

국내 자생 식물자원 중 농약활성물질 탐색

권 오경, 임 수길*, 성 기석, 최 병렬
농촌진흥청 농업과학기술원, 고려대학교 자연자원대학*

Screening of Pesticidal Active Compounds from Various Domestic Wild Plants
Oh-Kyung Kwon, Soo-Kil Lim¹⁾, Ki-Suk Seong and Byung-Ryul Choi (*Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, 441-707;*¹⁾
College of Natural Resouces, Korea University, Seoul, 136-701)

Abstract : For the selection of plants contained pesticidal active compounds, 31 families 59 species of native plants were collected and biological activities of their crude extracts against brown planthopper (*Nilaparvata lugens*), *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* and allelopathy were examined.

Among the screened plants, the crude extracts from the leaves of *Ricinus communis* and *Sophora angustifolia* showed 100% and 82% of mortality on brown planthopper at the concentration of 1%(w/v) respectively.

Mixed crude extracts of *Sophora angustifolia* root and *Melia azedarach* seed exhibited 128~155% of synergistic effects on the mortality of brown planthopper. In case of fungicidal activity, the crude extracts from the leaves of 8 plants including *Chrysanthemum indicum* were inhibitory of the growth of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* at 1%(w/v) solution. Seed germination of radish (*Raphanus sativas*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) was inhibited by 0.5%(w/v) leaf extracts of *Pinus densiflora* and *Quercus acutissima*.

MeOH extracts of *Pinus densiflora* leaves gave 100% inhibition in seed germination of radish at 2%(w/v) solution and showed a complete inhibition in seedling growth of barnyardgrass as well as radish at 5% solution.

서론

식물성 농약은 곤충, 선충, 식물 병원균에 대한 식물자체 방어수단인 물질이 함유되어 있는 식물 조추출물을 직접 이용하는 것으로서 환경적으로 안전한 저독 이분해성의 장점을 갖고 있어 여러 식물체를 대상으로 실용화 연구가 진행되고 있다.^{1,2)}

이러한 환경 친화형 식물성 농약을 개발하기 위해서는 뛰어난 활성물질이 함유된 식물자원 탐색이 필수적이며 1982년 동서문화센터 발표 자료에³⁾ 의하면 약 2,000여종의 식물체 중 살충, 곤충섭식저해 작용을 나타내는 식물체가 60% 이상을 차지하며 유인 기피작용 12%, 살균성 7%, 살초작용은 극히 일부분을 차지한다고 보고하였다. Ahmed 등⁴⁾은 활성과 농업적 판단 등을 근거로 2,000여종의 식물체를 조사한 결과 해충으로부터 보호기능을 지닌 26종의 식물체를 선별할 수 있었으며 최근에는 Jacobson과 Schmutter 등이 40년동안 수천여종의 식물체에 대한 활성평가를 통해 미래의 식물성 농약개발을 위

한 가장 전망있는 식물자원은 멸구슬나무과, 운향과를 포함한 6개 식물과라고 발표한 바 있다.^{1,2)}

뛰어난 해충활성 작용이 있어 농약으로 판매되고 있는 neem 나무와 같은 과에 속하는 멸구슬나무과 식물체에 대한 조사가 다양하게 이루어져 50여속 식물체의 해충에 대한 생물검정 결과, 활성을 나타내는 10개 속을 선별하였으며, *Azadirachta*와 *Melia* 속으로부터 곤충 성장저해와 섭식 저해작용을 나타내는 limonoid 형태의 triterpenoid 화합물 100개 이상 분리하였다. 또한 100여개로 구성되는 *Aglaia*와 *Trichilia* 속 식물체를 대상으로 활성 평가한 결과 12개종 식물체는 밤나무 유충의 성장억제 작용이 뛰어나다고 보고하였다.¹⁾

운향과 식물에 대해서는 Arnaon 등이 여러 감귤종으로부터 분리된 limonoids 화합물이 *Heliothis zea* 보다는 조밤나방유충에 대한 섭식저해활성이 10배 이상 강하다고 평가하였다. *Citrus paradisi* 중의 limonoids는 *Spodoptera litura*에 의한 섭식을 저해하며 nomilin과 limonin 역시 각각 배추자벌레, 잎

벌레에 대한 섭식기피 효과를 보여주었다¹⁾.

한편 Jermy⁵⁾는 곤충 섭식저해제의 새로운 자원을 화학, 식품산업의 폐기물에서 찾고자 하였다. 식물 열매 중에는 초식동물이나 종자 발아 저해요소에 대한 방어기구로 작용하는 2차 대사물질이 풍부하게 존재하게 되는데, neem 나무의 활성물질 azadirachtin과 sabadilla의 살충성 alkaloid 화합물 모두 식물종자에 다량 함유되어 있는 것이 그 대표적인 예이다. 과일주스 산업에 있어서 종자는 폐기부산물로 매년 수톤씩 폐기되는데 식물기원 농약 주성분인 annonin과 limonin이 바로 이러한 포도, 가시여지, 번리지씨로부터 추출되는 것으로 알려져 있다.

산림 산업의 부산물인 수지, 목재 추출물도 또다른 중요한 식물성 농약 개발을 위한 소재로서 중국에서 최근 농약으로 실용화된 toosendanin이 식물 껍질 추출물이며, 오래 전부터 살충제로 사용된 qassia는 *Quassia amara*와 *Asechrion excelsa*의 목재 톱밥에서 유래되었다⁶⁾.

국내에서도 제약 폐은행잎을 이용하여 버벌구에 강력한 살충력을 나타내는 bibobalide를 분리 동정한 바 있다⁷⁾.

따라서 본 연구에서는 천연물기원 신농약개발 가능성을 검토하고자, 생리활성물질 함유 식물자원 탐색, 선별된 식물체로부터 유효성분의 분리 동정, 확인된 활성성분의 유기합성 및 활성증진을 위한 유도체 합성 등 일련의 과정중 1단계인 농약활성물질 함유 식물자원을 탐색하기 위해 국내에 자생하고 있는 59종의 식물체를 대상으로 살충, 살균효과, allelopathy 등의 생물활성을 조사하였다.

재료 및 방법

공시식물

국내에 자생하고 있는 식물 중 생리활성이 있는 것으로 알려져 있는 피마자를 비롯하여 31과 59종의 식물(표1)을 1994년 4월 하순부터 9월 중순에 걸쳐 채취하여 식물체 부위별로 절단한 후 바람이 잘 통하는 곳에서 음건하여 이중 38종은 버벌구 및 버흰잎마름병에 대한 활성평가를 하였으며 나머지 21종은 allelopathy 활성검정을 위한 시료로 하였다.

식물 조추출액의 조제 및 생물검정

조추출액 조제

살충, 살균 활성조사용 식물체별 조추출은 풍건한 식물체 50g에 MeOH / acetone (70/30) 혼합용매 1 l를 가한 후 mantle heater 상에서 3시간 연속 추출하였다. 이것을 여과한 후 감압 농축하여 MeOH로 재용해한 1%(w/v)의 조추출액을 얻었다.

한편 allelopathy 검정을 위한 조추출에 있어서, 물추출은 건조시료 10g에 증류수 100ml를 가하고 48시간 진탕 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 상정액을 얻었다. MeOH 추출액은 건조시료 10g을 85% MeOH 100ml와 함께 실온에서 24시간 진탕, 원심분리한 후 이를 여과하여 MeOH를 감압농축기로 제거한 후 증류수 100ml에 재용해하고 0.5%(w/v)의 물추출농도 수준으로 희석하여 생물검정에 이용하였다. 식물 조추출액의 생물검정 조추출액의 버벌구에 대한 살충력 검정은 조추출물을 MeOH에 용해시켜 1%(w/v) 용액으로 조제한 뒤 버벌구 암컷성충을 사육상으로부터 CO₂ 가스로 마취시키고, Arnold hand microapplicator를 사용하여 공시충의 흉복부에 각 시료액을 0.2μl씩 처리하였다. 2-3엽기의 벼유묘 10본씩을 탈지면으로 고정된 직경 3cm의 시험관에 처리를 마친 공시충을 놓고 상부를 망사로 덮어 25℃의 실내에서 24시간 보관 후 사충수를 조사하였다.

식물 조추출혼합물의 버벌구 살충력에 대한 공력 효과는 혼합물의 농도별 살충율과 각 단일 조추출물을 동일 농도로 처리했을 때의 살충율을 비교하여 구하였다. 각 단일 조추출물의 살충율로부터 혼합물을 처리했을 때 예상되는 이론적인 기대살충율(expected mortality)⁸⁾을 다음식에서 구하였는데 A와 B는 혼합을 이루는 단일 조추출물의 살충율이다.

$$\text{기대살충율(\%)} = A + \frac{B(100-A)}{100}$$

또한 Sum등⁹⁾ 및 Metcalf가 제시한 협력작용계수(co-toxicity coefficient)의 양적인 개념을 살충율의 개념으로 전환하여 다음식과 같이 공력율(synergism ratio)을 구하였다.

$$\text{공력율(\%)} = \frac{\text{조추출혼합물의 실측 살충율}}{\text{조추출혼합물의 기대 살충율}} \times 100$$

버흰잎마름병 활성평가는 1%(w/v) 공시액을 paper disc에 흡착시킨 뒤 검정균이 첨가된 potato sucrose agar (PSA) 배지 위에 놓고 28℃, 2일 후에 저지원을 측정하여 활성을 평가하였다. allelopathy활성검정은 petri dish(직경 9×2cm)에 여지(Whatman No.2)를 깔고 정선된 무 또는 피마자 20립을 여지 위에 놓았다. 여기에 0.5%(w/v) 조추출액 6ml를 가하고 3일 후에 발아율을 조사하였다.

결과 및 고찰

식물조추출물의 병해충 활성평가

공시한 21과 38종 식물부위별 조추출물에 의한

Table 1. Surveyed plants to test biological activity of the crude extracts.

Family	Plant species
Amarantaceae (비름과)	<i>Achyranthes japonica</i> (쇠무릎)
Campanulaceae (도라지과)	<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)
Cannabaceae (삼 과)	<i>Humulus japonicus</i> (환삼덩굴)
Chenopodiaceae (명아주과)	<i>Chenopodium album</i> (명아주)
Commelinaceae (닭의장풀과)	<i>Commelina communis</i> (닭의장풀)
Compositae (국화과)	<i>Arctium lappa</i> (우엉), <i>Artemisia capillaris</i> (사철쭉), <i>Calendula arvensis</i> (금잔화), <i>Chrysanthemum indicum</i> (국화), <i>Cirsium pendulum</i> (큰엉겅퀴), <i>Cosmos bipinnatus</i> (코스모스), <i>Eclipta prostrata</i> (한련초), <i>Erigeron annuus</i> (개망초), <i>Ixeris chinensis var. strigosa</i> (선썸바귀), <i>Ixeris stolonifera</i> (좁썸바귀), <i>Lactuca sativa</i> (상치), <i>Taraxacum mongolicum</i> (민들레), <i>Youngia sonchifolia</i> (고들빼기)
Cyperaceae (사초과)	<i>Cyperus rotundus</i> (향부자), <i>Scirpus fluviatilis</i> (매자기)
Equisetaceae (속새과)	<i>Equisetum arvense</i> (쇠뜨기)
Ericaceae (진달래과)	<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)
Euphorbiaceae (대극과)	<i>Ricinus communis</i> (피마자), <i>Euphorbia maculata</i> (큰땅빈대)
Fagaceae (참나무과)	<i>Quercus acutissima</i> (상수리나무)
Lauraceae (녹나무과)	<i>Cinnanomum camphora</i> (녹나무)
Labiatae (꿀풀과)	<i>Leonurus sibiricus</i> (익모초)
Leguminosae (콩 과)	<i>Albizia julibrissin</i> (자귀나무), <i>Cassia tora</i> (결명초), <i>Lespedeza bicolor</i> (싸리), <i>Pueraria thunbergiana</i> (쑥), <i>Sophora angustifolia</i> (고삼), <i>Trifolium repens</i> (토끼풀), <i>Wistaria floribunda</i> (둥나무)
Liliaceae (백합과)	<i>Allium tuberosum</i> (부추), <i>Hemerocallis</i> (원추리)
Meliaceae (멀구슬나무과)	<i>Melia azedarach var. japonica</i> (멀구슬나무)
Moraceae (뽕나무과)	<i>Ficus carica</i> (무화과나무)

(continued)

벼멸구 살충효과는 1%(w/v) 농도수준에서 표 2와 같이 식물의 종류 및 부위에 따라서 살충력이 현저하게 상이하였는데 대극과인 피마자잎의 조추출물은 공시한 38종의 식물중 가장 강한 100%의 살충력을 보였으며 그 다음이 콩과식물에 속하는 고삼의 줄기, 잎, 뿌리로서 각각 82%, 84%, 80%이었다.

피마자잎의 조추출물이 벼멸구에 높은 살충효과를 보이는 것은 피마자잎에 독성 단백질 및 생리활성이 강한 alkaloid계 물질이 함유되어 있다는 보고로^{11,12,13,14)} 보아 피마자잎 조추출물중 살충활성 물질의 존재에 의한 것으로 사료된다. Olaita 등¹⁵⁾은 피마자잎을 섭식한 복숭아진딧물은 8~24시간 후에 사멸되었으며, 식물체 체관부에 분포하고 있는 타감 화학 물질은 식물의 진딧물 방제 메카니즘에 중요

한 역할을 하는 것으로 여겨진다고 하였다. 또한 Vasudenan 등¹⁶⁾은 피마자잎의 냉온수 추출물이 모기살충 활성이 있다고 보고하였다. 고삼 역시 nicotine과 생리 작용이 비슷한 cystine 및 luteolin-7-glucoside와 같은 활성물질이 1~2% 함유되어 있어 예부터 가축에 기생하는 곤충 및 식물해충을 구제하기 위하여 전초의 전즙을 쓰는 한편 농용 살충제로 고삼의 경엽을 물로 추출한 전즙을 사용한다는 보고에^{13,14)} 따라 조추출물중 살충성분으로 인해 높은 벼멸구 살충력을 보이는 것으로 추정된다. 국화과 11종 식물체에서 살충력을 나타낸 것은 72%의 살충 효과를 나타낸 코스모스를 비롯하여 우엉, 큰엉경귀, 민들레 등이었다.

다른 과식물에서 50%이상의 벼멸구 살충력을 나

Family	Plant species
Pinaceae (소나무과)	<i>Pinus densiflora</i> (적송)
Piperaceae (후추과)	<i>Piper betle</i> (구장)
Plantaginaceae (질경이과)	<i>Plantago asiatica</i> (질경이)
Gramineae (벼과)	<i>Phragmites communis</i> (갈대), <i>Setaria viridis</i> (강아지풀)
Polygonaceae (마디풀과)	<i>Fagopyrum esculentum</i> (메밀), <i>Persicaria hydropiper</i> (여뀌), <i>Persicaria perfoliata</i> (머느리배꼽), <i>Polygonum aviculare</i> (마디풀), <i>Rumex acetocella</i> (애기수영), <i>Rumex coreanus</i> (소리쟁이)
Portulacaceae (쇠비름과)	<i>Portulaca oleracea</i> (쇠비름)
Pteridaceae (고사리과)	<i>Pteridium aquilinum var. latiusculum</i> (고사리)
Punicaceae (석류과)	<i>Punica granatum</i> (석류나무)
Ranunculaceae (미나리아재비과)	<i>Paeonia lactiflora</i> (적작약), <i>Pulsatilla koreana</i> (할미꽃)
Sauruaceae (삼백초과)	<i>Houttuynia cordata</i> (약모밀)
Scrophulariaceae (현삼과)	<i>Paulownia coreana</i> (오동나무)
Solanaceae (가지과)	<i>Petunia hybrida</i> (페튜니아)
Styracaceae (때죽나무과)	<i>Styrax japonica</i> (때죽나무)
Taxaceae (주목과)	<i>Taxus cuspidata</i> (주목)

Table 2. Biological activity of plant extracts on brown planthopper (BPH, *Nilaparvata lugens*) and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*.

Plant species	Plant part	BPH mortality ^{a)} (%)	Inhibition ^{b)} of <i>X. oryzae</i>
<i>Achyranthes japonica</i>	Leaf	28	-
	Root	0	-
<i>Codonopsis lanceolata</i>	Leaf	56	-
	Stem	17	-
<i>Arctium lappa</i>	Leaf	24	-
	Root	52	-
<i>Artemisia capillaris</i>	Leaf	32	+
	Stem	0	+
	Root	48	-
<i>Calendula arvensis</i>	Leaf	29	-
<i>Chrysanthemum indicum</i>	Leaf	24	+
	Stem	0	+
<i>Cirsium pendulum</i>	Root	52	-
<i>Cosmos bipinnatus</i>	Leaf	72	-
	Stem	12	-
	Root	8	-
<i>Eclipta prostrata</i>	Leaf	24	-
	Root	0	-
<i>Ixeris chinensis</i> var. <i>strigosa</i>	Stem	0	-
	Root	32	-
<i>Ixeris stolonifera</i>	Leaf	0	-
<i>Lactuca sativa</i>	Leaf	75	-
<i>Taraxacum mongolium</i>	Leaf	68	-
	Stem	36	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	Leaf	48	+
	Stem	40	-
<i>Ricinus communis</i>	Leaf	100	-
<i>Cinnamomum camphora</i>	Leaf	29	-
	Root	16	-
<i>Leonurus sibiricus</i>	Leaf	32	-
<i>Albizia julibrissin</i>	Leaf	44	-
	Root	0	-
<i>Cassia tora</i>	Leaf	28	-
	Stem	24	-
	Root	28	-
<i>Lespedeza bicolor</i>	Leaf	52	-
<i>Sophora angustifolia</i>	Leaf	82	-
	Stem	84	-
	Root	80	+

(continued)

타낸 것은 5종으로 이중 멸구슬나무 열매는 55%로서 높은 활성을 보이지 않았으나, 현재 뛰어난 곤충섭식 저해효과를 지닌 식물성 농약으로 각광받고 있는 neem나무와 같은 멸구슬나무과에 속하고 있다.

Jacobson²⁾은 미래의 식물성 농약으로 가장 전망되는 식물 자원으로서 멸구슬나무과, 운향과 등 6개 식물과를 보고한 바 있다. 식물체에 대해 정확한 활성평가를 위해서는 살충율과 같은 직접적인 효과를 비롯한 섭식저해, 기피, 유인효과 등의 다양한 생물검정이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

또한 항균성 물질 함유 식물체를 선별하고자 조추출물의 벼 흰잎마름병에 대한 활성을 조사한 결과 사철쭉뿌리를 비롯한 8종의 식물체가 병원균 저지효과를 나타냈으나, 강한 활성을 나타내지 않았다.

한편 기존 유기합성농약에 대한 약제 내성병해충의 방제 및 발현 억제 목적을 위해 개발되고 있는

혼합제와 같이 식물체별 조추출물을 혼합했을 경우 90%이상의 높은 벼멸구 살충효과를 나타낸 조추출

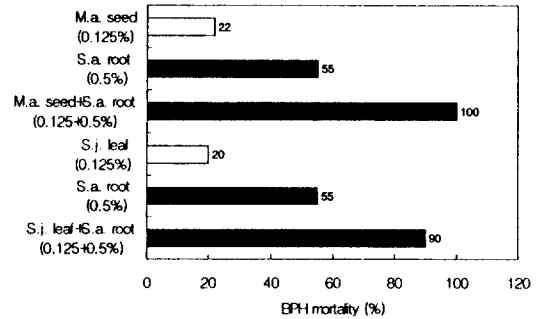


Fig. 1. Mortality of crude extracts from plant and mixed crude extracts on brown planthopper (BPH, *Nilaparvata lugens*). M.a. : *Melia azedarach*, S.a. : *Sophora angustifolia*, S.j. : *Styrax japonia*.

Plant species	Plant part	BPH mortality ^{a)} (%)	Inhibition ^{b)} of <i>X. oryzae</i>
<i>Wistaria floribunda</i>	Leaf	48	-
	Stem	24	-
<i>Allium tuberosum</i>	Root	0	+
<i>Hemerocallis</i>	Leaf	36	-
<i>Melia azedarach</i> var. <i>japonica</i>	Seed	55	-
<i>Ficus carica</i>	Leaf	0	-
	Leaf	32	+
<i>Piper betle</i>	Stem	20	-
	Leaf	0	-
<i>Plantago asiatica</i>	Leaf	32	-
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Stem	23	-
	Leaf	52	-
<i>Punica granatum</i>	Leaf	24	-
<i>Paeonia lactiflora</i>	Leaf	32	+
<i>Pulsatilla koreana</i>	Leaf	75	-
<i>Houttuynia cordata</i>	Leaf	28	-
<i>Paulownia coreana</i>	Leaf	28	-
<i>Petunia hybrida</i>	Leaf	56	+
<i>Styrax japonica</i>	Leaf	25	-
<i>Taxus cuspidata</i>	Leaf	32	-
	Stem	28	-

a) Mortality was given by applying 1% (w/v) solution of plant extracts.

b) Diameter of inhibition zone around the disc :

- : No inhibition, +: > 0~<2mm ++: > 2~<5mm

혼합물(그림1)을 대상으로 살충공력효과를 구하였다. 표3과 같이 고삼뿌리+멀구슬나무종자 조추출혼합물의 벼멀구살충공력율은 128~155% 범위이였으며 고삼뿌리+때죽나무잎의 경우 134~142% 이었다.

특히 고삼뿌리 조추출물 처리량을 고정하고 멀구슬나무종자와 때죽나무잎 처리량을 변경하였을 때 공력율은 처리약량이 적어서 살충율이 낮은 경우에는 높고 반대로 처리약량이 높은 수준에서는 낮은 경향을 보였다. 이러한 식물 조추출물의 공력효과는 저항성 발현으로 활성이 저하된 약제에 대한 공력제로서의 이용 가능성을 보여주었다.

Table 3. Synergism ratio of mixed crude extracts from plant on the mortality of brown planthopper (*Nilaparvata lugens*).

Combinations (A+B)	Observed mortality(%)			Expected mortality of combination(%)	Synergism ratio(%)
	Mixed treatment	A	B		
S.a*root+M.a.seed					
0.5% 0.5%	100	54.5	52.6	78.4	128
0.5% 0.25%	100	54.5	22.2	64.6	155
0.5% 0.125%	100	54.5	22.2	64.6	155
S.root+S.j.leaf					
0.5% 0.5%	95.2	54.5	30.0	71.2	134
0.5% 0.25%	90.0	54.5	25.0	65.9	137
0.5% 0.125%	90.0	54.5	20.0	63.6	142

*S.a.:*Sophora angustifolia*, M.a.:*Melia azedarach*, S.j.:*Styrax japonica*

우리나라 경지에 많이 발생하는 잡초와 타감작용 효과가 있는 것으로 알려진 적송 등 21종 식물체를 물과 MeOH로 추출하여 0.5%(w/v) 농도수준의 조추출물에 대한 allelopathy를 검정한 결과는 표 4와 같다.

식물체별 물추출액이 무의 종자발아에 끼치는 영향은 상수리나무가 가장 큰 발아억제 효과를 보였으며 그 다음이 적송, 쇠비름이었고, 피에 대한 억제 효과는 상수리나무, 강아지풀, 환삼, 적송, 쇠비름순이었다. MeOH 추출물에 있어서 무 및 피 종자가 모두 큰 억제 효과를 받은 것은 적송과 상수리나무이었다. 따라서 물 및 MeOH 추출액이 무와 피의 종자에 대해 공통적으로 발아억제 효과를 보인 것은 적송, 상수리나무 2종이었다. 특히 적송의 물과 MeOH 추출액은 무종자 발아율이 각각 58.3%,

Table 4. Effect of plant extracts on the seed germination of radish(*Raphanus sativus*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*).

Plant species	% Germination*			
	Water extracts		MeOH extracts	
	Barnyard grass	Radish	Barnyard grass	Radish
<i>Humulus japonicus</i>	61.1	83.3	74.2	91.7
<i>Chenopodium album</i>	84.2	83.3	85.8	88.3
<i>Commelina communis</i>	79.2	83.3	82.5	81.7
<i>Erigeron annuus</i>	81.7	71.7	77.2	85.0
<i>Youngia sonchifolia</i>	76.7	93.3	80.7	96.7
<i>Cyperus rotundus</i>	87.5	81.7	85.0	78.3
<i>Scirpus fluvialis</i>	80.8	90.0	88.8	90.0
<i>Equisetum arvense</i>	73.7	66.7	90.8	85.0
<i>Euphorbia maculata</i>	92.5	90.0	77.5	78.3
<i>Quercus acutissima</i>	53.3	53.3	67.5	58.3
<i>Pueraria thunbergiana</i>	80.8	90.0	91.7	91.7
<i>Trifolium repens</i>	75.0	90.0	69.2	85.0
<i>Pinus densiflora</i>	65.8	58.3	64.2	45.0
<i>Phragmites communis</i>	83.3	93.3	81.7	93.3
<i>Setaria viridis</i>	59.2	86.7	72.5	80.0
<i>Persicaria perfoliata</i>	73.3	90.0	79.2	90.0
<i>Polygonum aviculare</i>	85.0	73.3	88.3	63.3
<i>Rumex acetocella</i>	88.3	78.3	77.5	63.3
<i>Rumex crispus</i>	92.5	91.7	80.2	81.7
<i>Portulaca oleracea</i>	64.2	61.7	84.2	61.7
<i>Pteridium aquilinum</i>	68.8	91.7	75.0	81.7
var. <i>latiusculum</i>				
Distilled water	85.0	73.3	86.7	70.0

*Plant extracts were treated at the concentration of 0.5% (w/v).

45.0%로서 종자발아를 크게 억제시켰으며, 상수리나무의 경우는 53.3%, 58.3%의 발아율을 보였다. 피종자 발아율은 적송의 물, MeOH 추출물이 65.8%, 64.2%로서 추출용매에 따라 비슷한 발아억제 반응을 보인 반면에, 상수리나무는 물추출액이 53.3%의 발아율을 보여 67.5%의 MeOH 추출액 보다 높은 발아억제 효과를 나타냈다.

쇠비름은 적송과 상수리나무 보다 종자발아를 크게 억제시키지는 못하였으나, 전·한, 박·김, 심·강 등^{17,18,19)}이 잡초의 allelopathy 효과 연구 보고에서 밝힌 쇠비름의 물 및 MeOH 추출액이 무종자에 대한 발아억제 효과 보다는 생장저해 효과가 뚜렷하였다는 결과와 유사한 경향이였다.

식물체 조추출물의 종자발아 억제효과 결과는 적송, 상수리나무, 쇠비름등이 직·간접적으로 타식물체의 생장에 영향을 끼치는 allelopathy 물질을 함유하고 있음을 시사해 주었다. 이중 발아억제 효과가 큰 적송, 상수리 나무를 대상으로 MeOH 추출물의 무와 피의 종자발아 및 생장억제 효과에 있어 농도별 차이를 비교하였다.

표 5에서 보는 바와 같이 조추출물의 처리농도별 검정식물의 반응은 무와 피의 종자에서 모두 처리농도가 높아짐에 따라 발아 및 생장이 억제되는 경향을 나타냈으며, 무에 대해서는 적송 2%(w/v), 상수리나무 5%(w/v) 추출물이 무종자의 발아 및 줄기신장을 완전히 억제하였다. 피의 경우는 적송, 상수리나무 5%(w/v) 조추출 농도에서 100%의 생장억제 반응을 보였다. Yatagai 등²⁰⁾은 적송과 상수리나무의 목탄산 종류 분획물을 무종자에 대해 농도별 처리한 결과 1,000 µg/ml 수준에서 각각 12%, 75%의 발아율을 나타냈다고 보고하였다.

Table 5. Effect of different concentrations of MeOH extracts from the leaves of *Pinus densiflora* and *Quercus acutissima* on the growth of radish(*Raphanus sativus*) and barnyardgrass(*Echinochloa crus-galli*)*.

Plant species	Concentration %	Radish		Barnyardgrass	
		% Germination	Shoot length(cm)	% Germination	Shoot length(cm)
<i>Pinus densiflora</i>	0.5	76.7	1.8	40.0	1.0
	1.0	71.7	1.2	38.3	0.5
	2.0	0	0	15.0	0.1
	5.0	0	0	0	0
<i>Quercus acutissima</i>	0.5	81.7	2.0	51.7	1.0
	1.0	80.0	1.9	48.3	0.5
	2.0	58.3	1.0	30.0	0.3
	5.0	0	0	0	0
Distilled water	-	85.0	2.5	82.0	1.5

*Growth of radish was determined 5 days after treatment and that of barnyardgrass was 15 days after treatment.

요 약

천연물기원 신농약 개발을 위한 기초 단계로서 국내에 자생하고 있는 31과 59종의 식물체를 대상

으로 생물활성을 평가하여 생리활성물질 함유 식물자원을 탐색한 결과는 다음과 같다.

1. 버멸구 살충성분 함유 식물자원 탐색결과 21과 38종 식물체중 피마자잎의 조추출물은 1%(w/v) 농도수준에서 100%의 살충력을 보였으며, 고삼의 잎, 줄기, 뿌리와 상치, 할미꽃은 각각 82%, 84%, 80%, 75%의 버멸구 살충효과를 나타냈다.
2. 버흰잎마름병에 대해 활성을 나타낸 식물은 사철쑥을 비롯한 8종이었으나, 저지원효과는 0~2mm로서 저조하였다.
3. 식물 조추출 혼합물의 버멸구에 대한 살충 공력효과는 고삼뿌리+매죽잎 혼합조합이 134~142%, 고삼뿌리+멸구슬나무종자 조합이 128~155%이었다.
4. 적송 등 21종 식물체를 물과 MeOH로 추출하여 그 조추출물의 생리활성을 조사한 결과 무와 피의 종자에 대해 발아억제 효과를 보인 것은 적송, 상수리 2종이었다.
5. 적송의 MeOH 조추출 농도별 allelopathy 평가결과 2%(w/v) 농도수준에서 무종자에 대한 발아억제 효과는 100%이었으며, 5%(w/v) 농도에서는 무와 피종자 모두 완전억제 반응을 나타냈다.

참고문헌

1. Isman, M. B. (1995). Leads and prospects for the development of new botanical insecticides in *Rev. Pestic. Toxicol.* Vol. 3. eds. by R. M. Roe and R. J. Kuhr. Toxicology Communications Inc. Raleigh NC, p. 1-20.
2. Jacobson, M. (1989). Botanical pesticides : Past, Present, and Future in *Insecticides of Plant Origin.* eds. by J. T. Arnason, B. J. R. Philogene and P. Morand. ACS Symposium Series No. 387. Washington D. C., p. 1-10.
3. Ashmed, S. and Grainge M. (1982). *Some promising plants for pest control under small-scale farming operations in developing countries,* Working paper, East-West center, Honolulu, p. 30.
4. Ashmed, S., Grainge M., Hylin J. W., Mitchell W. C. and Litsinger J. A. (1984). Some promising plant species for use as pest control agents under traditional farming system in *Natural Pesticides from the Neem Tree and Other Tropical Plants.* eds. by H. Schmutterer and K. P. S. Ascher. GTZ No. 161. GmbH, Eschborn, p. 24-30.
5. Jermy, T. (1990). Prospects of antifeedant

- approach to pest control-A critical review, *J. Chem. Ecol.*, 16 : 3151-3166.
6. Champagne, D. E., Koul O., Isman M. B., Scudder G. G. E. and Towers G. H. N. (1992). Biological activity of limonoids from the Rutales, *Phytochemistry*, 31 : 377-394.
 7. 성기석 (1996). 제약폐기은행잎의 활성물질 분리 동정 및 유기물 자원화, 영남대학교 박사논문, 96p.
 8. Going, D. P. (1960). Comments on tests of herbicide mixtures, *Weeds*, 8 : 379-385.
 9. Sun, Y. P. and Johnson, E. R. (1960). Analysis of joint action of insecticides against house flies. *J. Econ. Entomol.*, 53 : 887-892.
 10. Metcalp, R. L. (1967). Mode of action insecticide synergists, *Ann. Rev. Entomol.*, 12 : 229-256.
 11. Mise, T., Funatsu G. and Ishiguro M. (1977). Isolation and characterization of ricin E from castor beans, *Agric. Biol. Chem.*, 41(10) : 2041-2046.
 12. Waller, G.R. and Henderson L. M. (1960). Biosynthesis of the pyridine ring of ricinine, *J. of Biol. Chemistry*, 236(4) : 1186- 1191.
 13. 약품식물학연구회 (1982). 약품식물학 각론, 482p.
 14. 육창수 (1981). 한국약품 식물자원도감, 진명출판사, 406p.
 15. Olaifa, J.I. and Matsumura F. (1991). Lethal amounts of ricinine in green peach aphids, *Plant Science*, 73 : 253-256.
 16. Vasudevan, P., Madan and Sharma S. (1989). Larvicidal property of castor, *Pesticides (Bombay)*, 23(1) : 36-39.
 17. 전재철 (1988). 발잡초중에 존재하는 allelopathy 관련 phenol 화합물의 검색, *한잡초지*, 8(3) : 258-264.
 18. 박지성, 김길웅 (1988). 쇠비름에 함유된 생리활성물질 탐색, *한잡초지*, 8(2) : 169-175.
 19. 심상인, 손연규, 이상각, 강병화 (1991). 몇가지 잡초들의 allelopathy 효과에 관한 연구, *한잡초지*, 11(3) : 211-218.
 20. Yatagai, M. and Unrinin G. (1987). By-products of wood carbonization. III. Germination and growth acceleration effects of wood vinegars on plant seeds, *Mokuzai Gakkaishi*, 33(6) : 521-529.