

살초활성물질 함유 국내 자생식물의 탐색 (I)

김희연 · 최해진 · 임상현¹ · 허수정¹ · 한상섭² · 김도순³ · 황기환³ · 김성문*

강원대학교 농업생명과학대학 생물환경학부, ¹강원도 농업기술원,
²전북대학교 농업생명과학대학 산림과학부, ³(주) LG 생명과학

요약 : 본 연구의 목적은 국내의 자생식물 중 살초활성이 있는 식물 종을 선발하는데 있다. 국내의 자생식물 73 과 200 종 시료로부터 MeOH 조추출물을 얻은 다음 24-well plate에서 유채(*Brassica napus* L.)에 대한 살초효과를 검정하였다. 실험에 사용한 200 종 식물 중 6 종 식물 - 고추나무(*Staphylea bumalda*), 등나무(*Wistaria floribunda*), 산마늘(*Allium victorialis*), 소리쟁이(*Rumex crispus*), 이팝나무(*Chionanthus retusa*), 참느릅나무(*Ulmus parvifolia*)는 높은 살초활성을 나타내었고(GR_{50} 값, $< 1,000 \mu\text{g g}^{-1}$), 17 종 식물 - 갈퀴덩굴(*Galium spurium*), 느티나무(*Zelkova serrata*), 능소화(*Campsis grandiflora*), 두충(*Eucommia ulmoides*), 마가목(*Sorbus commixta.*), 물참대(*Deutzia glabrata*), 박태기나무(*Cercis chinensis*), 산오리(*Alnus hirsuta*), 산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*), 상수리나무(*Quercus acutissima*), 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*), 주엽나무(*Gleditsia japonica*), 죽단화(*Kerria japonica*), 쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium*), 측백나무(*Thuja orientalis*), 편백(*Chamaecyparis obtusa*), 할미꽃(*Pulsatilla koreana*)은 중정도의 살초활성을 나타내었으나(GR_{50} 값, $1,000 - 2,000 \mu\text{g g}^{-1}$), 나머지 177 종 식물은 살초활성을 나타내지 않았다. 높은 살초활성을 나타낸 식물로부터 분리되는 천연활성물질들은 향후 새로운 제초제 개발을 위한 모화합물 제공, 상호대립억제 작용성을 갖는 작물 품종 개발 혹은 개량에의 활용, 그리고 친환경 유기농업용 잡초방제에의 활용이 기대된다.(2003년 10월 27일 접수, 2003년 12월 23일 수리)

Key Words : Korean native plants, herbicidal activity, anemonin, chrysophanic acid.

서론

유기합성 제초제 사용으로 인한 환경오염, 인축독성 및 제초제 저항성 문제를 해결하고 환경생태계에 대한 부작용을 극소화할 수 있으면서도 소비자들에게 심리적 거부감을 최소화할 수 있는 새로운 개념의 생태계 조화형 제어제(ecologically-friendly bio-regulator)의 개발이 시대적으로 요구되고 있으며, 그 방안의 하나로 최근에는 천연물 - 특히 식물로부터 살초활성물질의 탐색이 이루어지고 있다(Duke 등, 2000; Lee 등, 2003; 김 등, 2003a, b; 최 등, 2003). 식물기원의 제초활성물질은 특히 새로운 제초제 개발을 위한 모화합물 제공(Mitchell 등, 2001), 친환경 유기농업용 잡초방제에의 활용, 상호대립억제 작용성을 갖는 작물 품종의 개발 혹은 개량에의 활용이 가능하기에 농약산업

계와 종자산업계에서도 많은 연구가 진행되고 있다.

우리나라에는 현재까지 185 과 1,065 속 4,596 종의 자생식물이 서식하고 있는 것으로 알려져 있으며(이, 2002), 아직까지 밝혀지지 않은 양치류 이하 하등식물 및 고등식물에서도 새로운 종이 계속 보고되고 있는 실정이라 약 6천여 종 이상이 될 것이라 추정되고 있다(성, 2002). 우리나라에서는 자생식물에 함유된 제초활성물질을 탐색하기 위하여 몇몇 상호대립억제물질 함유 식물을 중심으로 연구가 진행되었으나(김 등, 2003b), 최근에는 다양한 자생식물에 함유되어 있는 살초활성물질 탐색이 이루어지고 있다. 그 결과 국내의 연구자들은 삼주(*Atracylodes japonica*)로부터 isolantolactonoid butenolide A(김 등, 2002), 애기수영(*Rumex acetosella* L.)으로부터 chrysophanic acid(김 등, 2003b), 그리고 할미꽃(*Pulsatilla koreana* Nakai)로부터 anemonin(최 등, 2003)을 각각 분리·동정하였다.

자생식물로부터 살초활성물질을 탐색하기 위해서는

*연락처자

민간으로부터 정보를 얻는 민속식물학 (ethnobotany) 방법, 식물 추출물의 살초활성검정을 통한 무작위 스크리닝 (random screening) 방법, 그리고 특이한 균락을 형성하고 있는 식물로부터 활성물질을 탐색하는 환경생화학 (environmental biochemistry) 방법을 활용할 수 있다(김 등, 2001). 민속식물학적 방법과 환경생화학적 방법은 무작위 스크리닝 방법과 비교하여 신규의 살초활성물질을 탐색할 확률이 높기는 하지만 각각 민간으로부터의 정보와 환경생태학적 지식이 요구되는데, 우리나라에서는 민속식물학 자료와 환경생화학 정보 수집이 거의 전무하기 때문에 이 두 방법의 실제 적용은 쉽지 않다고 사료된다. 무작위 스크리닝 방법은 다양한 식물을 대상으로 삼고 살초활성물질을 탐색하기 때문에 많은 시간과 경비가 소요된다는 단점이 있지만, 현재까지 발견되지 않은 미지의 살초활성물질을 탐색할 가능성이 있다는 장점이 있다.

본 실험의 목적은 우리나라 자생식물 중 살초활성을 나타내는 식물 종을 선별하여 향후 살초활성물질의 분리·동정에 활용하는데 있다. 저자들은 현재까지 국내의 자생식물 436 종을 무작위로 채집하였고 이들의 살초활성검정을 지속적으로 진행하고 있는데, 본 논문에서는 73 과 200 종의 자생식물로부터 얻은 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시료 채취 및 조제

실험에 사용된 200 종의 식물시료는 2001년 3월부터 2002년 10월까지 전국에서 채집하였다. 채집된 식물은 이(1980)와 이(1996a)의 도감과 이(1996b)의 책을 참조하여 분류하였고, 채집된 식물의 잎 부위를 음건한 후 분쇄기를 이용하여 0.6 mm 이하로 마쇄하였다 (그림 1 참조).

MeOH 추출물

건조시료 100 g을 취하여 methanol (MeOH) 2 L가 담겨 있는 5-L Erlenmeyer flask에 넣고 100 rpm의 진탕기에서 24시간씩 2회 반복추출하였다. MeOH 분획을 filter paper가 깔려 있는 Büchner funnel을 통과시켜 잔재물을 제거한 후 rotary vacuum evaporator(EYELA NE-1101)를 이용하여 완전농축한 다음, d-H₂O를 50 mL 첨가하였다. Flask 내의 건조물을 d-H₂O를 이용하

여 잘 용해시킨 다음 동결건조기(ILSHIN LAB)를 이용하여 건조시켰다. 동결건조된 시료를 실온의 암조건에서 보관하면서 MeOH 추출물의 살초활성검정에 사용하였다.

살초력 검정

MeOH 추출물을 d-H₂O로 희석하여 10,000 µg g⁻¹이 되게 stock solution을 제조하였고, 이 stock solution으로부터 농도를 달리하는 처리액을 제조하였다. 처리액을 모래 1 g 위에 5립의 유채 (*Brassica napus* L.) 종자가 치상되어 있는 24-well tissue culture plate에 처리하였고, plate를 온도 25°C, 습도 70%, 광도 250 µE m² s⁻¹ 조건의 식물생장상에 놓고 성장시켰다. 처리 7일 후 유채의 생체중을 측정하여 각 시료에 대한 GR₅₀ 값(식물의 생장을 50% 저해할 수 있는 약량)을 구하였다(최 등 2003).

결과 및 고찰

국내의 자생식물 73 과 200 종을 채집건조하였고, 그 건조시료를 MeOH로 추출한 다음, MeOH 추출물을 24-well plate에서 유채(*Brassica napus* L.)에 대하여 살초효과를 검정한 결과는 표 1에 나타내었다.

건조시료의 마쇄도가 추출효율에 미치는 영향을 알기 위하여 살초효과가 확인된 할미꽃의 건조시료를 0.25, 0.50, 0.60, 2.00, 3.35 mm로 각각 마쇄하고 MeOH로 추출·건조시킨 후, 추출물의 회수율을 조사한 결과 0.25 mm부터 0.60 mm로 입자크기가 증가할수록 회수율이 증가되었던 반면, 0.60 mm 이상으로 증가하면 회수율이 오히려 감소되는 경향을 보였다 (그림 1). 이 결과를 바탕으로 식물시료는 0.60 mm로 마쇄하였다.

본 연구에서 저자들은 우리나라 자생식물의 살초활성에 대한 민속식물학적 정보의 부재와 연구 발표된 살초활성식물(권 등, 1997; 김 등, 2003b)의 정보노출 기간 장기화로 인한 신규 살초활성물질 탐색에의 어려움 때문에 식물시료를 무작위로 채집하였다. 채집된 시료들은 73 과의 200 종이었는데 1 과당 채집된 식물은 평균 2.73 종으로 제한적이었기에 살초활성이 있는 특정한 과를 선별할 수는 없었다. 향후 특정 과에 속하는 식물들이 고효성의 살초활성이 있는 것으로 판명될 경우 살초활성물질의 탐색은 더욱 신속하

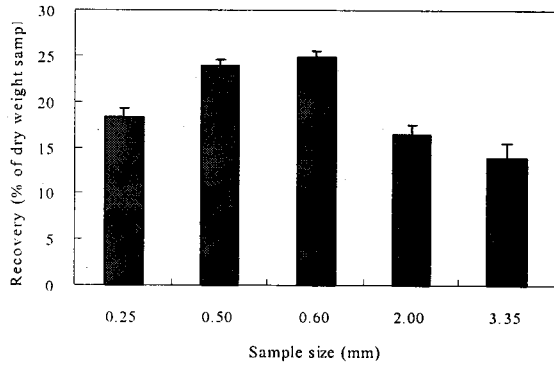


Fig. 1. Recovery of methanol extracts by dried sample size. Dried leaves of *Pulsatilla koreana* were cut by different size and they were extracted by methanol. Methanol extracts were dried under *vacuo* and their dry weight were determined. Means and standard errors are based on data from five replicates.

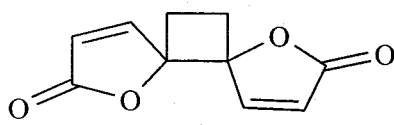
게 이루어질 수 있을 것이라 예상된다.

상이한 지역에서 채집한 식물간에 살초활성 차이가 있는지를 구명하기 위하여 강원도 태백산과 전라북도 전주에서 각각 채집한 고추나무로부터 MeOH 추출물을 얻고, 이들의 살초활성을 검정한 결과 GR₅₀ 값은 각각 421 μg g⁻¹과 453 μg g⁻¹이었다. 이와 유사한 결과를 아까시나무와 느티나무의 MeOH 추출물로부터 얻었는데, 본 연구의 결과는 상이한 지역에서 채집한 식물간의 살초활성에는 차이가 없다는 것을 나타내는 자료로서 향후 식물의 중복 채취 및 검정을 예방할

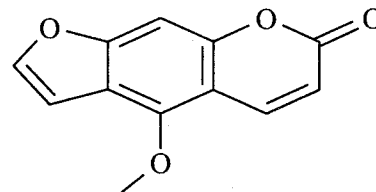
수 있는 자료라고 할 수 있다.

본 연구에 사용된 200 종 식물 가운데 6 종 식물 - 고추나무, 등나무, 산마늘, 소리쟁이, 이팝나무, 참느릅나무로부터 얻는 MeOH 추출물의 GR₅₀ 값은 < 1,000 μg g⁻¹로 높은 살초활성을 나타내었다(표 1). 본 연구에서 활성이 있었던 산초나무의 열매에서 김과백(2003a)은 살초활성이 강한 분획물을 분리하는데 성공하였다. 산초나무 열매에 함유되어 있는 살초활성 분획물은 식용피와 cress 유묘에 대해 각각 76%와 66%의 생장억제효과가 있었으며, 이에 함유되어 있는 화합물은 psoralen(그림 2)과 bergaptene(그림 2)인 것으로 동정되었다. 국내의 자생식물 중에는 고추, 귀리, 냉이, 두충, 등근잎가정큰나무, 라일락, 메밀, 미국자리공, 박하, 보리, 삼주, 소나무, 쇠비름, 수수, 신갈나무, 쑥, 알팔파, 은행, 음나무, 해바라기, *Rumex dentatus*, 그리고 수종의 약용식물이 살초활성이 있는 것으로 보고된 바 있으나(김 등, 2003b), 이에 함유되어 있는 살초활성물질의 정체에 대해서는 현재까지 구명되고 있지 않다.

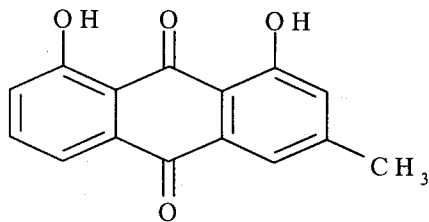
살초활성물질 탐색을 위하여 어떠한 방법을 택하더라도 살초활성물질의 분리, 구조동정 및 활성검정을 위해서는 막대한 양의 자생식물을 채집해야 한다. 우리나라에서 자생식물 균락지를 발견하기가 쉽지 않기에 다량의 식물재료 확보는 살초활성물질 탐색 연구에 있어서 성공여부를 좌우한다고 할 수 있다. 한 예로 저자들은 할미꽃으로부터 새로운 살초활성물질 anemonin을 분리하고 구조동정하였는데, activity-



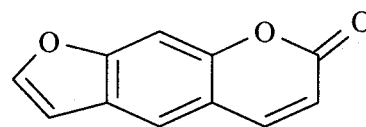
Anemonin



Bergaptene



Chrysophanic acid



Psoralen

Fig. 2. Chemical structures of new herbicidal compounds mentioned in this study.

directed bioassay를 통하여 0.396 mg의 살초활성물질을 확보를 위하여 약 200 kg(생체중 기준)의 식물재료를 야생으로부터 채집하였다(최 등, 2003).

본 실험에 사용된 200 종의 식물 중 22 종의 GR₅₀ 값은 1,000 - 2,000 µg g⁻¹이었는데, 그 식물들은 갈퀴덩굴(*Galium spurium*), 느티나무(*Zelkova serrata*), 능소화(*Campsis grandiflora*), 덩굴딸기(*Rubus oldhamii*), 두충(*Eucommia ulmoides*), 마가목(*Sorbus commixta*), 물참대(*Deutzia glabrata*), 박새(*Veratrum patulum*), 벽오동(*Firmiana simplex*), 비자나무(*Torreya nucifera*), 사시나무(*Populus davidiana*), 산돌배(*Pyrus ussuriensis*), 산오리(*Alnus hirsuta*), 산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*), 상수리나무(*Quercus acutissima*), 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*), 조록싸리(*Lespedeza maximowiczii*), 주엽나무(*Gleditsia japonica*), 죽단화(*Kerria japonica*), 쪽동백나무(*Styrax obassia*), 측백나무(*Thuja orientalis*), 할미꽃(*Pulsatilla koreana*)이었다(표 1). 김과 백(2003b)은 국내의 자생식물 171 종으로부터 제조활성이 있는 식물을 탐색하였는데 제조활성이 있는 식물 중에는 본 연구에서 중정도의 살초력이 나타난 할미꽃이 포함되어 있어 저자들의 결과와 유사하였다. 저자들은 할미꽃으로부터 고활성의 살초활성물질을 분리·동정에 성공한 만큼(최 등, 2003), 비록 중정도의 살초력을 갖는 자생식물이라 할지라도, 지속적인 관심을 갖고 연구를 수행할 경우 활성이 높은 살초활성물질을 탐색할 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구를 통하여 얻은 살초활성이 있는 자생식물로부터 살초활성물질의 분리·동정에 대한 지속적인 연구를 수행할 경우, 현재까지 국내외에서 밝혀진 식물기원 살초활성물질-anemonin(그림 2), artemisinin, caffeine, chrysophanic acid(그림 2), 1,4-cineole, coumarin, dehydrazaluzanin C, dhurrin, DIBOA & BOA, ferulic acid, juglone, kaempferol, psoralen, quassinoids, quercetin, scopolamine, scopoletin, sesquiterpene, sorgoleone, α-tertieryl(김 등, 2001; 김 등, 2003b), psoralen과 bergaptene(김과 백, 2003a in 그림 2)과는 전혀 다른 살초활성물질을 탐색할 수 있을 것이다.

자생식물로부터 신규 살초활성물질을 탐색하기 위해서는 첫째, 국내 자생식물에 대한 포괄적이고도 광범위한 민속식물학(ethnobotany)에 대한 서지학적 정보를 확보해야 한다. 현재까지 국내에서는 살초활성식물에 대한 민속식물학 정보가 고문서로부터 전혀 발

굴이 되지 않았기에 고문서를 통한 정보는 새로운 살초활성물질 개발을 효율적으로 탐색하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

둘째, 자생식물로부터 활성물질을 탐색하기 위한 식물재료를 국가차원에서 확보하는 대책이 요구된다. 자생식물 중 목본류는 야생에서 비록 서식밀도가 낮다고 하더라도 다량 채취가 용이하지만 초본류는 야생에서 서식밀도가 낮아 다량 채취가 쉽지 않을 뿐만 아니라 이에 함유된 살초활성물질의 함량이 매우 낮기에, 예를 들면 할미꽃에 함유된 살초활성물질 anemonin의 수득률은 0.000000396%, 연구수행을 위해서는 막대한 양의 자생식물을 야생에서 다량 채집해야 하는 어려움이 있다. 현재 자생식물이용기술개발사업단에서는 일부 식물에 대한 추출물을 공급해주는 체계를 갖추고 있는 만큼 향후 이 사업단을 적극 활용하는 것도 효율적으로 살초활성물질을 개발하는 방안 중 하나가 될 것이다.

셋째, 살초활성물질의 탐색을 위해서 정부의 체계적인 연구지원이 요구된다. 정부에서는 오랜 기간 동안 부가가치가 농약산업의 육성을 위하여 프론티어 사업과 같은 연구개발사업에 막대한 연구비를 지원하였다. 그 결과 신규의 제초제(피안커, 선봉)와 살균제(가디언)를 개발하였고, 국가 이미지 제고에 많은 도움이 되었다. 살초활성물질은 앞서 언급한 바와 같이 새로운 제초제 개발을 위한 모화합물 제공, 상호대립역제 작용성을 갖는 작물품종 개발에의 응용, 친환경 유기농업용 잡초방제에의 활용이 가능하기에 농약산업, 종자산업, 농업생명산업에 미치는 파급효과가 대단히 크다고 할 수 있다. 이러한 효과를 얻기 위해서 정부에서는 살초활성물질 탐색사업을 위한 지원을 아끼지 않아야 할 것이다.

넷째, 살초활성물질의 효율적인 탐색을 위하여 산학연 합동의 연구체계가 구축되어야 한다. 살초활성물질의 탐색 및 산업화를 위해서는 다양한 연구-생물학, 화학, 농학 연구가 이루어져야 하므로 농약산업계-학계-국가 연구소 간의 다중분할된 공동연구체계가 구축되어야 한다. 이러한 연구 컨소시엄의 형성을 통하여 다양한 국내 자생식물에 함유된 살초활성물질을 효율적으로 탐색할 수 있을 것이라 본다.

다섯째, 살초활성물질의 효율적인 확보를 위해서는 식물학자-잡초연구자-천연물화학자-농약화학자의 공동연구가 수행되어야 하며, 이를 뒷받침하려는 정부의 의지

Table 1. Growth inhibition of canola (*Brassica napus* L.) seedlings by methanol extracts of 200 Korean native plants. The GR₅₀ is a concentration to inhibit the growth of canola seedlings by 50%.

과 명	일 반 명 (학 명)	GR ₅₀ ($\mu\text{g g}^{-1}$)
가래나무과 Juglandaceae	가래나무 (<i>Juglans mandshurica</i> MAX.)	-
	굴피나무 (<i>Platycarya strobilacea</i> S. et Z.)	-
가지과 Solanaceae	구기자나무 (<i>Lycium chinense</i> MILL.)	-
갈매나무과 Rhamnaceae	까마귀베개 (<i>Rhamnella franguloides</i> (MAXIM.) WEBERB.)	-
	청사조 (<i>Berchemia racemosa</i> var. <i>magna</i> MAKINO)	-
감나무과 Ebenaceae	감나무 (<i>Diospyros kaki</i> THUNB.)	-
	고욤나무 (<i>Diospyros lotus</i> L.)	-
감탕나무과 Aquifoliaceae	팥팥나무 (<i>Ilex crenata</i> THUNB.)	-
	낙상홍 (<i>Ilex serrata</i> THUNB. var. <i>sieboldii</i> LOESN)	-
	겨우살이과 Loranthaceae	겨우살이 (<i>Viscum album</i> var. <i>coloratum</i> (KOM.) OHWI)
고추나무과 Staphyleaceae	고추나무 (<i>Staphylea bumalda</i> DC.)	422*
국화과 Compositae	곰취 (<i>Ligularia fischeri</i> (LEDEB.) TURCZ.)	-
	단풍잎돼지풀 (<i>Ambrosia trifida</i> L.)	-
	단풍취 (<i>Ainsliaea acerifolia</i> SCH-BIP.)	-
	뚝딴지 (<i>Helianthus tuberosus</i> L.)	-
	민들레 (<i>Taraxacum platycarpum</i> H. DAHLST.)	-
	왕고들빼기 (<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i> (O. KUNTZE) HARA)	-
	우산나물 (<i>Syneilesis palmata</i> (THUNB.) MAX.)	-
	지칭개 (<i>Hemistepta lyrata</i> BUNGE.)	-
	참쑥 (<i>Artemisia lavandulaefolia</i> DC.)	-
	치커리 (<i>Cichorium intybus</i> L.)	-
	꼭두서니과 Rubiaceae	갈퀴덩굴 (<i>Galium spurium</i> L.)
꿀풀과 Labiatae	긴병꽃풀 (<i>Glechoma hederacea</i> var. <i>longituba</i> NAKAI)	-
	익모초 (<i>Leonurus sibiricus</i> L.)	-
	나도밤나무과 Sabiaceae	합다리나무 (<i>Meliosma oldhamii</i> MAX.)
낙우송과 Taxodiaceae	금송 (<i>Sciadopitys verticillata</i> S. et Z.)	-
	메타세쿼이아 (<i>Metasequoia glyptostroboides</i> HU et CHENG)	-
노린재나무과 Symplocaceae	노린재나무 (<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> (NAK.) OHWI)	-
노박덩굴과 Celastraceae	사철나무 (<i>Euonymus japonica</i> THUNB.)	-
	참회나무 (<i>Euonymus oxyphyllus</i> MIQ)	-
	화살나무 (<i>Euonymus alatus</i> (THUNB.) SIEB.)	-
녹나무과 Lauraceae	감태나무 (<i>Lindera glauca</i> BL.)	-
	생강나무 (<i>Lindera obtusiloba</i> BL.)	-
	참식나무 (<i>Neolitsea sericea</i> (BL.) KOIDZ.)	-
	느릅나무과 Ulmaceae	느릅나무 (<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> NAK.)
	느티나무 (<i>Zelkova serrata</i> MAKINO)	1,617
	참느릅나무 (<i>Ulmus parvifolia</i> JACQ.)	422
	팽나무 (<i>Celtis sinensis</i> PERS.)	-
능소화과 Bignoniaceae	능소화 (<i>Campsis grandiflora</i> (THUNB.) K. SCHUM.)	1,730
단풍나무과 Aceraceae	고로쇠나무 (<i>Acer mono</i> MAX.)	-
	당단풍 (<i>Acer pseudosieboldianum</i> (PAXTON) KOM.)	-
	복자기 (<i>Acer triflorum</i> KOM.)	-
	신나무 (<i>Acer ginnala</i> MAX.)	-
	은단풍 (<i>Acer saccharinum</i> L.)	-
	중국단풍 (<i>Acer buergerianum</i> MIQ.)	-

*Means are based from three replicates with four plots with five seedlings per plot.

과 명	일 반 명 (학 명)	GR ₅₀ (μg g ⁻¹)
닭의장풀과 Commelinaceae	닭의장풀 (<i>Commelina communis</i> L.)	-
	좁닭의장풀 (<i>Commelina coreana</i> LEV.)	-
대극과 Euphorbiaceae	광대싸리 (<i>Securinega suffruticosa</i> REHDER)	-
	굴거리 (<i>Daphniphyllum macropodum</i> MIQ.)	-
돌나물과 Crassulaceae	기린초 (<i>Sedum kamtschaticum</i> FISCH.)	-
두릅나무과 Araliaceae	음나무 (<i>Kalopanax pictus</i> (THUNB.) NAKAI)	-
	팔손이 (<i>Fatsia japonica</i> DECNE. et PLANCH.)	-
	황칠나무 (<i>Dendropanax morbifera</i> LEV)	-
두충과 Eucommiaceae	두충 (<i>Eucommia ulmoides</i> OLIVER)	1,164
때죽나무과 Styracaceae	때죽나무 (<i>Styrax japonica</i> S. et Z.)	-
	쪽동백나무 (<i>Styrax obassia</i> S. et Z.)	-
	메밀 (<i>Fagopyrum esculentum</i> MOENCH)	-
마디풀과 Polygonaceae	소리쟁이 (<i>Rumex crispus</i> L.)	935
	여뀌 (<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) SPACH)	-
	마타리 (<i>Patrinia scabiosaefolia</i> FISCH.)	-
마편초과 Verbenaceae	누리장나무 (<i>Clerodendron trichotonum</i> THUNB.)	-
매자나무과 Berberidaceae	작살나무 (<i>Callicarpa japonica</i> THUNB.)	-
	좁목형 (<i>Vitex negundo</i> var. <i>incisa</i> (LAM.) C. B. CLARKE)	-
	남천 (<i>Nandina domestica</i> THUNB.)	-
멀구슬나무과 Meliaceae	멀구슬나무 (<i>Melia azedarach</i> var. <i>japonica</i> MAKINO)	-
면마과 Aspidiaceae	뱀고사리 (<i>Athyrium yokoscense</i> (FR. et SAV.) H. CHRIST)	-
	처녀고사리 (<i>Lastrea thelypteris</i> (L.) BORY)	-
명아주과 Chenopodiaceae	명아주 (<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> MAKINO)	-
목련과 Magnoliaceae	백목련 (<i>Magnolia denudata</i> DESR.)	-
	일본목련 (<i>Magnolia obovata</i> THUNB.)	-
	태산목 (<i>Magnolia grandiflora</i> L.)	-
	모감주나무 (<i>Koelreuteria paniculata</i> LAXM.)	-
무환자나무과 Sapindaceae	개나리 (<i>Forsythia koreana</i> NAKAI)	-
물푸레나무과 Oleaceae	광나무 (<i>Ligustrum japonicum</i> THUNB.)	-
	들메나무 (<i>Fraxinus mandshurica</i> RUPR.)	-
	수수꽃다리 (<i>Syringa dilatata</i> NAKAI)	-
	이팝나무 (<i>Chionanthus retusa</i> LINDL. et PAXTON)	979
	취뽕나무 (<i>Ligustrum obtusifolium</i> S. et Z.)	1,420
	동이나물 (<i>Caltha palustris</i> var. <i>membranacea</i> TURCZ.)	-
미나리아재비과 Ranunculaceae	병조희풀 (<i>Clematis heracleifolia</i> DC.)	-
	투구꽃 (<i>Aconitum jaluense</i> KOM.)	-
	할미꽃 (<i>Pulsatilla koreana</i> NAKAI)	1,879
	달맞이꽃 (<i>Oenothera odorata</i> JACQ.)	-
바늘꽃과 Onagraceae	박새 (<i>Veratrum patulum</i> LOES. fil.)	-
백합과 Liliaceae	산마늘 (<i>Allium victorialis</i> var. <i>platyphyllum</i> MAKINO)	873
	원추리 (<i>Hemerocallis fulva</i> L.)	-
	능수버들 (<i>Salix pseudolasiogyne</i> LEV.)	-
버드나무과 Salicaceae	버드나무 (<i>Salix koreansis</i> ANDERSS)	-
	사시나무 (<i>Populus davidiana</i> DODE)	-
	왕버들 (<i>Salix glandulosa</i> Seem)	-
	용버들 (<i>Salix matsudana</i> for. <i>tortuosa</i> REHDER)	-
	양버즘나무 (<i>Platanus occidentalis</i> L.)	-

과 명	일 반 명 (학 명)	GR ₅₀ ($\mu\text{g g}^{-1}$)
범의귀과 Saxifragaceae	고광나무 (<i>Philadelphus schrenckii</i> RUPR.)	-
	노루오줌 (<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>dauidii</i> FR.)	-
	도깨비부채 (<i>Rodgersia podophylla</i> A. GRAY)	-
	물참대 (<i>Deutzia glabrata</i> KOM.)	1,348
벽오동과 Sterculiaceae	벽오동 (<i>Firmiana simplex</i> W. F. WIGHT)	-
보리수나무과 Elaeagnaceae	보리장나무 (<i>Elaeagnus glabra</i> THUNB.)	-
부처꽃과 Lythraceae	배롱나무 (<i>Lagerstroemia indica</i> L.)	-
뽕나무과 Moraceae	닥나무 (<i>Broussonetia kazinoki</i> SIEB.)	-
	뽕나무 (<i>Morus alba</i> L.)	-
산형과 Umbelliferae	누룩치 (<i>Pleurospermum kantschaticum</i> HOFFM.)	-
	어수리 (<i>Heracleum moellendorffii</i> HANCE)	-
	참나물 (<i>Pimpinella brachycarpa</i> (KOM.) NAKAI)	-
삼백초과 Saururaceae	약모밀 (<i>Houttuynia cordata</i> THUNB.)	-
소나무과 Pinaceae	개잎갈나무 (<i>Cedrus deodora</i> (ROXB.) LOUDON)	-
	독일가문비 (<i>Picea abies</i> (L.) KARST.)	-
	백송 (<i>Pinus bungeana</i> ZUCC.)	-
	섬잣나무 (<i>Pinus parviflora</i> S. et Z.)	-
	소나무 (<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.)	-
소태나무과 Simaroubaceae	가죽나무 (<i>Ailanthus altissima</i> SWINGLE)	-
속새과 Equisetaceae	속새 (<i>Equisetum hyemale</i> L.)	-
	쇠뜨기 (<i>Equisetum arvense</i> L.)	-
	고추냉이 (<i>Wasabia japonica</i> Matsum)	-
십자화과 Cruciferae	미나리냉이 (<i>Cardamine leucantha</i> O.E. SCHULZ)	-
	거북꼬리 (<i>Boehmeria tricuspis</i> MAKINO)	-
췌기풀과 Urticaceae	무궁화 (<i>Hibiscus syriacus</i> L.)	-
아욱과 Malvaceae	애기똥풀 (<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> (HARA) OHWI)	-
양귀비과 Papaveraceae	붉나무 (<i>Rhus chinensis</i> MILL.)	-
웃나무과 Anacardiaceae	웃나무 (<i>Rhus verniciflua</i> STKOES)	-
	산초나무 (<i>Zanthoxylum schinifolium</i> S. et Z.)	1,603
운향과 Rutaceae	쉬나무 (<i>Evodia daniellii</i> HEMSL.)	-
	초피나무 (<i>Zanthoxylum piperitum</i> A. P. DC.)	-
	은행나무과 Ginkgoaceae	은행나무 (<i>Ginkgo biloba</i> L.)
이나목과 Flacourtiaceae	이나목 (<i>Idesia polycarpa</i> MAX.)	-
인동과 Caprifoliaceae	괴불나무 (<i>Lonicera maackii</i> MAX.)	-
	덜꿩나무 (<i>Viburnum erosum</i> THUNB.)	-
	백당나무 (<i>Viburnum sargentii</i> KOEHNE.)	-
	병꽃나무 (<i>Weigela subsessilis</i> L. H. BEILEY.)	-
	주걱댕강나무 (<i>Abelia spathulata</i> S. et Z.)	-
	자작나무과 Betulaceae	까치박달 (<i>Carpinus cordata</i> BL.)
자작나무과 Betulaceae	산오리 (<i>Alnus hirsuta</i> (SPACH) RUPR.)	1,528
	새우나무 (<i>Ostrya japonica</i> SARG.)	-
	서어나무 (<i>Carpinus laxiflora</i> BL.)	-
	오리나무 (<i>Alnus japonica</i> STEUD.)	-
	자작나무 (<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> HARA)	-
	귀룽나무 (<i>Prunus padus</i> L.)	-
	다정큼나무 (<i>Raphiolepis umbellata</i> (THUNB.) MAKINO)	-
장미과 Rosaceae	덩굴딸기 (<i>Rubus oldhamii</i> MIQ.)	-
	마가목 (<i>Sorbus commixta</i> HEDL.)	1,496

과 명	일 반 명 (학 명)	GR ₅₀ (μg g ⁻¹)
	모과나무 (<i>Chaenomeles sinensis</i> KOEHNE)	-
	복분자딸기 (<i>Rubus coreanus</i> MIQ.)	-
	산돌배 (<i>Pyrus ussuriensis</i> MAX.)	-
	산딸기 (<i>Rubus crataegifolius</i> BUNGE)	-
	산벚나무 (<i>Prunus sargentii</i> REHDER)	-
	산사 (<i>Crataegus pinnatifida</i> BUNGE)	-
	산옥매 (<i>Prunus glandulosa</i> THUNB.)	-
	앵도나무 (<i>Prunus tomentosa</i> THUNB.)	-
	야광나무 (<i>Malus baccata</i> BORKH.)	-
	오이풀 (<i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	-
	왕벚나무 (<i>Prunus yedoensis</i> MATSUMURA)	-
	죽단화 (<i>Kerria japonica</i> for. <i>plena</i> SCHNEID.)	1,002
	터리풀 (<i>Filipendula glaberrima</i> NAKAI)	-
주목과 Taxaceae	팔배나무 (<i>Sorbus alnifolia</i> (S. et Z.) K. KOCH)	-
	눈개비자나무 (<i>Cephalotaxus koreana</i> NAKAI var. <i>nana</i> NAKAI)	-
	비자나무 (<i>Torreya nucifera</i> S. et Z.)	-
	주목 (<i>Taxus cuspidata</i> S. et Z.)	-
귀손이풀과 Geraniaceae	귀손이풀 (<i>Geranium sibiricum</i> L.)	-
지치과 Borraginaceae	꽃마리 (<i>Trigonotis peduncularis</i> BENTH.)	-
진달래과 Ericaceae	정금나무 (<i>Vaccinium oldhamii</i> MIQ.)	-
	철쭉꽃 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i> MAX.)	-
차나무과 Theaceae	노각나무 (<i>Stewartia koreana</i> NAKAI)	-
	사스레피나무 (<i>Eurya japonica</i> THUNB.)	-
	후피향나무 (<i>Ternstroemia japonica</i> THUNB.)	-
	동백나무 (<i>Camellia japonica</i> L.)	-
참나무과 Fagaceae	가시나무 (<i>Quercus myrsinaefolia</i> BL.)	-
	갈참나무 (<i>Quercus aliena</i> BL.)	-
	너도밤나무 (<i>Fagus crenata</i> var. <i>multinevis</i> (NAK.) T. LEE)	-
	떡갈나무 (<i>Quercus dentata</i> THUNB.)	-
	상수리나무 (<i>Quercus acutissima</i> CARRUTH.)	1,515
	졸참나무 (<i>Quercus serrata</i> THUNB.)	-
초롱꽃과 Campanulaceae	영아자 (<i>Phyteuma japonicum</i> MIQ.)	-
	잔대 (<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i> HARA)	-
측백나무과 Cupressaceae	노간주나무 (<i>Juniperus rigida</i> S. et Z.)	-
	측백나무 (<i>Thuja orientalis</i> L.)	1,424
	편백 (<i>Chamaecyparis obtusa</i> (S. et Z.) ENDL.)	1,212
	향나무 (<i>Juniperus chinensis</i> L.)	-
층층나무과 Cornaceae	금식나무 (<i>Aucuba japonica</i> for. <i>variegata</i> REHDER)	-
	말채나무 (<i>Cornus walteri</i> WANGER.)	-
	산딸나무 (<i>Cornus kousa</i> BUERG.)	-
	산수유 (<i>Cornus officinalis</i> S. et Z.)	-
	층층나무 (<i>Cornus controversa</i> HEMSL.)	-
콩과 Leguminosae	고삼 (<i>Sophora flavescens</i> AIT.)	-
	골담초 (<i>Caragana sinica</i> (BUCHOZ) REHDER)	-
	노랑갈퀴 (<i>Vicia venosissima</i> NAKAI)	-
	등 (<i>Wistaria floribunda</i> A. P. DC.)	720
	박태기나무 (<i>Cercis chinensis</i> BUNGE)	1,914
	싸리 (<i>Lespedeza bicolor</i> TURCZ.)	-

과 명	일 반 명 (학 명)	GR ₅₀ (μg g ⁻¹)
	아까시나무 (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	1,085
	자귀나무 (<i>Albizia julibrissin</i> DURAZZ.)	-
	조록싸리 (<i>Lespedeza maximowiczii</i> SCHNEID)	-
	족제비싸리 (<i>Amorpha frutocosa</i> L.)	-
	주엽나무 (<i>Gleditsia japonica</i> var. <i>koraiensis</i> NAK.)	1,145
	쑥 (<i>Pueraria thunbergiana</i> BENTH.)	-
	황기 (<i>Astragalus membranaceus</i> BUNGE)	-
	회화나무 (<i>Sophora japonica</i> L.)	-
피나무과 Tiliaceae	장구밥나무 (<i>Grewia biloba</i> var. <i>parviflora</i> (BUNGE) HAND. MAZ.)	-
	피나무 (<i>Tilia amurensis</i> RUPR.)	-
현삼과 Scrophulariaceae	오동나무 (<i>Paulownia coreana</i> UYEKI)	-
회양목과 Buxaceae	회양목 (<i>Buxus microphylla</i> var. <i>koreana</i> NAKAI)	-

가 있어야 한다. 현재까지의 국내에서 발표된 자생식물 함유 살초활성물질에 관련된 연구결과를 종합해보면 자생식물의 살초력 검정이 주를 이루고 있었을 뿐 (김 등, 2003b), 이에 함유되어 있는 살초활성물질의 분리 및 동정 연구는 극히 제한되어 있음을 알 수 있다.

본 실험을 통하여 얻은 자생식물의 살초활성검정 결과는 향후 살초활성물질의 분리·동정을 위한 자료로 활용되고 또한 이를 통하여, 앞서 언급한 바와 같이, 새로운 제초제 개발을 위한 모화합물 탐색, 상호대립억제 작용성을 갖는 작물품종 개발 혹은 개량, 그리고 친환경 유기농업용 잡초방제에 활용될 수 있기를 기대해 본다. 현재 저자들은 또 다른 200 종의 국내 자생식물 추출물의 살초활성을 검정 중에 있으며, 본 연구를 통하여 높은 살초활성을 나타낸 6 종 식물로부터 살초활성물질을 탐색 중에 있다.

감사의 글

본 연구를 수행하는 동안 강원대학교 기성회 일반연구비(강원도 자생식물과 토양미생물로부터 살초활성물질의 탐색)의 지원을 받았으며, 연구비를 지원해주신 강원대학교에 진심으로 감사사를 드립니다.

인용문헌

Duke, S. O., J. G. Romagni, and F. E. Dayan (2000) Natural products as sources for new mechanisms of herbicidal action. *Crop Protect.* 19:583~589.

Lee, H. B., S. M. Lee, H. J. Kwon, K. S. Hong, J. S. Kim, K. Y. Cho and C. J. Kim (2003) Evaluation of plant-derived compounds as natural herbicidal agent. *Kor. J. Weed Sci.* 23(2):135~142.

권오경, 임수길, 성기석, 최병렬 (1997) 국내 자생 식물자원 중 농약활성물질 탐색. *한국환경농학회지* 16(4):347~355.

김건우, 백정규 (2003a) 산초나무 열매로부터 제초활성물질의 분리 및 동정. *한국자원식물학회지* 16(별책2호):58.

김건우, 백정규 (2003b) 국내 자생 식물자원의 제초활성물질 탐색. *한국자원식물학회지* 16(별책2호):59.

김건우, 신준구, 김진석 (2002) 삼주 근경으로부터 식물생장억제물질의 분리 및 동정. *한국잡초학회지* 22(4):385~391.

김성문, 허수정, 용석호, 김진석, 허장현 (2001) 천연물 기원 살초활성물질. *한국잡초학회지* 21:199~212.

김희연, 최해진, 김도순, 허수정, 김성문 (2003a) 애기수영(*Rumex acetosella* L.)으로부터 새로운 살초활성물질 chrysophanic acid의 분리. *한국잡초학회지* 23(4):Accepted.

김희연, 최해진, 유용만, 허수정, 임상현, 김진석, 김성문 (2003b) 식물기원 제초활성물질. *한국잡초학회지* 23(3):190~212.

성낙술 (2002) 약초자원의 개발이용 소득화 방안. pp. 3~22. *In* 강원도 자생 부존자원의 소득작물화 방안. 강원도 농업기술원.

이우철 (1996a) 원색한국기준식물도감. 아카데미서적. 624p.

이우철 (1996b) 한국식물명고, 아카데미서적. 2383p.
 이창복 (1980) 대한식물도감. 향문사. 990p.
 이철희 (2002) 생물산업발전을 위한 자생식물의 활용
 방향. pp.27~67. In 기능성 자생식물을 이용한 고부
 가가치 상품화 방안. 농촌진흥청 고령지시험장.
 최해진, 김희연, 허장현, 허수정, 김도순, 김성문

(2003) 할미꽃(*Pulsatilla koreana* Nakai)으로부터 새
 로운 살초활성물질 chrysophanic acid의 분리. 한국
 잡초학회지 23(4):Accepted.

Herbicidal activity of Korean native plants (I)

Hee-Yeon Kim, Hae-Jin Choi, Sang-Hyun Lim¹, Su-Jeong Heo¹, Sang-Sub Han², Do-soon Kim³, Ki-Hwan Hwang³
 and Songmun Kim*(Division of Biological Environment, Kangwon National University, ¹Gangwondo Agricultural
 Research and Extension Services, ²Department of Forest Resource, Chonbuk National University, ³LG Life
 Sciences, Ltd.)

Abstract : The objective of this experiment was to search plant species with herbicidal activity in Korea. Two hundred native plants were collected and their methanol extracts were obtained. Herbicidal activity of methanol extracts were determined by seed bioassay using canola (*Brassica napus* L.) seedlings. Six plants such as *Staphylea bumalda*, *Wistaria floribunda*, *Allium victorialis*, *Rumex crispus*, *Chionanthus retusa*, and *Ulmus parvifolia* were highly herbicidal: their GR₅₀ values were < 1,000 µg g⁻¹. In addition, seventeen plants such as *Galium spurium*, *Zelkova serrata*, *Campsis grandiflora*, *Eucommia ulmoides*, *Sorbus commixta*, *Deutzia glabrata*, *Cercis chinensis*, *Alnus hirsuta*, *Zanthoxylum schinifolium*, *Quercus acutissima*, *Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia japonica*, *Kerria japonica*, *Ligustrum obtusifolium*, *Thuja orientalis*, *Chamaecyparis obtusa*, and *Pulsatilla koreana* showed herbicidal activity: their GR₅₀ values were between 1,000 and 2,000 µg g⁻¹. However, 177 plants showed no herbicidal activity. Plants with herbicidal activity found in this study could be used for weed management and herbicidal compounds in such herbicidal plants could be used as lead compounds in the development of new herbicides.

*Corresponding author (Fax : +82-33-241-6640, E-mail : skim5@kangwon.ac.kr)