붉노랑상사화 인경으로부터 살초활성 물질의 분리

이동구¹, 김건우*

Isolation of Herbicidal Substances from Bulbs of *Lycoris flavescens* M.Y.Kim & S.T.Lee

Dong-Gu Lee¹ and Kun-Woo Kim*

ABSTRACT This study was conducted to determine the herbicidal activity of herbicidal substances and identify them in bulbs of *Lycoris flavescens*. Methanol extract was purified by a series of chromatographic techniques including silica gel column chromatography, preparative TLC, and HPLC. The final HPLC gave two active fractions and two herbicidal substances were obtained. By GC/MS analysis, one was identified as galanthine (galanthan-1-ol) and the other was identified as montanine (O²-methyl pancracine), an isoquinoline alkaloid. Montanine showed nearly 100% of growth inhibition on the shoot and root of barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) seedlings at 20 $\mu\text{g mL}^{-1}$ as compared with the control. Meanwhile, methanol extract of *L. flavescens* bulbs showed only about 3.1% and 8.3% of growth inhibition on the shoot and root of rice cultivar, Hwayeongbyeon seedlings at 1,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ as compared with the control, respectively.

Key words: alkaloid; galanthine; herbicidal substances; *Lycoris flavescens*; montanine.

서 언

다른 동·식물 및 미생물을 제어하여 자신의 생존 영역을 방어하는 식물 기원의 allelochemical(Macias 1995; Rice 1984)들은 다양한 화학구조를 가지고 있으므로 농약 및 의약 개발에 있어서 신 기능성 모핵화합물을 제공할 뿐만 아니라 친환경 농업을 위해 활용성이 충분한 농자재라고 할 수 있다. 근래 들어 소비자들은 무엇보다도 건강을 우선시 하여 화학농약이 사용된

농작물을 기피하고 친환경농산물을 선호하는 추세를 보이고 있다. 이와 같은 트렌드에 따라 천연 유래의 살초활성 물질에 대한 관심이 고조되고 있으며, 다양한 식물자원으로부터 연구가 진행되고 있다. 그 결과, 식물 유래 C₉ 지방산, pelargonic acid가 비선택성 경엽처리용 제초제로 상용화되었으며(Copping과 Duke 2007; Fukuda 등 2004), Hong 등(2011)의 팔마로사 정유 및 다양한 종류의 essential oil에 대해 제초제로서의 개발 가능성이 검토(Choi 등 2010)되고 있다.

¹ 안동대학교 생명자원과학부 생약자원학 전공, 760-749 경북 안동시 송천동 388(Medicinal Plant Resources Major, School of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749, Korea).

* 연락저자(corresponding author) : Phone) +82-54-820-5661, Fax) +82-54-823-1627, E-mail) kkw@andong.ac.kr

(Received December 21, 2011; Revised December 23, 2011; Accepted December 27, 2011)

국내의 경우, 오랫동안 살초활성 물질이 함유된 식물 종들의 탐색을 지속적으로 시도하여 왔다(Kim 2006; Kim과 Lee 2007; Kim과 Jang 2009; Kim과 Hong 2005). 또한 식물 기원 살초활성 물질의 분리에 관한 연구도 활발하게 이루어져, 국내 자생식물들로부터 함미꽃(*Pulsatilla koreana*)의 anemonin(Choi 등 2003), 애기수영(*Rumex acetosella*)의 chrysophanic acid(Kim 등 2003a), 산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*) 열매의 psoralen과 bergapten(Kim 등 2005), 족도리(*Asarum sieboldii*)의 elemicin(Kim 등 2005), 섬쭉부쟁이(*Aster glehni*)의 coumarin(Kim 등 2008), 소리쟁이(*Rumex crispus*)의 angelicin(Cho 등 2010) 등이 보고된 바 있다. 현재 국내에서 식물 유래의 천연물을 선도물질로 하여 제초제가 개발된 사례는 없으나(Kim 등 2001; Kim 등 2003b), 이처럼 국내 자생식물로부터 살초활성 식물 종들을 선별하여 활성 본체를 구명하기 위한 끊임없는 시도를 통해 축적된 연구결과들은 식물 기원의 화합물을 선도물질로 한 신기능성 제초제 및 식물 추출물을 이용한 친환경농업용 작물보호제 개발의 초석이 될 것으로 사료된다.

붉노랑상사화(*Lycoris flavescens* M.Y.Kim & S.T. Lee)는 한국 특산식물이며, 수선화과(Amaryllidaceae) 상사화속(*Lycoris*)에 속한다. 붉노랑상사화는 전라북도 내장산 및 전라남도 불갑산에 분포하여 서식하는 다년생 구근식물이며, 주로 화훼용으로 이용되고 있다(Kim 2004). 수선화과 식물에 함유된 알칼로이드류는 다양한 신경약리학적 활성을 보유하고 있어 수선화과 식물 종들로부터 분리된 알칼로이드류에 대한 연구들도 거의가 의약활성에 관련되어 있다(Silva 등 2006; Silva 등 2008). 한편 Park 등(2002)은 수선화과 상사화속의 석산(*Lycoris radiata*) 추출물이 돌피와 상추의 생장을 억제하였다고 보고하였으며, Iqbal 등(2006)에 의해 석산 추출물에 의한 배추, 상추, 알팔파 등의 생장억제 현상이 알려져 있다. 이밖에도 수선화과 식물 종인 붉노랑상사화 인경 추출물에서 높은 살초활성이 확인된 바 있다(Kim과 Jang 2009).

본 연구는 붉노랑상사화 인경 추출물이 나타낸 살초활성의 본체를 분리하여 살초활성을 평가하고, 그 화학구조를 구명하여 식물 기원 신기능성 제초제 개발을 위한 모핵화합물 및 친환경농업용 농자재로서의 활용을 위한 참고 자료의 제공을 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

식물재료 및 추출

본 실험에 사용된 붉노랑상사화는 2006년 11월 전라남도 영광군 불갑산 일원에서 채취하였으며, Kim (2004)과 국가표준식물목록(KNA와 PTSK 2007)을 참조하여 식물 종을 동정·분류하였다. 추출용 시료는 식물체로부터 분리한 인경을 실온에서 음건한 후 세절, 분쇄하여 조제하였다. 건조시료 100g을 80% methanol 2L를 사용하여 7일 동안 2일 간격으로 3회 추출하였다. 식물체 잔사를 Büchner funnel 상의 Whatman No. 2 여지를 통해 제거한 다음, 추출여액을 40℃에서 감압농축하여 완전히 건조된 조추출물을 획득하였다.

분리 및 정제

80% methanol 조추출물 14.4g을 silica gel column(ϕ 5.5×32cm, Silica gel 60, 70~230 mesh, Merck) chromatography를 사용하여 CHCl₃-MeOH 3 : 1(v/v)로, 50mL씩 용출·분획하였다. 활성이 검정된 분획 7.2g에 대해 전개용매계 toluene-EtOH 2 : 1, 분획당 20mL의 silica gel column(ϕ 3.0×34cm, Silica gel 60, 70~230 mesh, Merck) chromatography를 실시하였다. 활성분획 1.5g은 silica gel column(ϕ 3.0×22cm, Silica gel 60, 70~230 mesh, Merck) chromatography를 적용하여 CHCl₃-EtOH 10 : 3부터 2 : 1, 1 : 1까지 순차적으로 극성을 높여 가며 15mL씩 분획하였고, ethanol로 최종 용출하였다. 획득된 활성분획 71mg에 대해 CHCl₃-MeOH 5 : 2, 1 : 1 및 methanol의 순서로 하여 분획당 3mL로 용출된 silica gel flash column(ϕ 1.0×15cm, Silica gel 60, 230~400 mesh, Merck) chromatography를 사용하였다. 활성분획 L4-2(50mg)를 대상으로 전개용매계 toluene-EtOAc-EtOH(80 : 20 : 18)을 사용하여 preparative TLC(Silica gel 60 F254, 1mm, 20×20cm, Merck)를 실시하였다. UV 254nm 및 365nm에서 확인된 동일한 R_f 값의 band를 절취한 후 methanol로 용출·분획하여 활성분획 L5-10(8mg)을 획득하였다. 최종 활성분획 L6-1(3mg) 및 L6-2(3mg)은 Xterra® Prep. RP₈ column(10 μ m, ϕ 7.8×300mm, Waters Co.)이 장착된 HPLC(Waters 1525, Waters Co.)를 통해 분리·정제하였다. HPLC의 분취 조건으로써

유속 2mL min⁻¹로 하여 이동상인 함수 methanol을 20%부터 50%까지 25분간 구배용리하였다. 검출 파장은 분리된 화합물 peak들의 UV 흡수특성을 photo diode array detector(Waters 996, Waters Co.)로 분석·확인한 후, 254nm로 설정하였다(그림 1).

Lycoris flavescens bulbs 100g (D.W.)

	80% MeOH extraction
MeOH extract 14.4g	
	silica gel column chromatography CHCl ₃ : MeOH (3 : 1)
L1-3, 4 fr. 7.2g	
	silica gel column chromatography Toluene : EtOH (2 : 1)
L2-1, 2, 3, 4, 5 fr. 1.5g	
	silica gel column chromatography CHCl ₃ : EtOH (10 : 3, 2 : 1, 1 : 1 stepwise elution)
L3-2, 3, 4 fr. 71mg	
	silica gel flash column chromatography CHCl ₃ : MeOH (5 : 2, 1 : 1 stepwise elution)
L4-2 fr. 50mg	
	Preparative thin layer chromatography Toluene : EtOAc : EtOH (80 : 20 : 18)
L5-10 fr. 8mg	
	HPLC Xterra® Prep. RP ₈ column MeOH : H ₂ O (20 : 80 → 50 : 50) 2mL/min 254nm
L6-1 fr. 3mg, L6-2 fr. 3mg	

Fig. 1. Schematic isolation procedure of herbicidal substances from bulbs of *Lycoris flavescens*.

생물검정

시료를 methanol로 녹여 직경 5.5cm petri dish 내의 Whatman No. 2 여지에 300μL의 시료용액을 균일하게 흡착시킨 후 fume hood에서 1시간 이상 두어 methanol을 완전히 증발시켰다. Petri dish에 1mL의 증류수를 첨가하고 0.5% sodium hypochlorite 용액으로 30분간

살균 후 멸균수로 세정한 돌피(*Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv.) 종자를 petri dish 당 15립씩 3반복으로 파종하였다. 돌피 종자가 파종된 petri dish는 28℃, 230μmol m⁻² s⁻¹의 growth chamber에 치상하였으며, 7일 후 시험구 당 균일하게 자란 10개의 유묘를 택하여 초장 및 근장을 측정하고, 대조구에 대한 각 처리구의 생장억제율을 산출하였다.

붉노랑상사화 추출물이 벼의 초기생장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 검정용 벼 품종으로써 화영벼를 2mL의 용액에 10립씩 3반복으로 상기와 동일한 조건으로 파종·치상하였으며, 10일 후 비교적 생장이 균일한 7개의 유묘를 선발하여 생장억제율을 산출하였다.

살초활성 물질의 동정

최종 활성분획 L6-1 및 L6-2를 대상으로 GC/MS 분석을 실시하였다. 살초활성 물질들은 GC에서 분리된 각 화합물의 mass spectrum과 GC/MS data system인 MS Chemstation(Hewlett Packard)에 설치된 database Wiley7n.1과의 검색·비교를 통해 동정되었다. GC/MS 분석 조건은 아래와 같다.

GC model : HP 6890 GC system (Hewlett Packard)
Mass model : HP 5973 Mass selective detector (Hewlett Packard)
Column : Ultra 2 capillary (25m×0.20mm, 0.33μm film thickness, Hewlett Packard)
Injector temp. : 250℃
Column temp. : 120℃(5 min)→5℃/min→270℃(20 min)
Carrier gas : Helium
Split ratio : 1 : 10
Separator temp. : 250℃
Ion source temp. : 200℃

결과 및 고찰

붉노랑상사화 인경 추출물이 돌피 유묘의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과, 1,000μg mL⁻¹ 농도에서 대조구에 비해 신초는 64.6%, 뿌리는 100% 억제되었다(표 1). 따라서 붉노랑상사화 인경 추출물로부터 살초활성에 관련된 물질들을 분리하여 활성 본체를 구

Table 1. Growth of barnyardgrass seedlings as affected by the bulb extract of *Lycoris flavescens*.

	Concentration ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	% inhibition	
		Shoot	Root
MeOH extract	1,000	64.6 ± 1.5^a	100

^aMean $\pm$ standard error of three replicates.

명하고자 하였다.

조추출물 14.4g에 대해 전개 용매계 CHCl_3 -MeOH 3 : 1을 사용하여 silica gel column chromatography를 실시한 후, 얻어진 분획들이 돌피 유묘의 생장에 미치는 영향을 조사하였다. 그림 2의 8개 분획들 중 L1-3과 L1-4는 $500\mu\text{g mL}^{-1}$ 에서 대조구에 대한 돌피 유묘 뿌리의 생장억제율이 각각 약 93% 및 83%인 것으로 나타났다.

Fig. 2. Growth inhibition of barnyardgrass as affected by the fractions purified from *Lycoris flavescens* bulb extract. Eight fractions were acquired by eluting with CHCl_3 -MeOH (3 : 1) on silica gel column. Each fraction was applied at $500\mu\text{g mL}^{-1}$ to the test seeds. The vertical bar represents the mean $\pm$ S.E. of three replicates.

L1-3과 L1-4 분획물 7.2g에 대한 용리액 toluene-EtOH 2 : 1의 silica gel column chromatography로 정제한 결과, L2-1, L2-2, L2-3 및 L2-4 분획들은 $500\mu\text{g mL}^{-1}$ 에서 돌피 유묘 신초와 뿌리의 생장을 완전히 억제하였다(그림 3).

L2-1~L2-4 분획물 1.5g을 CHCl_3 -EtOH 10 : 3, 2 : 1, 1 : 1로 단계별 용출법을 적용한 silica gel column chromatography를 통해 획득된 L3-3 및 L3-4 분획은 동일 농도에서 돌피 유묘 신초와 뿌리의 생장을 100% 억제하였다(그림 4).

Fig. 3. Growth inhibition of barnyardgrass as affected by the fractions purified from *Lycoris flavescens* bulb extract. Nine fractions were acquired by eluting with Toluene-EtOH (2 : 1) on silica gel column. Each fraction was applied at $500\mu\text{g mL}^{-1}$ to the test seeds. The vertical bar represents the mean $\pm$ S.E. of three replicates. **Fig. 4.** Growth inhibition of barnyardgrass as affected by the fractions purified from *Lycoris flavescens* bulb extract. Five fractions were acquired by stepwise eluting with CHCl_3 -MeOH (10 : 3, 2 : 1, 1 : 1) on silica gel column. Each fraction was applied at $500\mu\text{g mL}^{-1}$ to the test seeds. The vertical bar represents the mean $\pm$ S.E. of three replicates.

활성분획 L3-2, L3-3 및 L3-4를 합한 71mg을 CHCl_3 -MeOH 5 : 2와 1 : 1로 silica gel flash column chromatography를 실시한 결과, L4-2 분획에 활성이 모여 있었으며, $250\mu\text{g mL}^{-1}$ 농도에서의 돌피 유묘 신초와 뿌리에 대한 생장억제율은 100%인 것으로 나타났다(그림 5).

L4-2 분획물 50mg을 대상으로 전개용매계 toluene-EtOAc-EtOH(80 : 20 : 18)을 사용한 preparative TLC로 정제하였다. 이들 분획 중 L5-10과 L5-11은 $200\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 농도로 돌피 유묘 뿌리의 생장을 완전히 억제하였으며, L5-10 분획의 경우 신초에 대해서도 100%의 생장억제율을 나타내었다(그림 6).

돌피 유묘 신초 및 뿌리에 대한 생장억제율이 100%

Fig. 5. Growth inhibition of barnyardgrass as affected by the fractions purified from *Lycoris flavescens* bulb extract. Three fractions were acquired by stepwise eluting with CHCl_3 -MeOH (5 : 2, 1 : 1) on silica gel flash column. Each fraction was applied at $250\mu\text{g mL}^{-1}$ to the test seeds. The vertical bar represents the mean $\pm$ S.E. of three replicates.

Fig. 6. Growth inhibition of barnyardgrass as affected by the fractions purified from *Lycoris flavescens* bulb extract. Twelve fractions were acquired by developing with Toluene-EtOAc-EtOH (80 : 20 : 18) on preparative TLC plate. Each fraction was applied at $200\mu\text{g mL}^{-1}$ to the test seeds. The vertical bar represents the mean $\pm$ S.E. of three replicates.

인 L5-10 분획 8mg에 대해 C_8 역상 column이 장착된 HPLC를 사용하여 활성분획을 분리하였으며, 최종적으로 L6-1(3mg) 및 L6-2(3mg) 분획이 획득되었다(그림 7).

L6-1과 L6-2 분획물을 농도별로 조제하여 돌피 유묘 싹초에 대한 생장억제율을 조사한 결과, $50\mu\text{g mL}^{-1}$ 에서 각각 98% 및 100%이었으며 뿌리의 경우 완전히 억제되는 것으로 조사되었다. 특히 L6-2 분획물은 $20\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 농도로 싹초 및 유근의 생장을 거의 억제시켰으며, $5\mu\text{g mL}^{-1}$ 수준에서도 유근에 대한 생장억제율이 약 89%인 것으로 확인되었다(표 2).

최종 활성분획 L6-1과 L6-2에 대해 GC/MS 분석을

Fig. 7. HPLC chromatogram of the active fraction L5-10 purified from the bulb extract of *Lycoris flavescens*.

Table 2. Growth of barnyardgrass seedlings as affected by L6 fractions purified from *Lycoris flavescens* bulb extract.

Fraction name	Concentration ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	% inhibition	
		Shoot	Root
L6-1	100	100	100
	50	98.0 $\pm$ 0.8 ^a	100
L6-2	100	100	100
	50	100	100
	20	97.2 $\pm$ 1.6	100
	10	77.1 $\pm$ 2.4	100
	5	38.8 $\pm$ 2.1	89.4 $\pm$ 2.1

^aMean $\pm$ standard error of three replicates.

Fig. 8. Gas chromatogram of the active fraction L6-1 purified from the bulb extract of *Lycoris flavescens*.

실시하였다. L6-1 분획의 total ion chromatogram(그림 8)에서 2개의 주 peak들이 출현되었으며, Rt. 37.82min 인 peak No. 1의 EI mass spectrum(그림 9)을 GC/MS data system인 MS Chemstation에 설치된 Wiley library를 통해 검색·비교한 결과, galanthan-1-ol로 동정되었다(그림 9). 이 물질은 분자식 $\text{C}_{18}\text{H}_{23}\text{NO}_4$, 분자량 317.16인 galanthine(그림 10)으로 알려져 있다(Bastida

Fig. 9. EI mass spectrum of galanthine (peak No. 1) in the active fraction L6-1 purified from *Lycoris flavescens* bulb extract.

Fig. 10. Chemical structure of galanthine (galanthan-1-ol).

등 1990; Kihara 등 1994). 그림 9의 mass spectrum으로부터 m/e 298(M-19)의 작은 조각이온은 M-1 이온에

서 galanthine의 OH group에서 유래된 H₂O 분자가 제거된 것으로 해석되었으며, 조각이온들의 % relative intensity 및 조각나기 방식이 기보(Cahíková 등 2011)의 결과와 거의 일치하였다.

L6-2 분획의 경우 gas chromatogram 상에서 단일 화합물로 분리되었음을 확인할 수 있었다(그림 11). 분화합물의 mass spectrum(그림 12)을 Wiley library를 통해 검색·비교한 결과, O²-methyl pancracine으로 동정되었다. 이 물질은 isoquinoline alkaloid의 일종으로 분자식 C₁₇H₁₉NO₄, 분자량 301.337인 montanine(그림 13)으로 보고되어 있다(Inubushi 등 1960; Niemann과

Fig. 11. Gas chromatogram of the active fraction L6-2 purified from the bulb extract of *Lycoris flavescens*.

Fig. 12. EI mass spectrum of montanine in the active fraction L6-2 purified from *Lycoris flavellescentis* blub extract.

Fig. 13. Chemical structure of montanine (O^2 -methyl pancracine).

Kessel 1966; Ulubelen 1990). 그림 12의 조각이온들 중 m/e 286(M-15)은 methoxyl group의 methyl radical 이 절단되어 생성된 것으로, m/e 270(M-31)은 allylic methoxyl group이 절단된 조각이온으로 해석할 수 있었으며, 이 결과는 database의 mass spectrum에서 나타나는 특징적인 조각이온들과 일치되었다.

수선화과 식물들에서 유래된 알칼로이드류는 항바이러스, 항종양, 신경약리학적 활성, cholinesterase 억제 활성 등 광범위한 약리학적 활성을 가진다고 보고되어 있다(Cahíková 등 2011; Evidente와 Kornienko 2009; Silva 등 2006). Galanthine(Fales 등 1956; Kihara 등 1994) 및 montanine(Inubushi 등 1960; Niemann과 Kessel 1966; Silva 등 2006; Silva 등 2008)은 수선화과에 속하는 수 종의 식물들에서 분리된 바 있다. 수선화과 식물에서 발견되는 알칼로이드류에 관한 연구들은 거의가 의약활성에 국한되어져 있으며, montanine도 불안 완화제, 우울증 치료제 및 경련 진정제와 같은 신경약리학적 활성을 가진다고 알려져 있다(Silva 등

2006). 지금까지 galanthine과 montanine이 붉노랑상사화로부터 분리된 사례는 없으나, montanine의 경우 Jang과 Kim(2010)이 진노랑상사화로부터 분리하여 살초활성을 보고한 바 있다.

Rice(1984)는 berberine, cocaine, physostigmine 등의 알칼로이드류가 종자 발아억제제로써 유망한 물질임을 밝힌 바 있었으며, Macias(1995)도 식물에서 생합성 되는 물질들 중 알칼로이드류는 $10^{-2} \sim 10^{-5}$ M에서 억제활성을 나타낸다고 보고하였다. 본 연구로부터 붉노랑상사화 인경에 함유된 montanine은 $20\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 농도로 돌피 유묘를 거의 억제하였으며, $5\mu\text{g mL}^{-1}$ 에서도 유근에 대한 생장억제율이 약 89%(표 2)로 조사되어 기보(Jang과 Kim 2010)와 유사한 결과를 나타내었다. 이와 같이 montanine의 높은 살초활성이 재확인됨에 따라 montanine은 향후 신규 제초제 개발을 위한 선도물질로서 유망한 화합물로 사료된다.

붉노랑상사화 인경에 함유된 알칼로이드류의 향후 제초제로서의 개발가능성을 검토하기 위해 추출물을 $1,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 및 $2,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 고농도로 조제하여 화염병에 처리하였다. 그 결과 돌피 유근을 완전히 억제시키는 농도(표 1)인 $1,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 에서 화염병 유묘의 싹 및 유근에 대해 각각 약 3.1%, 8.3%의 생장억제율을 나타내었다(표 3). 그림 14에 화염병 종자에 $2,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 추출물을 처리하여 14일간 생장시킨 후의 약해반응을 나타내었다. 이와 같이 돌피에 비해 상

Fig. 14. Growth inhibition of rice cultivar, Hwayeongbyeo as affected by the bulb extract of *Lycoris flavescens*.

Table 3. Growth of rice cultivar, Hwayeongbyeo seedlings as affected by the bulb extract of *Lycoris flavescens*.

	Concentration ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	% inhibition	
		Shoot	Root
MeOH	2,00	10.2 ± 0.2^a	25.0 ± 0.9
extract	1,000	3.1 ± 1.0	8.3 ± 0.9

^aMean $\pm$ standard error of three replicates.

대적으로 미약한 약해반응은 불노랑상사화 인경 유래 알카로이드류의 선도물질로서 뿐만 아니라 조추출물의 친환경 작물보호제로서의 이용가능성도 함께 시사하고 있다.

요 약

본 연구는 불노랑상사화 인경에 함유된 살초활성 물질을 분리하여 살초활성을 평가하고 그 화학구조를 구명하고자 수행되었다. Silica gel flash column chromatography, preparative TLC, HPLC 등 일련의 크로마토그래피법들을 통해 불노랑상사화 인경의 MeOH 추출물을 분리·정제하였다. HPLC에 의해 최종 획득된 활성분획에 대한 GC/MS 분석 결과, galanthine (galanthan-1-ol)과 isoquinoline alkaloid인 montanine (O^2 -methyl pancracine)이 동정되었다. Montanine은 $20 \mu\text{g mL}^{-1}$ 농도에서 돌피 유묘의 생장을 거의 100% 억제시키는 것으로 나타났다. 한편, 불노랑상사화 인경의 MeOH 추출물은 $1,000 \mu\text{g mL}^{-1}$ 에서 대조구에 비해

화영벼 유묘의 신초와 유근의 생장을 각각 약 3.1% 및 8.3% 억제하였다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 안동대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

인 용 문 헌

- Bastida, J., C. Codina, F. Viladomat, M. Rubiralta, J. C. Quirion, H. P. Husson and G. E. Ma. 1990. *Narcissus* Alkaloids, XIII. Complete assignment of the NMR spectra of papyramine and 6-*epi*-papyramine by two-dimensional NMR spectroscopy. J. Nat. Prod. 53(6):1456-1462.
- Cahíková, L., I. Valterová, K. Macáková and L. Opletal. 2011. Analysis of Amaryllidaceae alkaloids from *Zephyranthes grandiflora* by GC/MS and their cholinesterase activity. Brazilian J. Pharmacogn. 21(4):575-580.
- Cho, N. K., S. E. Lee, J. S. Choi, K. H. Hwang, S. J. Koo, H. Y. Wang and S. M. Kim. 2010. Isolation of new herbicidal compound angelicin from curly dock (*Rumex crispus* L.). Korean J. Weed Sci. 30(3):183-190.

- Choi, H. J., H. Y. Kim, J. H. Hur, S. J. Heo, D. S. Kim and S. M. Kim. 2003. Isolation of new herbicidal compound anemonin from *Pulsatilla koreana* Nakai. Korean J. Weed Sci. 23(4):310-317.
- Choi, S. H., K. W. Park, Y. G. Sohn, J. Y. An and J. J. Lee. 2010. Selection of essential oils inhibiting germination and initial growth of rapeseed (*Brassica napus* L.). Korean J. Weed Sci. 30(3):199-205.
- Copping, L. G. and S. O. Duke. 2007. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. Pest Manag. Sci. 63:524-554.
- Evidente, A., and A. Kornienko. 2009. Anticancer evaluation of structurally diverse Amaryllidaceae alkaloids and their synthetic derivatives. Phytochem. Rev. 8:449-459.
- Fales, H. M., L. D. Giuffrida and W. C. Wildman. 1956. Alkaloids of the Amaryllidaceae. VIII. The structures of Narcissamine, Pseudolycorine and Methylpseudolycorine. J. Am. Chem. Soc. 78(16): 4145-4150.
- Fukuda, M., Y. Tsujino, T. Fujimori, K. Wakabayashi and P. Ö Bger. 2004. Phytotoxicity activity of middle-chain fatty acids I : effect on cell constituents. Pestic. Biochem. Physiol. 80:143-150.
- Hong, S. Y., J. S. Choi and S. M. Kim. 2011. Herbicidal activity of essential oil from palmarosa (*Cymbopogon martini*). Korean J. Weed Sci. 31 (1):96-102.
- Inubushi, Y., H. M. Warnhoff and W. C. Wildman. 1960. Structures of montanine, coccinine, and manthine. J. Org. Chem. 25(12):2153-2164.
- Iqbal, Z., H. Nasir, S. Hiradate and Y. Fujii. 2006. Plant growth inhibitory activity of *Lycoris radiata* Herb. and the possible involvement of lycorine as an allelochemical. Weed Biol. and Manag. 6:221-227.
- Jang, H. J., and K. W. Kim. 2010. Isolation of herbicidal compound from bulbs of *Lycoris chinensis* var. *sinuolata* K.H.Tae & S.T.Ko. Korean J. Weed Sci. 30(4):437-444.
- Kihara, M., L. Xu, K. Konishi, K. Kida and Y. Nagao. 1994. Isolation and structure elucidation of a novel alkaloid, incartine, a supposed biosynthetic intermediate, from flowers of *Lycoris incarnata*. Chem. Phrama. Bull. 42(2):289-292.
- Kim, H. Y., H. J. Choi, D. S. Kim, S. J. Heo and S. M. Kim. 2003a. Isolation of new herbicidal compound chrysophanic acid from red sorrel (*Rumex acetosella* L.). Korean J. Weed Sci. 23(4): 301-309.
- Kim, H. Y., H. J. Choi, Y. M. Yu, S. J. Heo, S. H. Lim, J. S. Kim and S. M. Kim. 2003b. Plant-derived herbicidal compounds. Korean J. Weed Sci. 23(3):190-212.
- Kim, M. S., Y. S. Lee, H. Y. Kim, H. J. Choi, S. J. Heo, S. B. Kwon, S. H. Lim, K. H. Kim and S. M. Kim. 2005. Isolation of herbicidal compound elemicin from *Asarum sieboldii* Miq.. Korean J. Weed Sci. 25(3):202-208.
- Kim, M. Y. 2004. A taxonomic review of Korean *Lycoris* (Amaryllidaceae). Korean J. Plant Tax. 34 (1):9-26.
- Kim, K. W., J. K. Baek and J. S. Kim. 2005. Isolation of herbicidal compounds from the fruit of *Zanthoxylum schinifolium* S. et. Z. Korean J. Weed Sci. 25(3):194-201.
- Kim, K. W., and K. S. Hong. 2005. Herbicidal activities of methanol extracts from Korean native plants against barnyardgrass and duckweed. Korean J. Weed Sci. 25(3):209-220.
- Kim, K. W., and H. J. Jang. 2009. Screening of Korean native plants with herbicidal activity. Korean J. Weed Sci. 29(3):194-203.
- Kim, K. W., and D. G. Lee. 2007. Screening of herbicidal and fungicidal activities from resource plants in Korea. Korean J. Weed Sci. 27(3):285-295.
- Kim, K. W., J. G. Shin and D. G. Lee. 2008. Isolation of Herbicidal Compound from *Aster glehni* Fr. Schm. Korean J. Weed Sci. 28(4):434-441.
- Kim, S. M. 2006. Search for Korean native plants with

- herbicidal composition. Korean J. Weed Sci. 26(3): 225-245.
- Kim, S. M., S. J. Heo, S. H. Yong, J. S. Kim and J. H. Hur. 2001. Natural compounds as leads for novel herbicides. Korean J. Weed Sci. 21(3):199-212.
- Korea National Arboretum (KNA) and The Plant Taxonomic Society of Korea (PTSK). 2007. A synonymic list of vascular plants in Korea. Korea National Arboretum. Pocheon.
- Macias, F. A. 1995. Allelopathy in the search for natural herbicide models. pp. 310-330 in K. Inderjit, M. M. Dakshini, and F. A. Einhelig, ed. Allelopathy : organisms, processes, and applications. American Chemical Society Symposium Series 582 p.
- Niemann, C., and J. W. Kessel. 1966. The isolation of rupicoline and montanine, two psedoindoxyl alkaloids of *Tabernaemontana rupicola* Benth. J. Org. Chem. 31(7):2265-2269.
- Park, J. H., I. J. Lee, D. H. Shin and K. U. Kim. 2002. Investigation on allelopathic potential of Korean *Lycoris radiata*. Agric. Res. Bull. Kyungpook Natl. Univ. 20:25-31.
- Silva, A. F. S., J. P. de Andrade, L. R. M. Bevilaqua, M. M. de Souza, I. Izquierdo, A. T. Henriques and J. Â. S. Zuanazzi. 2006. Anxiolytic-, antidepressant- and anticonvulsant-like effects of the alkaloid montanine isolated from *Hippeastrum vittatum*. Pharmacol. Biochem. and Behav. 85:148-154.
- Silva, A. F. S., J. P. de Andrade, K. R. B. Machado, M. A. B. Rocha, M. A. Apel, M. E. G. Sobral, A. T. Henriques and J. A. S. Zuanazzi. 2008. Screening for cytotoxic activity of extracts and isolated alkaloids from bulbs of *Hippeastrum vittatum*. Phytomedicine 15:882-885.
- Rice, E. L. 1984. Allelopathy. 2nd ed. Academic Press, Orlando, Florida. pp. 266-291.
- Ulubelen, A. 1990. A new alkaloid, montanine, from *Ruta montana*. J. Nat. Prod. 53(1):207-208.