 지상부 직경과 화주 수를 비교한 결과 예초지역의 지상부수, 지상부의 직경과 화주수가 비예초지역보다 높은 것으로 조사되었고 서양금혼초의 수용성 추출액 대한 레드클로버(*Trifolium pratense*), 들묵새(*Festuca myuros*), 도깨비바늘(*Bidens bipinnata*) 등 실험식물 14종 대해 발아와 생장을 실험한 결과 일반적으로 수용성 추출액의 농도가 증가함에 따라 수용체식물의 발아율, 유식물의 뿌리털, shoot, root의 생장이 억제되었고 수용체식물의 종류와 부위에 따라 억제정도의 차이를 보였다. 또한 서양금혼초의 수용성 추출액에 대한 실험곰팡이의 생장은 *Pythium*, *Phytophthora*속인 경우에만 수용성 추출액의 농도가 높아짐에 따라 생장억제되는 경향을 보인 반면, *Rhizoctonia*속인 경우에는 농도가 높아짐에 따라 생장억제 현상이 뚜렷하지 않았다. 따라서 서양금혼초의 allelopathy 효과는 식물종과 미생물종에 따라 차이를 보인다고 할 수 있다.

이와 같은 결과를 종합하여 보면 서양금혼초의 예초는 서양금혼초의 Split 현상을 유도하여 더 많은 영양번식과 종자번식을 일으켜 더 큰 군락을 형성하고, 서양금혼초에 함유된 allelochemicals에 의해 타식물체의 발아, 생장 그리고 미생물 생장 등에 관여하기 때문에 제주도내 생태계에서 경쟁적 우위를 점하고 있는 것으로 판단된다.

REFERENCE

- 김문홍. 1985. 제주식물도감. 제주도청. p. 438.
- 김찬수. 2005. 제주지역 생태계 위해 외래식물의 분포현황 및 관리방안 연구. 환경기술개발센터 연구보고서.
- 박옥연, 장동석, 조학래. 1992. 자초(Lithospermum erythrorhizon) 추출물의 항균특성. 한국식품영양학회지 21:97-100.
- 양영환, 김문홍. 2002. 제주도 개민들레군락지의 분포와 식생에 관한 연구. 제주도민속자연사박물관, 제주대학교 생명과학과. Korean J.Plant.Res. 15(3)228-230.
- 양영환. 2003. 제주도귀화식물의 분포와 식생에 관한 연구. 제주대학교 박사학위논문. p108.
- 이호준, 김용옥, 1999. Allelochemicals 함유 식물의 향균 효과. Korean J. Ecol. 22(1):51-58.
- 山下恭平. 1986. 生物の生活と生理活性物質. 朝倉書店, pp. 248.
- 柴田承二. 1978. 生物活性天然物質. 醫齒藥出版社, pp. 96-127.
- Aarssen, L. W. 1981. Hypochoeris radicata L. Can, J Sci. 61: 365-381.
- Aber, C.J., D John and J.M. Melillo. 1991. Terrestrial Ecosystems. Saunder College Pub. pp. 315-316.
- Al-Mousawi, A. H. and F. A. G. Al-Naib. 1975. Alleopathic effects of *Eucalyptus microtheca* F. MUELL. J. Univ. Kwait(Sci.) 2:59-66.
- Al-naib, F. A. and E. L. Rice. 1971. Allelopathic effects of *Platanus occidentalis*. Bull. Torrey Bot. Club 98:75-82.
- Buxton, E. W. 1957. Trans Brit. Mycol. Soc. 40:145.
- Chou, C. H. and Z. A. Patrick. 1976. Identification and phytotoxic activity

- of compound during decomposition of corn and rye residues in soil. J. Chem. Ecol. 2:369-387.
- Costilow, R. N. 1981. Biophysical factors in growth. *In*: Manual of methods for general bacteriology. Gerhardt, P. (ed.). pp. 66-78. American Society for Microbiology. Washington, DC.
- Del Moral, R. and C. H. Muller. 1970. The allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis*. Amer. Midl. Nat. 83:254-282.
- Given, D.R. 1994. Alien plants and feral animal. In IUCN(ed.), Principles and Practice of Plant Conservation. Timber Press, pp. 28-31.
- Goel, U., D. B. Saxena and B. Kumar. 1989. Comparative study of allelopathy as exhibited by *Prosopis juliflora* SWARTZ and *Prosopis cineraria* (L.) DRUCE. J. Chem. Ecol. 15:591-600.
- Harrington, H. D. 1954. Manual of the plants of Colorado. Sage Books. Denver. Colo. pp. 666.
- Hazeborek, J. P., S. A. Garrison, and T. Gianfagna. 1989. Allelopathic substances in Asparagus roots : extraction, characterization, and biological activity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(1):152-158.
- Heisey, R. M. 1990. Allelopathic and herbicidal effects of extracts from tree of heaven(*Ailantus altissima*). Amer. J. Bot. 77(5):662-670.
- Horsley, S. B. 1977. Allelopathic interference among plants. II. Physiological modes of action. In H. E. Wilcox and A. F. Hamer(eds.). Proceedings of the 4th Northern American Forest Biology Workshop. School of Continuing Education, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse. pp.93-136.
- Lodhi, M. A. K. 1978. Allelopathic effect of decaying litter of dominant

- trees and their association soil in a lowland forest community. Amer. J. Bot. 65(3):340-344.
- Lorber, P. and W. H. Muller. 1976. Volatile growth inhibitors produced by *Salvia leucophylla*: Effect on seedling root tip ultrastructure. Amer. J. Bot. 63:196-200.
- Mandava, N. B. 1985. Chemistry and biology of allelopathic agents. In A. C. Thompson(ed.). ACS Symposium Series, Vol. 268. The chemistry of allelopathy-Biological interaction among plant. Amer. Chem. Society, Washington, DC. pp. 33-54.
- Michiko doi, Misako ito and Bruce A. auld. 2006. Growth and reproduction of *Hypochoeris radicata* L. Weed Biolog and Management 6. p.18-21
- Muller, C. H. 1969. Allelopathy as a factor in ecological process. Vegetation 18:348-357.
- Muller, C. H. and R. Hauge. 1967. Volatile growth inhibitors produced by *Salvia leucophylla*: Effect on seedling anatomy. Bull. Torrey Bot. Club 94:182-191.
- Newsome, A.E. and I.R. Noble. 1986. Ecological and physiological characteristics of invading species. In R.H. Groves and J.J. Burdon(eds.), Ecology of Biological Invasions. Cambridge Univ. Pree, pp. 1-33.
- Numata, M., A. Kobayashi and N. Ohga. 1975. Studies on the role of allelopathic substances. In : "Studies in Urban Ecosystems", M. Numata(eds.). pp. 22-25.
- Oleszek, W. 1987. Allelopathic effects of volatiles from some Cruciferae specoes on lettuce, Barnyard grass and wheat growth. Plant and Soil

102:271-274.

- Pardates, J. R. Jr. and A. G. Dingal. 1988. An allelopathic factor in taro residues. *Trop. Agric.* 65(1):21-24.
- Putnam. A. R. and C. H. Tang. 1986. The science of allelopathy. John Wiley & Sons. Canada. pp. 174-187.
- Rasmussen, J. A. and F. A. Einhellig. 1980. Allelochemic effects of leaf extracts of *Ambrosia trifida*(Compositae). *Southwest. Nat.* 24:637-644.
- Rice, E. L. 1984. Allelopathy 2nd ed. Academic Press, inc., Orlando, Florida. pp. 1-7.
- Rice. E. L. 1979. Allelopathy-An update. *The Botanical Review* 45:15-109
- Rizvi. S. J. H., H. Haque, V. K. Singb and V. Rizvi. 1992. A discipline called allelopathy. *in: Allelopathy.* Rizvi. S. J. H and V. Rizvi.. Chapman and Hall. Hong-Kong. pp. 1-10.
- Tukey, H. B. Jr. 1969. Implications of allelopathy in agricultural plant science. *Bot. Rev.* 35:1-16.
- Weidenhamer, J. D. and J. T. Romeo. 1989. Allelopathic properties of *Polygonella myriophylla*-Field evidence and bioassays. *J. Chem. Ecol.* 15:1957-1970.
- Whittaker, R. H. and P. P. Feeny. 1971. Allelochemicals: interactions among plant species. *Science* 171:757-770.
- Wilson, R. E. and E. L. Rice. 1968. Allelopathy as expressed by *Helianthus annuus* and its role in old-field succession. *Bull. Torrey Bot. Club* 95:432-448.
- Yoo. H. G. 1992. Allelopathic potential of natural chemical substances in *Artemisia scoparia* on selected species. M. D. Thesis. pp:1-42.

Zentymeyer, G. A. 1963. Biological control of Phytophthora root rot of avocado with alfalfa meal. Phytopathology 53:1383-1386.



感謝文

본 논문이 완성되기까지 부족한 저를 격려해주시고 세심하게 지도해주신 송창길 교수님께 진심으로 감사드리며, 논문심사를 맡아 부족한 원고를 정성스레 읽고 바르게 지적해 주신 현해남 교수님과 언제나 실험에 대한 조언을 아끼지 않으셨던 전용철 교수님께 감사드립니다. 또한 학부과정부터 대학원에 이르기 까지 많은 가르침을 주셨던 조남기 명예교수님, 고영우 명예교수님, 강영길 교수님, 김동순 교수님께도 진심으로 감사드립니다. 그리고 실험 수행에 많은 도움을 주셨던 김찬우, 고지병, 박정식, 고미라, 박성준, 이충선, 강소영, 김상현 선생님께 고마운 마음을 전합니다.

오늘의 제가 어려운 학문인 Allelopathy에 대한 논문을 쓸 수 있었던 것은 항상 가까이에서 논문 완성을 위해 저를 채찍질하여 주신 김현철 선배님이 있어서입니다. 진심으로 감사드립니다. 그리고 실험한다고 새벽까지 귀가하지 못 하면서도 언제나 웃으며 같이 했던 유기농업방제 실험실의 강정환, 김태근, 우성배, 하영삼, 김민선 후배님들 정말 고맙습니다.

미생물실험을 도와주었던 작물보호학 실험실의 이경후, 안용준, 김효정, 문혜영 후배님들에게 고마운 마음을 전하고, 학부 졸업동기인 김형철에게도 좋은 벗이 되어 주어서 감사하다고 전하고 싶습니다. 아울러 언제나 지나 뒤에서 지켜봐주신 자원식물실험실의 강영식, 김태수, 고평열, 김지훈 연구원에게도 감사드립니다.

여기서 식물을 배우고 자연을 사랑하도록 가르침을 주신 한라산국립공원의 신용만 선생님, 한라산연구소의 오장근, 고정균 박사님, 고석형, 김홍립, 이영돈 연구원, 그 외 한라산연구소 연구원여러분의 관심에 감사드리고, 귀화식물에 대해 눈을 뜨게 해주셨던 국립수목원의 박수현 선생님, 제주 민속자연사박물관의 양영환 과장님, 힘들때 언제나 뒤에서 든든한 버

팀목으로 지켜봐주셨던 KBS제주총국의 이광우 부장님에게 감사의 말씀을 드립니다.

항상 모자라고 걱정스런 아들이지만 내색 한번 하지 않고 믿어주셨던 아버지, 어머니 그리고 논문준비기간에 출산까지 겹쳐 힘든 출산을 혼자 겪어야 했던 사랑하는 내 아내 오은지, 그리고 우리 딸 송수현 에게 미안한 마음과 사랑한다고 나의 감사한 마음을 전합니다.

