



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

# 가시비름의 알레로패시 효과

Allelopathic effects of *Amaranthus spinosus* L.



濟州大學校 大學院

農學科

姜丁歡

2007年 8月

# 가시비름의 알레로패시 효과

Allelopathic effects of *Amaranthus spinosus* L.

指導教授 宋 昌 吉

姜 丁 歡

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함.

2007年 8月

宋振永의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_ (印)

審 員 \_\_\_\_\_ (印)

審 員 \_\_\_\_\_ (印)

濟州大學校 大學院

2007年 8月

# 목 차

TABLE 목록 .....	iii
FIGURE 목록 .....	iv
ABSTRACT .....	vii

I. 서론 .....	1
-------------	---

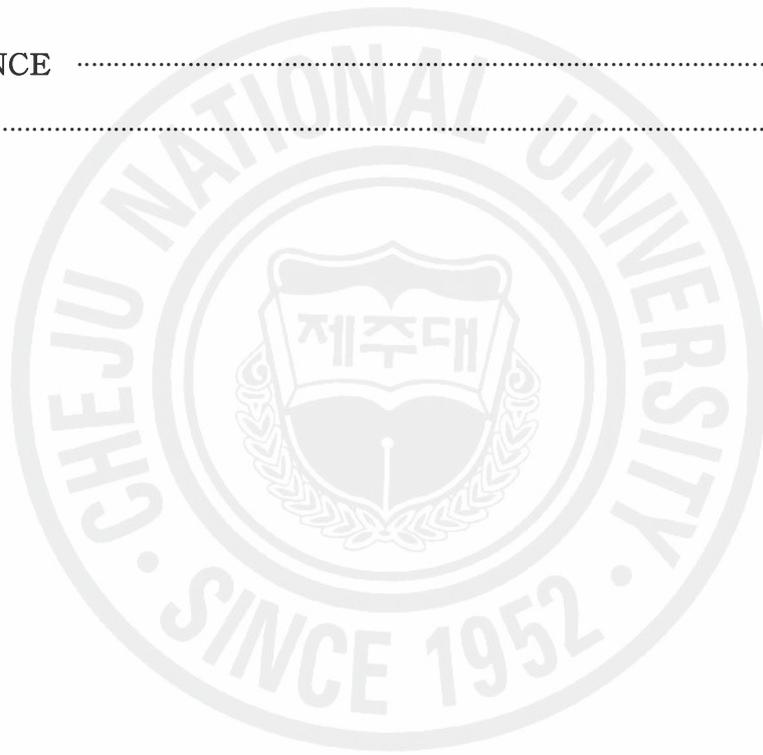
## II. 재료 및 방법

1. 가시비름의 발아온도 조사 .....	4
2. 가시비름의 Allelopathy 효과 .....	4
2-1-1. 수용성 추출액 처리에 의한 발아 및 유식물 성장 .....	4
2-1-2. 가시비름의 수용성 추출액 준비 .....	5
2-1-3. 수용성 추출액에서의 발아실험 및 뿌리털 성장실험 .....	5
2-2. 수용성 추출액에서의 성장실험 .....	6
2-3. 수용성 추출액에서의 미생물 성장실험 .....	7
2-4. 채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀함량조사 .....	8

## III. 결과

1. 온도별 가시비름의 발아율 조사 .....	9
2. 가시비름의 Allelopathy 효과 .....	12
2-1-1. 가시비름의 수용성 추출액에서의 발아실험 .....	12
2-1-2. 가시비름의 수용성 추출액에서의 유식물의 성장실험 .....	21

2-1-3. 가시비름의 수용성 추출액에서의 뿌리털의 발달 .....	28
2-2. 가시비름의 수용성 추출액에서의 성장실험 .....	39
2-3. 가시비름의 수용성 추출액에서의 미생물 성장실험 .....	47
2-4. 채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀함량조사 .....	51
IV. 고찰 .....	53
V. 적요 .....	57
REFERENCE .....	58
感謝文 .....	63



# LIST OF TABLE

Table 1. Culture conditions and media of test strains ..... 8

Table 2. Fresh weight(mg) of receptor plants on shoot growth at different concentrations of *Amaranthus spinosus* L. aqueous extracts. .... 45

Table 3. Fresh weight(mg) of receptor plants on root growth at different concentrations of *Amaranthus spinosus* L. aqueous extracts. .... 46



# LIST OF FIGURES

Fig. 1. Effects of various temperature on percent germination(%) of <i>Amaranthus spinosus</i> L. ....	10
Fig. 2. Effects of various temperature on germination index of germination of <i>Amaranthus spinosus</i> . ....	11
Fig. 3. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in petri dishes at different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts. ....	13
Fig. 4. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in petri dishes at different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts. ....	14
Fig. 5. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Germination Index(GI) of receptor plants. ....	15
Fig. 6. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Germination Index(GI) of receptor plants. ....	16
Fig. 7. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Mean germination time(MGT) of receptor plants. ....	17
Fig. 8. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Mean germination time(MGT) of receptor plants. ....	18
Fig. 9. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Coefficient of velocity of germination(CVG) of receptor plants. ....	19
Fig. 10. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Coefficient of velocity of germination(CVG) of receptor plants. ....	20
Fig. 11. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Shoot grown(% of control, RER) of receptor plants. ....	22

Fig. 12. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Shoot grown(% of control, RER) of receptor plants. ....	23
Fig. 13. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Root grown(% of control, RER) of receptor plants. ....	24
Fig. 14. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Root grown(% of control, RER) of receptor plants. ....	25
Fig. 15. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Fresh weight (% of control, RFR) of receptor plants. ·	26
Fig. 16. Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Fresh weight (% of control, RFR) of receptor plants. ...	27
Fig. 17. Development of <i>Agrostis stolonifera</i> ssp. <i>palustris</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	29
Fig. 18. Development of <i>Lolium multiflorum</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	30
Fig. 19. Development of <i>Bidens bipinnata</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	31
Fig. 20. Development of <i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>nippo-oleifera</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	32
Fig. 21. Development of <i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	33
Fig. 22. Development of <i>Trifolium repens</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	34
Fig. 23. Development of <i>Astragalus sinicus</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	35
Fig. 24. Development of <i>Trifolium incarnatum</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	36
Fig. 25. Development of <i>Medicago sativa</i> root hairs treated with different	

	concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	37
Fig. 26.	Development of <i>Amaranthus spinosus</i> root hairs treated with different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts .....	38
Fig. 27.	Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of <i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>nippo-oleifera</i> . .....	40
Fig. 28.	Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of <i>Erigeron annuus</i> . ....	41
Fig. 29.	Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of <i>Plantago asitaca</i> . ....	42
Fig. 30.	Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of <i>Hypochoeris radicata</i> L. ....	43
Fig. 31.	Effects of various concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> L. aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of <i>Lamium amplexicaule</i> . ....	44
Fig. 32.	Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts. ....	48
Fig. 33.	Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts. ....	49
Fig. 34.	Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentrations of <i>Amaranthus spinosus</i> aqueous extracts. ....	50
Fig. 35.	Change of total phenolic compounds in different growth stages and organs of <i>Amaranthus spinosus</i> L. ....	52

# ABSTRACT

In order to investigate the competitive dominant, herbicide and antifungal of *Amaranthus spinosus* L., this study was investigated germination characteristics as effects of several temperature conditions on germination of *A. spinosus* L. and allelopathic effects of *A. spinosus* L..

The germination of *A. spinosus* L. increased with the rise in temperature. Especially, it was the highest at 35~40°C treatment but decreased at 45°C treatment. It was generally decreased the Relative Germination Ratio(RGR), the Relative Elongation Ratio(RER), the Relative Fresh weight Ratio(RFR) of receptor plants by the aqueous extracts of concentration of *A. spinosus* L. but differentiated to growing regions and the kind of receptor plants. The antifungal activity was shown by increased the aqueous extracts of concentration of *A. spinosus* L. in *Phytophthora infestanse*, *Pythium vanterpolii*, *Diaporthe citri*, and *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* *Rhizoctonia solani* AG-1(1A), *Rhizoctonia solani* AG-2-2(iiiB), and *Rhizoctonia cerealis*. On the other hand, it was unrelated the growth of *Glomerella cingulata*, *Pythium ultimum* with aqueous extracts of *A. spinosus* L. So it showed different effects according to species of plants and microbes. The total phenolic compounds content of *A. spinosus* L. was decreased gradually middle, first, and last of growth stage and was decreased gradually to leaves, roots, and stems.

Therefore, I think that *A. spinosus* L. hold a dominant position by germination characteristics and allelopathic effects in ecosystem of Jeju Island.

## I. 서론

귀화식물은 국가간 교역증가와 인간의 왕래가 빈번하면서 화물 등에 섞여 의도적 또는 비의도적으로 도입된다. 그 중 일부는 새로운 서식지를 확보하고 분포하면서 자연생태계의 변화를 초래하기도 한다. 그 이유는 귀화식물들이 갖는 높은 환경적응력, 종자의 생산능력과 폭 넓은 발아조건 등을 바탕으로 자생식물과의 경쟁에서 우위를 차지하고 있기 때문이다(Newsome and Noble, 1986; Aber *et al.*, 1991). 그러므로 귀화식물의 유입에 의한 생태계의 변화가 예민할 것으로 예상되고, 귀화식물에 의해 생태계의 변화가 초래될 경우 교란이 심각할 것이다.

우리나라에서 귀화식물에 대한 연구사례가 많지 않은 편으로 귀화식물에 대한 연구가 본격적인 시작은 1980년대 이후부터라고 볼 수 있다. 1980년대 국내로 유입된 귀화식물은 총 110여종으로 조사되었으며 1995년에는 총 194종 2002년에는 총 281종으로 조사되었다(박1995a, 1995b, 1995c). 한편 지역적 특수성을 지닌 제주도의 귀화식물 조사는 1914년 中井猛之進(1914)가 25종을 보고 한 후 박수현(1994)이 75종, Yang *et al.*(2001)이 188종, Kim *et al.*(2006)이 254종으로 보고되고 있으며 그 중 37종은 제주도에만 분포를 하고 있다(양, 2003; 김, 2006). 가시비름(*Amaranthus spinosus* L.), 애기수영(*Rumex acetosella* L.), 서양금혼초(*Hypchoeyis radicata* L.), 양하(*Zingiber mioga*(Thund.) Rose.), 돌소리쟁이(*Rumex acetosella* L.)는 제주도에서 확산 및 지속성이 높고 생태적이나 환경적으로 악 영향을 줄 가능성이 높은 유해수종으로 보고 있으며 그 중 가시비름은 비름과(*Amaranthaceae*) 1년생 초본식물로 북아메리카 원산이며 난대와 열대지방에 널리 분포하고 있고 국내발생 10종 잡초로 등재 되어있다(김 등, 2006; 오, 2005). 제주도에서 가시비름은 1970년대 이후 목초지에 강한 잡초로 등장한 이유는 가축이 다량으로 섭식했을 시 다량의 초산염을 함유하고 있어 중독 증상을 일으켜 가축들이 섭식을 기피하는 현상과 35°C 이상에서 높은 발아율, 종자의 긴 수명, 환경인자를 통한 종자 전파, 개체 당 235,000립의 다량 종자 생산 등을 하

기 때문이다 (LeRoy *et al* 1977; 양, 2003; 김, 2006).

귀화식물은 자연생태계 내에서 새로운 생육지에서 높은 적응력을 바탕으로 주변식생의 종 다양성을 위협하는데 이는 그들이 2차 천이의 초기단계에서 allelochemicals를 분비함으로써 다른 근접종자의 발아와 생장을 억제하여 자신의 분포영역을 확대하고 점차 개체수를 증가시켜 커다란 군락을 형성한다(Rice, 1984; Iderjit, 1996, Kim and Lee, 1996). 이러한 현상을 allelopathy라고 한다.

Allelopathy라는 용어는 1937년 Hans Molisch가 최초로 정의하였고, 한 생물이 화학물질을 생성하여 방산함으로써 다른 생물체에 직간접적으로 유익한 작용과 유해한 작용이라고 할 수 있으며, allelopathy현상은 야외 조사 결과로부터 비롯되었는데 이제는 allelopathy현상은 일반적인 현상으로 일종의 식물과 식물, 식물과 미생물 등의 화학 전쟁이라고 받아들이고 있다(Muller, 1965; Del Moral and Muller, 1970; Al-naib 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 줄어들었는데 간섭은 allelopathy와 경쟁을 모두 포함하고 있는 것을 말한다(Rice, 1984; Mandava, 1985).

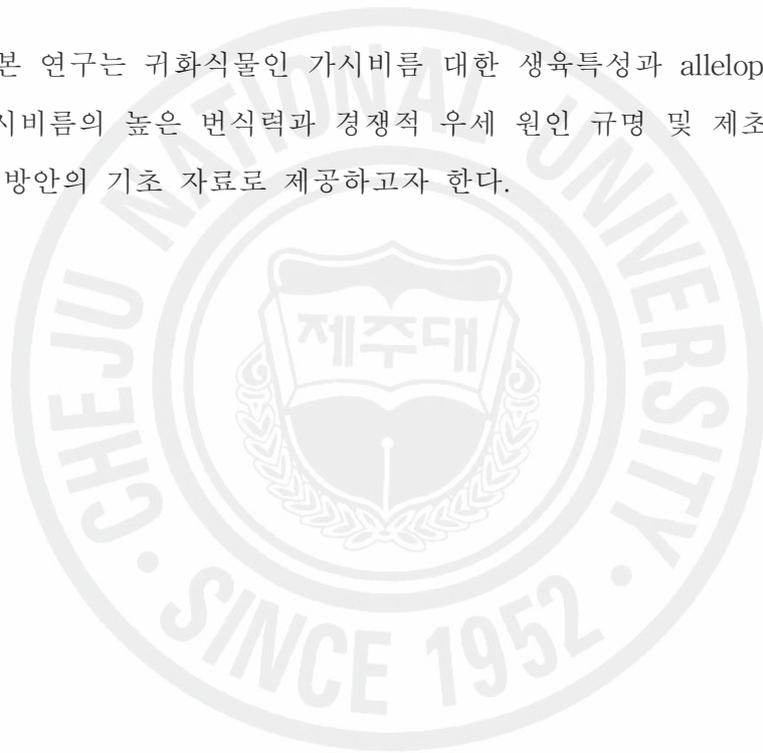
Allelopathy효과는 allelochemicals 농도와 종류에 따라 서로 다르게 영향을 받는데 이들 allelochemicals는 식물체 내의 1차 대사경로에서 파생된 물질이거나 2차 대사산물이다(Reese, 1979). 이들 allelochemicals는 주변의 수분포텐셜과 온도, 빛의 강도, 토양의 습도, 영양분, 토양 미생물 등 여러 가지 환경적 요인에 따라 조절이 이루어지며, 이러한 화학물질들은 빗물과 이슬 또는 안개에 의한 세탈(leaching), 휘발(volatilization), 뿌리의 삼출(exudation), 낙엽과 낙지의 축적 및 분해 등에 의해 방출이 된다(Tukey, 1969; Muller, 1966, 1974; Rice, 1984).

Allelochemicals에는 phenolic compounds, volatile substances, tannin, terpenoid 등이 있는데 이들은 타생물체의 세포분열 및 신장생장, 광합성, 산화적 인산화, 단백질 합성, 유기산 특정효소의 활성화 등을 촉진 또는 억제를 하여 식물체의 발아, 생장, 개화, 질소순환, 공생관계와 토양 미생물의 포자에 영향을 준다(Putnam and Tang, 1986; Rice, 1984; Horsley, 1977; Rice, 1979; Rizvi and Rizvi, 1992). 이들 중 phenolic compounds는 식물체내에 가장 다양하고 많은 양이 함유되어

있고 외부환경에 따라 민감하게 반응하는 방어체계 물질로 최근에 다양한 분야에서 활발하게 연구가 되고 있다(Santiago, *et al.*, 2000, Sakihama, *et al.*, 2002).

귀화식물이 분포영역을 확대하는 이유 중 하나는 귀화식물의 phenolic compounds를 포함한 tannin, terpenoid, volatile 등 allelochemicals가 타식물체에 대한 발아 및 생장억제와 식물군락의 형성과 천이, 극상식생 등에 관여하고 있기 때문이라고 한다(Hussain, 1991; Kim and Lee, 1996). 우리나라에서의 이러한 관련 연구는 1990년 이후 일부 귀화식물 종에 대해서만 이루어져 있을 뿐 아직까지 체계적인 연구가 미흡한 상태이다(Rice, 1984; Curran, 1986; Jin, 2001; Yu, 1995).

따라서, 본 연구는 귀화식물인 가시비름 대한 생육특성과 allelopathy를 조사함으로써 가시비름의 높은 번식력과 경쟁적 우세 원인 규명 및 제초제, 살균제 등의 자원화 방안의 기초 자료로 제공하고자 한다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 온도별 가시비름의 발아율 조사

가시비름의 발아 적정온도를 알아보기 위해 2006년 9월부터 10월까지 제주특별자치도 이시돌목장 부근에서 종자를 채종하였다. 종자는 한천배지 위에 일정한 간격으로 20립씩 파종하였으며 이를 온도별 각각의 생육상(20℃, 25℃, 30℃, 35℃, 40℃, 45℃)에 넣어 일일 발아수를 조사하였으며 이를 이용하여 발아율(Percent Germination, PG), 발아지수(Gemination Index, GI)를 산출하였다.

$$\text{발아율(PG)} = \frac{N(\text{총발아수})}{S(\text{공시종자수})} \times 100$$

$$\text{발아지수(GI)} = \frac{\sum(T_i \text{치상 후 조사일수} \times N_i \text{조사당일 발아수})}{S(\text{공시종자수})}$$

### 2. 가시비름의 Allelopathy 효과

#### 2-1-1. 수용성 추출액 처리에 의한 발아 및 유식물 생장

가시비름을 제주특별자치도 이시돌목장 부근에서 2006년 10월에 채취하여 공여체식물(Donor plant)로 정하고, 크립슨크로버(*Trifolium incarnatum*), 유채(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*), 맨트글라스(*Agrostis*

*stolonifera* ssp. *palustris*), 도깨비바늘(*Bidens bipinnata*), 토끼풀(*Trifolium repens*), 자운영(*Astragalus sinicus*), 자주개자리(*Medicago sativa*), 배추(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*), 쥐보리풀(*Lolium multiflorum*), 가시비름(*Amaranthus spinosus*)을 수용체식물(Receptor plant)로 정하였으며, 이들 종자는 채집하거나 종묘상에서 구입하여 실내 암소에 보관하여 사용하였다.

### 2-1-2. 수용성 추출액 준비

가시비름의 발아실험 및 뿌리털 성장실험에 사용할 수용성 추출액 준비는 음지이고 통풍이 잘되는 곳에서 건조한 가시비름 전 부위를 3~4cm 정도로 잘게 절단하여 건물중 100g당 증류수1000ml 넣어 실온에서 24시간 동안 방치하여 사용하였다. 성장실험에 사용할 수용성 추출액은 건물중 100g당 증류수1000ml에 침지하여 실온에서 24시간 동안 방치 하여 사용하였다.

미생물 성장실험에 사용할 수용성 추출액 준비는 가시비름 건물중 100g당 증류수 1000ml에 침지하여 121℃ 고압멸균기에서 15분간 열탕 처리하여 표준망체(0.053mm)를 사용하여 부유물을 제거한 후 여과지(Advantec No.2)로 다시 한번 filtering을 하여 사용하였다.

### 2-1-3. 수용성 추출액에서의 발아실험 뿌리털 성장실험

가시비름의 수용성 추출액 처리에 대한 수용체식물의 발아 실험은 Petri dish (직경 9cm)에 농도별로 추출액을 가한 한천배지 위에 수용체식물의 종자를 동심 원상으로 일정한 간격으로 20립씩 파종하여 실시하였다. 수용체식물의 상대발아율(Relative Germination Ratio, RGR), 발아지수(Gemination Index, GI), 평균발아일수(Mean Germination Time, MGT), 발아속도계수(Coefficient of velocity of germination, CVG)와 유식물의 지상부, 지하부의 상대신장율(Relative Elongation Ratio, RER), 상대생체율(Relative Fresh weight Ratio, RFR) 등은 파종 6~10일 후에 종에 따라 2~5cm 유식물이 성장되었을 때 이를 수확하여 산출하였다(노와길, 1986; 길, 1988). 또한 가시비름 추출액 농도의 따른 수용체식물의 뿌리털의 발달은 광학현미경 하에서 관찰하였다.

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

$$\text{발아지수(GI)} = \frac{\sum(\text{Ti치상 후 조사일수} \times \text{Ni조사당일 발아수})}{\text{S(공시종자수)}}$$

$$\text{평균발아일수(MGT)} = \frac{\sum(\text{Ti치상후조사일수} \times \text{Ni조사당일발아일수})}{\text{대조구의 발아수}}$$

$$\text{발아속도계수(CVG)} = \frac{100}{\text{MGT(평균발아일수)}}$$

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

$$\text{상대생체율(RFR)} = \frac{\text{실험구의 생체량(g)}}{\text{대조구의 생체량(g)}} \times 100$$

## 2-2. 수용추출액에서의 성장실험

포트(Φ 12cm, 500ml)에 배양토(Peat Moss 25%, Cocopeat 40%, 펄라이트 15%, 버미큘라이트 10%, 제오라이트 10%) 약 450ml 넣은 다음 각 농도별 가시비름 수용성 추출액을 약 150ml 정도 넣고 수용체 식물을 이식한 후 24시간 마다 수용성 추출액 50ml 씩을 관주하였고. 유채(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippooleifera*), 개망초(*Erigeron annuus*), 질경이(*Plantago asiatica*), 서양금혼초(*Hypochoeris radicata*), 광대나물(*Lamium amplexicaule*)을 수용체식물로 정하였으며, 수용체식물의 본 잎이 나왔을 때 각 농도별 포트에 이식하여 30일 후 수확

하였다. 이때 지상부(shoot)와 지하부(root)의 길이, 생체량을 측정하였고, 그 결과를 대조구에 대한 상대신장율(RER), 상대생체량(RFR)을 환산하였다.

### 2-3. 수용성 추출액에서의 미생물 성장실험

미생물인 *Diaporthe citri*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia cerealis*, *Phytophthora infestans*, *Pythium catenulatum*, *Pythium graminicola*, *Pythium vanterpolii*, *Pythium ultimum*, *Glomerella cingulata*, *Rhizoctonia solani* AG-1(1A), *Rhizoctonia solani*(1B), *Rhizoctonia solani* AG-2-2(iiiB), *Sclerotinia sclerotiorum*는 한국농업미생물자원센터(KACC)에서 분양 받아 실험에 사용하였다.

대조구는 증류수 900ml에 Potato dextrose agar 39g과 Agar 5g을 혼합 하여 조성 하였고 실험구는 물대신 수용성 추출액을 농도별로 넣고 고압멸균하여 Petri dish(직경 9cm)당 약 25ml 정도의 배지를 분주하여 사용했다.

각 균주를 1주에서 2주 동안 배양하여 동일한 사이즈 얻기 위해 Cork borer(직경 8mm)를 이용하였으며, 배지가 굳은 후 배양된 균주를 배지의 가운데에 접합 한 후 5일 동안 colony diameter로 균류의 성장결과를 측정했다(Costilow, 1981).

각 균주에 사용된 배지와 배양 조건은 다음과 같다(Tabel 1).

Table 1. Culture conditions and media of test strains

Test Strains	Media	Temperature(°C)
<i>Diaporthe citri</i>	PDA	24
<i>Botrytis cinerea</i>	PDA	24
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-1(1A)	PDA	24
<i>Rhizoctonia cerealis</i>	PDA	24
<i>Rhizoctonia solani</i> (1B)	PDA	24
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-2-2(iiiB)	PDA	24
<i>Pythium catenulatum</i>	PDA	24
<i>Phytophthora infestanse</i>	PDA	15
<i>Pythium graminicola</i>	PDA	24
<i>Pythium vanterpolii</i>	PDA	24
<i>Pythium ultimum</i>	PDA	24
<i>Glomerella cingulata</i>	PDA	24
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	PDA	24

#### 2-4. 채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀 함량조사

제주특별자치도 한림읍 금악리에서 채집한 가시비름을 생육초기, 생육중기, 생육말기로 나누어 시기별로 채집 하였고 음건한 곳에서 약 30일 이상 건조 시킨 후 뿌리, 줄기, 잎으로 나누어 분쇄 후 건중량 100g당 1,000ml의 증류수에 열탕 처리를 하였으며, 총 페놀 함량은 Prussian blue 법으로 측정하였다(Graham, 1992). 추출한 가시비름 100 $\mu$ l에 증류수 3ml, 0.01M FeCl<sub>3</sub>/0.1N HCL 1ml, 0.016M K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 1ml을 혼합하여 진탕한 후 실온에서 15분간 방치 후 Stabilizer(H<sub>2</sub>O: 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.

### Ⅲ. 결과

#### 1. 온도별 가시비름의 발아율 조사

온도별 가시비름(*Amaranthus spinosus*)의 발아율을 조사한 결과 20℃~25℃사이에서는 발아가 전혀 이루어지지 못 하였고, 30~40℃사이에서는 온도가 증가함에 따라 발아율(PG)도 증가하는 경향을 보였으며, 40℃이상부터 현저하게 발아율이 감소하는 경향을 보였다. 특히 40℃구에서 과중 24시간 후 63.3%, 48시간 후 81.7%, 72시간 후 86.7%로 높은 발아율을 보였다. 발아지수(GI)는 발아율과 같은 경향으로 30~40℃사이가 높게 분석되었다(Fig. 1~Fig. 2).



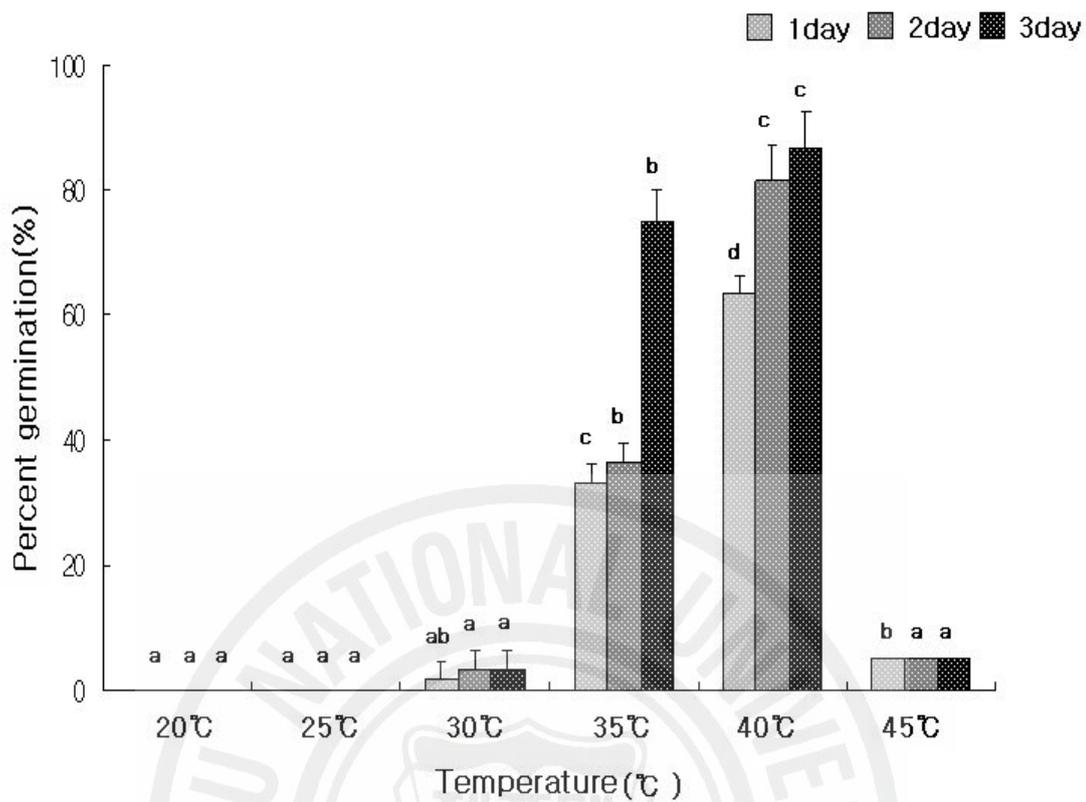


Fig. 1. Effects of various temperature on percent germination(%) of *Amaranthus spinosus*.

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

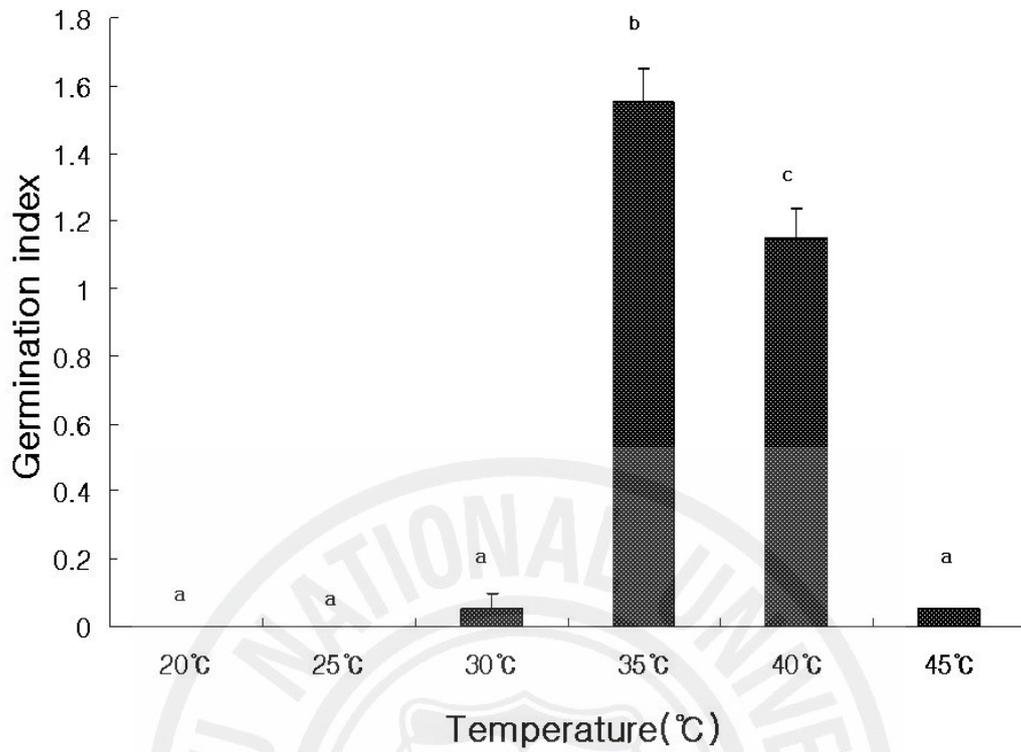


Fig. 2. Effects of various temperature(°C) on germination index of germination of *Amaranthus spinosus*.

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

## 2. 가시비름의 Allelopathy 효과

### 2-1-1. 가시비름의 수용성 추출액에서의 발아실험

가시비름의 수용성 추출액에 대한 수용체식물의 발아를 실험한 결과 수용성 추출액 농도가 증가함에 따라 벤투글라스의 상대발아율(RGR)이 감소하는 경향을 보이고 쥐보리풀, 도깨비바늘, 토끼풀, 자운영, 가시비름은 추출액농도 50% 이상부터 전혀 발아하지 않았으며 유채, 배추, 자주개자리는 추출액농도 25%에서도 전혀 발아하지 않았다. 벤투글라스와 쥐보리풀은 같은 벼과(Gramineae)일지라도 가시비름의 수용성추출액 농도에 따라 서로 다른 억제의 정도차이를 보이고, 토끼풀과 자주개자리는 같은 토끼풀속(*Trifolium*)일지라도 억제의 정도 차이를 보였다. 따라서 수용체식물중에 따라 발아 억제 정도의 차이가 있는 것으로 나타났다

발아속도지수(GI), 발아속도계수(CVG)인 추출액농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있는 반면 평균발아일수(MGT)는 증가하는 것으로 나타났다 (Fig. 3. ~ Fig. 10.).

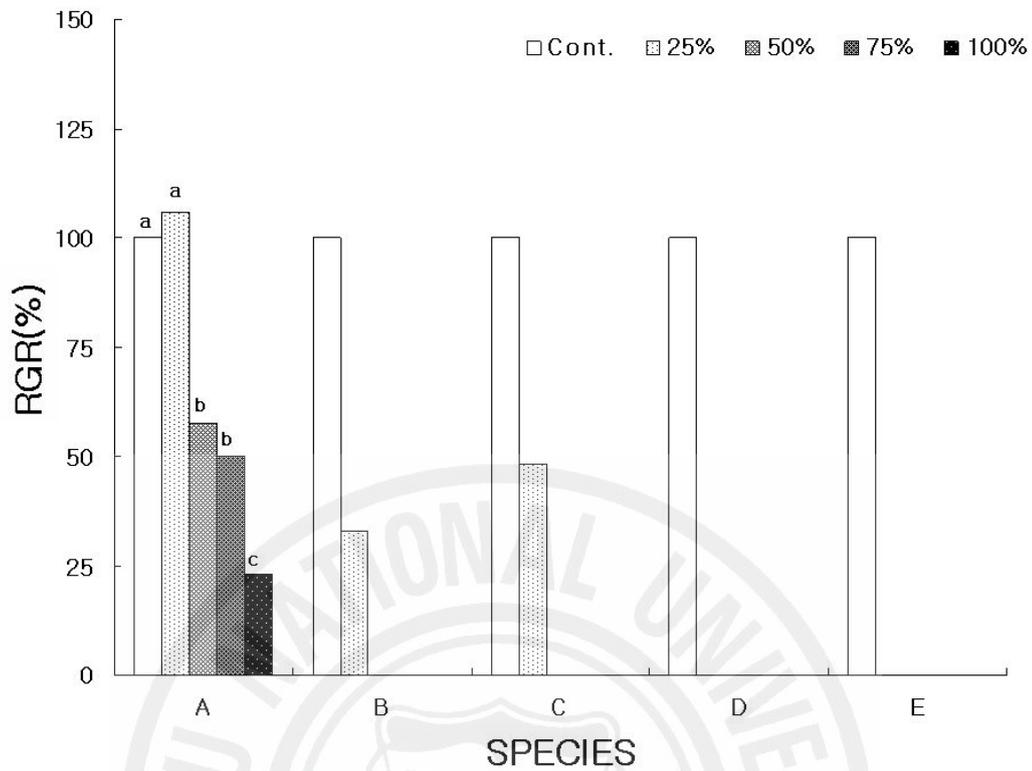


Fig. 3. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in petri dishes at different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

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

Key to species : A; *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* B; *Lolium multiflorum* C; *Bidens bipinnata* D; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* E; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*

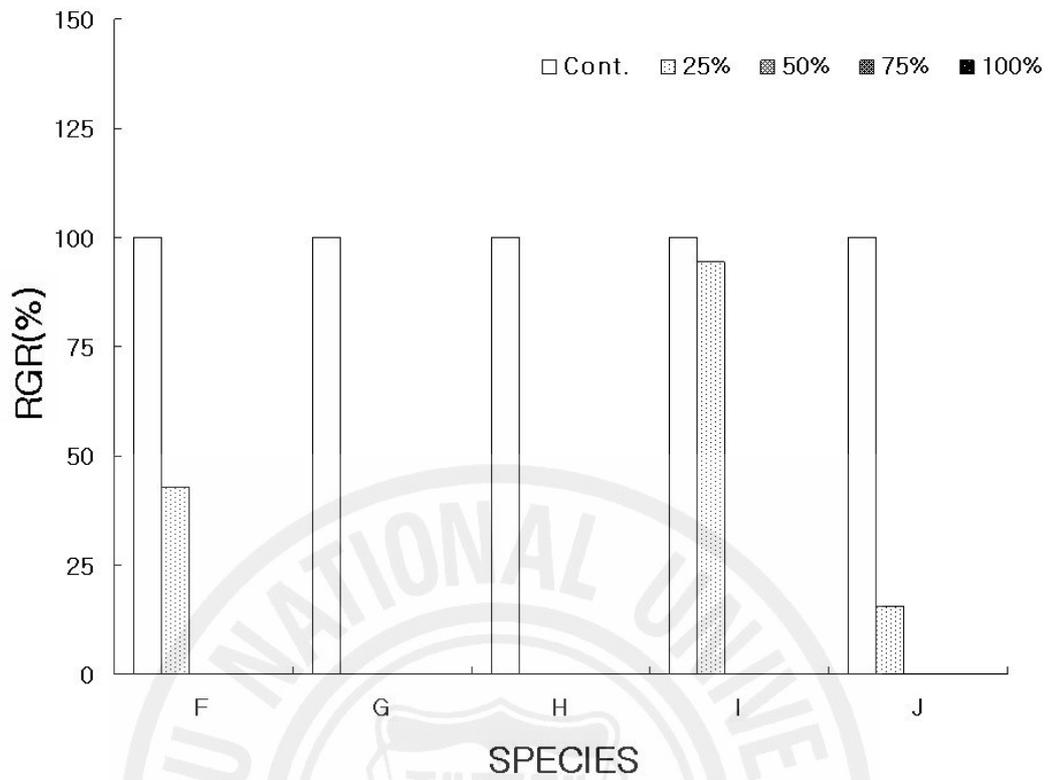


Fig. 4. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in petri dishes at different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

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

Key to species : F; *Trifolium repens* G; *Astragalus sinicus* H; *Trifolium incarnatum* I; *Medicago sativa* J; *Amaranthus spinosus*

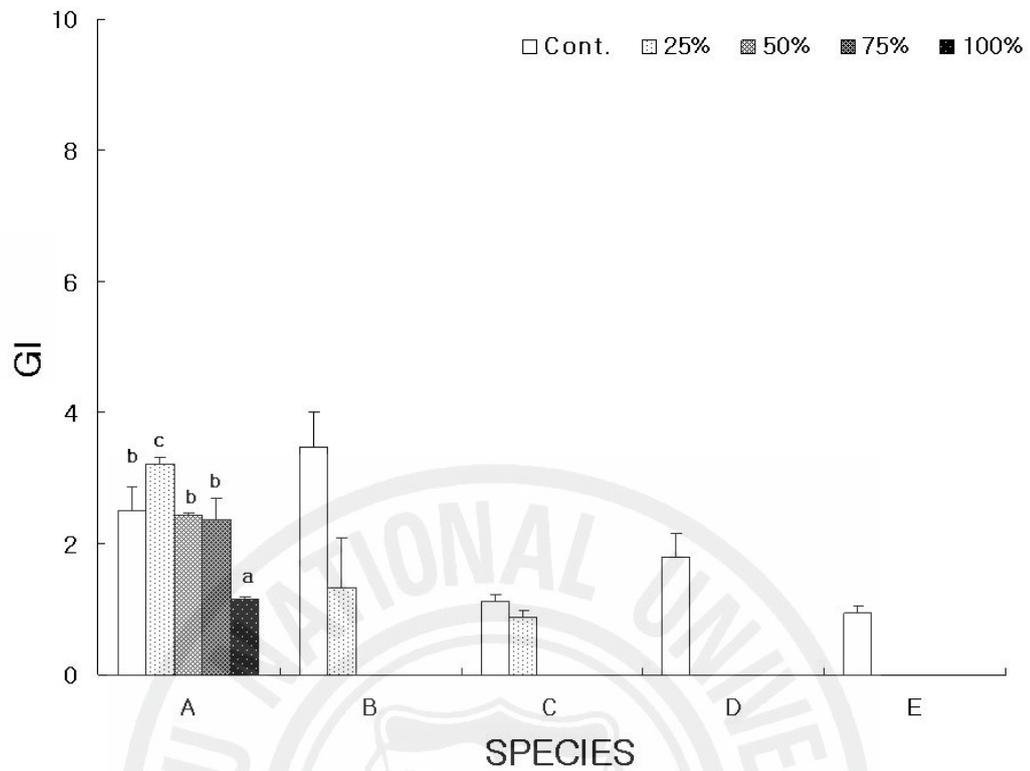


Fig. 5. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Germination Index(GI) of receptor plants.

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

Key to species : A; *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* B; *Lolium multiflorum* C; *Bidens bipinnata* D; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* E; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*

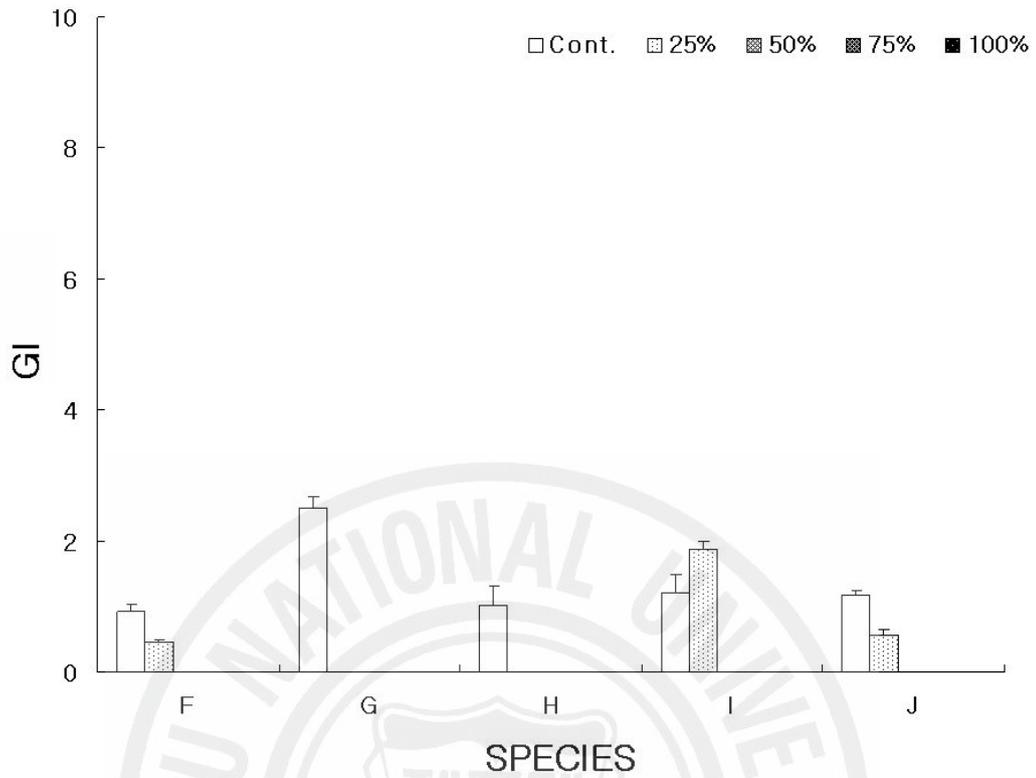


Fig. 6. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Germination Index(GI) of receptor plants.

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

Key to species : F; *Trifolium repens* G; *Astragalus sinicus* H; *Trifolium incarnatum* I; *Medicago sativa* J; *Amaranthus spinosus*

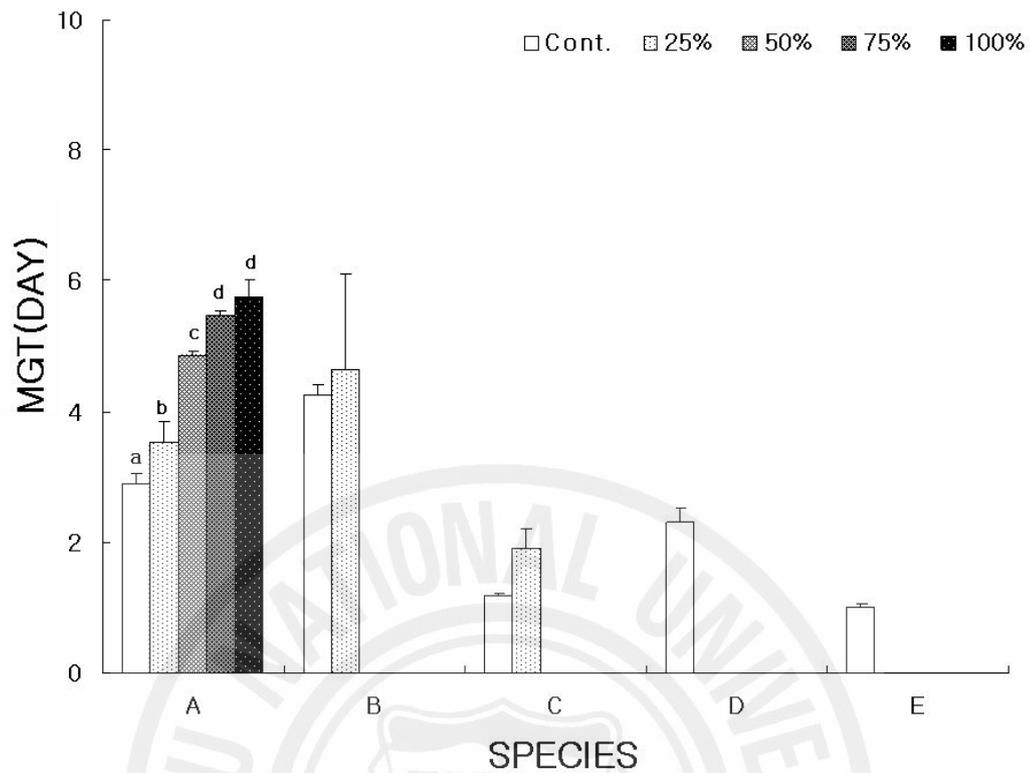


Fig. 7. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Mean germination time(MGT) of receptor plants.

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

Key to species : A; *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* B; *Lolium multiflorum* C; *Bidens bipinnata* D; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* E; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*

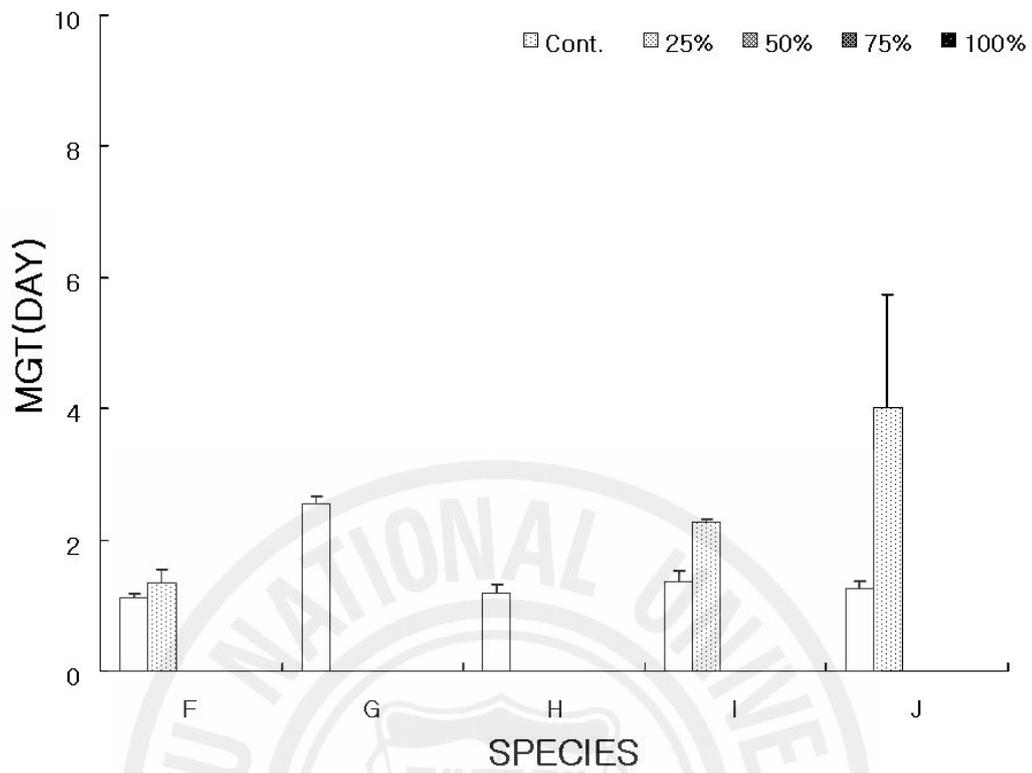


Fig. 8. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Mean germination time(MGT) of receptor plants.

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

Key to species : F; *Trifolium repens* G; *Astragalus sinicus* H; *Trifolium incarnatum* I; *Medicago sativa* J; *Amaranthus spinosus*

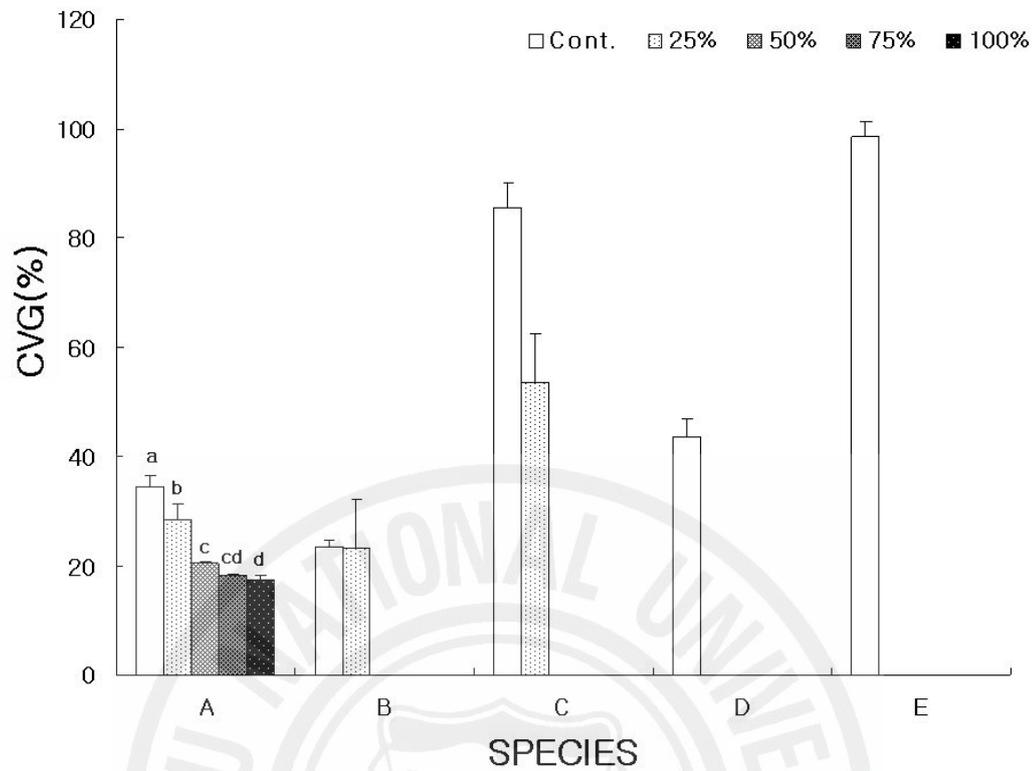


Fig. 9. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Coefficient of velocity of germination(CVG) of receptor plants.

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

Key to species : A; *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* B; *Lolium multiflorum* C; *Bidens bipinnata* D; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* E; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*

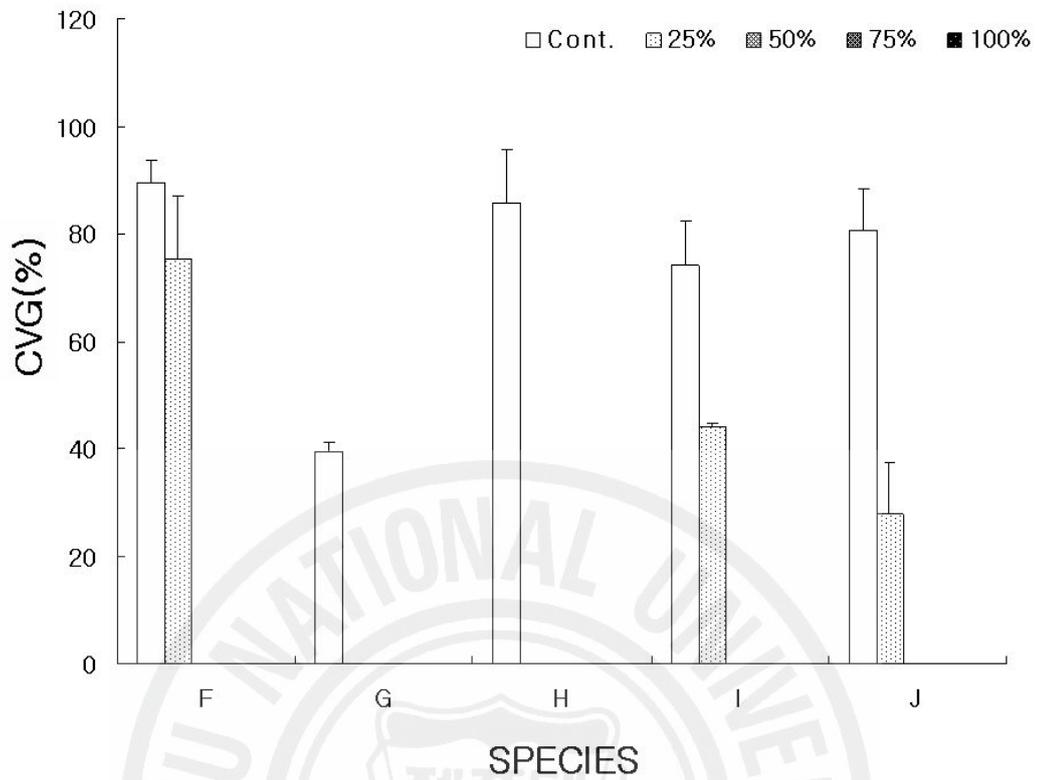


Fig. 10. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Coefficient of velocity of germination(CVG) of receptor plants.

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

Key to species : F; *Trifolium repens* G; *Astragalus sinicus* H; *Trifolium incarnatum* I; *Medicago sativa* J; *Amaranthus spinosus*

## 2-1-2. 가시비름의 수용성 추출액에서의 유식물의 생장

가시비름의 수용성 추출액에서 유식물의 기관별 생장을 실험한 결과는 대부분 수용체 식물의 상배축(上胚軸)과 유근, 생체량은 대조구에 비해 농도가 증가함에 따라 감소되는 경향을 보였으며 유근이 상배축에 비해 억제정도가 현저하게 큰 것으로 나타났다. 또한 토끼풀, 자운영, 크립슨클로버, 자주개자리는 같은 콩과(Leguminosae)임에도 불구하고 종에 따라 가시비름 수용성 추출액에 대한 유식물 생장억제의 정도 차이를 보였다. 따라서 가시비름의 수용성 추출액이 유식물 생장에 미치는 영향은 수용체식물의 종류와 유식물의 기관에 따라 억제의 정도 차이가 있는 것으로 조사되었다(Fig. 11. ~ Fig. 16.).



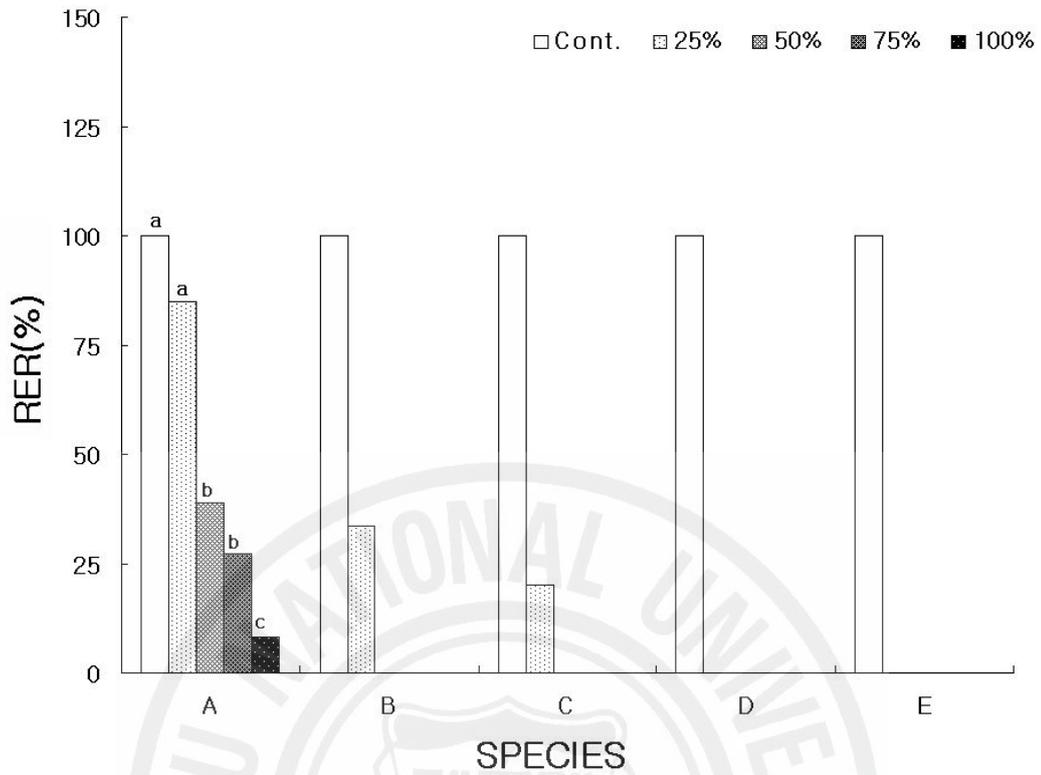


Fig. 11. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Shoot grown(% of control, RER) of receptor plants.

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

Key to species : A; *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* B; *Lolium multiflorum* C; *Bidens bipinnata* D; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* E; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*

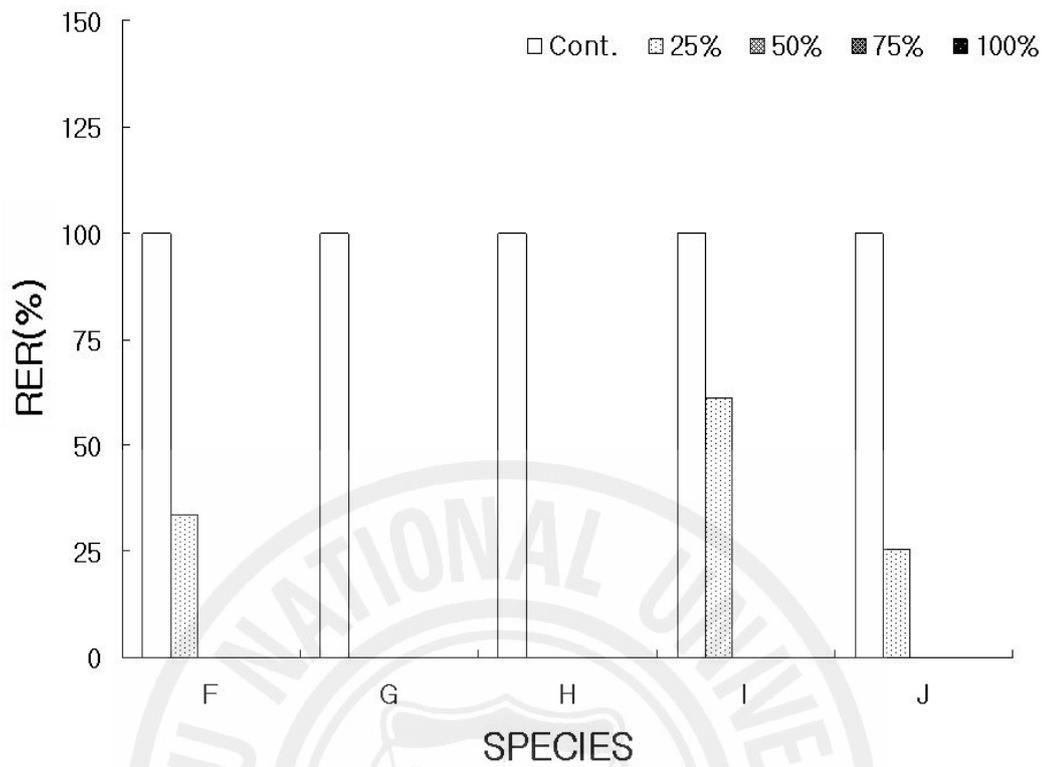


Fig. 12. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Shoot grown(% of control, RER) of receptor plants.

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

Key to species : F; *Trifolium repens* G; *Astragalus sinicus* H; *Trifolium incarnatum* I; *Medicago sativa* J; *Amaranthus spinosus*

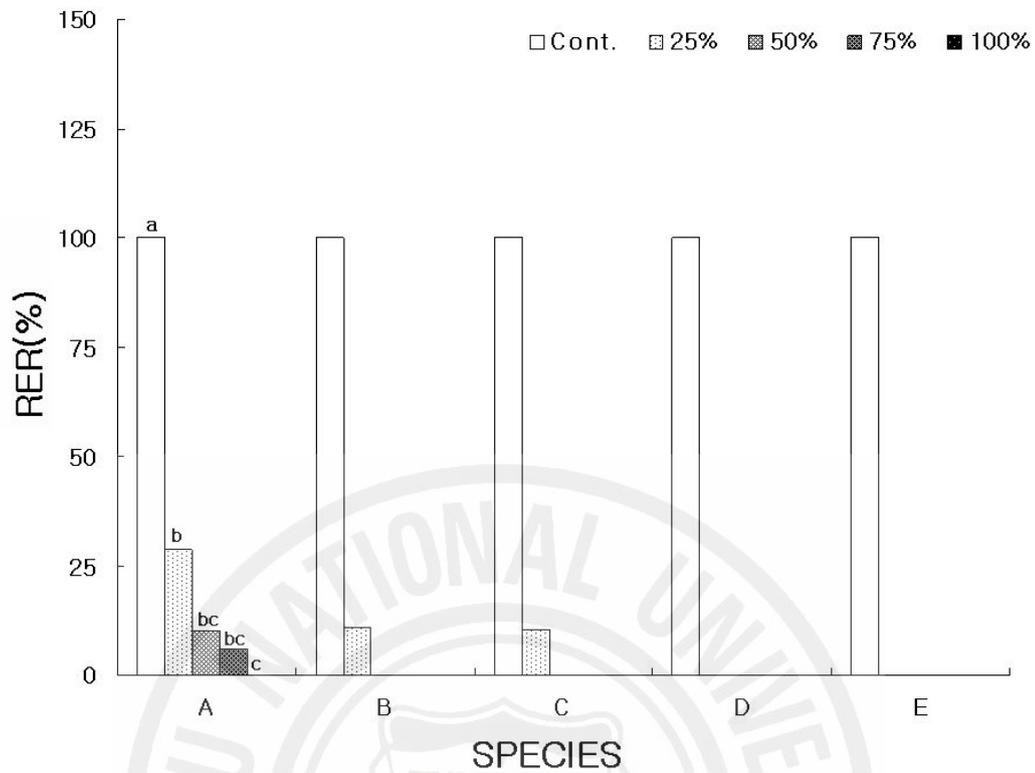


Fig. 13. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Root grown(% of control, RER) of receptor plants.

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

Key to species : A; *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* B; *Lolium multiflorum* C; *Bidens bipinnata* D; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* E; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*

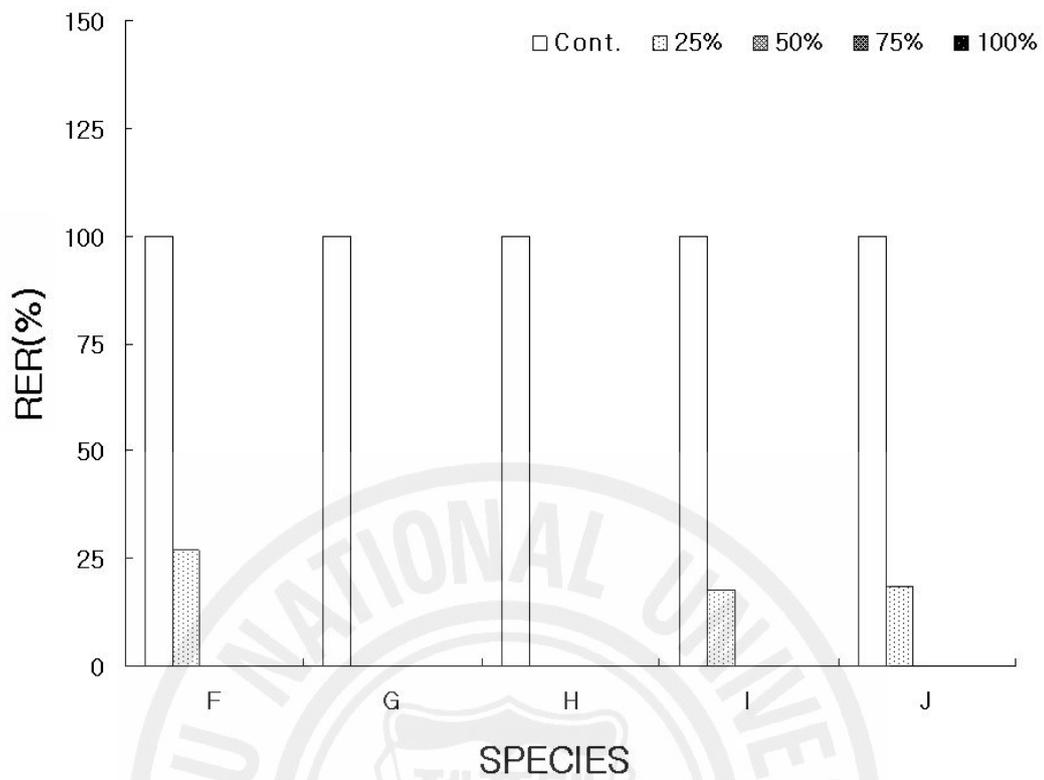


Fig. 14. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Root grown(% of control, RER) of receptor plants.

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

Key to species : F; *Trifolium repens* G; *Astragalus sinicus* H; *Trifolium incarnatum* I; *Medicago sativa* J; *Amaranthus spinosus*

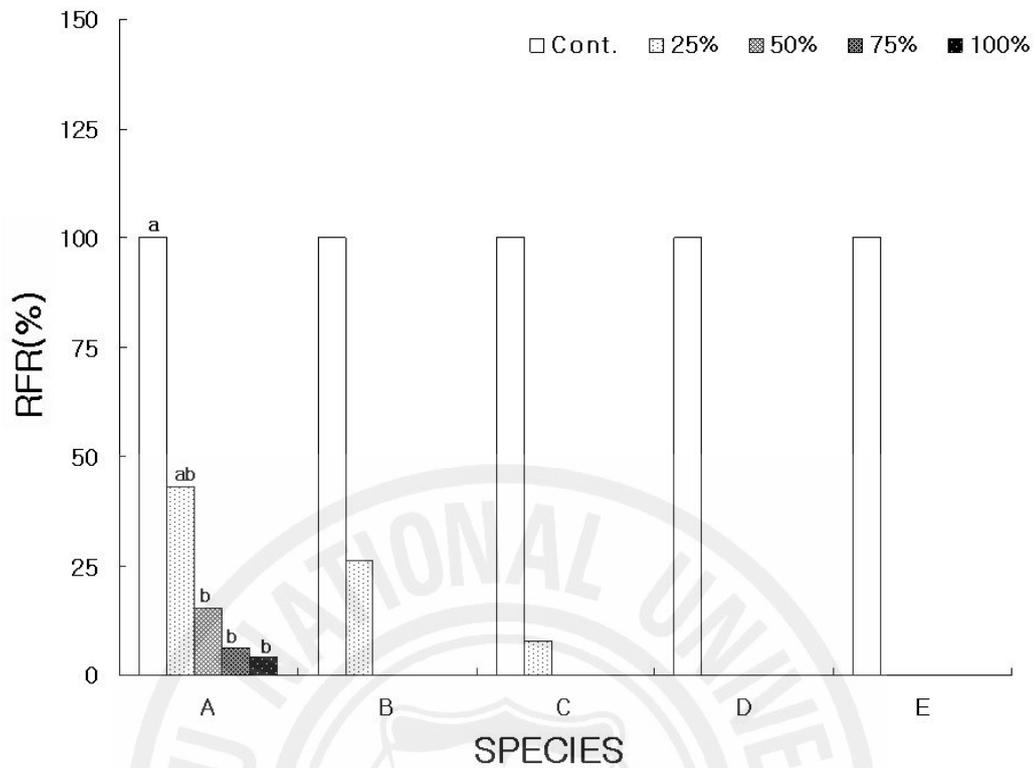


Fig. 15. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Fresh weight (% of control, RFR) of receptor plants.

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

Key to species : A; *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* B; *Lolium multiflorum* C; *Bidens bipinnata* D; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* E; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*

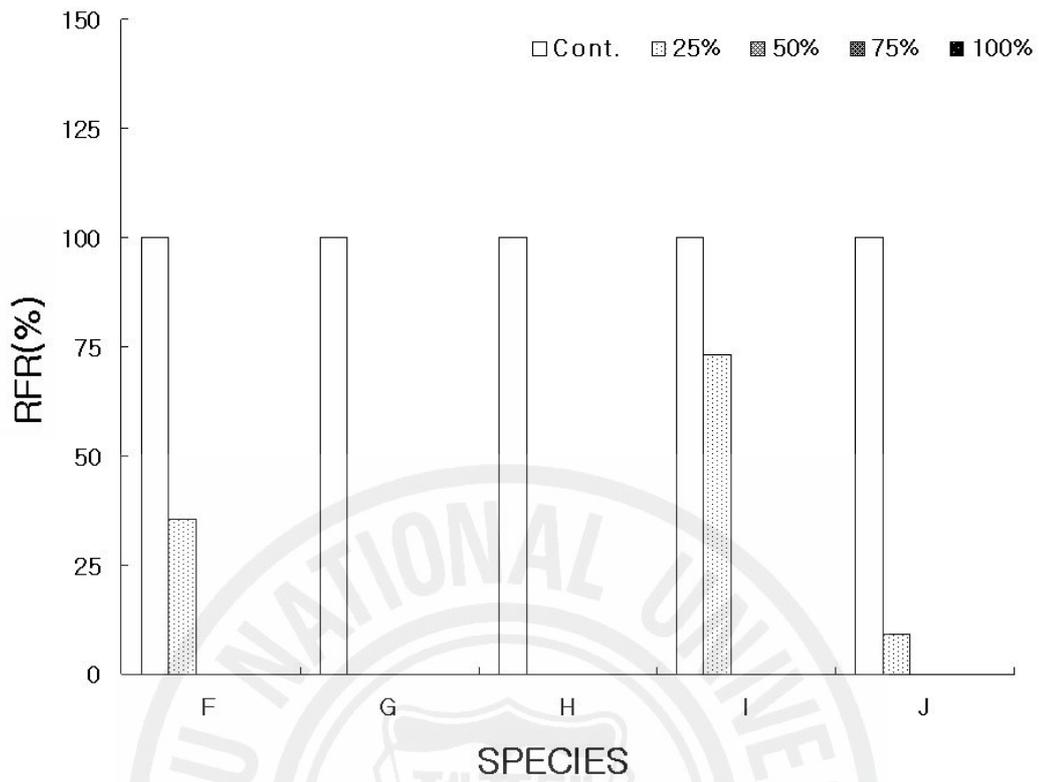


Fig. 16. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Fresh weight (% of control, RFR) of receptor plants.

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

Key to species : F; *Trifolium repens* G; *Astragalus sinicus* H; *Trifolium incarnatum* I; *Medicago sativa* J; *Amaranthus spinosus*

### 2-1-3.가시비름의 수용성 추출액에서의 뿌리털의 발달

가시비름의 수용성 추출액에 대한 수용체 식물의 뿌리털을 광학현미경하에서 관찰한 결과 대부분의 식물이 추출액의 농도가 25%일 때부터 뿌리털 발달이 심하게 억제되는 것으로 나타났으며 수용성 추출액의 농도가 증가함에 따라 단위 면적당 뿌리털의 수, 뿌리털의 길이가 순차적으로 억제가 되는 경향을 보였다. 특히 벤투그라스인 경우 100%까지 발아와 유식물 생장이 이루어 졌으나 75%부터는 뿌리털을 관찰할 수가 없었으며 같은 화분과 식물인 쥐보리풀인 경우는 25%부터 뿌리털 발달이 심하게 억제되는 것을 볼 수 있었다. 콩과 (Leguminosae)인 자운영, 크림슨클로버와 채배종인 유채와 배추인 경우는 대조구를 제외한 모든 처리구에서 발아가 이루어지지 못 하여 뿌리털을 관찰할 수 없었다(Fig. 17. ~ Fig. 26.).



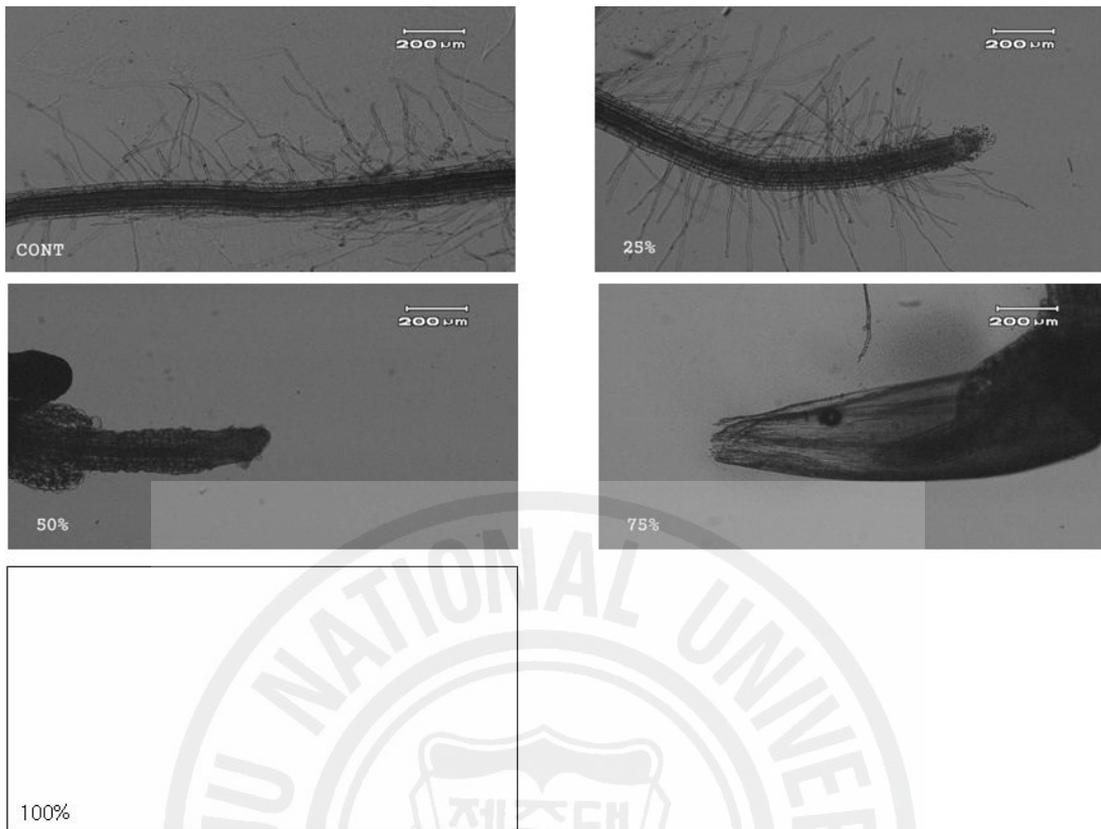


Fig. 17. Development of *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extract

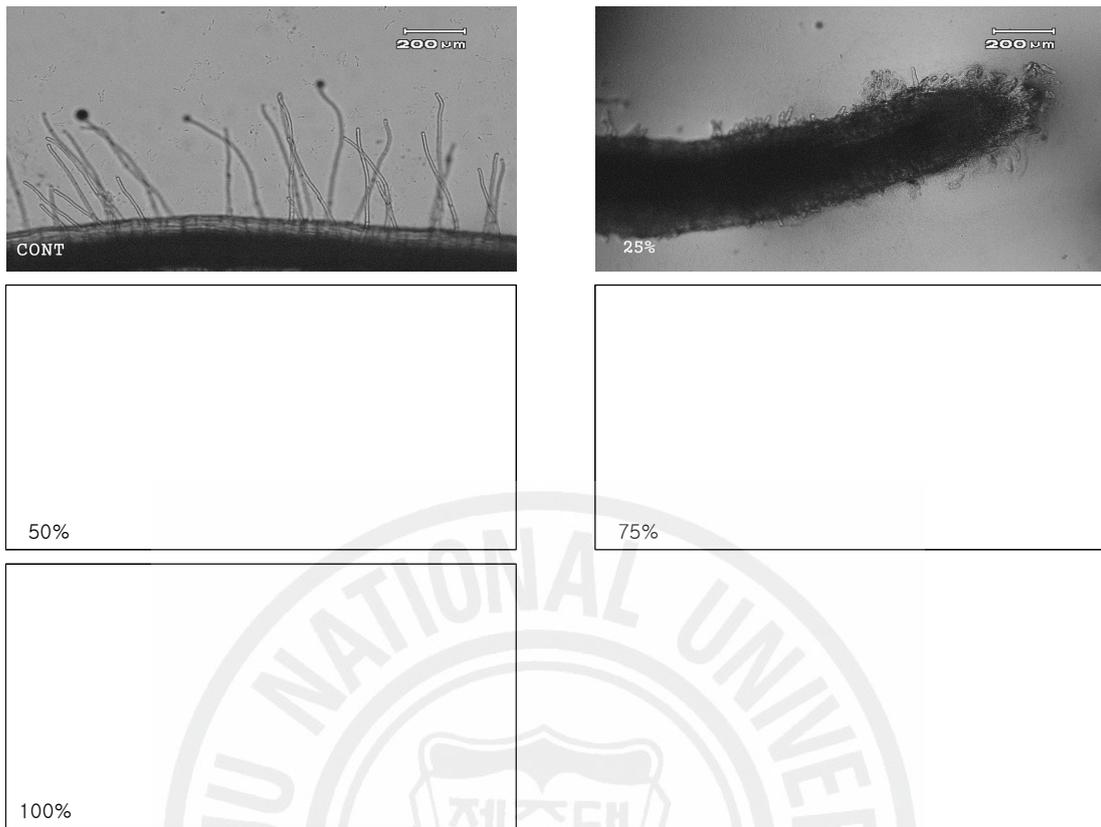


Fig. 18. Development of *Lolium multiflorum* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

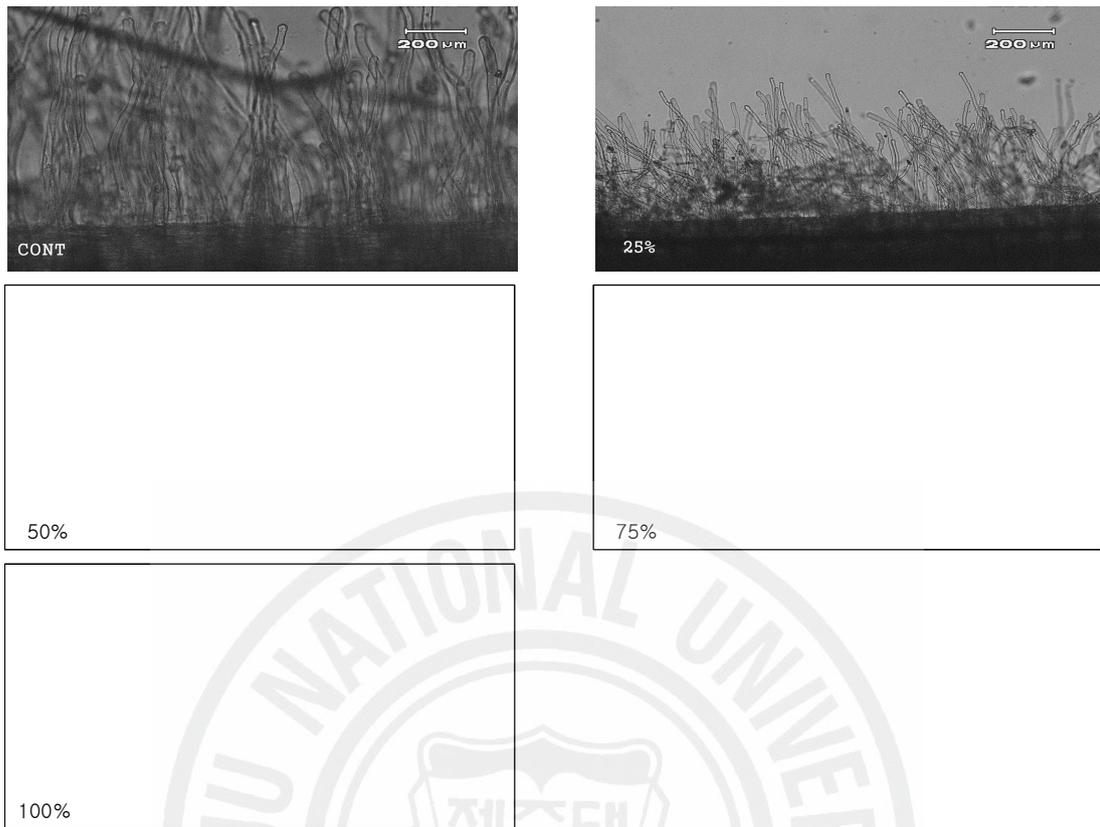


Fig. 19. Development of *Bidens bipinnata* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

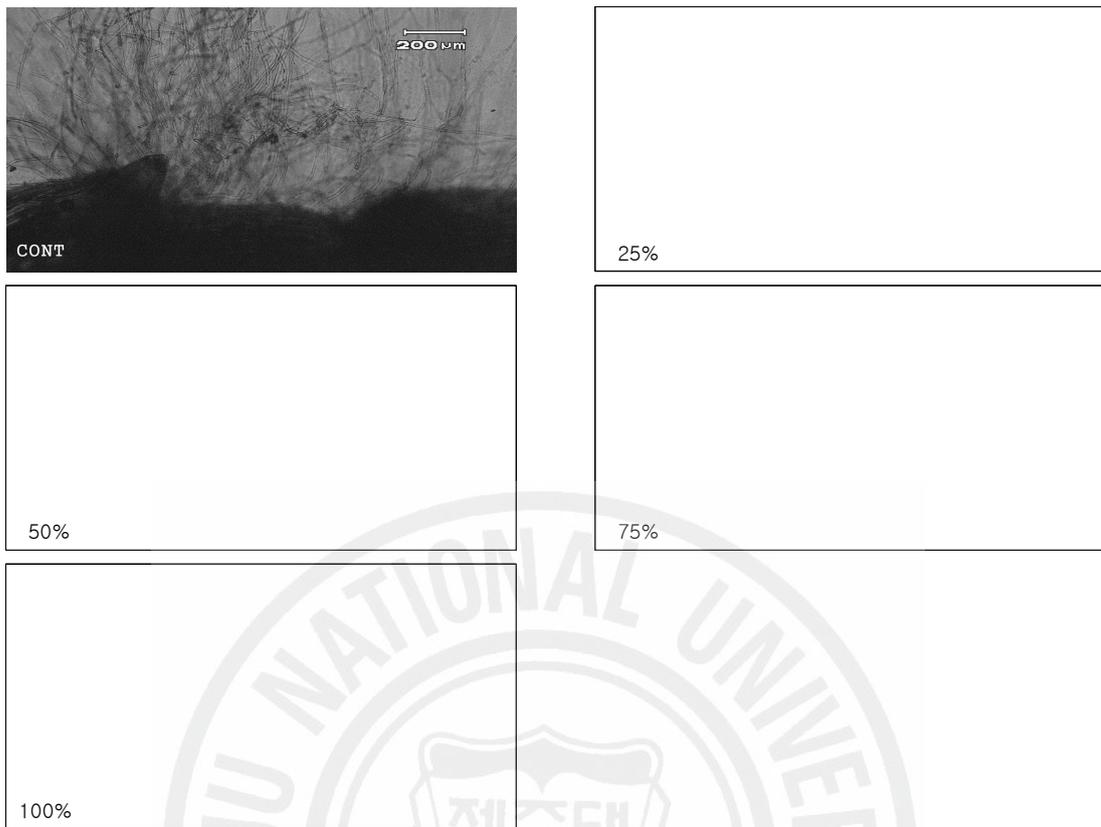


Fig. 20. Development of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

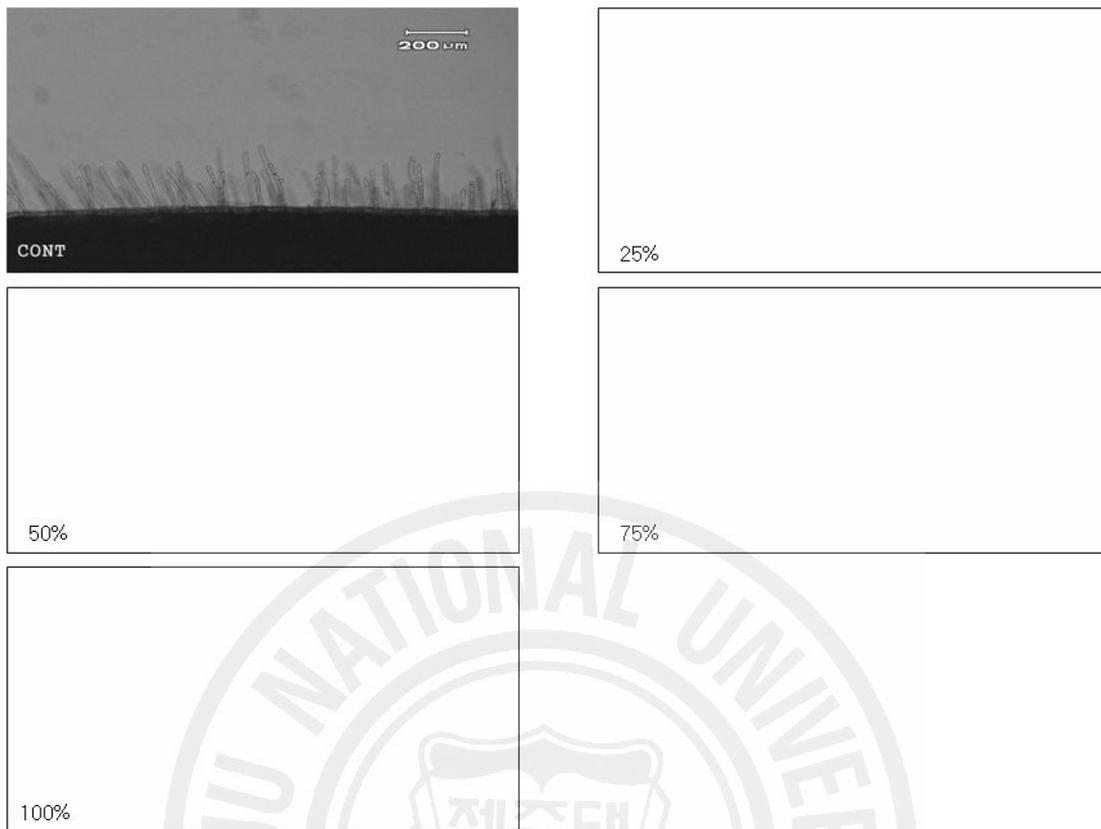


Fig. 21. Development of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

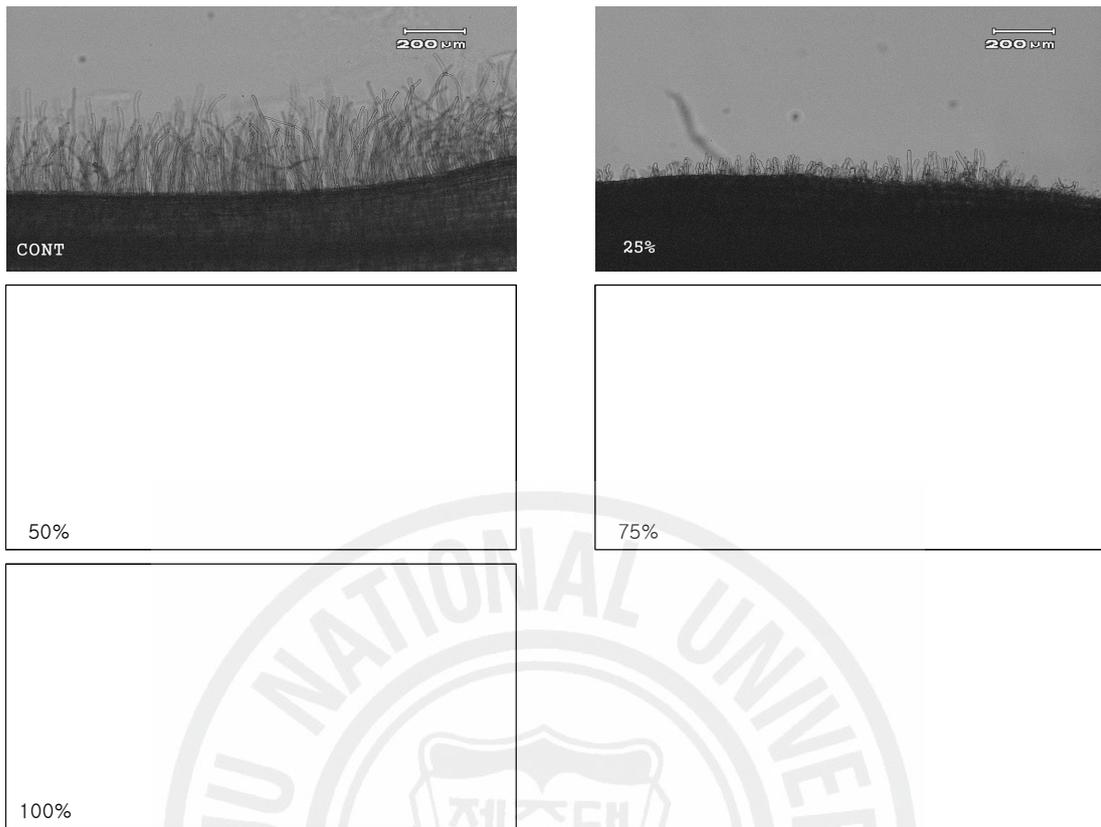


Fig. 22. Development of *Trifolium repens* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

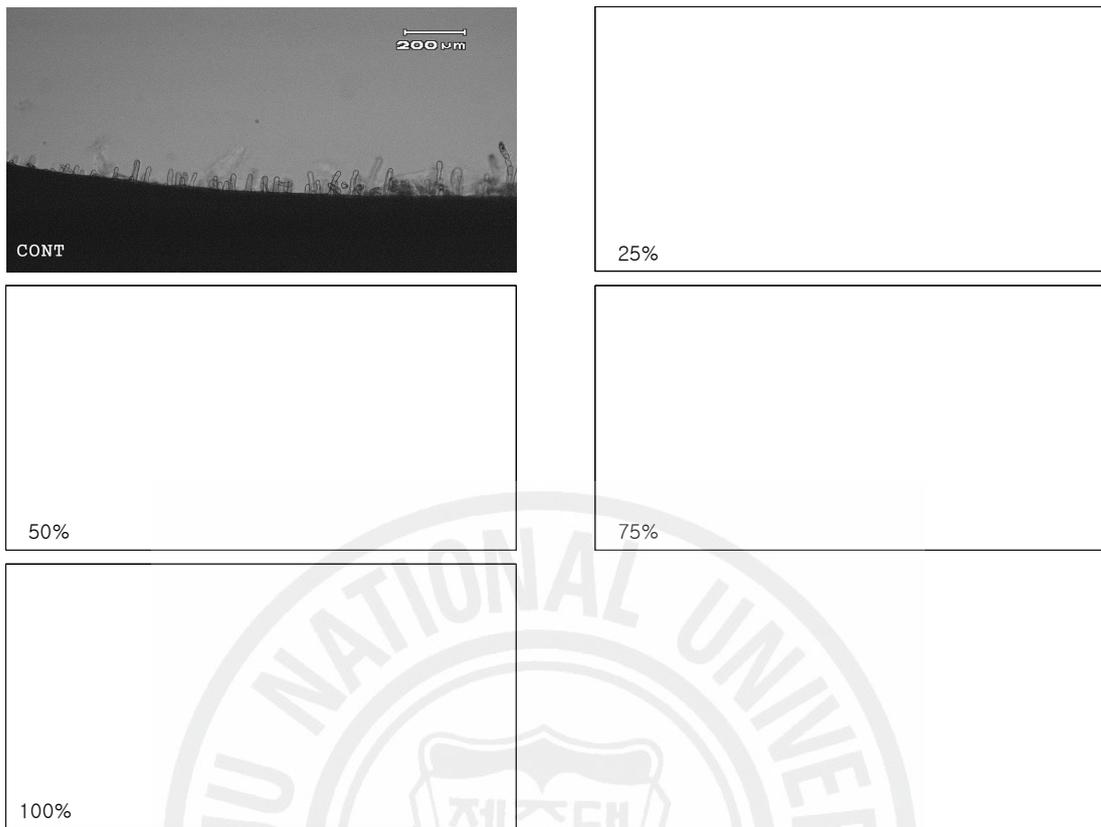


Fig. 23. Development of *Astragalus sinicus* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

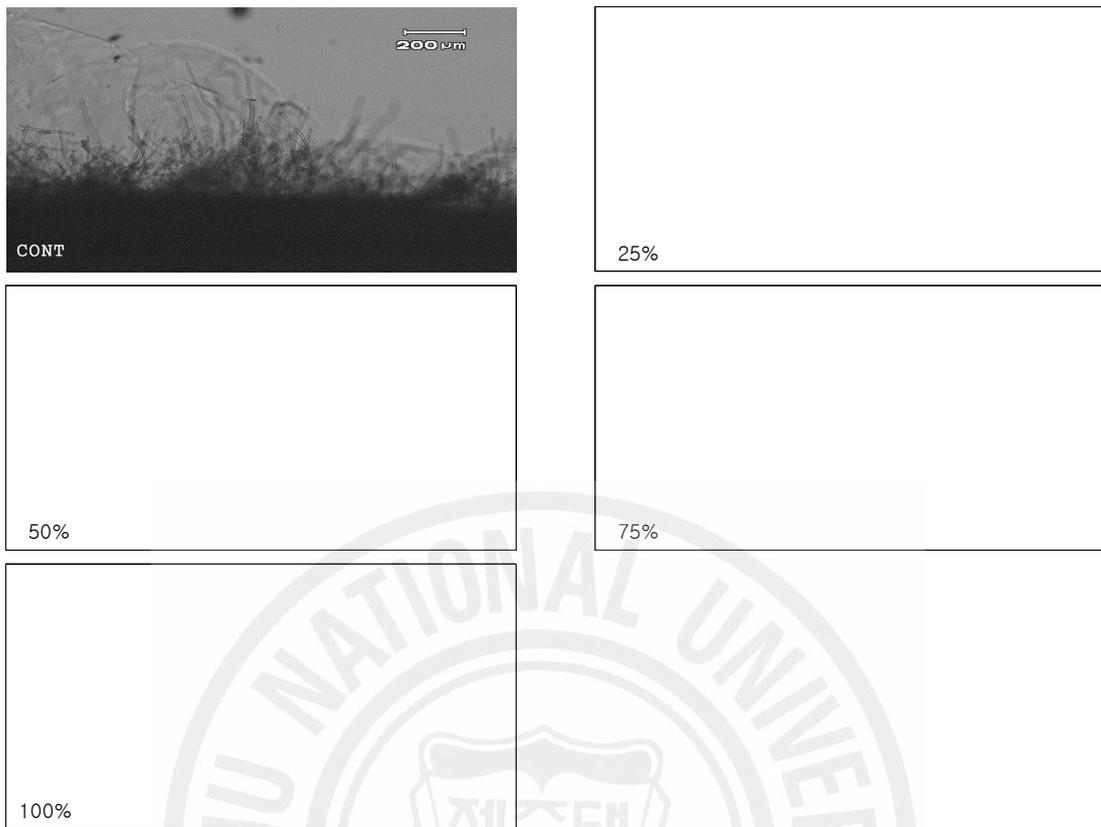


Fig. 24. Development of *Trifolium incarnatum* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

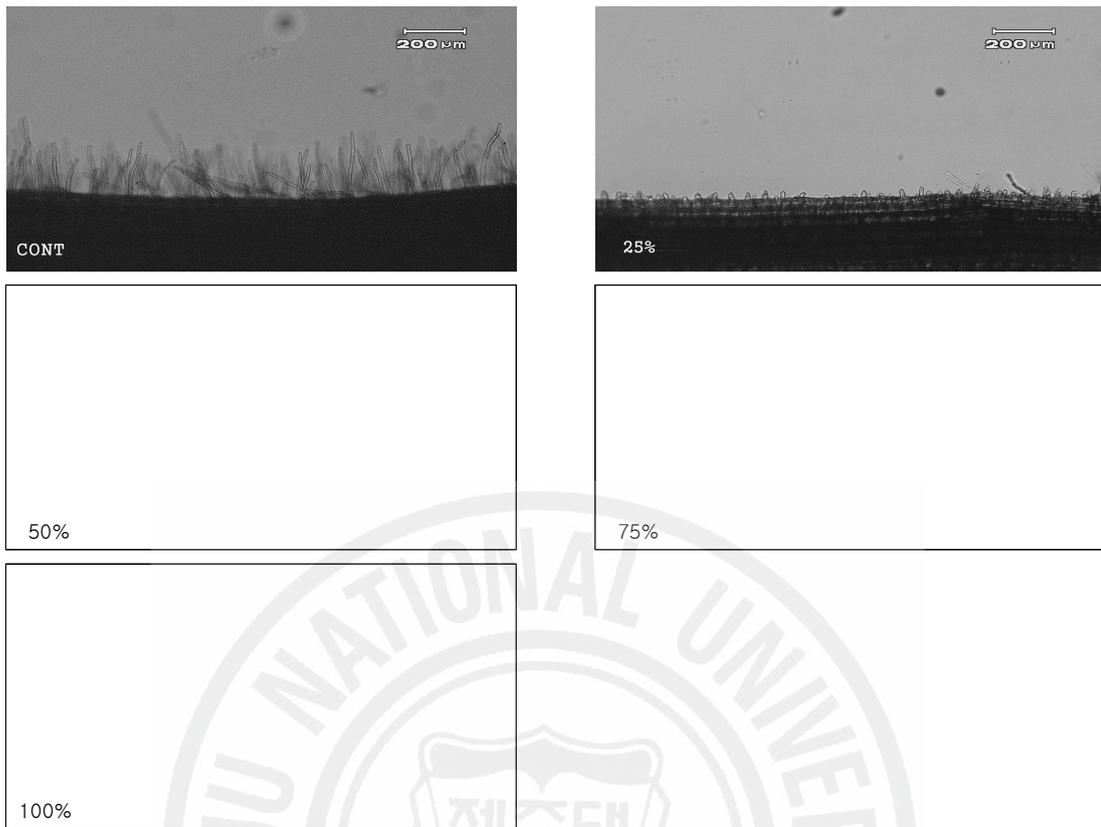


Fig. 25. Development of *Medicago sativa* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

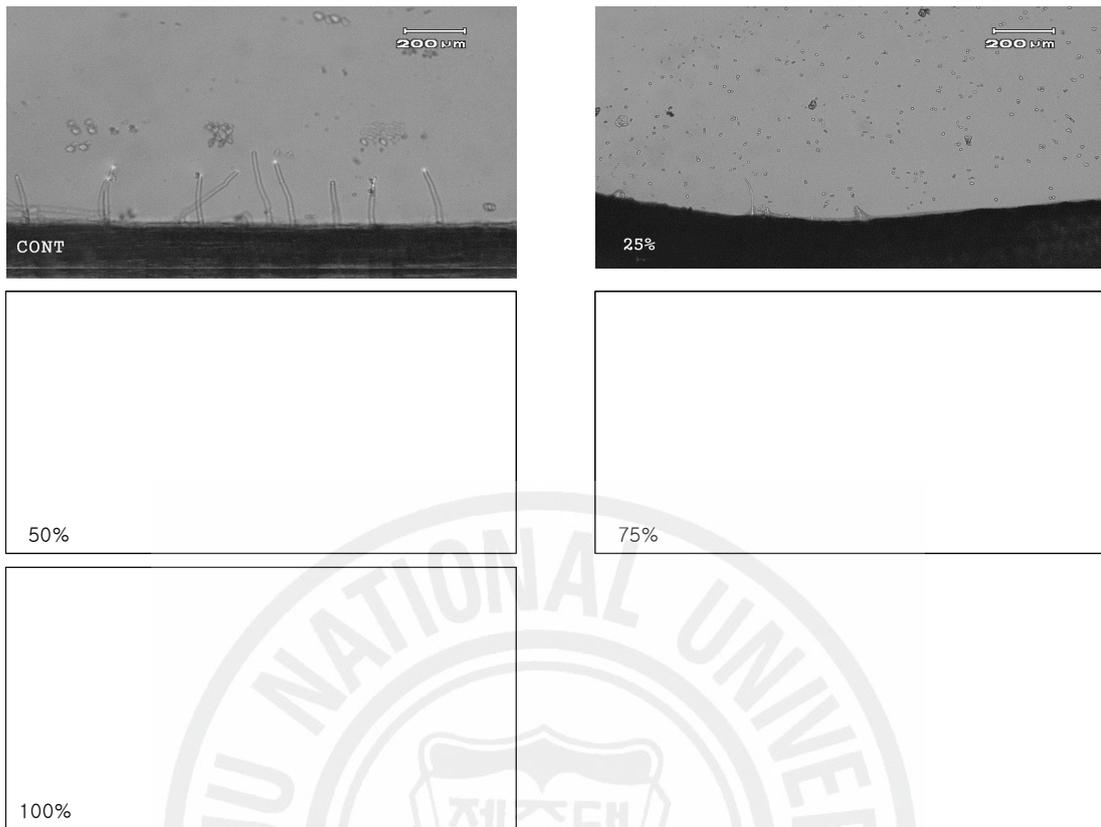


Fig. 26. Development of *Amaranthus spinosus* root hairs treated with different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

## 2-2. 가시비름의 수용성 추출액에서의 생장실험

가시비름 수용성 추출액에 대한 수용체식물의 생장결과는 수용성 추출액의 농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 지상·지하부의 길이, 생체량이 순차적으로 억제되는 경향성을 보였다. 질경이의 지상부인 경우 대조구에 비해 100%구에서는 41.4%가 억제되었고 유채 48.5%, 서양금혼초 64.6%, 망초 74.6% 순으로 감소되었으며 광대나물인 경우 고사(枯死) 되어 조사할 수 없었다. 반면 지하부인 경우 유채 47.9%, 질경이 64.9%, 망초 79.0%, 서양금혼초 82.3% 순으로 감소되었다. 따라서 대부분 수용체식물은 지하부가 지상부보다 가시비름의 수용성추출액에 대해 민감하게 반응을 보이는 것으로 나타났고 수용체식물종에 따라 서로 다른 생장억제의 차이를 보이는 것으로 조사되었다(Table 27., Table 31.).



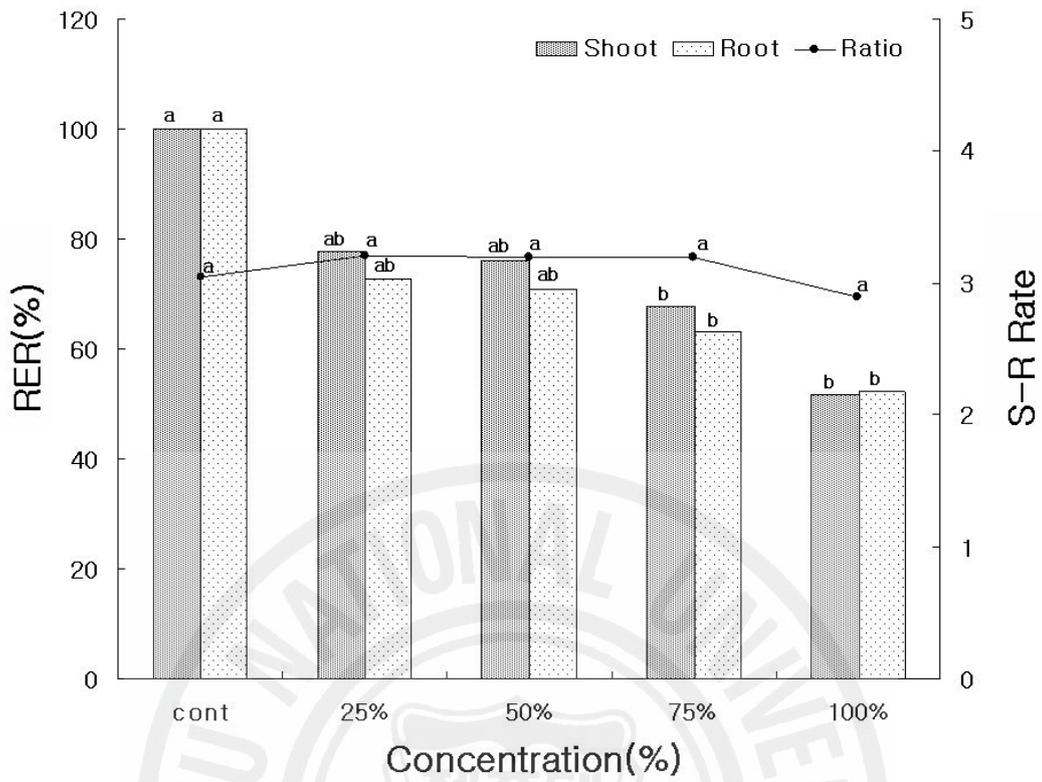


Fig. 27. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*.

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

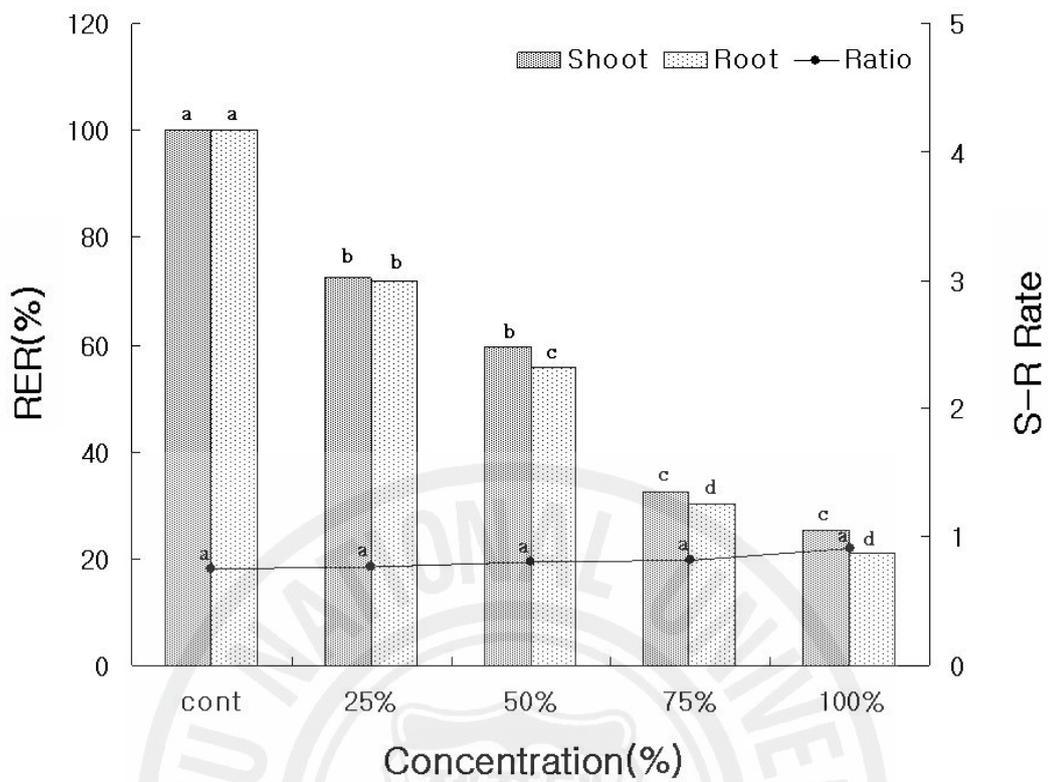


Fig. 28. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Relative Elongation Ratio (RER) of *Erigeron annuus*. The different letters indicate significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

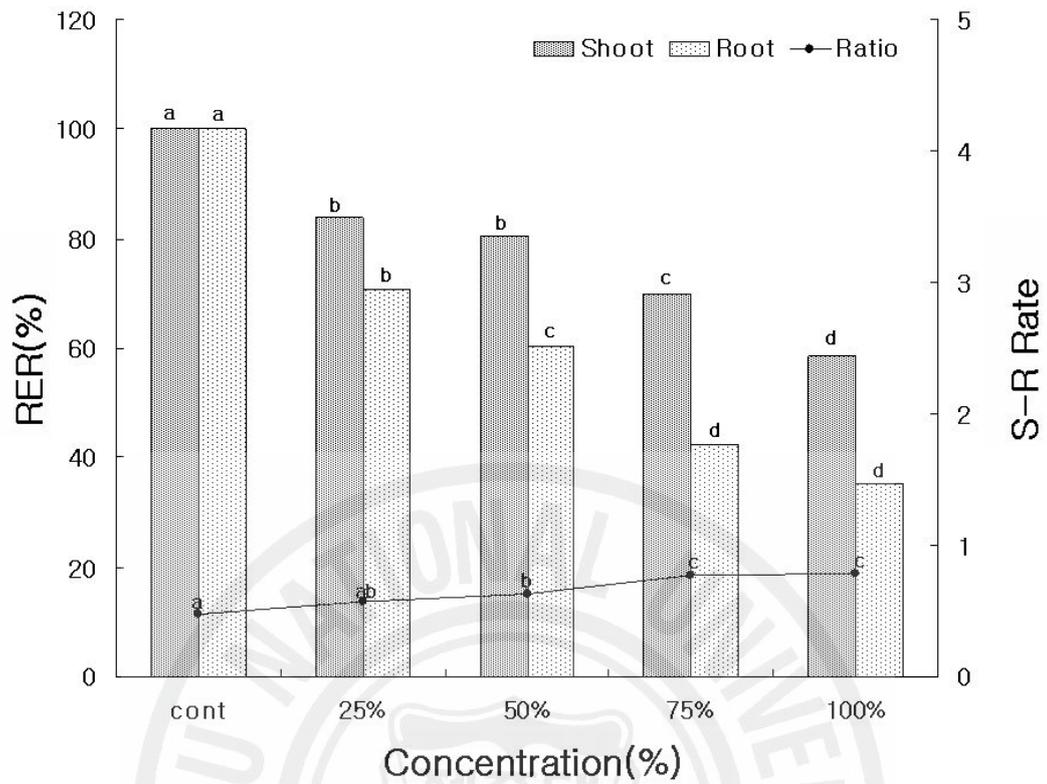


Fig. 29. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of *Plantago asitaca*. The different letters indicate significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

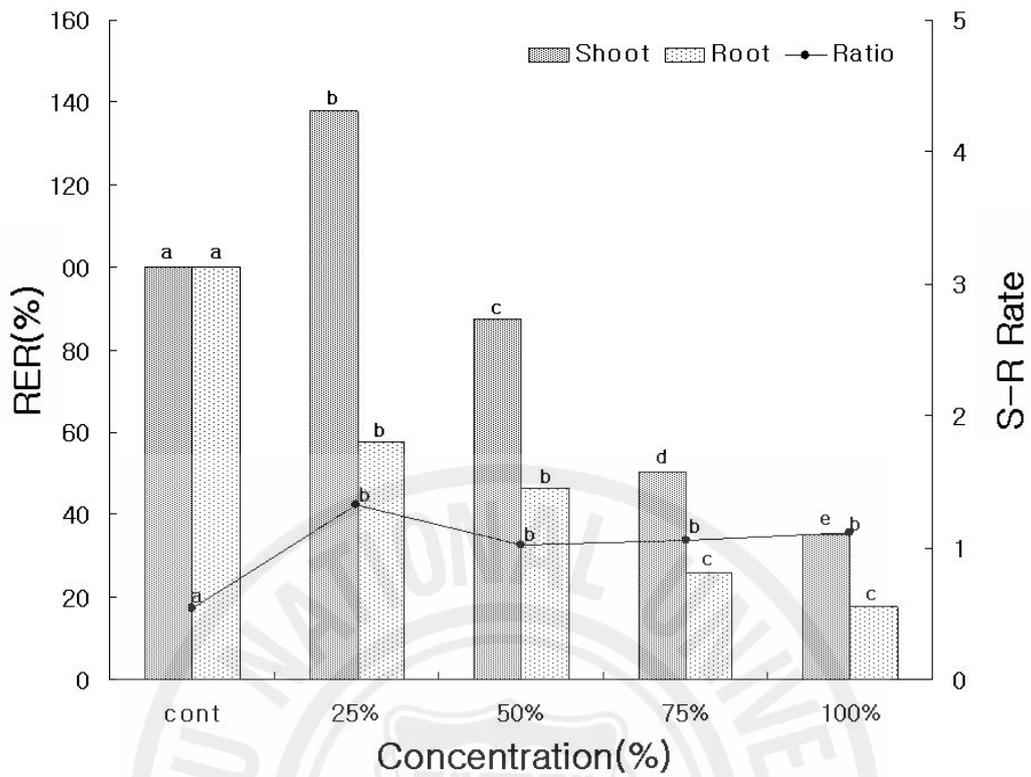


Fig. 30. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of *Hypochoeris radicata*. The different letters indicate significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

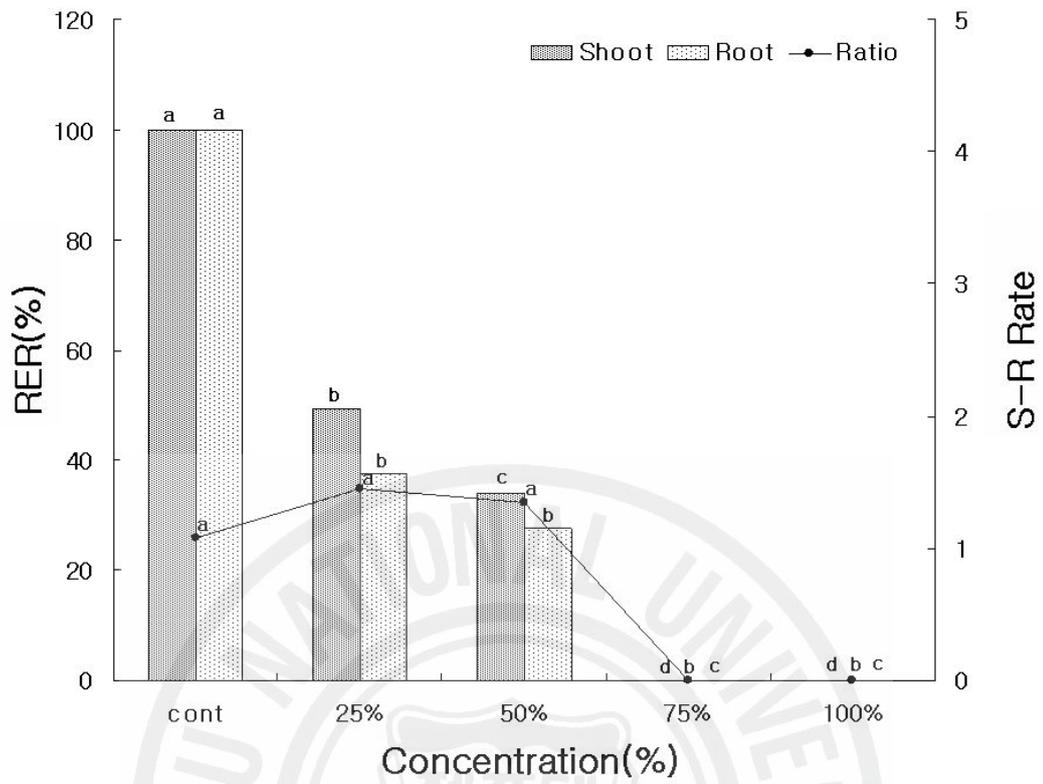


Fig. 31. Effects of various concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts on Relative Elongation Ratio(RER) of *Lamium amplexicaule*. The different letters indicate significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

Table 2. Fresh weight(mg) of receptor plants on shoot growth at different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

Species	Control	Fuesh weinght(mg)			
		25%	50%	75%	100%
A	19.4±1.13	24.1±2.37	24.2±2.67	14.9±4.24	12.5±1.88
B	15.8±4.69	11.7±1.89	8.0±2.30*	2.6±0.97**	1.1±0.40**
C	5.9±0.37	5.8±0.49	4.6±1.28	2.1±0.89**	2.0±0.38**
D	18.00±2.35	27.00±12.37	18.0±3.29	4.0±2.34	1.3±0.39
E	10.4±1.53	1.9±0.64**	0.5±0.35**	0.0±0.00**	0.0±0.00**

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

Key to species : A; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* B; *Erigeron annuus* C; *Plantago asiatica* D; *Hypochoeris radicata* E; *Lamium amplexicaule*.

Table 3. Fresh weight(mg) of receptor plants on root growth at different concentrations of *Amaranthus spinosus* L. aqueous extracts.

Species	Control	Fuesh weinght(mg)			
		25%	50%	75%	100%
A	4.0±0.63	3.6±0.81	2.5±0.10	2.3±0.94	1.7±0.45*
B	8.9±1.37	8.5±4.54	2.9±0.59	1.0±0.57*	0.3±0.20*
C	5.8±0.26	5.7±0.42	3.9±1.22	2.9±0.56**	2.5±0.57**
D	19.4±2.31	19.0±13.65	6.5±2.10	2.1±0.88	0.8±0.38
E	3.7±0.44	0.4±0.10**	0.2±0.30**	0.0±0.00**	0.0±0.00**

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

Key to species : A; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* B; *Erigeron annuus* C; *Plantago asiatica* D; *Hypochoeris radicata* E; *Lamium amplexicaule*.

### 2-3. 가시비름의 수용성 추출액에서의 미생물 성장실험

가시비름의 수용성 추출액에 대한 미생물 성장실험을 한 결과 일반적으로 수용성 추출액 농도가 증가함에 따라 반비례적으로 미생물 생장이 억제되는 경향을 보이고 수용성추출액 농도, 미생물 종류에 따라 억제의 정도 차이를 보였다. 미생물 속(genus)에 따라 성장 억제의 경향을 보면 *Rhizoctonia*가 가시비름의 수용성 추출액에 대해 둔감반응을 보이는 반면 *Phytophthora*, *Pythium*, *Diaporthe*는 민감한 반응을 보이는 것으로 나타났고 이 중 *Pythium*인 경우 *Pythium vanterpolii*, *Pythium catenulatum*은 수용성 추출액 100%에서 약 90.8% 성장 억제율이 보인 반면 *Pythium ultimum*은 29.9%의 성장 억제율을 보였다.(Fig. 32. ~ Fig. 34.).



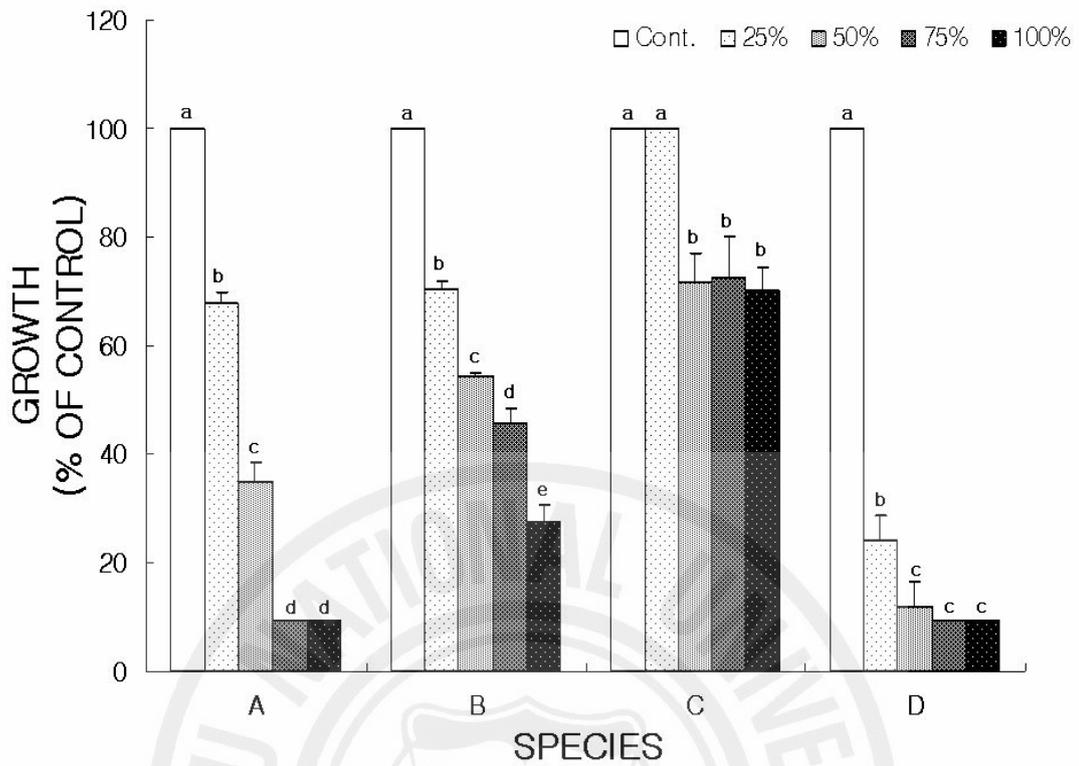


Fig. 32. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

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

Key to species : A; *Pythium venterpoolii* B; *Pythium graminicola* C; *Pythium ultimum* D; *Pythium catenulatum*

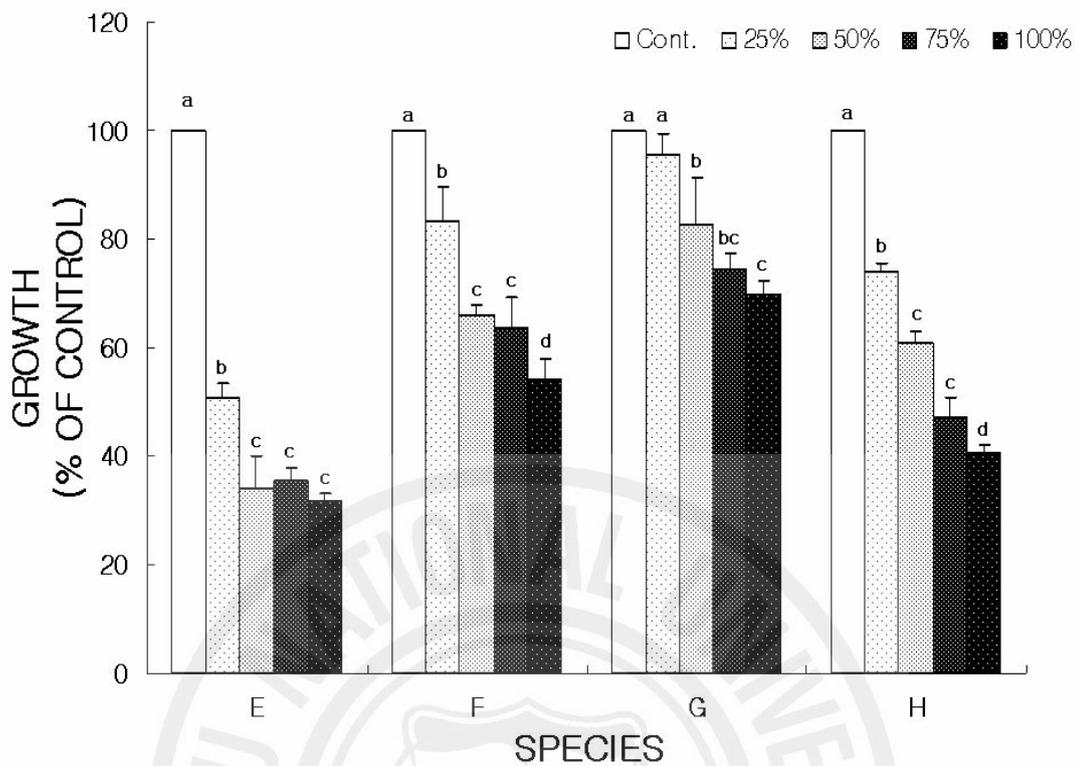


Fig. 33. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

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

Key to species : E; *Rhizoctonia cerealis* F; *Rhizoctonia solani*(1A) G; *Rhizoctonia solani*(1B);  
H; *Rhizoctonia solani*(iiiB)

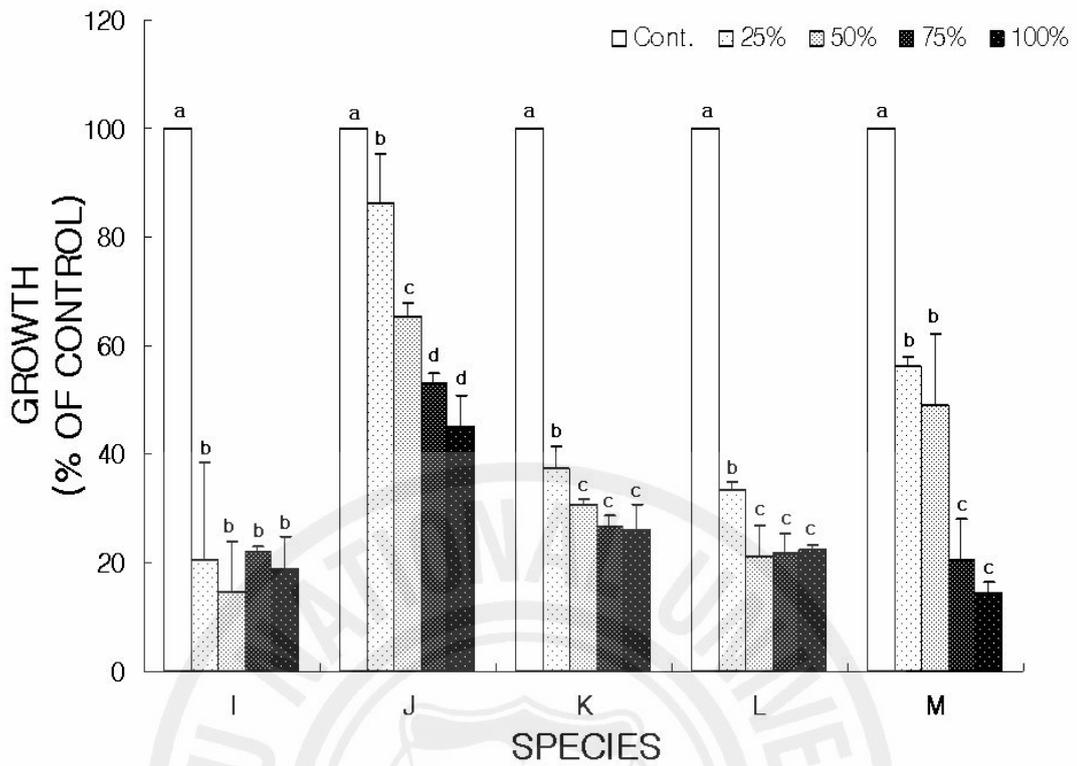


Fig. 34. Colony diameter of fungi taxa grown in PD medium at different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

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

Key to species : I; *Sclerotinia sclerotiorum* J; *Botrytis cinerea* K; *Diaporthe citri* L; *Glomerella cingulata* M; *Phytophthora infestans*

#### 2-4. 채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀함량조사

채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀함량조사를 실시한 결과는 잎은 중기( $593.3 \pm 14.8 \text{mg}/\ell$ ), 초기( $509.5 \pm 19.6 \text{mg}/\ell$ ), 말기( $310.1 \pm 13.5 \text{mg}/\ell$ ) 순으로 감소하였고 뿌리는 중기( $183.4 \pm 9.3 \text{mg}/\ell$ ), 초기( $117.7 \pm 6.8 \text{mg}/\ell$ ), 말기( $85.3 \pm 2.9 \text{mg}/\ell$ ) 순으로 감소하였으며 줄기는 중기( $106.3 \pm 4.7 \text{mg}/\ell$ ), 말기( $88.8 \pm 7.0 \text{mg}/\ell$ ), 초기( $78.3 \pm 5.4 \text{mg}/\ell$ ) 순으로 감소되는 것으로 분석되었다. 부위별 총 페놀함량은 잎, 뿌리, 줄기 순으로 조사되었고 중기의 줄기에 비해 잎의 총 페놀함량은 5.6배가 더 높은 것으로 분석되었다(Fig. 35.).



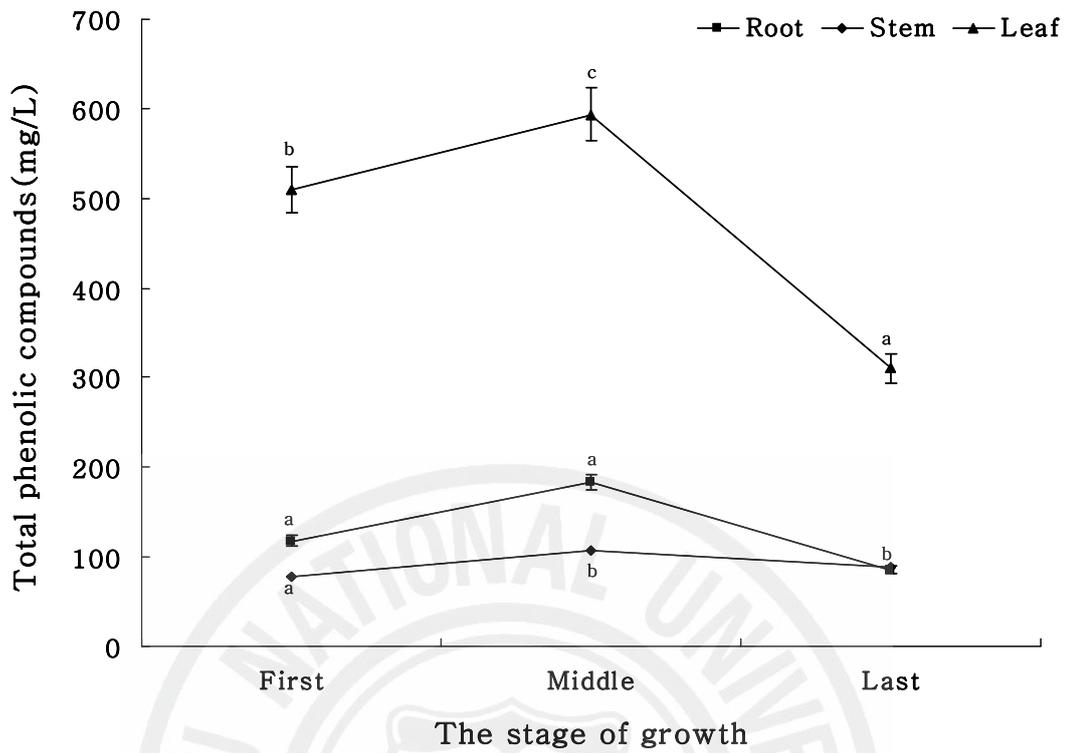


Fig. 35. Change of total phenolic compounds in different growth stages and organs of *Amaranthus spinosus*.

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

## IV. 고찰

최근 국내에 분포하는 귀화식물은 총 33속 194종으로 과거 1980년대 27속 100종 비해 약 50%가 증가되었고 지역적 특수성을 갖는 제주도인 경우도 1914년 中井猛之進(1914)가 25종, 1994년 박수현 75종, 2001년 Yang *et al.* 188종, 2006년 Kim *et al.* 254종으로 최근 많은 귀화식물이 도입되었다. 이는 최근 국제간의 교역증대와 국외 여행객수의 급증 등으로 인한 것으로 이들 대한 일반적 특성을 보면 생식적 성숙과 개화가 빠르며, 종자의 생산성이 높고, 산포범위가 넓으며 새로운 생육지에 대한 적응력이 높다. 따라서 귀화식물은 그들의 영역을 전국적으로 확산시켜 자연 생태계 및 종의 다양성에 많은 영향을 주고 있다. 이러한 영향에 대해 제주지역에서는 가시비름, 도개비가지, 서양등혼초 등을 생태계 교란위해수종으로 지정하고 있다(김 등, 2006; Kim and Lee, 1996; 길 등 1998).

그 중 가시비름은 개체 당 235,000립의 높은 종자의 생산성과 발아의 신속성을 가지고 있는데 온도별 가시비름의 발아율을 조사한 결과 Fig. 1.에서 보는 바와 같이 35°C~40°C사이에서 3일 내에 약 80%이상이 높은 발아율을 보였다. 따라서 가시비름은 7월~8월 사이 많은 종자수를 바탕으로 신속한 발아와 높은 발아율로 인해 제주도의 목초지 및 공한지 등에 균락을 이루는 것으로 추정 된다.

귀화식물이 자연생태계 내에서 새로운 생육지에서 적응력이 높고 종의 다양성에 영향을 주는 원인은 그들의 2차 천이의 초기단계에서 allelochemicals를 분비함으로써 주변식물의 생장을 억제하여 자신의 분포영역을 확대하는 것이 가장 큰 원인 중의 하나로 알려져 있다(Rice, 1984; Inderjit, 1996; Kim and Lee 1996).

그 중 개망초, 망초, 비름, 돼지풀, 토끼풀 등 주변식물의 생장을 억제하는 allelopathy 현상을 일으키는 것으로는 알려져 있으나 우리나라에서는 자생식물과 귀화식물간의 환경생태학적 분포특성인 allelopathy에 대한 연구는 전무한 실정이다.

Allelopathy효과는 식물들의 가지고 있는 화학물질을 방산함에 따라 다른 수용체 식물들의 유근생장, 종자발아, 광합성, 세포분열 및 세포막의 기능에 미치는 영향을 볼 수 있다(Muller, 1969).

김과 장(1998)은 자생식물과 귀화식물에 대한 서식지 토양환경과 타식물체의 발아와 유근생장에 미치는 영향을 조사한 결과 자생식물의 토양 pH범위는 5.33~7.20, 귀화식물은 pH는 3.96~6.48로 귀화식물이 토양 pH가 낮고 생육 범위가 넓었다. 또한 귀화식물이 자생식물보다 타식물체의 발아와 유근발달에 많은 영향을 준다고 한다. 따라서 제주도의 공한지나 목장지대 등에서 높은 우점도를 보이는 귀화식물인 가시비름에 대해 환경생태학적 측면의 일환으로 가시비름의 수용성추출액의 농도에 따른 수용체식물의 발아와 생장을 조사하였다.

가시비름 수용성 추출액이 수용체 식물에게 미치는 영향은 본 실험 결과 가시비름이 함유하고 있는 allelochemicals가 수용체식물종과 부위에 따라 서로 다른 영향을 주는 것으로 나타났다.

같은 과에 속하는 *Artemisia*속 중의 *A. tridentata*의 잎 수용추출액은 다른 여러 가지 식물의 발아를 촉진 또는 억제하며, *A. princeps*의 뿌리 추출액은 같은 *Artemisia*속의 *A. artemisiifolias*의 종자 발아와 어린 벼의 생장을 심하게 억제하고, *A. capillaris*의 수용추출액도 여러 다른 식물을 촉진 또는 억제한다(Hoffman and Hazlett, 1977; Numata *et al.*, 1975). 또한 한 식물체의 allelochemicals가 다른 식물의 발아와 생장을 억제 하는 것은 allelochemicals가 다른 식물에 stress를 주어 식물의 각 부위별 생리작용이 어렵게 한다. 즉 allelochemicals가 지상부 보다 지하부에 더 많은 stress를 주어 생장을 어렵게 한다고 한다(Pardates and Dingal, 1988; Hazeboek *et al.*, 1989; Heisey, 1990; Patterson, 1981; Tillberg, 1970).

가시비름 수용성추출액이 고농도가 높을수록 수용체식물의 발아율이나 크게 억제 되는 것을 볼 수 있었으며, 각각의 수용체 식물마다 발아율이 서로 다르게 나타나는 것을 볼 수 있었다. 쥐보리풀, 도깨비바늘, 토끼풀, 자운영, 가시비름은 추출액농도 25% 이상부터 전혀 발아하지 않았고 유채, 배추, 자주개자리는 추출액농도 25%에서도 전혀 발아하지 않았다. 반면 벤투글라스는 25% 처리구에서 대조구보다 증가하였고 농도 증가됨에 따라 순차적으로 감소하였다. 유식물의 생장은 지상부보다 지하부가 수용성추출액 농도에 민감하게 반응하는 것으로 조사되었고 뿌리털 발달 또한 대조구에 비해 수용성 추출액이 높아질수록 전 처리구에서 순차적으로 뿌리털 발달이 심하게 억제되는 것을 볼 수 있었다. 식물체에

서의 뿌리의 기능은 수분 및 양분 흡수, 양분 저장, 식물체의 지지 등 있다. 따라서 뿌리털이 발달이 안 된다는 것은 토양에서의 착근이 안 되어 수분이나 영양분을 흡수할 수가 없어 생장이 억제되고 착근이 된다하여도 뿌리의 발달이 빈약하고 식물체의 지상부와 지하부 비율이 균등하지 않아 정상적인 생장이 어려울 것으로 사료된다.

Fig. 27.-31.에서 대부분 수용체식물은 지하부가 지상부보다 가시비름의 수용성 추출액에 대해 민감하게 반응을 보이는 것으로 나타났고 수용체식물중에 따라서 다른 생장억제의 차이를 보였는데, 이와 관련된 선행연구를 보면 *Parthenium*의 수용성추출액은 수용체식물의 뿌리생장을 억제하고(Mersie and Singh, 1987), 수용성추출액 농도의 변화는 뿌리의 생장에 영향을 준다고 한다(Pardates and Dingal, 1988; Hazeboek *et al.*, 1989; Heisey, 1990).

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 있다고 한다(柴田 承二, 1978; 山下恭平, 1986; Kim and Lee, 1996). Grümer(1961)는 allelopathy의 개념을 미생물에까지 확대하여 고등식물이 미생물에 미치는 식물성 살균소에 대한 연구를 시작하였다(이 와 김, 1999).

가시비름의 수용성 추출액에 대한 미생물의 생장을 실험한 결과, 수용성추출액 농도, 미생물 종류에 따라 억제의 정도 차이를 보이는데 특히 *Pythium*인 경우 *Pythium vanterpolii*, *Pythium catenulatum*은 수용성 추출액 100%에서 약 90.8% 생장 억제율이 보인 반면 *Pythium ultimum*은 29.9%의 생장 억제율을 보였고 미생물 속(genus)에 따라 억제의 경향은 *Rhizoctonia*에 비해 *Phytophthora*, *Pythium*, *Diaporthe*는 민감한 반응을 보이는 것으로 조사되었다.

식물체내의 phenolic compound들은 일반적으로 acid계통이고 shikimic acid 경로를 통하여 생성되며 외부로 배출되는 수용성물질이다. phenolic compound의 종류를 보면 chlorogenic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, caffeic acid 등이 있는데 이들은 잘 알려진 물질로 타 식물체의 종자발아와 생장을 억제하는 물질이다(Duke, 1986). 따라서 이런 물질의 통합적인 양을 알아보기 위해 가시비름의 Total phenolic

compound 함량을 조사 하였다.

채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀함량조사를 실시한 결과는 잎은 말기( $310.1 \pm 13.5 \text{mg}/\ell$ ), 초기( $509.5 \pm 19.6 \text{mg}/\ell$ ), 중기( $593.3 \pm 14.8 \text{mg}/\ell$ )순으로 증가하였고 뿌리는 말기( $85.3 \pm 2.9 \text{mg}/\ell$ ), 초기( $117.7 \pm 6.8 \text{mg}/\ell$ ), 중기( $183.4 \pm 9.3 \text{mg}/\ell$ )순으로 증가하였으며 줄기는 초기( $78.3 \pm 5.4 \text{mg}/\ell$ ), 말기( $88.8 \pm 7.0 \text{mg}/\ell$ ), 중기( $106.3 \pm 4.7 \text{mg}/\ell$ )순으로 분석되었다.

이들을 종합해보면 가시비름은 7월~8월 사이 다량의 종자수를 바탕으로 신속한 발아와 높은 발아율로 인해 제주도의 목초지 및 공한지 등에 큰 군락을 이루고 가시비름의 allelopathy효과로 인한 가시비름 군락 내외에 allelochemicals를 방출하여 타식물체의 발아와 성장, 미생물에 영향을 주기 때문에 제주도내 생태계에서 경쟁적 우위를 점하는 것으로 사료된다.



## V. 적 요

가시비름의 경쟁적 우세원인 규명과 천연제초제, 천연항균제 등 자원화 방안 연구에 기초자료로 제공하고자 가시비름의 온도별 발아특성과 allelopathy 효과를 알아보았다.

가시비름의 발아는 온도가 상승함에 따라 발아율이 상승하였고 35~40℃ 처리구에서 가장 높게 분석되었는데 45℃ 처리구에서는 현저하게 감소하는 것으로 조사되었다. 가시비름의 수용성 추출액에 대한 수용체식물의 상대발아율(RGR), 상대신장율(RER), 상대생체량(RFR)을 실험한 결과 추출액 농도가 증가할수록 일반적으로 감소되었고 수용체 식물의 종류와 부위에 따라 다소 차이를 보였다. 항균 활성은 *Phytophthora infestans*, *Pythium vanterpolii*, *Diaporthe citri*와 *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* AG-1(1A), *Rhizoctonia solani* AG-2-2(iiiB), *Rhizoctonia cerealis*인 경우 추출액의 농도가 증가할수록 항균 활성을 보인 반면 *Glomerella cingulata*, *Pythium ultimum*은 보이지 않았다. 따라서 가시비름의 수용성 추출액에 대한 allelopathy 효과는 수용체식물 종류와 미생물 종류에 따라 서로 다른 효과를 나타내는 것으로 조사되었다. 가시비름의 채집시기에 따른 총 페놀 함량은 생육 중기, 초기, 말기 순으로 감소하였고, 부위별로는 잎, 뿌리, 줄기 순으로 감소되었다.

이와 같은 결과를 종합해보면 가시비름의 발아특성과 allelopathy 효과로 인해 제주도 생태계 내의 경쟁적 우위를 점하고 있는 것으로 사료된다.

## REFERENCE

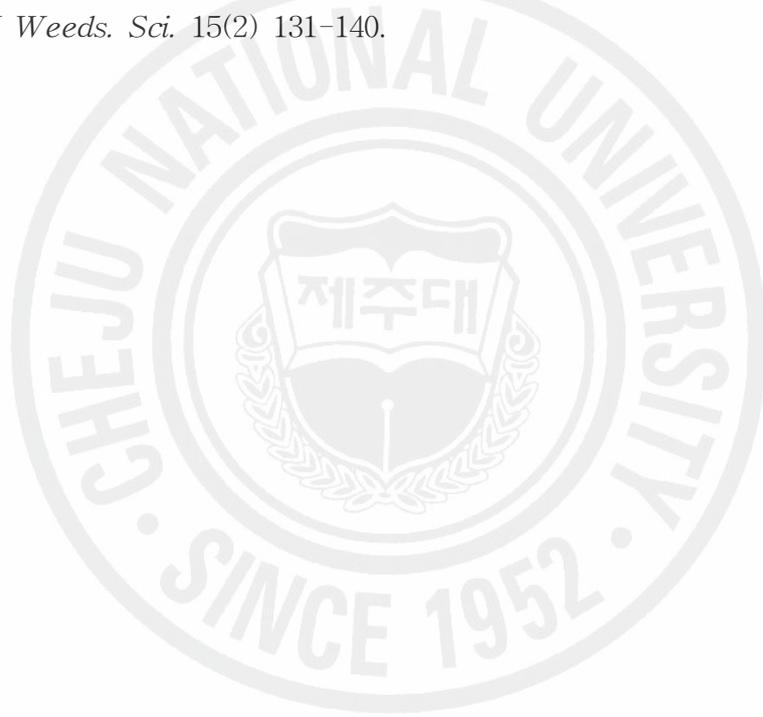
- 길봉섭, 유현경, 김현철, 김병삼, 전의식, 김영식, 김창환, 윤경원. 1998. 서울남산 공원의 식물상과 그 분포. 한국생태회지 21:603-631.
- 김용옥, 장남기. 1998. 자생식물과 귀화식물의 수용 추출액이 Zoysiagrass의 발아와 유근생장에 미치는 영향. Kor. Tsrfggrass Sci., 12(3):237-248.
- 김용옥, 조영동, 이호준. 1996. 대두종자의 유근생장시 ferulic acid 가 Polyamine 함량과 효소 활성에 미치는 영향. 한국생태학회지 19(5):385-392.
- 노범진, 길봉섭. 1986. 리기다소나무의 독성물질이 다른 식물에 미치는 영향. 원광대학교 기초자연과학연구지. 5:19-27
- 박수현. 1995a. 한국 귀화식물도감. 일조각. pp. 371.
- 박수현. 1995b. 한국 미기록 귀화식물(6). 식물분류학회지 25:51-59.
- 박수현. 1995c. 한국 미기록 귀화식물(7). 식물분류학회지 25:123-130.
- 양영환. 2003 제주도 귀화식물의 분포와 식생에 관한 연구. 제주대학교 박사학위 논문. pp. 108.
- 오새문. 2005. 비름속 잡초의 동정 한국잡초학회지 제 25권1호 pp. 36-44.
- 이호준, 김용옥, 장남기. 1997 수 종 식물의 분비물질이 종자 발아와 균류생장에 미치는 알레로파시효과. 한국생태학회지 20:181-189.
- 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.
- 中井猛之進. 1914. 濟州島竝莞島植物調査報告書. 朝鮮總督府, pp. 162.
- 柴田承二. 1978. 生物活性天然物質. 醫齒藥出版社, pp. 96-127.
- Ader, c.J., D. John and J. M. Melillo. 1991. *Terrestrial Ecosystems*, Saunder Callege.Pub. pp. 315-316.
- Al-naib, F. A. and E.L. rice. 1971, Allelopathic effects of *Platanus occidentalis*. Bull. Torrey Bor. Club 98:75-82.
- 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.
- Curran, P. L. and F.S. Acuaeidhe. 1986. Weed invasion of Milled over dog. *Weed Res.* 26:45-50.
- Del Moral, R. and C. H. Muller. 1970. The allelopathic effects of *Eucalytus cakmaldulensis*. *Amer. Midl. Nat.* 83:254-282.
- Duke, S.O. 1986. Anturally occuring chemical compounds as herbicides . *Gev. Weed. Sci.* 2:17-44.
- Garham, H.D. 1992, Modified prussian blue assay for total phenolic compound. *J. Agric. Food Chem.* 40, 801-807
- 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.
- Hoffman, G. R. and D. L. Hazelett. 1977. Effects of aqueous *Artemisia* extracts and volatile substances on germination of selected species. *J. Range Management* 30:134-137.
- 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 Nothern American Forest Biology Workshop*. School of Continuing Education, College of Envitonmental Science and Forestry, Syracuse. pp. 93-136.
- Hussain, F., I. Ilahi and B.S. Kil.1991. Allelopathic effects of Walnut plants (*juglans regia* L.) on four crop species. *Korean J.Bot.*34:93-100.
- Inderjit. 1996. Plant Phenolics in allelopathy. *Bot Rev* 62:182-210.
- Jin, H.Z., and J. H. Kim. 2001. Allelopathic effects of volatile compounds from *Ambrosia artemisiifolia* leaves on the selected species. *Kor. J. Ecol.* 24(1):61-66.

- Kim, C.-S., Y.J. Kang, M.O. Moon, G.P. Song, S.H. Cheong, J.K. Oh and W.B. Kim. 2006a. The lists of animals and plants of Mt. Hallasan. Jeju-do Prov. & Hallasan Ecology and Culture Institute, Jeju (in Korean).
- Kim, C-S., G.P. Song, E.J. Lee and C.H. Kim. 2006d. Unrecorded naturalized species: *Papaver setigerum* DC. (Papaveraceae) and *Veronica serpyllifolia* L. (Scrophulariaceae). kor. J. Plant Taxon. 36(2):147-153 (in Korean).
- Kim, Y. O. and H. J. Lee. 1996. Identification and effects of phenolic compounds from some plants. Korean J. Ecol. 19(4):329-340.
- LeRoy G. Holm, Donald L. Plucknett, Juan V. Pancho, James P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds Distribution and Biology Published for the East-West Center by the University Press of Hawaii, Honolulu pp. 119-124.
- Mendava, 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.
- Mersie, M., and M. Singh. 1987. Allelopathic effect of *Parthenium*(*Parthenium hysterophorus* L.) extract and residue on some agronomic crops and weeds. J. Chem. Ecol. 13(7):1739-1747.
- Muller, C. H. 1965. Inhibitory terpenes volatilized from *Salvia* shrubs. Bull. Torrey Bot. Club 100:23-28.
- Muller, C. H. 1969. Allelopathy as a Factor in ecological process. Vegetation 18:348-357.
- Muller, C.H. (1974). Allelopathy in the environmental complex. In Handbook of vegetation sciences. Part VI: Vegetation and environment(B.R. Strain and W.D. Billings. eds.). pp. 75~85. Dr. W. Junk B. V., Publishers, The Hague.
- Muller, C.H. 1966. The role chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition. Bull. Torrey Bot. Club 93:332-351.
- Newsome, A.E. and I.R. Noble. 1986 Ecological Characteristics of invading

- Species, Pages 1-33 in *Ecology of Biological Invasions* (Ed., R.h. Groves, and J.J. Burdon, Cambridge Univ. Press).
- 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.
- Pardates, J. R. Jr. and A. G. Dingal. 1998. An allelopathic factor in taro residues. *Trop. Agric.* 65(1):21-24.
- Patterson, D.t. 1981. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological response of soybean(*Glycine max*) *Weed. Sci.* 29:53-59.
- Putnam, A.R., Tang, C.S., 1986. *The Science of Allelopathy*. Wiley, New York, pp. 317.
- Rice, E L. 1984. *Allelopathy* 2nd ed. Academic Press, inc., Orlando, Florida. pp. 292-309.
- Rice, E L. 1984. *Allelopathy* 2nd ed. Academic Press, inc., Orlando, Florida. pp. 320-344.
- Rice, E. L. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. Academic Press. New York London.
- 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.
- 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 theirinbuction by copper sulphate. *Ann. Bot.* 86:1023-1032.
- Tillberg, J. E. 1970. Effects of absisic acid, salicylic acid and trans-cinnamic cid on phosphate uptake, ATP-level and oxygen evolution in *Scenedesmus*. *Physiol. Plant.* 23:647-653.

- 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. Alleopathic properties of *Polygonella myriophylla*-Field evidence and bioassays. *J. Chem. Ecol.* 15:1957-1970.
- Yang, Y.H., S.H. Park and M.H. Kim. 2001a. Flora of naturalized plants of Jeju Island. *Korean J. Plant. Res.* 14(3):277-285 (in korean).
- Yu, C. Y., I. S. Jeon, I. M. Chung, J. H. Hur and E. H. Kim. 1995. Research Reports: the allelopathic effect of alfalfa residues on crops and weeds. *Kor. J Weeds. Sci.* 15(2) 131-140.



## 感謝文

대학원 석사과정 동안 많은 주위 분들의 도움으로 2년이라는 석사과정을 끝마치고 드디어 졸업을 하게 되었습니다. 그리하여 이제까지 도움을 주신 여러 교수님과 선배, 후배님들께 짧게나마 이 글로서 고마움을 전하고 싶습니다.

본 논문이 완성되기까지 항상 부족한 저를 항상 세심하게 지도해주시고 격려해주신 송창길 교수님께 진심으로 감사드리고 부족한 원고를 정성과 조언을 아끼지 않으시고 정성스레 지적해주신 현해남 교수님과 전용철 교수님께 감사드립니다. 또한 학부과정부터 대학원 과정까지 너무도 많은 가르침을 주신 조남기 명예교수님, 고영우 명예교수님, 강영길 교수님, 김동순 교수님께 머리 숙여 진심으로 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 오늘날 대학원 과정을 마치기 전까지 옆에서 많은 조언을 해주셨던 김찬우, 고지병, 박정식, 고미라, 박성준, 이충선, 김상현 선생님께도 다시 한번 고마움을 전합니다.

실험에 있어 Allelopathy라는 학문에 눈을 뜨게 해주셨고, 항상 옆에서 많은 가르침과 조언을 해주시며 어려움이 있으면 항상 곁에서 방패막이가 되어 언제나 든든한 버팀목이 되어주신 한라산 연구소의 김현철 선배님께 진심으로 고마움을 전하고 싶습니다.

그리고 항상 아낌없는 조언을 해주신 한라산 연구소 강태희 소장님과 고정근, 오장근 박사님, 고운정 주사님, 고석형 선배님, 김홍림 선배님, 이영돈 연구원과 그 외 한라산연구소 가족들에게 고마움을 전하고, 제가 식물에 관심을 가질 수 있도록 많은 가르침을 주신 한라산 국립공원의 신용만 선생님, 국립수목원의 박수현 선생님과 농업기술원에서 많은 도움을 주신 송승운 연구사님, 고태신 연구사님, 김태균 연구사님, 고승찬 연구사님, 양영택 연구사님께도 감사의 말을 전합니다.

한 가족이라는 생각으로 제 실험을 위해 새벽까지 함께 고생해준 송진영 선배님, 우성배, 김태근, 고은빛, 김민선 후배님들 다시 한번 고마움을 전하고 싶습니다. 여러 실험에 있어 많은 도움을 주었던 강소영 선배님, 안용준, 서연동, 김효

정, 문혜영, 강진영, 김소연, 후배님 그리고 동기 김보경, 이경후에게 고마움을 전하고 싶습니다. 그리고 항상 주위에서 지켜봐주고 격려해 주신 강영식, 문대택, 고평렬, 한봉희, 고동환 선배님께 감사의 말씀을 전하고 싶습니다.

항상 말썽 피우고 장난만 좋아하던 막내 아들을 지금껏 키워주시고 가르쳐주신 사랑하는 제 할머니와 아버지, 어머니, 형제들과 내 약혼녀 권수정에게 미안함과 고마움을 전하며 이 논문을 바치고 싶습니다.

