



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

전동싸리의 알레로패시 효과

*Allelopathic effects of Melilotus suaveolens* Ledeb.

濟州大學校 大學院

農學科

河 永 三

2013年 8月

# 전동싸리의 알레로패시 효과

指導教授 宋 昌 吉

河 永 三

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함.

2013年 6月

河永三의 農學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長

①

委 員

①

委 員

①

濟州大學校 大學院

2013年 6月

# 목 차

TABLE 목록 .....	ii
FIGURE 목록 .....	iii
ABSTRACT .....	v
I. 서언 .....	1
II. 연구사 .....	3
III. 재료 및 방법 .....	6
1. 전동싸리 군락 내 하부식생조사 .....	6
2. 전동싸리 수용성 추출액에서의 발아 및 성장실험 .....	6
3. 전동싸리 수용성 추출액에서의 항균실험 및 총 페놀함량 분석 .....	8
IV. 결과 .....	10
1. 전동싸리 군락 내 하부식생조사 .....	10
2. 전동싸리 수용성 추출액에서의 발아 및 성장실험 .....	12
1) 추출액이 발아에 미치는 영향 .....	12
2) 추출액이 유식물 생장에 미치는 영향 .....	17
3) 추출액이 뿌리털 발달에 미치는 영향 .....	24
4) 추출액이 성장실험에 미치는 영향 .....	26
3. 전동싸리 수용성 추출액에서의 항균 효과 및 총 페놀함량 .....	33
1) 추출액에서의 식물병원균 생장억제 .....	33
2) 추출액의 총 페놀함량 .....	35
V. 고찰 .....	36
VI. 적요 .....	40
인용문헌 .....	41

# LIST OF TABLES

Table 1. Inhibitory effect of <i>Melilotus suaveolens</i> extract on the germination of various plant species according to the concentrations. ....	14
Table 2. Mean germination time(day) of receptor plants in petri dishes with different concentrations of <i>Melilotus suaveolens</i> extracts. ....	16
Table 3. Inhibitory effect of <i>Melilotus suaveolens</i> extract on the development of various plant species according to the concentrations. ....	19
Table 4. Inhibitory effect of <i>Melilotus suaveolens</i> extract on the development of various plant species according to the concentrations. ....	21
Table 5. Weight(mg) of receptor plants in petri dishes with different concentrations of <i>Melilotus suaveolens</i> extracts. ....	23
Table 6. Inhibitory effect of <i>Melilotus suaveolens</i> extract on the development of various plant species according to the concentrations. ....	28
Table 7. Inhibitory effect of <i>Melilotus suaveolens</i> extract on the development of various plant species according to the concentrations. ....	30
Table 8. Weight(mg) of receptor plants in pots with different concentrations of <i>Melilotus suaveolens</i> extracts. ....	32

# LIST OF FIGURES

- Fig. 1. The effect of *Melilotus suaveolens* density on the diversity of plant species. .... 11
- Fig. 2. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in Petri dishes with variou concentrations of *Melilotus suaveolens* aqueous extract. .... 13
- Fig. 3. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract on mean germination time(MGT) of receptor plants. .... 15
- Fig. 4. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts on shoot growth of receptor plants grown in various concentrations. .... 18
- Fig. 5. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts on root growth of receptor plants grown in various concentrations. .... 20
- Fig. 6. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract on relative fresh weight ratio(RFR) of receptor plants. .... 22
- Fig. 7. Development of seedling root hairs with different concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts. .... 25

Fig. 8. Relative elongation ratio of receptor plants grown in pots with various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract. ....27

Fig. 9. Relative elongation ratio of receptor plants grown in pots with various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract. ....29

Fig. 10. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract on relative fresh weight ratio(RFR) of receptor plants. ....31

Fig. 11. Colony diameter of fungi taxa grown in PDA medium with various concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts. ....34

## ABSTRACT

This study was conducted to investigate plant species diversity and the allelopathic effects of aqueous extract from *Melilotus suaveolens* on the germination of several receptor plants and growth of fungal plant pathogens.

Number of species and species diversity for close to patch of *M. suaveolens* was similar in between site 1(7.7±1.5, 1.7±0.1) and site 2(7.7±2.1, 1.8±0.3), but significantly reduced in site 3(3.7±0.6, 0.7±0.2).

Relative germination rate, mean germination days, relative growth rate, the fresh weight and seedling root hair development have were reduced with increased concentrate of the extract. The response of receptor plants to *M. suaveolens* extract was different depending on the plant species and the plant parts. Root growth was more inhibited than shoot growth. In addition, the suppression in the monocotyledonous plant, was worse than in the dicotyledonous plant.

Generally, antifungal activity was appeared by increased concentration of the aqueous extracts from *M. suaveolens* but it varied with species of microbes and treatment of aqueous extracts.. Especially, the grass fungus was significantly inhibited. The content of total phenolic compound in *M. suaveolens* was 895.9(mg/ℓ)±57.74, which is an allelopathic chemical.

Therefore it can be concluded that *M. suaveolens* extracts includes biochemical substances that control growth of receptor plants and inhibit growth of several fungal pathogens.



# I. 서 언

지구상에 존재하는 모든 생물은, 동종간은 물론이고 서로 영향을 주고받는 상호작용을 하며 살아간다(이, 1998). 많은 식물은 다른 식물의 생육을 억제하는 물질을 생성하여 토양에 배출한다고 한다. 이와 같이 어떤 식물의 체내에서 생산되어 외부로 배출한 물질이 다른 식물의 발아나 생육을 억제시키는 식물체 상호간의 작용을 상호 대립억제 작용(Allelopathy)이라고 한다(양 등, 1996; 구 등, 1997; 김, 1998).

식물의 2차대사산물이 식물 상호간의 생장과정에 영향을 미치는데 그 중 뚜렷한 효과는 allelopathy 현상이다(Muller, 1974; Rice, 1974; Whittaker, 1970). 식물의 2차 대사산물은 잎, 낙엽, 줄기, 뿌리 등에서 방산되거나 용출되어서 그 주변 식물에 해로운 영향을 준다(Shuttel and Balke, 1983). Allelopathy의 원인물질은 allelochemicals라 하여, 2차대사산물이며 식물체로부터 공기 중으로 직접 휘발되거나 뿌리로부터 배출 또는 빗물에 의한 용탈 및 잔여체의 분해과정 등을 통해 환경으로 나온다(차, 2001).

현재 국내에 서식하는 식물은 4,620분류군(강 등, 2003)이 있으며, 귀화식물은 321분류군(이 등, 2011)이 분포하는 것으로 알려져 있다. 그 중 제주도에는 37과 205분류군(양, 2007)이 분포하고 있다고 보고하였다.

귀화식물(Naturalized plant)은 재래식물에 대한 용어로서 본래 자생하지 않았던 식물이 인간 활동에 따라 외국으로부터 들어와 정착한 경우를 말하는데, 귀화식물의 대부분은 경지의 잡초 또는 황지의 ruderal(인가식물)로 불리는 것이 이에 해당된다(Dansereau, 1957; 차, 2000). 귀화식물의 분포지역에는 일반적으로 자생식물의 빈도수가 낮게 나타나는데 이는 귀화식물의 allelochemicals가 자생식물의 종자 발아와 생장을 저해하기 때문이다(Duke, 1986). Allelopathic effect는 화분과작물, 두과작물, 채소류, 화분과잡초, 사초과잡초, 광엽잡초, 목본류 등에서도 보고되고 양치식물인 고사리에서까지 보고되어 거의 모든 식물 중에 존재한다고 알려지고 있다(류, 2007). 자운영의 allelopathy 효과는 Park *et al.*(2005)의

보고에서처럼 생육 단계별로 효과가 다르다고 알려져 있으며(류, 2007), 헤어리베치는 월동 후 이른 봄에 재생하여 잡초의 발아와 재생을 억제하고, allelochemical을 분비하는 등 경작지 잡초 관리에 유리하다고 알려져 있다 (Teasdale and Mohler, 1992; Teasdale, 1996). 이와 같이 두과작물에 대하여 allelopathy에 관한 연구가 활발히 이뤄지고 있다.

농약개발에 있어서 곰팡이, 세균, 방선균 및 식물 유래의 천연 생리활성물질은 자체뿐만 아니라 선도물질로서 이용가치가 높다(Baker *et al.*, 1983; Becker and Schwinn, 1993; Lange *et al.*, 1993). 식물병원균의 형성과 성장을 저해하는 물질을 phytoalexin이라 하며 병원균으로부터 공격을 받거나 불량한 환경에 놓였을 때 자신을 방어하기 위하여 만들어진다(Hammerschmidt, 1999; Osbourn, 1999). 나지식물뿐만 아니라 단자엽과 쌍자엽을 포함하는 피자식물에서도 발견되며, 식물이 병원침입에 대응하여 자신을 보호하기 위한 중요한 기구로 인식되어지고 있기 때문에 phytoalexin 합성계는 병방제를 수단으로 이용될 수 있다(김, 2005). 또한, 곰팡이병을 예방하기 위하여 다양한 작물에 여러 종류의 elicitor를 처리하여 phytoalexin을 유도한 실험에서 곰팡이 병원균에 대한 저항성을 보고하였다(Shina, 1994). Neem 나무가 생산하는 2차 대사물질은 환경안전성이 있는 합성 살충제 및 살균제 대용의 하나로 인식되고 있다(Linton *et al.*, 1997). 완두의 잔유물은 allelopathic 물질인 pisatin을 분비하여, 상추, 밀, 수수 등의 성장을 억제한다는 보고가 있으며(Kato-Noguchi, 2003), Velvet Bean(*Mucuna pruriens* L.)에서 동정된 주요 식물독성 물질로서 뿌리에서 토양으로 분비되어 광엽식물의 성장을 선택적으로 저해한다(Fujii, 1999)고 보고하였다. Lydon *et al.*은 1년생 초본인 wormwood(*Artemisia absinthium* L.)에서 유래된 artemisinin은 강력한 생장저해제이며 식물독성이 있다고 보고하였으며, 개똥쑥에서 유래되는 artemisinin은 식물생장저해제로서 뿐만 아니라 상업적제초제 cinmethylin으로 잘 알려져 있다(Chen and Leather, 1990).

고등식물내에 많이 함유되어 있는 작물 상호간의, 잡초와 작물간, 잡초간의 또는 작물과 토양미생물간의 Allelopathy효과 등에 관하여 다양한 연구가 진행되고 있다(엄, 1999). 본 연구는 천연생리활성물질을 탐색하여 환경친화적 제초제, 천연살균제 등 효율성을 증대시키는데 기초자료로 제공하고자 수행하였다.

## II. 연구사

Allelopathy라는 용어는 Fleming(1929)이 *Penicillium notatum*에서 항체를 발견하면서 시작되었고(이, 1998), 독일의 식물생리학자인 Molish(1937)은 그의 저서 “어떤 식물이 다른 식물에 미치는 영향”에서 처음 사용하여 현재까지 이르며, 현재는 ‘타감작용’ 혹은 ‘상극작용’의 뜻으로 이로운 면과 해로운 면을 포함하여 광범위한 정의로 사용되고 있다(전, 1994). 이제는 allelopathy현상을 일반적인 현상으로 일종의 식물과 식물, 식물과 미생물 등의 화학전쟁이라 받아들이고 있다(Muller, 1965; Del Moral and Muller, 1970; Alnaib and Rice, 1971; Weidenhamer and Romeo, 1989; 김, 1999; 송, 2006, 강, 2007, 김, 2009; 우, 2009). 특히, 최근에는 allelopathy라는 용어를 생물학적 system의 성장과 발전에 영향을 주는 2차대사산물 또는 생물학적 물질을 포함하는 일련의 과정으로 정의하면서 연구대상을 확대하여 식물학, 유전학은 물론, 재배학, 생화학 등 다양한 분야의 연구를 포함시키고 있다(이, 1998; 김, 2009). Allelopathy현상에 관계하는 화학물질이 식물체로 분비되는 방법은 여러 가지가 있는데 첫째, 살아있는 조직으로부터 휘발성 물질의 분비(Molish, 1937; Muller *et al.*, 1964; Heisey and Delwiche, 1984), 둘째, 식물의 지하부로부터 수용성 독성물질의 분비(AlSaadawi *et al.*, 1986), 셋째, 비, 안개, 이슬 등의 작용으로 지상부로부터 수용성 독성물질의 삼출(Al-Naib and Rice, 1971; Kumari and Kohli, 1987), 넷째, 미생물에 의해 분해되고 있는 litter, 뿌리의 잔유물 등으로부터 독성화학물질의 분비(Patrick and Koch, 1958; Kuo *et al.*, 1981; Goel *et al.*, 1989) 등이다(윤, 1999). 각 종 식물에서 추출한 추출액이 발아를 억제하는 Allelopathy에 관한 연구에서 Lobhi(1976)는 한 우점종의 식물에서 방출되는 Phenolic compounds가 타 식물의 호흡과 원형질막의 투과성 및 단백질의 합성을 저해하였으며, Del Moral(1972)와 장(1988)은 Phenolic compounds가 효소 활성을 억제하였다고 보고하였다. 외에도 allelochemicals로 작용하는 화합물은 단순 탄화수소와 지방족 산에서부터 복잡한 다환식 화합물에 이르기까지 무수히 많은 화합물이 존재하며 최근에는 토양 내

이온까지도 allelopathy 효과를 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(Morris *et al.*, 2009).

그 중 수용성 추출액에 의한 최근 대표적인 국내연구는 식물의 생리작용에 관한 연구(김 등, 1995; 배와 김, 2003)와 토양미생물의 항균 효과와 농작물이 잡초의 생육억제에 관한 연구(이 등, 1997; 김 등, 2000), 잡초가 농작물의 종자발아 및 생장에 미치는 연구(이, 1999), 농작물의 품종별 생육에 미치는 영향을 비롯하여 산업적 측면의 연구(양, 1998)가 활발히 진행되어 왔다. 자연계에 항생성을 가지는 고등식물이 존재한다는 사실은 예부터 전해져 많은 식물에서 항균 또는 살충 효과를 지니는 활성물질이 발견되었다(Lichtenstein, 1962; Snyder, 1953; 이, 2010). 또한, 최근 이러한 식물 추출물이 미생물의 생육에 미치는 물질을 phytoncide(식물성 항균활성물질)라 하여 각 분야에서 활발히 연구가 있는데 모든 식물의 추출물은 약 80% 정도의 항균성을 가지고 있으며 식물의 2차 대사산물인 allelochemicals가 식물병원균에 미치는 항균활성에 대한 연구는 활발히 진행되고 있다(김 등, 2000).

식물체내의 allelochemicals로는 천연생장물질인 phenolic compounds, volatile substances, tannin, terpenoid 등이 있는데(Einhellig and Rasmussen 1973, Lodhi 1976), 이들 중 phenolic compounds는 가장 많은 양으로 종자의 발아와 유근의 생장, 광합성, 세포분열 및 세포막의 기능을 억제하는 등 여러 생리대사에 영향을 미친다.(Bhowmik and Doll, 1984; Kapustka and Rice, 1976; Olmsted and Rice, 1970; Tinnin and Muller, 1971; 김과 이, 1996; 차, 2001).

자생식물과의 경쟁에서 귀화식물들이 우점하는 요인은 여러 가지가 있다. 특히, 식물의 종 우점도와 식물군락의 형성과 천이, 극상식생 등, 농작물의 생산에 깊은 관계가 있는 2차 대사산물인 allelochemicals에 의한 영향이 크며(Hussain *et al.*, 1991; Kil and Yim, 1983; Thompson, 1985; 김 등, 2000) 이에 대해서는 이미 여러 편의 논문이 발표된 바 있다(김, 1993; 이 등, 1997; 이와 김 1999).

우리나라의 귀화식물연구 역사는 1898년 러시아의 J. W. Pallibin에 의해 최초로 기록되었다(양, 2003). Lee and Kim(1961)이 8분류군의 귀화식물을 언급한 것이 처음이었으며, Yim and Joen(1980)이 110분류군, Park(1994, 1995, 2001, 2009)이 286분류군, Kang and Shim(2002)이 471분류군, Park *et al.*(2002)이 271

분류군을 보고하였다(이 등, 2011). 귀화식물의 일반적 특성으로는 첫째, 생식적 성숙과 개화가 빠르며 둘째, 종자의 생산성이 높고, 산포범위가 넓으며, 발아 조건의 폭이 넓다. 셋째, 새로운 생육지에 대한 적응력이 높다(Newsome and Noble, 1986; Aber *et al.*, 1991; Rejmane and Richardson, 1996). 이러한 특성에 따라 귀화식물은 그들의 영역을 전국적으로 확산시켜 자연 생태계 및 종 다양성에 큰 위협이 되고 있다(Kim and Lee, 1996; 길 등, 1998).

제주지역은 섬이라는 격리된 지역 특성과 특유한 생물상을 가지고 있어 외래식물이 제주지역으로의 유입은 다른 지역보다 커다란 생태계의 교란을 야기시킬 것으로 예상된다(Sherly, 2000; Tokarska-Guzik, 2001). 제주도의 생태계에 환경적 문제를 일으킬 가능성이 많은 귀화식물인 개민들레, 애기수영, 돼지풀, 비름속, 달맞이꽃속의 식물연구도 대부분 농업 환경적 분야에 집중되었다(Horne, 1953; 조, 1993; 장, 1996; 안, 2000).

귀화식물은 우리나라 전국에 걸쳐 인위적으로 훼손된 농경지, 도로변, 쓰레기 매립지 등에 자생식물과 더불어 식물자원으로서의 일원으로 분포하고 있다(김 등, 2000). 또한, 각종 파괴된 생태계에서 우점하고 식생의 천이과정에서 선구적인 역할 담당하는 1~2년생 초본류인 콩과식물이며, 나지나 파괴지 등에 출현하여 초기 천이과정을 주도하고, 파괴지와 오염지에서 자생력을 가지며(고와 배, 1994; 박과 송, 1998) 척박하고 교란된 토양 환경에서의 1차 초지군락 형성에 있어 우점종이 되고 있는 귀화식물은 2년생 콩과식물인 전동싸리이다(송 등, 1998).

콩과 식물은 식용과 사료용으로 널리 재배되고 있으며, 생활주변에서도 초본과 목본 등 다양한 종류를 발견할 수 있다(박과 송, 1998). 콩과(Leguminosae)인 전동싸리(*Melilotus suaveolens*)는 두해살이풀로 유라시아 중국이 원산지로 우리나라에 개항 이전에 귀화한 것으로 보이며 전국적으로 분포하고 있다. 제주에는 한림과 하도에 분포하는 것으로 나와 있다. 6~8월에 꽃을 피며, 담황색이다. 특징은 가뭄과 추위에도 잘 견디며, 염류에 대한 내성도 있다. 또한 사료 및 목초, 한약재 등 다양한 이용성을 가진다. 성분은 전초에 coumarin, melilotin, melilotic acid과 그 배당체 melilotoside, coumar산과 melilotic acid의 depside, dicoumarol 등이 있다. 신선한 식물에는 냄새가 역한 0-coumar산과 melilotic acid이 있는데 식물체가 마르면서 향기를 낸다.

### Ⅲ. 재료 및 방법

#### 1. 전동싸리 군락 내 하부식생조사

##### 1) 조사지역 및 시기

척박하고 교란된 토양 환경에서의 1차 초지군락 형성에 있어 우점종이 되고 있는 귀화식물은 콩과인 전동싸리(*Melilotus suaveolens*)이다. 군락 내 하부식생의 변화를 알아보기 위해 2012년 6월부터 2013년 5월까지 제주특별자치도 제주시 이호일동 이호해수욕장 일대에 분포하는 전동싸리 군락을 대상으로 현지조사를 실시하였다.

##### 2) 조사방법 및 처리

전동싸리가 자생하고 있는 군락 3곳을 선정하여 연접식생법(belt-transect)으로 군락하지 않는 곳에서부터 100%피도가 보이는 내부까지 방형구(1×1m)내에 분포하는 각각의 식물 종수와 개체수를 조사하였다. 이 때 방형구에 사용된 도구로는 천막천을 그물형식으로 식물종 수를 정확하게 조사하기 위하여 네모(9cm×9cm)로 잘라 100칸을 만들어 사용하였다. 전동싸리의 0%피도(1번조사구)를 보이는 곳은 군락이 형성된 곳과 50cm 떨어진 곳으로 선정하였으며, 50%피도(2번조사구)는 군락지와 50cm씩 나뉘는 곳이며, 100%피도(3번조사구)를 보이는 곳의 방형구를 선정하여 조사하였다. 이 자료로 Shannom-Wiener(1963)의  $H' = -\sum (n_i/N) \log(n_i/N)$  공식을 이용하여 종 다양성 지수를 산출하였다. 여기서  $n_i$ 는 각종의 개체수,  $N$ 는 관찰된 총 개체수를 의미한다. 전동싸리가 군락을 형성함에 있어 경쟁하고 있는 식물 식생의 변화를 알아보기 위해 SPSS 18 통계 package를 이용하여 분석하였다.

#### 2. 전동싸리 수용성 추출액에서의 발아 및 성장실험

### 1) 공여체 및 수용체 식물

이호해수욕장 일대에서 채취한 전동싸리를 공여체식물로 정하고, 수용체식물(이하 '식물'이라 한다)은 단자엽식물과 사료용으로 사용하는 들묵새(*Festuca myuros* L.), 이탈리아 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.), 벤투그라스(*Agrostis clavata* var. *nukabo* Ohwi)와 사료작물 주변에 자라나는 쌍자엽식물인 가시비름(*Amaranthus spinosus* L.), 울산도깨비바늘(*Bidens pilosa* L.)과 재배종인 배추(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* Makino)로 정하였다. 이들의 종자는 실험하기 전 해에 채집하거나 종묘상에서 구입하여 실내 암소에 보관하여 사용하였다.

### 2) 수용성 추출액 준비

전동싸리 수용성 추출액(이하 '추출액'이라 한다)은 전초를 가지고 제조하였다. 채집한 전동싸리를 음지이고 통풍이 잘되는 곳에서 15일 이상 건조하였으며, 전초를 3~4cm 정도로 잘게 썰어 건중량 100g을 1,000ml의 1차 증류수(이하 '증류수'라 한다)에 넣고 24시간 동안 침지 방치하였다.

식물병원균 생장실험에 사용할 추출액은 똑같은 조건에서 건조하였고, 건중량 100g당 증류수 1000ml를 혼합하여 15분간 멸균기에 15분간 열탕 처리하였다. 표준망체(500 $\mu$ m)로 부유물을 제거한 다음 다시 여과지(Advantec No. 2)를 사용하여 여과하였다. 이 추출액을 100%이며 증류수에 75%, 50%, 25%로 희석하여 실험에 사용하였고, 대조구는 24시간 전에 받아둔 증류수이다.

### 3) 추출액에서의 발아실험

추출액 농도에 대한 식물의 발아 실험은 3 반복 실시하였다. petri dish( $\varnothing$  9 cm)에 0.8% 한천배지를 대조구로 하고, 농도별 추출액의 배지에 각 식물의 종자를 일정한 간격으로 20립씩 파종하였다. 유식물의 생장에 따라 이를 수확하여 평균발아일수(Mean germination time, MGT)(작물재배생리의 이론과 실험, 1997), 상대발아율(Relative germination ratio, RGR), 지상부와 지하부의 상대신장율(Relative elongation ratio, RER), 상대생중량율(Relative fresh ratio, RFR)을 아래의 식을 이용하여 산출하였다.

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

또한, 광학현미경하에서 추출액 농도에 따른 식물의 뿌리털의 발달을 관찰하였다(길, 1987).

#### 4) 추출액에서의 성장실험

비가림 시설이 된 유리온실에 환기가 잘되도록 하여 실온 상태를 만들고, 플라스틱화분(∅ 12cm, volume 500ml)에 배양토(peat moss 25%, cocopeat 40%, perlite 15%, vermiculite 10%, zeolite 10%)를 약 450ml 넣었다. 6종의 식물을 15~20립씩 산파하여 출아하였을 때 3~4번 솟아내어 5개체만 남겨두고, 유식물로 성장시킨 후 농도별 추출액을 24시간 마다 약 50ml을 관주하여 10일 후 수확하였다. 실험은 완전임의배치 3 반복 하였으며 이때 지상부(shoot)와 지하부(root)의 길이를 측정하고, 이에 따른 생중량에 대하여도 조사하였다. 그 결과를 증류수만 50ml씩 관주한 대조구 플라스틱화분에 대한 지상부와 지하부의 상대신장율(RER), 상대생중량율(RFR)을 각각 산출하였다(길, 1987).

### 3. 전동싸리 수용성 추출액에서의 양균실험 및 총 페놀함량 분석

#### 1) 추출액의 식물병원균 성장억제 실험

*Alternaria brassicae*(검은무늬병균, KACC 40036), *Colletotrichum*



*gloeosporioides*(탄저병균, KACC 40690), *Glomerella cingulata*(KACC 40299), *Phytophthora infestans*(감자역병균, KACC 40158), *Phytophthora capsici*(고추역병균, KACC 40158), 잔디류에 잎마름병(Muse *ea al.*, 1974; Saladina, 1976)으로 알려진 *Pythium* spp.에서 Couch(1985)가 보고한 *P. graminicola*(피시움 마름병균), *P. vanterpolii*(피시움 마름병균)와 *Rhizoctonia solani AG-1(1A)*(잔디갈색무늬병균) 8종의 식물병원균을 한국농업미생물자원센터(KACC)와 제주대학교 식물보호학 실험실에서 분양 받아 사용하였다. 균주의 배양에 사용된 배지는 potato dextrose agar(PDA)이었고, 각 식물병원균의 배양온도는 25℃이었으나, 서늘하고 습도가 높은 환경에서 많이 발생하는 병인 *P. infestans*(최 등, 1992)의 경우 15℃이었다.

배지조성은 증류수 900ml에 PDA 39g과 Agar 5g을 혼합하여 이를 대조구로 하였으며, 실험구는 증류수에 농도별 추출액을 넣고 고압멸균 후 petri dish(Ø 9 cm)당 약 25ml정도의 배지를 만들어 사용하여 실험을 3 반복 실시하였다. 각 균주는 1~2주 동안 배양한 것이며 동일한 사이즈를 얻기 위해 cork borer(Ø 8mm)를 사용하였고, 적당히 굳은 배지의 가운데에 배양된 균주를 접종하여 colony diameter로 식물병원균의 성장결과를 측정하였다(Costilow, 1981).

## 2) 추출액의 총 페놀함량 분석

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

## IV. 결 과

### 1. 전동싸리 군락을 형성함에 있어 하부식생 조사

전동싸리가 군락을 형성함에 있어 경쟁하고 있는 식물 식생의 변화를 알아보기 위해 연접식생법(belt-transect)을 이용하여 군락 내에 출현하는 종수와 종 다양성 지수를 산출한 결과, 1번 조사구에서는 살갈퀴(*Vicia angustifolia* var. *segetilis* K.), 개망초(*Erigeron annuus* L.), 땅빈대(*Euphorbia humifusa* WILLD.) 등  $7.7 \pm 1.5$ 종, 2번 조사구에서는 서양금혼초(*H.ypochoeris radicata* L.), 토끼풀(*Trifolium repens* L.), 양장구채(*Silene gallica* L.) 등  $7.7 \pm 2.1$ 종, 3번 조사구에서는 서양금혼초(*H. radicata*), 방가지똥(*Sonchus oleraceus* L.), 락(*Imperata cylindrica* var. *koenigii* Retz.) 등  $3.7 \pm 0.6$ 종이 분포하는 것으로 조사되었고, 종 다양성 지수는 1번 조사구  $1.7 \pm 0.1$ , 2번 조사구  $1.8 \pm 0.3$ , 3번 조사구  $0.7 \pm 0.2$ 로 산출되었다. 출현식물종수와 식물종 다양성 지수는 3번조사구 < 2번조사구 ≤ 1번조사구로 조사되었으며, 1번조사구와 2번조사구에서는 출현식물종이 비슷하게 나왔으나, 3번조사구인 100%피도에서는 감소하는 것으로 조사되었다. 전동싸리가 군락을 형성함에 있어 식생의 식물종과 다양성에 영향을 미치는 것으로 분석되었다 (Fig. 1).

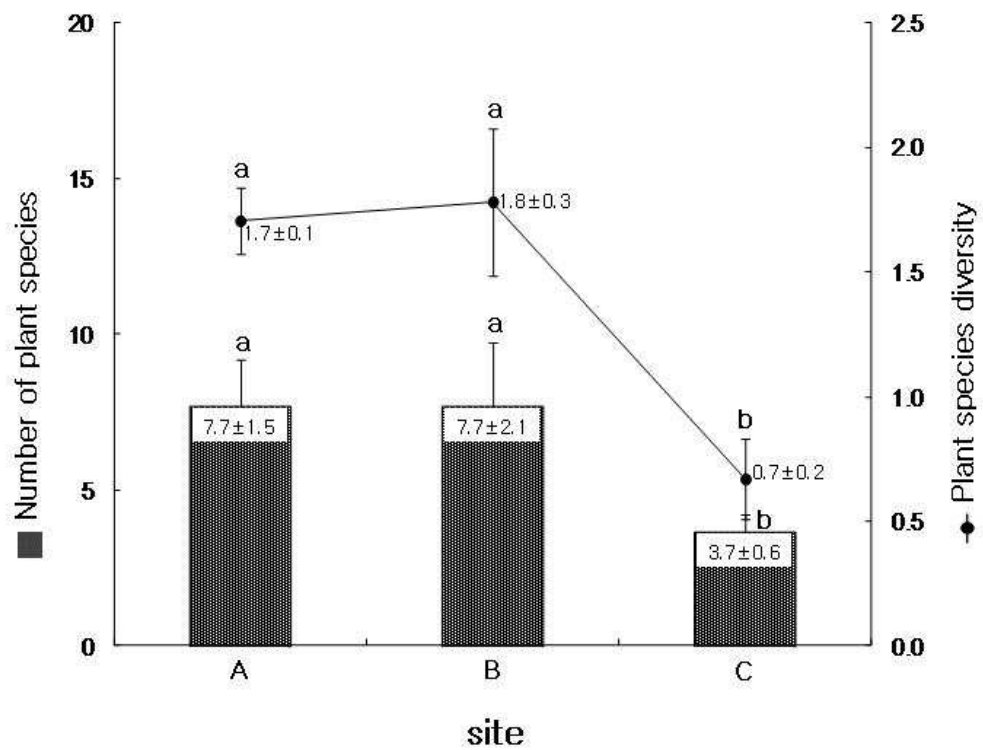


Fig. 1. The effect of *Melilotus suaveolens* density on the diversity of plant species. A, outside area; B, border area; C, inside area.

The means with different letters are significantly different by DMRT at P=0.05.

## 2. 전동싸리 수용성 추출액에서의 발아 및 성장실험

### 1) 추출액이 발아에 미치는 영향

추출액 농도에 따른 식물의 발아에 대해 조사한 결과, 대부분 식물은 농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 발아율이 감소하였으며 상대발아율(RGR)과 평균 발아일수(MGT)에서 차이를 보였다.

추출액이 식물의 발아에 미치는 영향을 실험한 결과 상대발아율(RGR)은 배추인 경우 대조구에 비해 추출액 100%농도에서 28.3%, 울산도깨비바늘은 50%농도부터 감소가 나타나 100%에서는 18.6% 감소하였다. 들묵새, 이탈리아 라이그라스, 가시비름은 25%농도에서 급감소하는 경향이 나타났으며 50%농도에서부터는 발아가 되지 않았다. 특히, 단자엽식물이 쌍자엽식물에 비해 현저하게 억제되었다. 벤트그라스인 경우 추출액 25%농도에서 46.8%, 50%농도에서 84.4%, 75%농도에서 85.7%, 100%농도에서는 발아되지 않았다(Fig. 2, Table 1).

평균발아일수(MGT)는 추출액의 농도가 증가함에 따라 발아 일수가 길어지는 경향을 보였다. 배추와 울산도깨비바늘은 100%, 벤트그라스는 75%, 들묵새, 이탈리아 라이그라스, 가시비름에서는 25%까지만 발아가 되었다. 배추와 울산도깨비바늘은 100%처리구가 대조구에 비해 1.3일, 3.9일이, 벤트그라스는 25%, 50%로 갈수록 길어졌으며 75%에서는 발아일수가 짧아졌으나, 표준오차가 높아 추출액의 농도가 높아질수록 발아가 잘되지 않았다. 들묵새, 이탈리아 라이그라스, 가시비름은 25%에서 3.7일, 2.7일, 5.3일이 길어졌다(Fig. 3, Table 2).

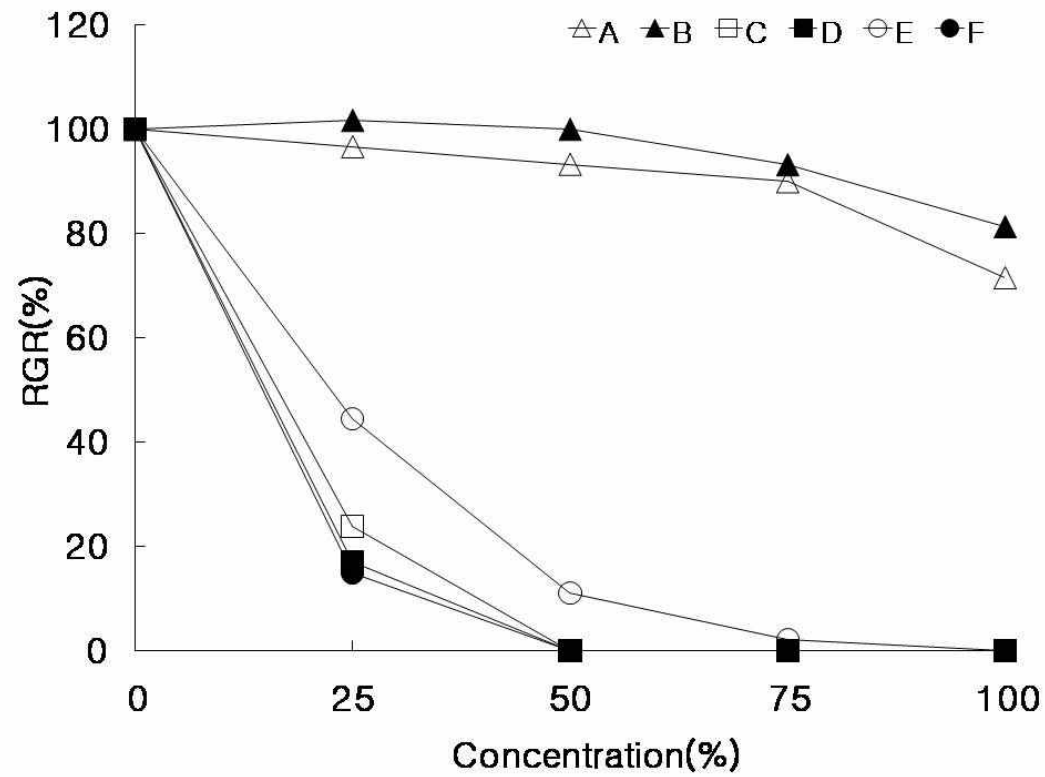


Fig. 2. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in Petri dishes with various concentrations of *Melilotus suaveolens* aqueous extract.

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa*; C, *Festuca myuros*;  
D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

Table 1. Inhibitory effect of *Melilotus suaveolens* extract on the germination of various plant species according to the concentrations.

Species	Concentration (%)	No. seeds germinated (Mean $\pm$ SE)
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	20.0 $\pm$ 0.00a
	25	19.3 $\pm$ 0.94a
	50	18.7 $\pm$ 1.25ab
	75	18.0 $\pm$ 0.00ab
	100	14.3 $\pm$ 3.86b
<i>Bidens pilosa</i>	0	19.7 $\pm$ 0.47a
	25	20.0 $\pm$ 0.00a
	50	19.7 $\pm$ 0.47a
	75	18.3 $\pm$ 1.25ab
	100	16.0 $\pm$ 2.94b
<i>Festuca myuros</i>	0	14.0 $\pm$ 1.63a
	25	3.3 $\pm$ 2.06b
	50	0.0 $\pm$ 0.00c
	75	0.0 $\pm$ 0.00c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c
<i>Lolium multiflorum</i>	0	15.7 $\pm$ 1.70a
	25	2.7 $\pm$ 1.89b
	50	0.0 $\pm$ 0.00c
	75	0.0 $\pm$ 0.00c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	0	15.0 $\pm$ 3.74a
	25	6.7 $\pm$ 0.47b
	50	1.7 $\pm$ 0.47c
	75	0.3 $\pm$ 0.47c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	9.0 $\pm$ 3.74a
	25	1.3 $\pm$ 0.94b
	50	0.0 $\pm$ 0.00b
	75	0.0 $\pm$ 0.00b
	100	0.0 $\pm$ 0.00b

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.

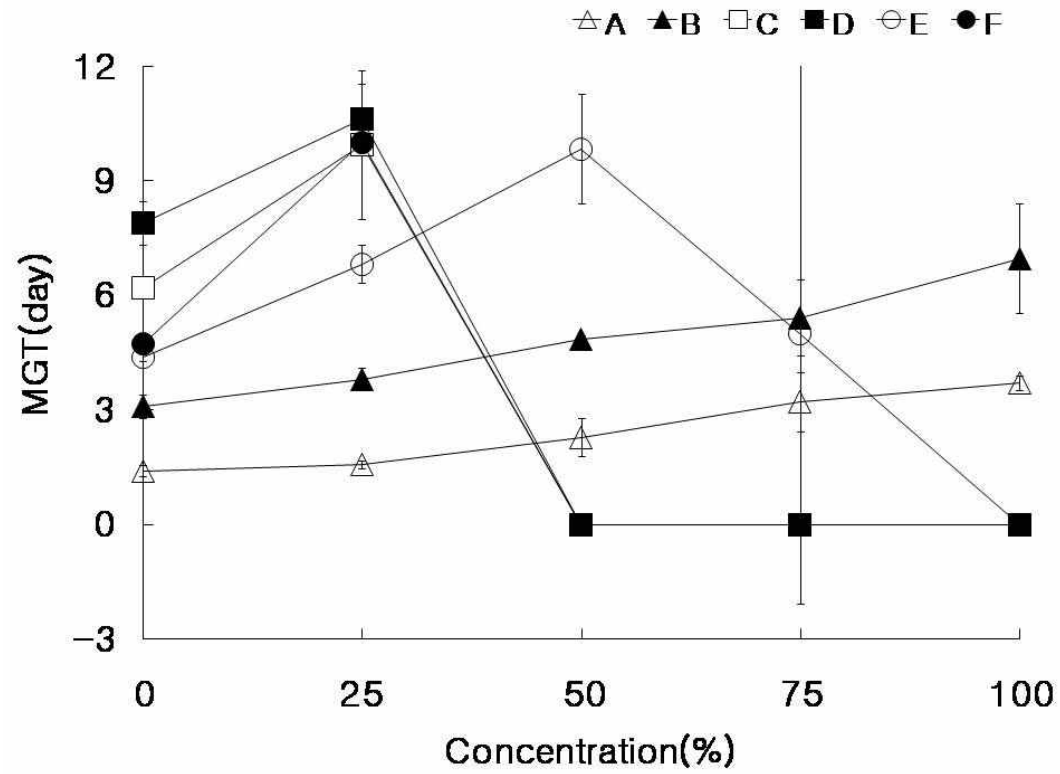


Fig. 3. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract on mean germination time(MGT) of receptor plants.

The vertical bars on the figure indicate standard error(SE).

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa*; C, *Festuca myuros*;

D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

Table 2. Mean germination time(day) of receptor plants in petri dishes with different concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts.

Species	Concentration (%)	Mean $\pm$ SE(MGT)
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	1.4 $\pm$ 0.14c
	25	1.6 $\pm$ 0.10c
	50	2.3 $\pm$ 0.51bc
	75	3.2 $\pm$ 0.77ab
	100	3.7 $\pm$ 0.20a
<i>Bidens pilosa</i>	0	3.1 $\pm$ 0.30c
	25	3.8 $\pm$ 0.30bc
	50	4.9 $\pm$ 0.11bc
	75	5.4 $\pm$ 0.98ab
	100	7.0 $\pm$ 1.44a
<i>Festuca myuros</i>	0	6.2 $\pm$ 0.21b
	25	9.9 $\pm$ 1.95a
	50	0.0 $\pm$ 0.00c
	75	0.0 $\pm$ 0.00c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c
<i>Lolium multiflorum</i>	0	7.9 $\pm$ 0.57b
	25	10.6 $\pm$ 0.92a
	50	0.0 $\pm$ 0.00c
	75	0.0 $\pm$ 0.00c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	0	4.4 $\pm$ 0.10ab
	25	6.8 $\pm$ 0.50ab
	50	9.8 $\pm$ 1.43a
	75	5.0 $\pm$ 7.07ab
	100	0.0 $\pm$ 0.00b
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	4.7 $\pm$ 1.97b
	25	1.0 $\pm$ 0.408a
	50	0.0 $\pm$ 0.00c
	75	0.0 $\pm$ 0.00c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.



## 2) 추출액이 유식물 생장에 미치는 영향

추출액 농도가 증가됨에 따라 각각의 수용체 유식물의 생장은 대조구에 비해 지상부와 지하부, 생체량이 억제되는 경향을 보였다.

추출액이 유식물의 생장에 미치는 영향을 실험한 결과 식물의 상대신장율(RER)은 지상부인 경우 배추, 울산도깨비바늘, 들묵새, 이탈리아 라이그라스, 벤트그라스, 가시비름은 대조구에 비해서 25%부터 감소하는 경향을 보였다. 들묵새와 이탈리아 라이그라스, 가시비름인 경우에는 50%에서 현저하게 억제되었다(Fig. 4, Table 3).

유근의 생장은 모든 식물에서 대조구에 비해 농도가 증가함에 따라 생장이 감소하는 경향을 보였다. 25%에서부터 모든 식물에 현저하게 억제되었으며, 배추는 87.2%, 울산도깨비바늘 82.6%, 들묵새 94.36%, 이탈리아 라이그라스 97.7%, 벤트그라스 68.8%, 가시비름 87.8%이 억제되었다. 나머지 농도에서는 벤트그라스를 제외한 대부분이 90%이상의 억제율이 나타났다(Fig. 5, Table 4).

상대생체중량(RFR)은 배추, 울산도깨비바늘, 들묵새, 이탈리아 라이그라스, 벤트그라스, 가시비름은 대부분의 경우 지상부의 상대신장율의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 하지만 울산도깨비바늘은 25% 처리구에서 2.3%로 증가하다가 50% 처리구부터 47.5% 감소하는 경향을 보였으며, 100% 처리구에서는 80.9%가 억제되었다. (Fig. 6, Table 5).

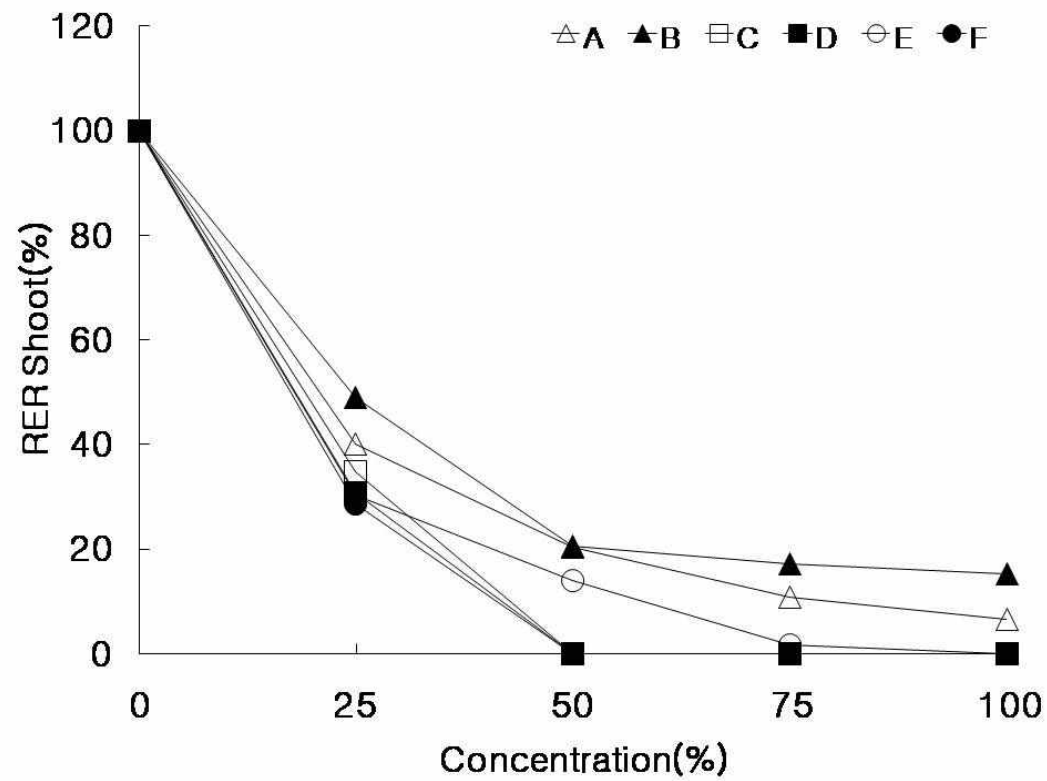


Fig. 4. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts on shoot growth of receptor plants grown in various concentrations.

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa*; C, *Festuca myuros*;  
 D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

Table 3. Inhibitory effect of *Melilotus suaveolens* extract on the development of various plant species according to the concentrations.

Species	Concentration (%)	seedling shoot(mm)
		Mean $\pm$ SE
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	39.9 $\pm$ 3.24a
	25	16.0 $\pm$ 0.96b
	50	9.1 $\pm$ 3.33c
	75	4.3 $\pm$ 1.24cd
	100	2.59 $\pm$ 0.15d
<i>Bidens pilosa</i>	0	76.5 $\pm$ 2.08a
	25	37.5 $\pm$ 2.04b
	50	15.7 $\pm$ 0.33c
	75	13.1 $\pm$ 1.56c
	100	11.7 $\pm$ 2.24c
<i>Festuca myuros</i>	0	50.1 $\pm$ 1.14a
	25	17.4 $\pm$ 12.35b
	50	0.0 $\pm$ 0.00c
	75	0.0 $\pm$ 0.00c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c
<i>Lolium multiflorum</i>	0	62.3 $\pm$ 3.41a
	25	19.2 $\pm$ 16.1b
	50	0.0 $\pm$ 0.00c
	75	0.0 $\pm$ 0.00c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	0	20.2 $\pm$ 1.72a
	25	6.1 $\pm$ 0.45b
	50	2.8 $\pm$ 1.55c
	75	0.3 $\pm$ 1.65d
	100	0.0 $\pm$ 0.00d
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	30.9 $\pm$ 1.62a
	25	8.8 $\pm$ 6.51b
	50	0.0 $\pm$ 0.00c
	75	0.0 $\pm$ 0.00c
	100	0.0 $\pm$ 0.00c

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.

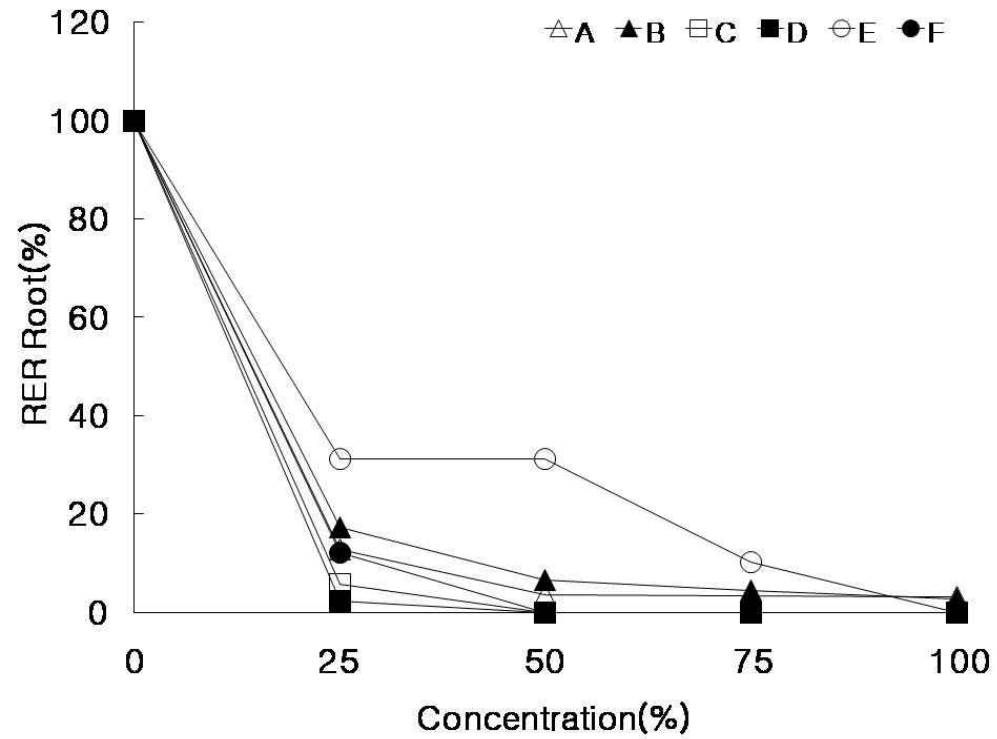


Fig. 5. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts on root growth of receptor plants grown in various concentrations.

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa*; C, *Festuca myuros*;  
 D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

Table 4. Inhibitory effect of *Melilotus suaveolens* extract on the development of various plant species according to the concentrations.

Species	Concentration (%)	seedling Root(mm) Mean $\pm$ SE
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	30.2 $\pm$ 1.13a
	25	3.9 $\pm$ 1.01b
	50	1.1 $\pm$ 0.09c
	75	1.1 $\pm$ 0.08c
	100	1.0 $\pm$ 0.00c
<i>Bidens pilosa</i>	0	40.4 $\pm$ 1.36a
	25	7.1 $\pm$ 0.71b
	50	2.7 $\pm$ 0.23c
	75	1.9 $\pm$ 0.10c
	100	1.1 $\pm$ 0.02c
<i>Festuca myuros</i>	0	25.3 $\pm$ 5.69a
	25	1.4 $\pm$ 0.31b
	50	0.0 $\pm$ 0.00b
	75	0.0 $\pm$ 0.00b
	100	0.0 $\pm$ 0.00b
<i>Lolium multiflorum</i>	0	43.4 $\pm$ 5.69a
	25	1.0 $\pm$ 0.00b
	50	0.0 $\pm$ 0.00b
	75	0.0 $\pm$ 0.00b
	100	0.0 $\pm$ 0.00b
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	0	3.2 $\pm$ 0.95a
	25	1.0 $\pm$ 0.00b
	50	1.0 $\pm$ 0.00b
	75	0.3 $\pm$ 0.47b
	100	0.0 $\pm$ 0.00b
<i>Amaranthus spinosus.</i>	0	15.0 $\pm$ 1.69a
	25	1.8 $\pm$ 1.31b
	50	0.0 $\pm$ 0.00b
	75	0.0 $\pm$ 0.00b
	100	0.0 $\pm$ 0.00b

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.

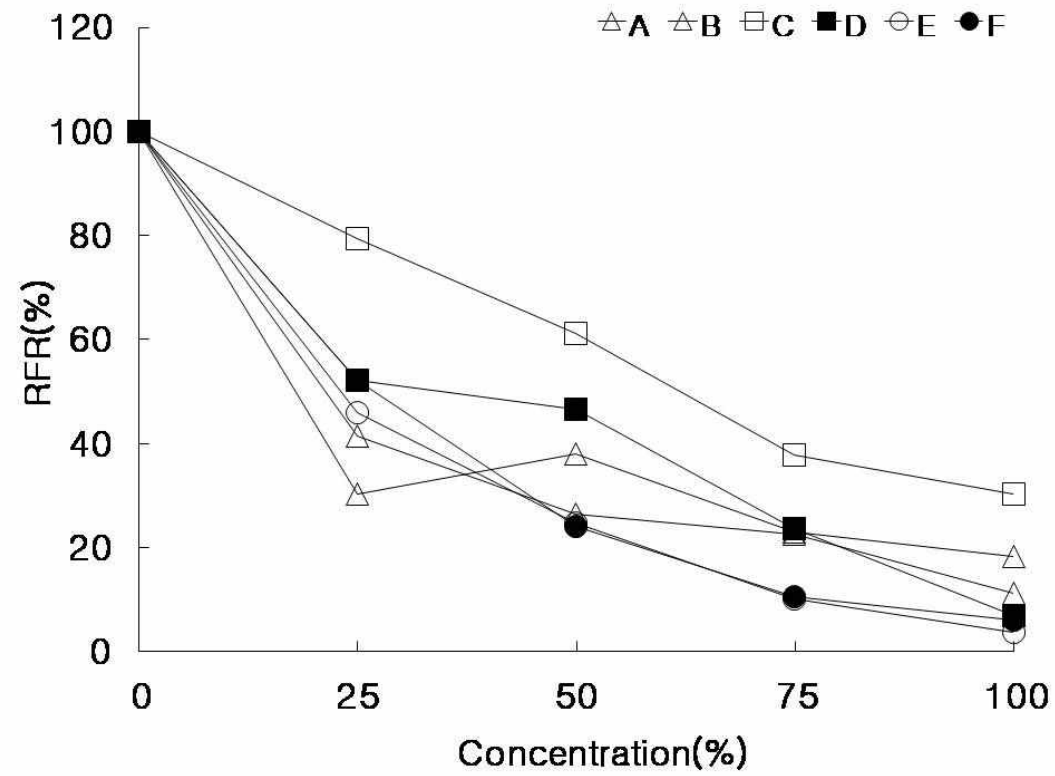


Fig. 6. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract on relative fresh weight ratio(RFR) of receptor plants.

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa*; C, *Festuca myuros*; D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

Table 5. Weight(mg) of receptor plants in petri dishes with different concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts.

Species	Concentration (%)	seedling fresh weight
		Mean $\pm$ SE
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	0.969 $\pm$ 0.047a
	25	0.792 $\pm$ 0.113a
	50	0.425 $\pm$ 0.135b
	75	0.233 $\pm$ 0.012c
	100	0.141 $\pm$ 0.039c
<i>Bidens pilosa</i>	0	0.411 $\pm$ 0.011a
	25	0.421 $\pm$ 0.039a
	50	0.216 $\pm$ 0.003b
	75	0.127 $\pm$ 0.051c
	100	0.079 $\pm$ 0.040c
<i>Festuca myuros</i>	0	0.074 $\pm$ 0.015a
	25	0.026 $\pm$ 0.020b
	50	0.000 $\pm$ 0.000c
	75	0.000 $\pm$ 0.000c
	100	0.000 $\pm$ 0.000c
<i>Lolium multiflorum</i>	0	0.240 $\pm$ 0.061a
	25	0.032 $\pm$ 0.024b
	50	0.000 $\pm$ 0.000b
	75	0.000 $\pm$ 0.000b
	100	0.000 $\pm$ 0.000b
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	0	0.012 $\pm$ 0.002a
	25	0.006 $\pm$ 0.002b
	50	0.002 $\pm$ 0.001c
	75	0.001 $\pm$ 0.001c
	100	0.000 $\pm$ 0.000c
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	0.026 $\pm$ 0.017a
	25	0.003 $\pm$ 0.002b
	50	0.000 $\pm$ 0.000b
	75	0.000 $\pm$ 0.000b
	100	0.000 $\pm$ 0.000b

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.

### 3) 추출액이 뿌리털 발달에 미치는 영향

식물체에서의 뿌리털은 토양내의 영양분, 무기염류, 수분 등을 흡수하는 기관으로 식물체의 생장과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다(이, 2000). 추출액이 식물의 뿌리털에 미치는 영향을 관찰한 결과 뿌리털의 발달은 농도가 증가함에 따라 단위면적당 뿌리털의 수, 뿌리털의 길이가 순차적으로 억제되는 경향을 볼 수 있었다(Fig. 7).



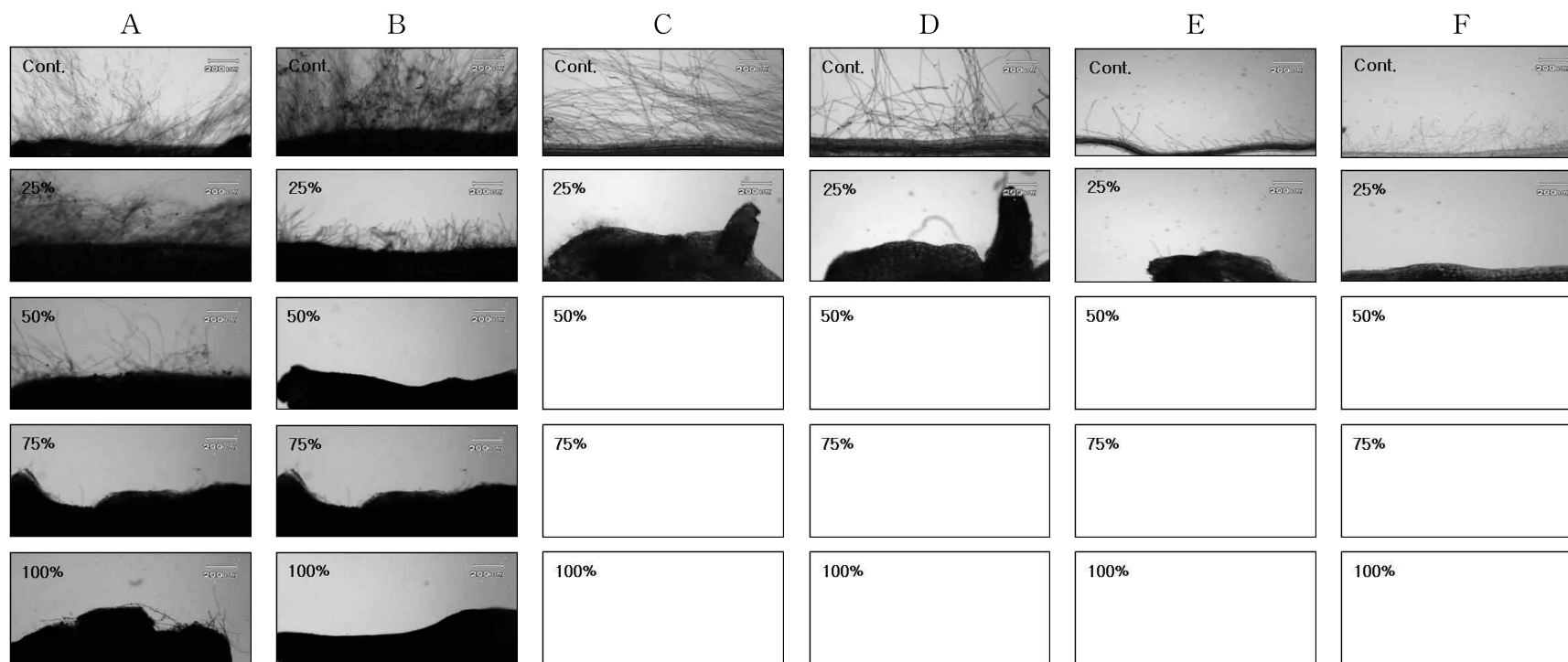


Fig. 7. Development of seedling root hairs with different concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts.

Root hairs did not develop at 50, 75, 100% of *M. suaveolens* extracts for C, D, E and F.

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa*; C, *Festuca myuros*;

D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

#### 4) 추출액이 생장실험에 미치는 영향

추출액에 대한 식물의 생장결과는 농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 지상·지하부의 길이, 생체량이 억제되는 경향성을 보였다. 배추의 지상부인 경우 대조구에 비해 추출액 100%농도에서는 38.9%가 억제되었고 울산도깨비바늘 61.6%, 들묵새 31.1%, 이탈리아인 라이그라스 80.2%, 벤투그라스 62.4%, 가시비름 60.2%가 감소되었다(Fig. 13, Table 7). 반면 지하부인 경우 대조구에 비해 추출액 100%농도에서 배추 62.5%, 울산도깨비바늘 73.2%, 들묵새 37.2%, 이탈리아인 라이그라스 72.2%, 벤투그라스 61.2%, 가시비름 93.8%가 감소되었다. 특히 들묵새인 경우 다른 식물보다 적은 감소량을 보였다. 따라서 대부분 식물은 지하부가 지상부보다 추출액에 대해 민감하게 반응을 보이는 것으로 나타났고 식물 종에 따라서 다른 생장억제의 차이를 보이는 것으로 조사되었다(Fig. 14, Table 8).

상대생체중량(RFR)은 배추, 울산도깨비바늘, 들묵새, 이탈리아인 라이그라스, 벤투그라스, 가시비름은 대부분의 경우 순차적으로 감소하는 경향을 보이는 것으로 조사되었다. 하지만 울산도깨비바늘은 25%농도에서 69.8%로 감소하다가 50%농도는 62%가 감소하여 25%농도에 비하여 증가하는 것으로 조사되었으며, 다시 75%농도에서 감소하는 경향을 보였으며, 100%농도에서는 81.8%가 억제되었다. 그러나 울산도깨비바늘의 25%~100%농도에서의 통계적 유의성은 없었다. (Fig. 15, Table 9).

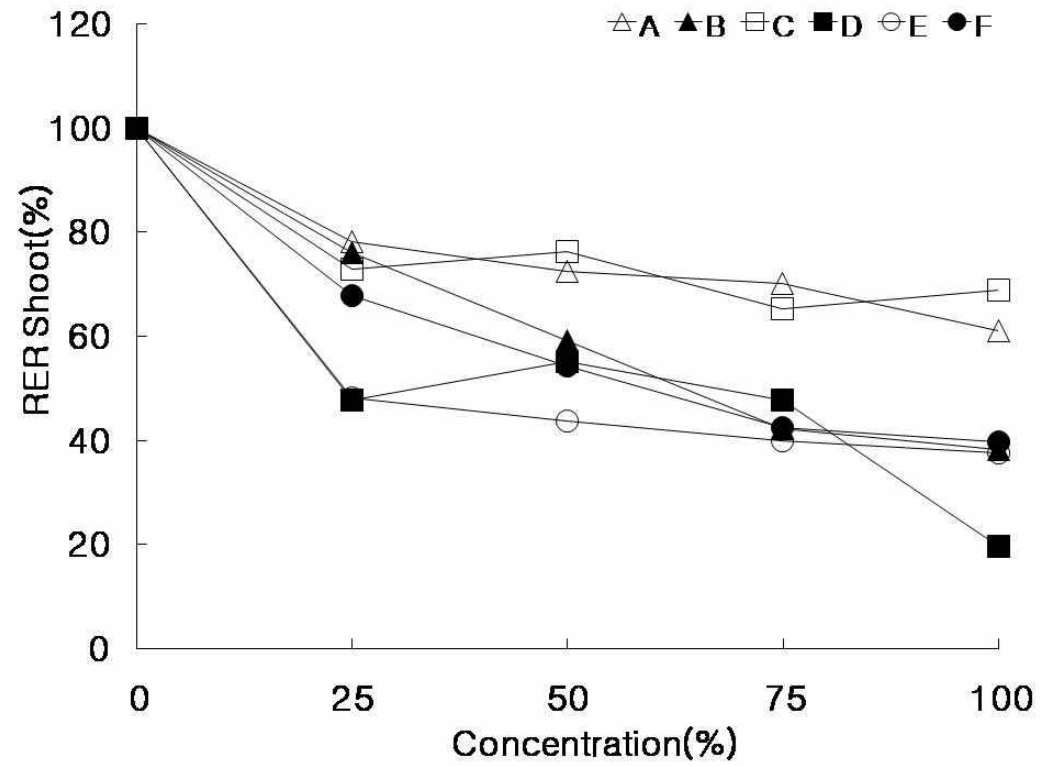


Fig. 8. Relative elongation ratio of receptor plants grown in pots with various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract.

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa*; C, *Festuca myuros*;  
 D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

Table 6. Inhibitory effect of *Melilotus suaveolens* extract on the development of various plant species according to the concentrations.

Species	Concentration (%)	Receptor plants shoot(mm)
		Mean $\pm$ SE
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	131.2 $\pm$ 05.85a
	25	102.7 $\pm$ 13.26b
	50	95.3 $\pm$ 06.27bc
	75	92.1 $\pm$ 05.06bc
	100	80.2 $\pm$ 01.71c
<i>Bidens pilosa</i>	0	148.0 $\pm$ 16.33a
	25	112.5 $\pm$ 07.92b
	50	87.5 $\pm$ 02.46c
	75	62.7 $\pm$ 07.04d
	100	56.9 $\pm$ 02.60d
<i>Festuca myuros</i>	0	133.9 $\pm$ 04.05a
	25	97.7 $\pm$ 09.28b
	50	102.2 $\pm$ 06.74b
	75	87.6 $\pm$ 10.74b
	100	92.3 $\pm$ 00.62b
<i>Lolium multiflorum</i>	0	143.3 $\pm$ 16.91a
	25	68.6 $\pm$ 15.44b
	50	79.3 $\pm$ 06.12b
	75	68.5 $\pm$ 20.88b
	100	28.4 $\pm$ 40.16b
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	0	114.5 $\pm$ 10.46a
	25	55.3 $\pm$ 08.04b
	50	50.3 $\pm$ 01.46b
	75	45.7 $\pm$ 08.29b
	100	43.1 $\pm$ 05.47b
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	36.6 $\pm$ 09.81a
	25	24.9 $\pm$ 04.34b
	50	19.9 $\pm$ 01.70b
	75	15.6 $\pm$ 02.41b
	100	14.6 $\pm$ 00.28b

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.

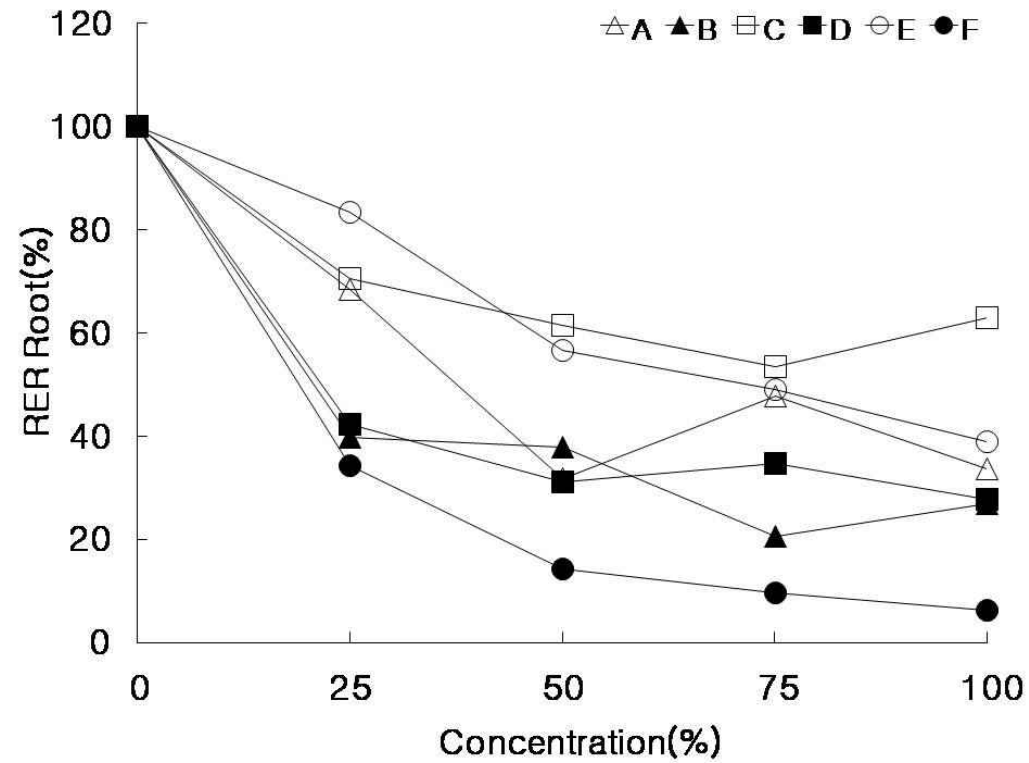


Fig. 9. Relative elongation ratio of receptor plants grown in pots with various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract.

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa*; C, *Festuca myuros*;  
 D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

Table 7. Inhibitory effect of *Melilotus suaveolens* extract on the development of various plant species according to the concentrations.

Species	Concentration (%)	Receptor plants root(mm)
		Mean $\pm$ SE
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	163.3 $\pm$ 12.13a
	25	111.8 $\pm$ 26.73b
	50	51.7 $\pm$ 09.99c
	75	77.9 $\pm$ 13.34bc
	100	54.8 $\pm$ 07.21c
<i>Bidens pilosa</i>	0	252.3 $\pm$ 21.52a
	25	100.3 $\pm$ 8.13b
	50	95.6 $\pm$ 29.57b
	75	51.7 $\pm$ 07.45b
	100	67.7 $\pm$ 32.44b
<i>Festuca myuros</i>	0	135.5 $\pm$ 04.46a
	25	95.5 $\pm$ 32.29b
	50	83.4 $\pm$ 10.37b
	75	72.4 $\pm$ 53.45b
	100	85.1 $\pm$ 03.92b
<i>Lolium multiflorum</i>	0	145.1 $\pm$ 14.76a
	25	61.2 $\pm$ 23.70b
	50	45.0 $\pm$ 09.66b
	75	50.5 $\pm$ 14.71b
	100	40.3 $\pm$ 57.04b
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	0	54.9 $\pm$ 04.60a
	25	45.8 $\pm$ 13.11b
	50	31.1 $\pm$ 06.13b
	75	26.9 $\pm$ 04.11b
	100	21.3 $\pm$ 02.04b
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	145.9 $\pm$ 20.15a
	25	50.1 $\pm$ 22.88b
	50	20.7 $\pm$ 06.29b
	75	14.1 $\pm$ 04.22b
	100	9.1 $\pm$ 00.41b

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.

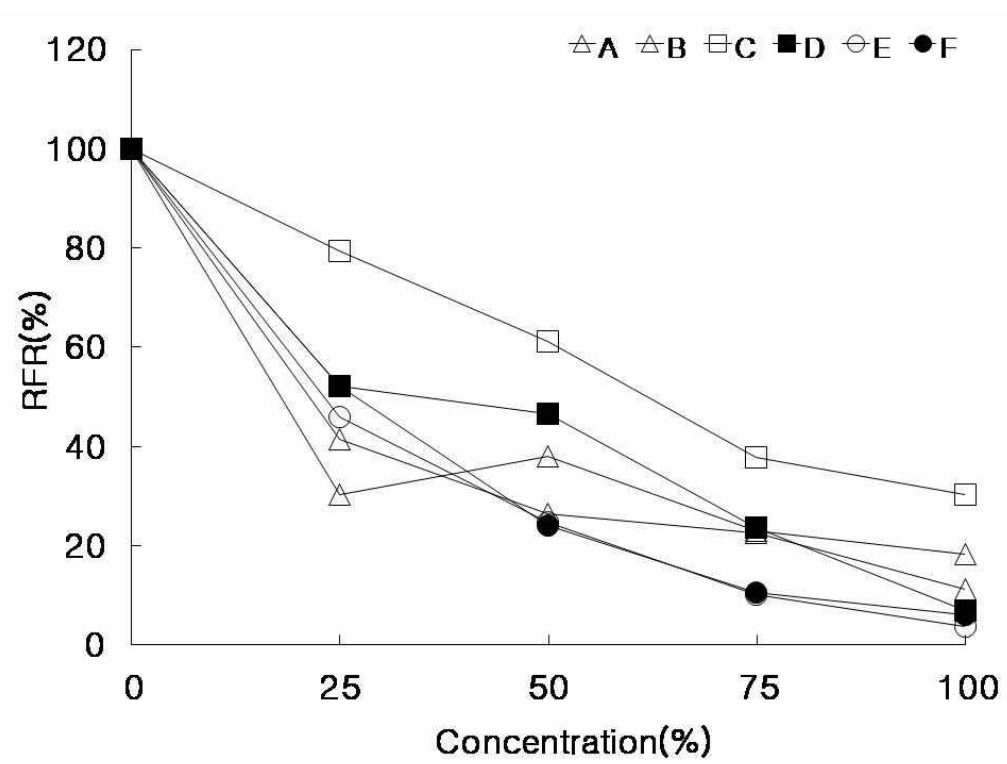


Fig. 10. Effects of various concentrations of *Melilotus suaveolens* extract on relative fresh weight ratio(RFR) of receptor plants.

A, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; B, *Bidens pilosa* ; C, *Festuca myuros*;  
 D, *Lolium multiflorum*; E, *Agrostis clavata* var. *nukabo*; F, *Amaranthus spinosus*

Table 8. Weight(mg) of receptor plants in pots with different concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts.

Species	Concentration (%)	Receptor plants Mean $\pm$ SE
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	29.32 $\pm$ 3.756a
	25	12.16 $\pm$ 2.223b
	50	7.78 $\pm$ 1.114bc
	75	6.63 $\pm$ 2.157c
	100	3.32 $\pm$ 0.345c
<i>Bidens pilosa</i>	0	5.01 $\pm$ 0.821a
	25	1.52 $\pm$ 0.913ab
	50	1.91 $\pm$ 0.234b
	75	1.15 $\pm$ 0.224c
	100	0.91 $\pm$ 0.152c
<i>Festuca myuros</i>	0	0.58 $\pm$ 0.025a
	25	0.46 $\pm$ 0.101b
	50	0.36 $\pm$ 0.048bc
	75	0.22 $\pm$ 0.036bc
	100	0.18 $\pm$ 0.033c
<i>Lolium multiflorum</i>	0	0.52 $\pm$ 0.106a
	25	0.27 $\pm$ 0.122b
	50	0.24 $\pm$ 0.106bc
	75	0.12 $\pm$ 0.005bc
	100	0.04 $\pm$ 0.052c
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	0	0.36 $\pm$ 0.031a
	25	0.17 $\pm$ 0.037b
	50	0.09 $\pm$ 0.037c
	75	0.04 $\pm$ 0.005cd
	100	0.01 $\pm$ 0.005d
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	0.59 $\pm$ 0.301a
	25	0.31 $\pm$ 0.12ab
	50	0.14 $\pm$ 0.033b
	75	0.06 $\pm$ 0.019b
	100	0.04 $\pm$ 0.009b

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.



### 3. 전동싸리 수용성 추출액에서의 항균 효과 및 총 페놀함량

#### 1) 추출액에서의 식물병원균 생장억제

Allelopathy현상을 일으키는 물질로는 식물의 생장을 촉진·억제하는 allelochemicals와 항균성 물질(phytocide)있다(Kim and Lee, 1996).

추출액이 식물병원균에 미치는 영향을 실험 한 결과 일반적으로 추출액 농도가 증가함에 따라 반비례적으로 식물병원균이 억제되는 경향성을 보였다. *Phytophthora infestans*, *Pythium graminicola*, *P. vanterpolii*인 경우 대조구에 비해 100% 처리구에서 거의 성장하지 못했고, *Alternaria brassicae*, *Glomerella cingulatai*, *P. capsici*, *Rhizoctonia solani* AG-1(1A)d서는 100%에서 각각 44.4%, 41.2%, 74.2%, 71%의 억제 경향성을 나타냈다. 하지만 *Colletotrichum gloeosporioides*은 25%에서 대조구에 비해 2.7% 증가 경향을 보였으나, 50%에서 점차적으로 억제 경향을 보였으며 100%에서는 37.1% 억제되었다. (Fig. 16).

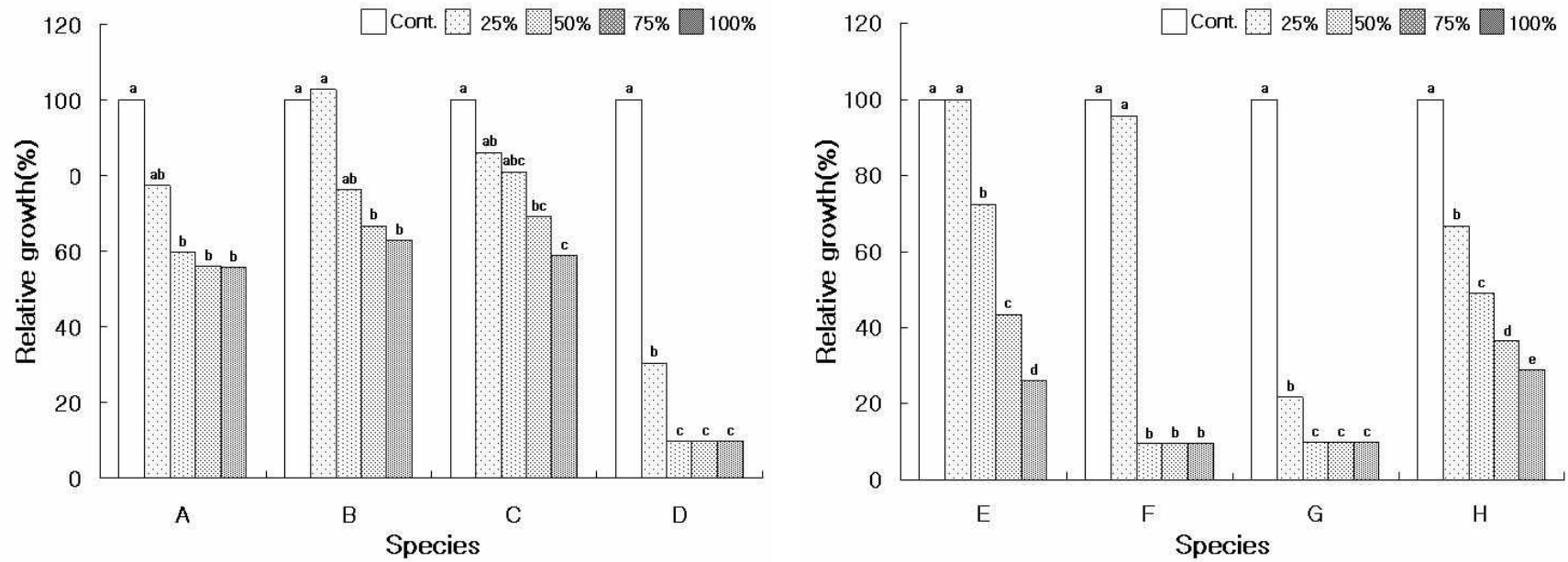


Fig. 11. Colony diameter of fungi taxa grown in PDA medium with various concentrations of *Melilotus suaveolens* extracts.

Means followed the same letters are not significantly different by DMRT at P=0.05.

A, *Alternaria brassicae*; B, *Colletotrichum gloeosporioides*; C, *Glomerella cingulata*; D, *Phytophthora infestans*;  
 E, *Phytophthora capsici*; F, *Pythium graminicola*; G, *Pythium vanterpolii*; H, *Rhizoctonia solani* AG-1(1A)

## 2) 추출액의 총 페놀함량

식물체 내의 phenolic compounds는 일반적으로 acid계통이며, skikimic acid 경로를 통해 생성 되어 외부로 배출되는 수용성물질이 대부분이다(Duke, 1986). 전동싸리의 전초에 대한 총 페놀함량조사를 측정한 결과  $895.9(\text{mg}/\ell)\pm 57.74$ 이었다.

## V. 고찰

Rice(1984)는 식물은 서식지를 공유함에 있어 환경요인인 수분, 양분, 빛 등을 제한하여 영향을 주고 식물 중 특유의 화학물질을 생산하여 주위에 방출하여 서식지 환경변화를 일으켜 다른 생물체에게 직간접적인 유익·유해한 작용한다고 하였다. 따라서 전동싸리가 서식하는 지역의 하부식생의 변화를 조사한 결과 군락에 근접 할수록 하부식생에 출현하는 종수, 종 다양성이 감소하는 것으로 분석되었다. 1번 조사구와 2번 조사구의 출현종 수와 종 다양도지수가 비슷한 이유는 주변 환경이 해안가 매립지라는 열악한 환경조건 때문에 많은 종들이 분포하기 힘든 것으로 사료되며, 3번 조사구가 1번 조사구와 2번 조사구 보다 낮게 나타나 전동싸리가 군락을 형성함에 따라 하부식생의 출현종 수 및 종 다양성에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 이는 왕도깨비가지가 이입이 됨에 따라 화학물질(allelochemicals)을 방출하여 서식지 주변 환경에 영향을 주는 것으로 보인다(김, 2009)라고 보고한 바와 유사하다.

Baskin *et. al*(1967)은 식물의 추출액이 다른 식물의 종자발아와 생장을 억제한다고 하였고, Rice(1974)는 식물의 추출액 농도별로 종자의 발아를 억제하는 정도가 달라진다고 하였다. 전동싸리의 수용성 추출액의 농도가 25%, 50%, 75%, 100%로 증가됨에 따라 대조구에 비해 발아율이 감소하고 발아 소요일 수 역시 늦어지는 것으로 분석되었고, 수용체식물의 종류에 따라 차이를 보였다. 배추와 울산도깨비바늘은 농도가 증가됨에 따라 순차적으로 억제되었지만, 들묵새, 이탈리안 라이그라스, 벤투그라스, 가시비름인 경우에는 25%농도까지는 발아되었으나, 50%농도에서는 발아가 거의 되지 않았다. 이렇듯 추출액에 의해 수종의 종자발아에 영향을 주었다는 것을 확인할 수 있다. 토끼풀 수용성 추출액에서 농도가 높을수록 발아율이 억제된다(이, 1998)고 하였으며, 이러한 현상은 처리농도가 높아짐에 따라 수용성 추출액에 함유된 공여체 식물의 allelochemicals의 함량이 증가하여 수용체 식물의 생육 억제에 영향을 끼친다(이, 2009)고 보고한 바와 비슷하다고 사료된다.

수용성 추출액의 농도 증가에 따른 수용체 유식물의 생장은 6종의 수용체 식물에서 모두 비슷한 결과가 나타났다. 식물에 대한 지상부와 지하부의 생육이 전부 억제되었으며, 특히 지하부의 생육이 더 강하게 억제되었다는 것을 확인할 수 있었다. 대조구에서는 정상적인 유근의 생장이 일어났지만, 25%농도에서는 유근의 생장이 현저하게 떨어졌으며, 퇴화된 것처럼 보였다. 이 결과는 Rice(1984)와 김(1993)이 식물 추출액의 농도에 따라 종자 발아와 유식물의 억제정도가 달라진다고 한 것과 같이 본 실험에서도 유사한 경향을 보였다. 위의 실험에서 쌍자엽 식물이 단자엽식물에 비해 억제가 덜 되는 것으로 조사되었다. 류(2007)는 자운영 추출물의 유근과 유아 생장에 대한 효과는 쌍자엽식물보다 단자엽식물에 대한 효과가 큰 것으로 확인되었다고 보고하였는데 이는 전동싸리도 유사하게 나타났다. 또한 쌍자엽식물과는 다르게 추출액을 받은 화본과 종자들은 끈끈한 물질을 발산하여 배지에 묻었으며, 발아는 하지 않았다.

유식물의 뿌리털은 추출액이 증가함에 따라 수용체 식물의 유근 표면부에 점점 진한 갈색으로 변해갔다. 이는 김(1993)의 리기다소나무의 수용성 추출액을 이용한 발아실험의 25%농도이상 처리구에서 유근의 세포표면이 위축되어 불규칙하게 변화됨에 따라 빨간무와 차풀의 유근 표면부 전체가 심한 굴곡현상과 함께 진한 갈색의 색소침착이 일어났다고 보고하였다(이, 2009). 추출액의 농도도 증가에 따라 뿌리털의 길이, 단위면적당 뿌리털 수가 현저하게 감소하여 불균형적·비정상적인 성장을 하는 것으로 나타났다. 유근의 성장에서는 대조구에 비하여 각각의 추출액의 낮은 농도에서부터 억제현상이 나타났는데(이 등, 1997; Chon *et al.*, 2000) 이것은 뿌리로부터 흡수된 allelochemicals가 뿌리에 축적되어 세포분열이 지연되면서 생장이 억제되는 것이라 볼 수 있다(김 등, 1995). 위와 같이 농도가 증가함에 따라 생장이 억제되었는데, 이에 맞춰 생중량도 비슷한 결과를 나타냈다. 식물의 엽조와 지하경에 발아 억제물질이 들어 있어서 타 식물의 생량과 건량을 감소시키는 결과를 가져왔고(Weston and Putnam, 1985), Kim(1996)은 추출액이 처리된 무의 생중량이 농도가 증가함에 따라 상대적으로 생중량이 감소한다고 하였다고 보고한 것과 동일하게 해석할 수 있다..

생화학적 기작을 통해 타 식물 종자의 발아 개시에 영향을 미치지만 발아된 개체에 있어서도 체내 대사 활동 전반에 걸쳐 억제효과를 가져다줌으로써 생장

을 저해하는 결과를 초래한다(Bhowmik and Doll, 1984; 김 등, 1997; 황, 2006)라고 보고하였다. 상온과 비슷한 환경을 만든 비가림 유리온실에서의 전동싸리 수용성 추출액에 의한 성장실험 결과는 발아 실험만큼은 아니지만 비슷한 결과를 나타냈다. 사용된 6종의 수용체식물에 대해서 농도가 증가함에 지상부보다 지하부의 억제가 더 심하였으며, 농도가 증가할수록 뿌리는 녹아있는 모습처럼 보였다. 일반적으로 수용체식물의 뿌리는 지상부의 성장보다 수용성 추출액에 대해 더 민감한 것으로 보고되고 있다(Inderjit and Dakshin, 1992; Francisco and Juan, 1991). 수용성추출액 농도의 변화는 뿌리의 성장에 영향을 준다고 하였다(Pardates and Dingal, 1988; Hazebroek *et al.*, 1989; Heisey, 1990). 이(2009)는 육묘용 tray를 이용하여 실생 실험에서 농도가 증가할수록 발아율, 본엽 생성, 신장, 생중량, 엽록소 함량이 억제됨을 확인하였는데, 비슷한 결과였다.

식물체내의 억제효과를 나타내는 원인물질인 Allelochemicals로는 천연생장물질인 phenolic acids, volatile substance, tannin, terpenoid 등이 있다고 Einhellung and Raserksen(1973), Lodhi(1976)가 보고하였다. 일반적으로 페놀성 화합물은 phenolic acid 및 coumarin류, flavonoid류 그리고 탄닌류의 세 그룹으로 나뉘며, 그 구조에 따라 이화학적인 성질 및 생리적 기능이 달리 나타낸다(Lee and Lee, 1994; Kubo *et al.*, 1995; Park *et al.*, 1991; Sakanaka *et al.*, 2000). 이들 중 특히 phenolic acids는 호흡과 세포막의 투과성, 단백질합성, 효소활성을 억제한다고 하였으며(Rice, 1974), phenolic compound는 진균, 세포 또는 virus 등 병원체의 침입에 대한 방어작용으로서 항균효과를 나타내는 물질이 많은데(Snook *et al.*, 1991; Miles, 1991), 이는 2차대사산물 중 phytoncide 및 phytoalexin 물질이 유도되어 축진되기 때문이라고 알려져 있다(Barz *et al.*, 1990). 따라서 전동싸리의 수용성 추출액 농도 증가에 따른 미생물의 성장과 종류에 따라 억제정도의 차이를 보였다. *Alternaria brassica*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Glomerella cingulata*, *Phytophthora infestans*, *P. capsici*에서는 순차적으로 억제되는 것으로 조사되었으나, 잔디병원균인 *Pythium graminicola*, *P. vanterpolii*, *Rhizoctonia solani* AG-1(1A)는 100%에서 강하게 억제되었다. 그리고 소리쟁이속 추출액은 잔디병원균의 균사 성장에 억제효과를 가진다(이, 2009)고 보고한 것과 같이 전동싸리도 잔디병에 대하여 강한 억제현상이 나타났다.

페놀함량에 대해 분석한 결과 전동싸리의 전초에 들어있는 것을 확인하였다. 야외 군락지에서 전동싸리의 신장생장은 4월 이후 촉진되었는데, 이는 전동싸리를 비롯한 콩과식물이 25℃ 이상 유지되었을 때 생장이 왕성해지는데 기인된다(박과 송, 1998). 자운영의 total phenolics 함량은 4월에 채취한 것에 가장 많아 추출되었다(류, 2007). 토끼풀에서도 benzoic acid 등의 phenolic compound를 분비하여 잔디의 종자발아 및 생장에 큰 영향을 미치는 것을 증명할 수 있었다(이, 1998). 이것으로 전동싸리에서도 페놀류로 인하여 식물과 미생물이 억제되었다고 사료된다.

그러므로 귀화식물인 전동싸리의 allelopathy 효과를 알아보기 위해 수용성 추출액을 이용하여 실험을 수행한 결과 수용체 식물에 대한 발아 및 유묘생장실험에서 농도가 증가할수록 억제가 나타났으며, 특히 단자엽식물에서의 억제현상이 두드러졌다. 항균실험에서도 식물병원균 중 잔디병에 대하여 억제 현상이 심하다는 것을 확인할 수 있었다. 자생식물 및 사료작물과의 경쟁함에 있어 allelopathy 효과를 나타내는 전동싸리는 하부식생에 대한 발아 및 생장, 미생물 생장 등에 영향을 주고 있다. 콩과 식물은 식용과 사료용으로 널리 재배되고 있는데 단자엽 식물에 억제효과가 좋은 전동싸리와 화분과 사료작물 혼파재배는 추가실험을 해야 할 것이며, allelopathy 효과는 잡초에만 선택적으로 작용하는 것이 아니라 주작물에도 영향을 미치므로 이 또한 추가 실험이 필요하다고 사료된다.

## VI. 적 요

본 연구는 전동싸리(*Melilotus suaveolens* Ledeb.)가 군락형성에 따른 하부식생에 미치는 영향과 allelopathy 효과를 통한 천연생리활성물질을 탐색하여 환경친화적 제초제, 천연살균제 등 효율성을 증대시키는데 기초 자료로 제공하고자 수행하였다.

전동싸리 군락에 근접할수록 피도 0%인 1번 조사구( $7.7 \pm 1.5$ 종,  $1.7 \pm 0.1$ ), 피도 50%인 2번 조사구( $7.7 \pm 2.1$ 종,  $1.8 \pm 0.3$ )는 비슷하게 나타났지만, 100%피도인 3번 조사구( $3.7 \pm 0.6$ 종,  $0.7 \pm 0.2$ )에서는 출현종수, 종 다양도가 현저하게 감소하였다.

추출액에 대한 6종의 수용체식물(배추, 울산도깨비바늘, 들묵새, 이탈리아안라이그라스, 벤틀그라스, 가시비름)로 발아실험, 성장실험을 실시하였다. 추출액의 농도가 증가함에 따라 발아실험에서는 상대발아율, 평균발아일수, 상대신장율, 생중량, 유식물의 뿌리털이 전반적으로 감소되었고 성장실험에서도 상대신장율, 생중량이 동일하게 감소하였으며 식물의 종류에 따라 다소 차이를 보였다. 종에 따라 지하부가 지상부보다 억제 경향이 높았으며, 쌍자엽식물보다 단자엽식물에서의 억제가 심하였다.

추출액에서 곰팡이의 성장실험은 농도가 증가함에 따라 억제되는 경향을 보이고 미생물 종류에 따라 억제의 정도 차를 보였다. 잔디병에 대하여 크게 억제되는 경향을 보였다. 전동싸리 전초에 대한 총 페놀함량은  $895.9(\text{mg}/\ell) \pm 57.74$ 로 나타났다.

이와 같은 결과로, 자생식물 및 사료작물과의 경쟁함에 있어 allelopathy 효과를 나타내는 전동싸리는 하부식생에 대한 발아 및 성장, 미생물 성장 등에 영향을 주고 있으며, 화분과 사료작물과의 혼파에서는 주의가 필요하며, 식물병원균에 대한 군사생장을 억제하는 물질을 포함하고 있어 천연물 살균제로서 가치가 있다고 판단된다.



## 인 용 문 헌

- 강병화, 홍선희, 이동욱, 전선민, 김건옥. 2003. 남북한 식물이름 비교. 생명자원연구 11 : 91-123.
- 강정환. 2007. 가시비름의 알레로패시 효과. 제주대학교 석사학위논문 64p.
- 고강석, 배정오. 1994. 생태계 복원기술 개발: 생태계 영향평가 개발(Ⅲ). 환경부 2차년도 보고서 pp. 51-118.
- 구자옥, 김길웅, 이계홍. 1997. 잡초학. 한국방송대학교 출판부 pp.91-104.
- 길봉섭. 1993. 측백나무에 들어있는 생장억제물질의 작용. 한국생태학회지 16 : 181-190.
- 길봉섭, 전의식, 김영식, 김창환, 윤경원. 1998. 서울남산공원의 식물상과 그 분포. 한국생태학회지 21 : 603-631.
- 길봉섭. 1999. 다른 식물에 미치는 사철쭉의 알레로파시 효과. 한국생태학회지 22 : 59-63.
- 김길웅. 1998. 증보개정 최신 잡초방제학원론, 경북대학교 출판부 pp.101-132.
- 김용욱. 1993. 리기다소나무의 allelochemicals가 수 종 식물의 종자발아, 세포구조 및 동위효소 패턴에 미치는 영향 건국대학교 박사학위 논문 88p.
- 김용욱, 이호준. 1996. 수종식물의 페놀화합물 분석과 효과. 한국생태학회지 19 : 329-340.
- 김용욱, 조영동, 이호준. 1996. 대두종자의 유근생장시 Ferulic acid가 polyamine 함량과 효소활성에 미치는 영향. 한국생태학회지 19 : 385-392.
- 김용욱, 이호준, 장남기. 1997 Pinus rigida Allelochemicals가 차풀의 종자의 발아 과정에서 동위원소의 활성화에 미치는 영향. 한국생태학회 20 : 103-109.
- 김용욱, 이은주, 이호준. 2000. 수 종의 한국자생식물과 귀화식물 추출액이 토양 미생물에 미치는 항균활성. 한국생태학회 23 : 353-357.
- 김은숙. 1996. 植物의 水溶性 抽出液이 作物의 發芽 및 生長에 미치는 Allelopathy의 效果. 동아대학교 석사학위논문 43p.
- 김태근. 2009. 몇 가지 식물 및 식물병원균에 대한 왕도깨비가지 추출물의 알레

- 로패시 효과. 제주대학교 석사학위논문 44p.
- 김현철. 1999. 개똥썩의 알레로패시 효과. 원광대학교 석사학위논문 46p.
- 농촌진흥청. 1997. 작물재배생리의 이론과 실험 pp. 53-55.
- 류광호. 2007. 자운영의 생육시기별 Allelopathy 효과에 관한 연구. 경상대학교 석사학위논문 33p.
- 박태규, 송승달. 1998. Pb 처리에 따른 전동싸리 유식물의 생장적응과 중금속의 조절. 한국생태학회지 21 : 179-186.
- 박태규, 송승달. 1998. 전동싸리 군락의 성장특성과 피음 효과. 한국생태학회지 21 : 187-193.
- 배병호, 김용욱. 2003. 수종 나자식물의 잎 수용 추출액이 무궁화의 품종별 종자 발아와 유식물 및 초기생장에 미치는 영향. 한국생태학회지 26 : 39-47.
- 송승달, 정화숙, 송종석, 노광수, 김인선, 서봉보, 박재홍, 박태규. 1998. 산성비가 전동싸리의 생장과 질소 고정 활성화에 미치는 영향. 한국생태학회지 21 : 65-72.
- 송진영. 2006. 서양금혼초의 알레로패시 효과. 제주대학교 석사학위논문 59p.
- 안문섭. 2000. 강원도 고랭지대 목초지의 애기수영 우점원인 및 화학적 방제법. 강원대학교 박사학위논문 95p.
- 양계진. 1998. 人蔘栽培法 改善을 위한 生理活性 物質을 가진 植物 探索. 건국대학교 박사학위논문 76p.
- 양영환. 2003. 제주도 귀화식물의 분포와 식생에 관한 연구. 제주대학교 박사학위논문 108p.
- 양영환, 한봉석, 오진보. 2007. 제주 미기록 귀화식물(V). 한국잡초학회 별책 27 : 77-81.
- 양영환. 2007. 제주도 귀화식물의 식생에 관한 연구. 한국잡초학회지 27 : 112-121.
- 양환승, 구자옥, 변종영, 라용웅. 1996. 신재 잡초방제학. 향문사 pp. 88-92.
- 엄석현. 1999. 메밀(*Fagopyrum esculentum* Moench)의 Allelopathy물질 탐색 및 분리동정. 강원대학교 석사학위논문 51p.
- 우성배. 2009. 개여뀌 추출물이 몇가지 식물과 감자생육에 대한 알레로패시 효과.

- 제주대학교 석사학위논문 43p.
- 윤경원. 1999. Allelopathy 연구의 방법론. 목포대학교 자연자원개발연구소. 자연 자원연구 제2권 : 143-148.
- 이상복. 1999. 강피에 대한 벼 품종의 allelopathy 검정에 관한 연구. 건국대학교 박사학위논문 82p.
- 이상금, 신우진, 김대겸, 김옥임, 하상영. 2003. 서양금혼초의 수용성 추출액이 몇 종의 작물종자 발아에 미치는 상호대립억제작용. 동아농촌 40 : 193-202.
- 이유미, 박수현, 정수영, 오승환, 양종철. 2011. 한국내 귀화식물의 현황과 고찰. 식물분류학회지 41 : 87-105.
- 이유성. 2000. 현대식물형태학. 우성사 pp. 22-318.
- 이지현, 이병모, 전승호, 정종일, 김민철, 심상인. 2010. 크립손클로버, 헤어리베치, 호밀 추출물이 몇 가지 작물의 종자 발아와 유근 생장에 미치는 allelopathy 효과. 한국잡초학회지 30 : 371-379.
- 이주화. 2009. 강화에서 수집한 약썩의 추출물이 수용체 식물의 생장에 미치는 알레로파시 효과. 동국대학교 석사학위논문 64p.
- 이지현, 2010. 동계피복작물에 의한 콩밭의 잡초억제와 allelopathy 효과. 경상대학교 박사학위논문 79p.
- 이지훈. 1998. *Trifolium repens* L. 추출액이 *Zoysia japonica* Steud.의 발아와 생장에 미치는 Allelopathy효과. 창원대학교 석사학위논문 55p.
- 이창복. 1989. 대한식물도감, 향문사
- 이호준, 김용욱, 장남기. 1997. 수종 식물의 분비물질이 종자 발아와 균류생장에 미치는 알레로파시 효과. 한국생태학회지 20 : 181-189.
- 이호준, 김용욱. 1999. Allelochemicals 함유식물의 항균효과. 한국생태학회지 22 : 51-58.
- 임록제, 도봉섭. 2001. 한국약용식물사전. 여강출판사
- 장병준. 1988. 밭 주요우점잡초의 Allelopathy에 관한 연구. 전북대학교 석사학위 논문 42p.
- 장윤석. 1996. 애기수영의 생태적 방제에 관한 연구. 연세대학교 석사학위논문 44p.

- 전재희. 1994. 페놀화합물질이 수 종 식물의 종자발아와 유근생장에 미치는 Allelopathy 효과. 건국대학교 석사학위논문 39p.
- 조길임. 1993. 분시지역에 따른 애기수영(*Rumex acetocella* L.)의 종자발아반응의 지리적 변이. 건국대학교 석사학위논문 32p.
- 차문정. 2001. *Erigeron annuus* 추출액이 *Zoysia japonica*의 발아와 생장에 미치는 allelopathy 효과. 창원대학교 석사학위논문 37p.
- 차승희. 2000. 몇 가지 環境要因이 돼지풀의 種子發芽에 미치는 影響. 순천대학교 석사학위논문 46p.
- 최경자, 김병섭, 정영륜, 조광연. 1992. 감자 재배포장에서 Metalaxyl 저항성인 감자역병균(*Phytophthora infestans*)의 발생. 한국식물병리학회지 8 : 34-40.
- 한기배. 2002. 雜草의 Allelochemicals가 作物의 發芽와 初期 生長에 미치는 效果. 동아대학교 석사학위논문 53p.
- 황원규. 2006. 초피나무 정유의 Allelopathy 효과. 경남대학교 석사학위논문 32p.
- Aber, J. D. and J. M. Melillo. 1991. Terrestrial ecosystems. Saunders College Pub. : 315-316.
- Al-Naib, F. A. G. and E. L. Rice. 1971. Allelopathic effects of *Platanus occidentalis*. Bull. Torrey Bot. Club 98 : 75-82.
- AlSaadawi, I. S., J. K. Al-uqaili, A. J. AlRubeaa and S. M. Al-hadithy. 1986. Allelopathic suppression of weed and nitrification by selected cultivars of *Sorghum bicolor*(L) Moench. J. Chem. Ecol. 12 : 209-219.
- Baker, C. J., J. R. Stavely, C. A. Thomas, M. Sasser and J. S. MacFall. 1983. Inhibitory effect of *Bacillus subtilis* on *Uromyces phaseoli* and on development of rust pustules on bean leaves. Phytopathology 73, 1148-1152.
- Barz, W., W. Bless, G. Börger-Papendorf, W. Gunia, U. Mackenbrock, D. Meier, C. Otto and E. Süper. 1990. Phytoalexins as part of induced defence reactions in plants: Their elicitation, function and metabolism. Bioactive compounds from plants : 140-156.
- Baskin J. M., C. J. Ludlow, T. M. Harris and F. T. Wolf. 1967. Psoralen, an

- inhibitor in the seeds of *Psoralea subaculis*(Leguminosae).  
Phytochemistry 6 : 1209-1213.
- Becker, J. O. and F. J. Schwinn. 1993. Control of soil-borne pathogens with living bacteria and fungi: Status and outlook. Pestic. Sci. 37 : 355 - 363.
- Bhowmik, P. P. and J. D. Doll. 1984. Allelopathic effects of annual weed residues on growth and nutrient uptake of corn and soybeans. Agron. J. 76 : 383-388.
- Bukolova, T. P. 1971. A study of the mechanism of action of water-soluble substances of weeds on cultivated plants. in: Physiological biochemical basis of plant interactions in phytocenoses. A. M. grodzinsky(ed). 2 : 66-69.
- Chen, P. K. and G. R. Leather. 1990. Plant growth regulatory activities of artemisinin and its related compounds. J. Chem. Ecol. 16 : 1867-1876.
- Chon, S. U., J. H. Coutts and C. J. Nelson. 2000. Effects of light, growth media and seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. Agron. J. 92 : 715-720.
- Cornman, I. 1946. Alteration of mitosis by coumarin and parasorbic acid. Amer. J. Bot. 33-217.
- 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, D.
- Couch, H. B. 1985. Common names for turfgrass diseases. Turfgrass(several cultivated spp.) Plant Dis. 69 : 672-675.
- Dansereau, A. G. 1957. Climatic control of germination and dormancy, In: L. T. Evans(ed.), Biogeography on ecological perspective, Academic Press, New York, pp. 265-287.
- Del Moral, R. 1972. On the variability of chlorogenic acid concentration. Oecologia. 9 : 289-300.
- Duke, S. O. 1986. Naturally occurring chemical compounds as herbicides. Rev.

- Weed Sci. 2 : 15-44.
- Einhelling F. A. and J. A. Rasmussen. 1973. Allelopathic effects of *Rumex crispus* on *Amaranthus retroflexus* grain sorghum and field corn. Amer. Mid Nat. 90 : 79-86.
- Francisco, J. P. and O. N. Juan. 1991. Root exudates of wild oats: allelopathic effect on spring wheat. Phytochemistry. 30 : 2199-2202.
- Fujii, Y. 1999. Allelopathy of velvetbean: Determination and identification of L-DOPA as a candidate of allelopathic substances. In: Biologically Active Natural Products. CRC Press, Boca Raton FL. 33-48.
- 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.
- Graham, H. D. 1992. Modified prussian blue assay for total phenols. J. Agric. Food Chem. 40 : 801-805.
- Hazebroek, 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 : 152-158.
- Heisey, R. M. and C. C. Delwiche. 1984. Phytotoxic volatiles from *Trichostema lanceolatum*. Amer. J. Bot. 71 : 821-822.
- Heisey, R. M. 1990. Allelopathic and herbicidal effects of extracts from tree of heaven(*Ailanthus altissima*). Amer. J. Bot. 77 : 662-670.
- Horne, F. R. 1953. The significance of weed seeds in relation to crop production. Proc. 1st Brit. Weed ontrol Conf. 1 : 372-399.
- Hopkins, W. G. and Hümer, Norman P. A. 2003. Introduction to Plant Physiology(3rd edition). John Wiley & Sons Inc.
- Hammerschmidt, R. 1999. Phytoalexins: What have we learned after 60 year? Ann. Rev. Phytopathol. 37 : 285-306
- Hussain, F., I. Ilahi and B. S. Kil. 1991. Allelopathic effects of walnut plants(*juglans regia* L.) on four crop species. Kor. J. Bot. 34 : 93-100.

- Inderjit, D. and K. M. M. Dakshini. 1992. Interference potential of *Pluchea lanceolata*(asteraceae): Growth and physiological responses of asparagus bean, *Vigna unguiculata* var. *sequipendalis*. Amer. J. Bot. 79 : 977-981.
- Kang, B. H. and S. I. Shim. 2002. Overall Status of Naturalized Plants in Korea. Kor. J. Weed Sci. 22 : 207-226.
- Kapustka, L. A. and E. L. Rice. 1976. Acetylene reduction( $N_2$  -Fixation) in soil and old field succession in central Oklahoma. soil. Biochem. 8 : 497-503.
- Kato-Noguchi, H. 2003. Isolation and identification of an allelopathic substance in *Pisum sativum*. Phytochemistry 62 : 1141-1144.
- Kato-Noguchi, H. and T. Ino. 2005. Possible involvement of momilactone B in rice allelopathy. J. Plant Physiol. 162 : 718-721.
- Kil, B. S. and Y. J. Yim. 1983. Allelopathic effects of *Pinus densiflora* on the floristic composition of undergrowth of red pine forest. J. Chem. Ecol. 9 : 1135-1151.
- Kil, B. S. and H. G. Yoo. 1996. Identification and Growth Inhibition of Phytotoxic Substance from *Artemisia scoparia*. Kor. J. Ecol. 19 : 295-304.
- Kim, Y. O. and H. J. Lee. 1996. Identification and effects of phenolic compounds from some plants. Kor. J. Ecol. 19 : 329-340.
- Kubo, I., H. Muroi and A. Kubo. 1995. Structural functions of antimicrobial long-chain alcohols and phenols. Bio org. Med. Chem 3 : 873-880.
- Kumari, A. and R. K. Kohil. 1987. Autotoxicity of ragweed pathenium (*Parthenium hysterophorus*). Weed Sci. 35 : 629-632.
- Kuo, C. G., M. H. Chou and H. G. Park. 1981. Effect of Chinese cabbage residue on mungbean. Plant and Soil. 61 : 473-477.
- Lange, L., J. Breinholt, F. W. Rasmusen and R. I. Nielsen. Microbial fungicides-the natural choice. Pesticide science 2 : 155 - 160
- Lee, D. B. and Y. C. Kim. 1961. A Historical Review of some Plant of

- American Origin in Korea. J. Plant Biol. 4 : 25-29.
- Lee, J. H. and S. R. Lee. 1994. Analysis of phenolic substances content in Korea plant foods. Kor. Food Sci. Technol. 26 : 310-316.
- Linton, Y. M., A. J. Nisbet and A. J. Mordue. 1997. The effects of azadirachtin on the testes of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forskål). J Insect Physiol. 1997 43: 1077-1084.
- Lodhi, M. A. K. and E. L. Rice. 1971. Allelopathic effects of *Celtis laevigata*. Bull. Torrey Bot. Club 98 : 83-89.
- Lodhi, M. A. K. 1976. Role of allelopathy as expressed by dominating trees in a lowland forest in controlling the productivity and pattern of herbaceous growth. Amer. J. Bot. 63 : 1-8.
- Lorber, P. and W. H. Muller. 1976. Volatile growth inhibitions produced by *salvia leucophylla*: Effects on seedling root tip ultrastructure. Amer. J. Bot. 63 : 196-200.
- Lydon, J., J. R. Teasdale and P. K. Chen. 1997. Allelopathic Activity of Annual Wormwood (*Artemisia annua*) and the Role of Artemisinin. Weed Sci. 45 : 807-811.
- Macias, F. A., J. M. G. Molinillo, A. Oliveros-Bastidas., D. Marin and D. Chinchilla. 2004. Allelopathy. A natural strategy for weed control. Comm. Appl. Biol. Sci, Ghent univ. 69 : 13-23.
- Miles, D. H. 1991. A search for agrochemicals from peruvian plants: Naturally Occurring Pest Bioregulators. ACS Sympoium Series. 449.: 399-406.
- Molisch, H. 1937. "Der Einfluss einer *Pflanze* auf die andere-Allelopathie." Fischer, Jena 106p.
- Morris, C., P. R. Grossl and C. A. Call. 2009. Elemental allelopathy: processes, progress, and pitfalls. Plant Ecol. 202 : 1-11.
- Muller, C. H., W. H. Muller and B. L. Haines. 1964. Volatile growth inhibitors produced by aromatic shrubs. Sci. 143 : 471-473.
- Muller, C. H. 1965. Inhibitory terpenes volatilized from *Salvia* shrubs. Bull.



- Torrey Bot. Club 92 : 38-45.
- Muller, C. H. 1966. The role chemical inhibition(allelopathy) in vegetational composition. Bull. Torrey Bot. Club 9 : 332-351.
- 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.
- Muse, R. R., A. F. Schmitthenner and R. E. Partyka. 1974. *Pythium* spp. associated with foliar blighting of creeping bentgrass. J. Phytopathology 64 : 252-253
- 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. Press. p. 33.
- Osborn, A. E. 1999. Antimicrobial phytoprotectants and fungal pathogens: a commentary. Fungal Gen. Biol. 26 : 163-168.
- Olmsted III, C. E. and E. L. Rice. 1970. Relative effects of known plant inhibitors or species from two stages of old field succession. South Western Nat. 15 : 165-173.
- Pardates, J. R. and A. G. Dingal. 1988. An allelopathic factor in taro residues. Trop. Agric. 65 : 21-24.
- Park, C. I., J. H. Lee, S. I. Shim, S. H. Hong and B. H. Kang. 2005. Differential allelopathic effects of Chinese milk vetch(*Astragalus sinicus* L.) sampled at different growth stages. Kor. J. Crop Sci. 50 : 174-175.
- Park, J. H., K. C. Kang, S. B. Baek, Y. H. Lee and K. S. Rhee. 1991. Separation of antioxidant compounds from edible marine algae. Kor. J. Food Sci. Technol 23 : 256-261.
- Park, S. H. 1994. A study on Naturalized Plants introduced into Korea. KACN. 85 : 39-50.
- Park, S. H. 1995. Colored Illustrations of Naturalized Plants of Korea. Ilchokak. Seoul.

- Park, S. H. 2001. Colored Illustrations of Naturalized Plants of Korea (Appendix). Ilchokak. Seoul.
- Park, S. H. 2009. New Illustrations and Photographs of Naturalized Plants of Korea. Ilchokak. Seoul.
- Park, S. H., J. H. Shin, Y. M. Lee, J. H. Lim and J. S. Moon. 2002. Distributions of Naturalized Alien Plants in Korea. Korea Forest Research Institute & Korea National Arbortum. Ukgo Press. Seoul(in Korea).
- Patrick, Z. A. and L. W. Koch. 1958. Inhibition of respiration, germination, and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in soil. *Can. J. Bot.* 36 : 621-647.
- Rejmanek, M. and D. M. Richardson. 1996. What attributes make some plant species more invasive. *Ecology.* 77 : 1655-1661.
- Rice, E. L. 1974. Allelopathy. Academic Press. New York.
- Rice, E. L. 1984. Allelopathy. 2nd ed Academic Press, New York and London.
- Rice, E. L. and S. K. Panchoy. 1974. Inhibition of nitrification by climax ecosystems. III. Inhibitors other than tannins. *Amer. J. Bot.* 61 : 1095-1103.
- Sakanaka, S., L. R. Juneja and M, Taniguchi. 2000. Antimicrobial effects of green tea polyphenols on thermophilic spore-forming bacteria. *J Biosci Bioeng* 90 : 81-85.
- Sinha, A. K. 1994. Possible role of phytoalexin inducer chemicals in plant disease control. In *Handbook of phytoalexin metabolism and action*, Marcel Dekker, New York. 555-591.
- Shannon, C. E. and W. Wiener. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. of Illinois Press, Ura. p. 117.
- Sherley, G. 2000. Invasive species in the pacific: a technical review and draft regional strategy. SPREP. Samoa. 190p.
- Shettel, N. L. and N. E. Balke. 1983. Plant growth response to several allelopathic chemicals. *Weed Sci.* 31 : 293-298.

- Snook, M. E., O. T. Chortyk and A. S. Csinos. 1991. Black shank disease fungus: Inhibition of growth by tobacco root constituents and related compounds in Naturally Occurring Pest Bioregulators. ACS Symposium Series 449 : 388-398.
- Teasdale, J. R. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. J. Prod. Agric. 9 : 475-479.
- Teasdale, J. R. and C. C. Mohler. 1992. Weed suppression by residue from hairy vetch and rye cover crops Proc. First. Int Weed Control Congress. 2 : 216-518.
- Thompson, A. C. 1985. The chemistry of allelopathy: Biochemical interactions among plants. Amer. Chem. Soc. 268 : 480p.
- Tinnin, R. O. and C. H. Muller. 1971. The allelopathic potential of *Avena fatua* : Influence on Herb distribution. Bull. Torrey Bot. Club. 98 : 243-250.
- Tokarska-Guzik, B. 2001. The history of studies of invasive alien plants in Poland. In: G. Brundu, J. Brock, L. Camarada, L. Child and M. Wade (eds), Plant invasions: species ecology and ecosystem management. pp. 245-254. Backhuys Pub. Leiden, The Netherlands.
- Weidenhamer, J. D. and J. T. Romeo. 1989. Allelopathic properties of *Polygonella myriophylla*: Field evidence and bioassays. J. Chem. Ecol. 15 : 1957-1970.
- Weston, L. A. and A. R. Putnam. 1985. Inhibition of growth, nodulation and nitrogen fixation of Legumes by quackgrass(*Agrophron repens*). CSSA. 25 : 561-565.
- Weaver, T. W. and D. Klarich. 1977. Allelopathic effects of volatile substances from *Artemisia tridentata*. Natt. Amer. Midi. Nat. 97 : 508-512.
- Whittaker, R. H. 1970. The biochemical ecology of higher plant. In: Chemical Ecology(E. Sondheimer and J. B. Simeone. eds.). Academic Pree, New York. pp. 43-70.
- Yim, Y. J. and E. S. Joen. 1980. Distribution of Naturalized Plants in the Korean Peninsula. J. Plant Biol. 23 : 69-83.