

선충 억제 활성 식물 추출물의 선발

Screening of Plant Extracts for Nematic Activity

김동근^{1*} · 류영현¹ · 허창석¹ · 류정아¹ · 연일권¹ · 이윤수²¹유기농업연구소, ²강원대학교 식물자원응용공학과Donggeun Kim^{1*}, Younghyun Ryu¹, Changseok Huh¹, Junga Ryu¹, Ilkwon Yeon¹ and Yonsu Lee²¹Organic Agriculture Research Institute, Uiseong 769-803, Korea²Department of Applied Plant Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

*Corresponding author

Tel : +82-54-832-9669

Fax: +82-54-833-1359

E-mail: kimdgkr@korea.kr

Received February 11, 2014

Revised March 12, 2014

Accepted March 20, 2014

A total of 2,714 methanol extracts of 1,677 plant species in 178 families were screened for nematic activity against *Rhabditis* sp. by 96-well microplate bioassay. The plant extracts with a concentration of 5,000 µg/ml were mixed with aqueous nematode solution containing about 20 *Rhabditis* sp. and their activity was examined daily for 7 days. Out of 2,714 plant extracts examined in this test, 2,362 (87.0%) showed no negative influence on the nematode activity, while 187 (6.9%) inhibited nematode activity about 50%, 95 (3.5%) inhibited nematode activity over 90%, and 70 (2.6%) rather enhanced nematode activity. Among those showing over 50% nematic activity, 25 extracts were randomly selected for further screening with *Rhabditis* sp. and with juveniles of *Meloidogyne incognita*. The screening revealed that 11 extracts (44%) were consistently nematic. The 282 extracts with nematic activity could be of use in future studies on nematicidal plants.

Keywords : *Meloidogyne* sp. Nematicidal, Nematic, Plant extracts, *Rhabditis*

서 론

2000년대에 들어와서 안전 농산물 생산에 대한 소비자의 요구가 늘어나고 그동안 식물기생성선충 방제에 효과적으로 사용되어왔던 많은 합성 살선충제(Aldicarb, DBCP, EDB, D-D, Methyl bromide 등)들이 인축 및 환경에 대한 고독성 문제로 등록이 취소되면서, 이들 합성 살선충제를 대체할 수 있는 방안과 천연 살선충제 개발에 대한 연구가 증가하고 있다.

그동안 친환경적인 선충방제 연구의 일환으로 식물로부터 살선충 물질을 탐색하고자 하는 연구가 전 세계적으로 활발하게 이루어졌다(Grewal, 1989; Siddiqui와 Alam, 1990; Verma 등, 1989; Whapham 등, 1994). 살선충 활성을 가진 식물의 예로 인도의 *Couroupita quianensis*(포탄나무)와 *Pentanema indicum*(Pavaraj 등, 2012), *Piper betle*(후추류, Wiratno 등, 2009), 남아프리카의 *Hippobromus pauciflorus*와 *Berchemia*

zeyheri(McGaw 등, 2007), *Ocimum sanctum*와 *O. basilicum*(바질류, Chatterjee 등, 1982), 일본 오키나와의 *Bidens pilosa* var. *radiata*(흰도깨비바늘, Satoshi 등, 2008), 수단 *Cucumis melo* var. *agrestis*와 *Acacia nilotica*(가시아카시아, Elbadri 등, 2008), 이스라엘의 *Myrtus communis*(은매화, Oka 등, 2012) 등이 있다.

전통적으로는 녹비 및 식물의 잔재물을 토양에 혼입하여 식물기생성 선충을 방제하는 방법이 사용되어왔는데, 그 효과는 다양하며, 그중에서도 님(*Melia azadirach*), 아주까리(*Ricinus communis*), 만수국(*Tagetes patula*) 처리는 선충 방제에 효과적이었고(Germani 등, 1983; Mojtahedi 등 1993; Prot 등, 1992), 반면에 유채종자, 갈퀴류, 수단그라스 처리는 효과가 불확실했다(Johnson 등, 1992; MacGuidwin와 Layne, 1995).

한의학에는 약 300종의 식물이 구충제로 등록되어있으며(Huang, 1993; Perry, 1980), Ferris와 Zheng(1999)는 전통 한약재 중에서 구충제로 사용되는 식물을 선별하여 선충 활성에 미치는 영향을 시험하고 몇몇 한약재가 뿌리혹선충(*Meloidogyne javanica*)과 뿌리썩이선충(*Pratylenchus vulnus*) 활성을 억제한다고 하였다.

살선충제 시험을 하기 위해서는 시험 기간 중 실험에 필요한 선충이 항상 안정적으로 공급될 수 있어야 한다. 식물기생성선충은 순환물기생균으로 식물체에 직접 접촉하여 배양해야하므로 배양기간이 40–60일로 오래 걸리고 발육생태가 다양하여 안정적인 선충 공급이 어렵다. 또한 식물기생성선충은 움직임이 느리기 때문에 현미경으로는 살선충제의 영향을 받았는지 아닌지를 판단하기가 어려운 점이 있다. 염색을 통하여 선충의 생사를 판별하는 방법이 있지만(Moriarty, 1964) 이 방법은 신속하게 다량의 시료를 검토하기에는 적합하지 않다. 반면, 부식성선충은 인공배지에서 쉽게 배양이 가능하고, 배양기간이 7–10일로 짧으며, 움직임이 활발하여 현미경하에서 살선충제의 영향을 받았는지를 쉽게 판단할 수 있다. 부식성선충을 살선충제 선발시험의 시험재료로 사용하기 위해서는 1) 살선충제 시험에 가장 적합한 선충 종과 2) 부식성선충을 이용한 살선충제 선발 시험 결과와 식물기생성 선충을 이용한 시험 결과와의 일치성이 문제가 된다. Tarjan(1955)은 여러 종류의 선충을 이용하여 살선충제 선발 시험을 수행하고 “모든 선충은 살선충제에 비슷하게 반응한다”고 하였으며, Preiser(1962), McGaw 등(2007)은 부식성선충을 이용하여 살선충제 선발 시험을 수행하였다.

본 연구에서는 경북농업기술원 유기농업연구소와 한국식물추출물은행에서 분리한 식물의 methanol 조추출물 2,714종을 수집하고 이들 조추출물이 선충에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

조추출물 확보. 건조된 식물체를 0.6 mm 이하로 분쇄하여 건조시료를 제조하고, 건조시료 100 g을 5 l 삼각플라스크에 넣고 MeOH 2 l를 부어 실온에서 24시간 두었다가 Methanol 분획을 2장의 여과지(Whatman #1)를 이용하여 감압 여과하였다. 감압 여과된 Methanol 분획은 회전진공농축기(Buchi R-215)로 감압 농축하여 조추출물을 확보하였다. 한국식물추출물은행으로부터 입수된 조추출물도 위와 유사한 과정을 거쳐 제조되었으며 총 2,714점의 조추출물을 확보하였다(Table 1).

부식성선충 배양 및 분리. 부식성선충(*Rhabditis* sp.) 배양은 Kim 등(1997)의 방법을 이용하였다. 250 ml 용량의 삼각 플라스크에 Nutrient broth 75 ml를 넣고 *Escherichia coli*를 2일 배양한 후, 20마리/ml의 부식성선충을 접종하여, 28°C, 150 rpm에서 6일간 배양하여 시험에 사용하였다. 필요시 Nutrient agar 배지에 *Escherichia coli*와 부식성선충을 접종하여 선충을 배양하고, 배양된 선충은 Baermann 깔데기법으로 선충을 순수 분리하였다(Southey, 1986). 분리된 부식성선충은 냉장고에 보관하면서 시험에 사용하였다.

뿌리혹선충 유충 분리. 고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne*

Table 1. Plant Family and number of species tested in this study

Plant Family	No. of plant species	
	Tested	Nemastatic activity ^a
Acanthaceae	1	0
Aceraceae	16	9
Actinidiaceae	4	1
Agavaceae	1	0
Aizoaceae	3	0
Alangiaceae	1	0
Alismataceae	4	0
Amaranthaceae	9	0
Amaryllidaceae	10	0
Anacardiaceae	5	2
Apiaceae	4	1
Apocynaceae	2	0
Aquifoliaceae	8	1
Aracea	17	2
Araliaceae	15	2
Aristolochiaceae	4	1
Asclepiadaceae	3	0
Asparagaceae	1	0
Aspidaceae	25	6
Aspleniaceae	2	0
Asteraceae	9	2
Balsaminaceae	3	0
Begoniaceae	1	0
Berberidaceae	6	1
Betulaceae	15	7
Bignoniaceae	3	2
Boraginaceae	7	0
Brassicaceae	1	0
Buxaceae	2	1
Campanulaceae	11	0
Cannabinaceae	2	0
Cannaceae	1	0
Capparidaceae	1	0
Caprifoliaceae	28	3
Caryophyllaceae	25	0
Celastraceae	13	2
Ceratophyllaceae	1	1
Cercidiphyllaceae	1	0
Chenopodiaceae	14	0
Chloranthaceae	3	0
Commelinaceae	5	0
Compositae	155	6
Convolvulaceae	8	0
Cornaceae	7	5

^aNemastatic activity : nematode movement decreased over 50% compared to control.

Table 1. Continued

Plant Family	No. of plant species	
	Tested	Nemastatic activity ^a
Crassulaceae	14	5
Cruciferae	30	1
Cucurbitaceae	11	0
Cupressaceae	9	3
Cycadaceae	1	0
Cyperaceae	32	5
Davalliaceae	1	0
Dennstaedtiaceae	1	0
Dioscoreaceae	8	0
Dipsacaceae	1	0
Ebenaceae	2	1
Elaeagnaceae	4	0
Elaeocarpaceae	1	0
Empetraceae	1	1
Equisetaceae	3	0
Ericaceae	10	4
Eriocaulaceae	2	0
Eucommiaceae	1	0
Euphorbiaceae	24	9
Fabaceae	5	1
Fagaceae	14	1
Flacourtiaceae	2	0
Fumariaceae	8	0
Gentianaceae	5	0
Geraniaceae	8	4
Ginkgoaceae	1	1
Gleicheniaceae	2	0
Gramineae	74	1
Guttiferae	5	4
Haloragaceae	3	1
Hamamelidaceae	4	2
Hippocastanaceae	1	1
Hyacinthaceae	1	0
Hydrocaryaceae	2	1
Hydrocharitaceae	2	0
Illiciaceae	1	0
Iridaceae	13	2
Juglandaceae	3	1
Juncaceae	7	0
Labiatae	39	1
Lamiaceae	11	0
Lardizabalaceae	2	0
Lauraceae	13	3
Leguminosae	66	3
Lemnaceae	2	0

Table 1. Continued

Plant Family	No. of plant species	
	Tested	Nemastatic activity ^a
Lentibulariaceae	1	0
Liliaceae	69	2
Linaceae	1	0
Lobeliaceae	2	0
Loganiaceae	1	0
Loranthaceae	4	0
Lycopodiaceae	4	0
Lythraceae	5	1
Magnoliaceae	12	3
Malvaceae	11	1
Marsileaceae	1	0
Meliaceae	2	1
Menispermaceae	4	0
Moraceae	13	5
Myricaceae	1	0
Myrsinaceae	3	1
Myrtaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	0
Nymphaeaceae	5	2
Oleaceae	19	2
Onagraceae	9	4
Ophioglossaceae	1	0
Opuntiaceae	1	0
Orchidaceae	14	0
Orobanchaceae	2	0
Osmundaceae	1	0
Oxalidaceae	3	0
Paeaniaceae	2	1
Papaveraceae	6	2
Passifloraceae	1	0
Pedalidaceae	1	0
Phytolaccaceae	3	0
Pinaceae	15	7
Piperaceae	1	0
Pittosporaceae	1	0
Plantaginaceae	5	0
Platanaceae	1	0
Plumbaginaceae	1	0
Poaceae	3	0
Podocarpaceae	1	0
Polemoniaceae	2	0
Polygonaceae	41	14
Polypodiaceae	8	0
Pontederiaceae	3	0
Portulacaceae	2	0

Table 1. Continued

Plant Family	No. of plant species	
	Tested	Nemastatic activity ^a
Potamogetonaceae	6	1
Primulaceae	11	2
Pteridaceae	9	1
Punicaceae	1	1
Pyrolaceae	1	0
Ranunculaceae	48	0
Rhamnaceae	8	2
Rosaceae	104	33
Rubiaceae	19	1
Rutaceae	17	6
Sabiaceae	2	1
Salicaceae	16	3
Salviniaceae	1	0
Santalaceae	1	0
Sapindaceae	4	2
Saururaceae	1	0
Saxifragaceae	30	7
Scheuchzeriaceae	1	0
Schizaeaceae	1	0
Scrophulariaceae	24	1
Selaginellaceae	3	0
Simaroubaceae	2	1
Solanaceae	19	2
Sparganiaceae	1	0
Staphyleaceae	2	0
Sterculiaceae	3	0
Styracaceae	2	0
Symplocaceae	4	0
Tamaricaceae	1	1
Taxaceae	4	1
Taxodiaceae	4	2
Theaceae	8	0
Thymelaeaceae	5	2
Tiliaceae	8	1
Typhaceae	2	0
Ulmaceae	10	2
Umbelliferae	39	5
Urticaceae	15	1
Valerianaceae	5	0
Verbenaceae	9	0
Violaceae	18	0
Vitaceae	8	3
Zingiberaceae	4	1
Zosteraceae	1	0
Total	1,677	241

incognita)이 심하게 감염된 참외 뿌리를 채집하고, 뿌리에 생긴 흑과 난랑으로부터 뿌리혹선충 유충을 분리하여 실험에 사용하였다. 뿌리혹선충 유충의 분리는 Taylor와 Sasser(1978)의 방법을 이용하였는데, 뿌리혹선충에 심하게 감염된 뿌리 100 g을 1% NaOCl 500 ml와 같이 넣고 믹서기를 이용하여 40초간 분쇄하였다. 분쇄된 시료는 200 mesh 채에 부어 거친 찌꺼기를 걸어내고, 500 mesh 채에 모았다. 500 mesh 채에 모인 시료는 다시 Baermann 깔데기법으로 선충을 순수 분리하였다. 분리된 뿌리혹선충 유충은 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

96-well microplate를 이용한 식물 조추출물 선발. 먼저 조추출물 0.1 g을 Ethanol 1 ml에 녹이고 이를 다시 증류수로 20배 희석하여(200배 희석) 실험에 사용하였다. 무처리는 조추출물이 들어있지 않은 Ethanol을 동일 배율로 희석하였다. 선충 억제 활성 검정은 96-well microplate를 사용하였는데, 96-well microplate 홀에 조추출물 희석액 60 µl와 부식성선충 20마리를 접종하였다(조추출물 시험 농도 5,000 µg/ml). 선충이 접종된 96-well microplate는 건조를 방지하기 위하여 microplate 뚜껑을 덮고 비닐로 밀봉하여 25°C 항온기에 두었다. 접종된 96-well microplate는 해부현미경을 이용하여 1일 간격으로 1주일간 선충의 운동성을 관찰하였다.

현미경 관찰 결과 조추출물이 부식성선충의 운동성에 전혀 영향을 주지 않는 시료는 -, 선충의 움직임이 약 50% 정도 억제된 시료는 △, 선충의 움직임이 90% 이상 억제된 시료는 ○, 부식성선충의 밀도가 증가된(성장, 산란, 유충 부화) 시료는 +로 표시하였다(+, - 시료 미제시) (Table 2 & 3).

선발된 조추출물을 이용한 재확인 시험. 96-well microplate를 이용한 조추출물 선발 시험이 적절한지를 검토하기 위하여 1차 검정에서 선충의 움직임이 50% 이상 억제된(△ 혹은 ○) 시료 중에서 임의로 25개의 추출물을 선택하여 2, 3, 4차 반복 시험을 수행하였다. 재확인 시험은 1차와 동일한 방법으로 4차까지 실시되었는데, 2차, 3차는 부식성선충을 이용하였고, 4차 시험은 식물기생성선충인 뿌리혹선충 유충을 이용하였다.

결과 및 고찰

178과, 1,677종의 식물을 부위별로 나누어 제조된 총 2,714점의 조추출물이 선충에 미치는 영향을 시험한 결과, 부식성선충을 이용한 1차 시험에서 2,362종(87.0%)의 조추출물은 부식성선충에 전혀 영향을 미치지 않았고, 187종(6.9%)의 조추출물은 부식성선충의 활성을 약간 억제하였으며, 95종(3.5%)의 조추출물은 현저한 억제를 보인 반면, 70종(2.6%)의 조추출물에서는 오히려 부식성선충이 번식되는 것이 관찰되었다(Table 2).

국내 연구에서 Choi 등(2006)은 40종의 식물을 이용하여 소나무재선충을 대상으로 96-well microplate bioassay를 실시하

Table 2. List of plant species showing nemastatic activity^a

Plant name	Plant Family	Plant parts used	Nemastatic activity ^b
<i>Acer buergerianum</i>	Aceraceae	leaf	○
<i>Acer ginnala</i>	Aceraceae	bark	○
<i>Acer mandshuricum</i>	Aceraceae	bark	△
<i>Acer micro-sieboldianum</i>	Aceraceae	leaf	△
<i>Acer pictum</i>	Aceraceae	leaf, branch	○, ○
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	Aceraceae	leaf, branch	△
<i>Acer takesimensis</i>	Aceraceae	leaf	△
<i>Acer triflorum</i>	Aceraceae	leaf, branch	○
<i>Acer tschonoskii</i>	Aceraceae	branch	○
<i>Aconogonum polymorphum</i>	Polygonaceae	top part	△
<i>Acorus gramineus</i>	Araceae	ground part	○
<i>Actinidia arguta</i>	Actinidiaceae	branch	△
<i>Adiantum pedatum</i>	Pteridaceae	ground part	△
<i>Adina rubella</i>	Rubiaceae	bark	△
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Sapindaceae	leaf	○
<i>Aesculus trubicata</i>	Hippocastanaceae	bark	△
<i>Allium sacculiferum</i>	Liliaceae	whole plant	△
<i>Alnus firma</i>	Betulaceae	flower, leaf	△
<i>Alnus japonica</i>	Betulaceae	heartwood	△
<i>Alnus pendula</i>	Betulaceae	leaf	△
<i>Amelanchier asiatica</i>	Rosaceae	leaf	△
<i>Amphicarpaea edgeworthii</i>	Leguminosae	whole plant	△
<i>Angelica dahurica</i>	Umbelliferae	ground part	○
<i>Angelica sinensis</i>	Umbelliferae	ground part	△
<i>Angelica tenuissima</i>	Umbelliferae	ground part	○
<i>Ardisia pusilla</i>	Myrsinaceae	whole plant	○
<i>Artemisia japonica</i>	Compositae	whole plant	△
<i>Aruncus dioicus</i>	Rosaceae	ground part	○
<i>Asarum sieboldii</i>	Aristolochiaceae	ground part	○
<i>Astilbe chinensis</i>	Saxifragaceae	ground part	△
<i>Astilbe koreana</i>	Saxifragaceae	whole plant	○
<i>Atractylodes ovata</i>	Asteraceae	ground part	○
<i>Aucuba japonica</i>	Cornaceae	leaf	△
<i>Berberis amurensis</i>	Berberidaceae	leaf	△
<i>Bupleurum falcatum</i>	Umbelliferae	whole plant	△
<i>Callistemon lanceola</i>	Myrtaceae	branch	○
<i>Campsis grandiflora</i>	Bignoniaceae	leaf, branch	△
<i>Campylotropis macrocarpa</i>	Leguminosae	ground part	△
<i>Carex parviflora</i>	Cyperaceae	whole plant	△
<i>Carex pumila</i>	Cyperaceae	whole plant	△
<i>Carpesium abrotanoides</i>	Compositae	flower	△
<i>Carpinus cordata</i>	Betulaceae	leaf, branch	○
<i>Carpinus coreana</i>	Betulaceae	leaf	△
<i>Carpinus laxiflora</i>	Betulaceae	flower	○
<i>Carpinus tschonoskii</i>	Betulaceae	leaf, flower	△
<i>Castanopsis cuspidata</i>	Fagaceae	bark	○

^aTwenty *Rhabditis* sp. nematodes were inoculated in 96-well microplate containing 5,000 µg/ml of plant extract and observed daily for 7 days for their activity.

^bNemastatic activity: △ = movement decreased 50%, ○ = movement decreased more than 90%.

Table 2. Continued

Plant name	Plant Family	Plant parts used	Nemastatic activity ^b
<i>Catalpa ovata</i>	Bignoniaceae	whole plant	○
<i>Cedrela sinensis</i>	Meliaceae	fruit	△
<i>Celastrus orbiculatus</i>	Celastraceae	leaf	△
<i>Celtis choseniana</i>	Ulmaceae	bark	○
<i>Cephalotaxus koreana</i>	Taxaceae	branch	△
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	Ceratophyllaceae	leaf, branch	○, △
<i>Chaenomeles sinensis</i>	Rosaceae	leaf, branch	△, ○
<i>Chamaecyparis pisifera</i>	Cupressaceae	leaf, branch	○
<i>Cornus controversa</i>	Cornaceae	leaf, branch	△
<i>Cornus kousa</i>	Cornaceae	leaf	△
<i>Cornus macrophylla</i>	Cornaceae	leaf	△
<i>Cornus officinalis</i>	Cornaceae	leaf, branch, fruit	○, ○, ○
<i>Corylopsis coreana</i>	Hamamelidaceae	seed	△
<i>Corylopsis gotoana</i>	Hamamelidaceae	branch, leaf	△, ○
<i>Crataegus maximowiczii</i>	Rosaceae	branch	△
<i>Crepidiastrum lanceolatum</i>	Compositae	ground part	○
<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	ground part	△
<i>Cyrtomium falcatum</i>	Aspidaceae	whole plant	△
<i>Daphne genkwa</i>	Thymelaeaceae	top part	○
<i>Daphne odora</i>	Thymelaeaceae	leaf, branch	○
<i>Deutzia crenata</i>	Saxifragaceae	leaf, flower	△
<i>Dictamnus dasycarpus</i>	Rutaceae	ground part	○
<i>Diospyros lotus</i>	Ebenaceae	bark	△
<i>Dryopteris bissetiana</i>	Aspidaceae	whole plant	○
<i>Dryopteris pacifica</i>	Aspidaceae	whole plant	△
<i>Eleutherococcus senticosus</i>	Araliaceae	branch	○
<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i>	Araliaceae	branch	△
<i>Empetrum nigrum</i>	Empetraceae	branch	△
<i>Euonymus alatus</i>	Celastraceae	leaf	△
<i>Euphorbia ebracteolata</i>	Euphorbiaceae	ground part	△
<i>Euphorbia humifusa</i>	Euphorbiaceae	whole plant	△
<i>Euphorbia lathyris</i>	Euphorbiaceae	ground part	○
<i>Euphorbia supina</i>	Euphorbiaceae	whole plant	△
<i>Exochorda serratifolia</i>	Rosaceae	branch	△
<i>Fallopia ciliinervis</i>	Polygonaceae	top part, ground part	△, ○
<i>Ficus carica</i>	Moraceae	top part	○
<i>Ficus elastica</i>	Moraceae	leaf, branch, root	△
<i>Ficus erecta</i>	Moraceae	heartwood	△
<i>Filipendula palmata</i>	Rosaceae	ground part	△
<i>Fortunella japonica</i>	Rutaceae	leaf, branch, root	○
<i>Geranium eriostemon</i>	Geraniaceae	whole plant	△
<i>Geranium nepalense</i>	Geraniaceae	whole plant	○
<i>Geranium sibiricum</i>	Geraniaceae	top part	○
<i>Geum japonicum</i>	Rosaceae	top part, ground part	△, △
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgoaceae	leaf, branch	△
<i>Glehnia littoralis</i>	Umbelliferae	whole plant	△
<i>Heracleum moellendorffii</i>	Apiaceae	ground part	△
<i>Hibiscus hamabo</i>	Malvaceae	flower, heartwood	△, △
<i>Hypericum ascyron</i>	Guttiferae	top part	△

Table 2. Continued

Plant name	Plant Family	Plant parts used	Nemastatic activity ^b
<i>Hypericum oliganthum</i>	Guttiferae	top part	△
<i>Hypericum patulum</i>	Guttiferae	top part, ground part	○, ○
<i>Ilex crenata</i>	Aquifoliaceae	leaf	△
<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	Leguminosae	whole plant	△
<i>Inula helenium</i>	Compositae	ground part	△
<i>Iris netschinskia</i>	Iridaceae	seed	△
<i>Jasminum nudiflorum</i>	Oleaceae	leaf, branch	△
<i>Juglans mandshurica</i>	Juglandaceae	branch, leaf	△, ○
<i>Juniperus virginiana</i>	Cupressaceae	leaf, branch	△
<i>Kirengeshoma koreana</i>	Saxifragaceae	root	○
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Sapindaceae	leaf	○
<i>Lagerstroemia indica</i>	Lythraceae	leaf	○
<i>Largerstroemia indica</i>	Lythraceae	bark, heartwood	△, △
<i>Leibnitzia anandria</i>	Asteraceae	ground part	△
<i>Lepidium ruderae</i>	Cruciferae	whole plant	△
<i>Ligustrum quihoui</i>	Oleaceae	leaf	△
<i>Lindera erythrocarpa</i>	Lauraceae	branch	△
<i>Lindera glauca</i>	Lauraceae	leaf	△
<i>Lindera obtusiloba</i>	Lauraceae	flower	○
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Magnoliaceae	branch	△
<i>Lonicera coreana</i>	Caprifoliaceae	branch	△
<i>Ludwigia prostrata</i>	Onagraceae	whole plant	△
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Solanaceae	whole plant	△
<i>Lysimachia clethroides</i>	Primulaceae	whole plant	△
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Primulaceae	seed	○
<i>Macleaya cordata</i>	Papaveraceae	whole plant	△
<i>Magnolia liliiflora</i>	Magnoliaceae	top part	△
<i>Mallotus japonicus</i>	Euphorbiaceae	fruit, leaf, branch	△, △, △
<i>Malus baccata</i>	Rosaceae	branch	○
<i>Malus pumila</i>	Rosaceae	leaf, branch	△, △
<i>Malus sieboldii</i>	Rosaceae	bark	○
<i>Mazus miquelii</i>	Scrophulariaceae	whole plant	△
<i>Meliosma oldhamii</i>	Sabiaceae	bark	△
<i>Morus alba</i>	Moraceae	branch, ground part	○, ○
<i>Morus bombycis</i>	Moraceae	leaf, branch	△
<i>Mukdenia rossii</i>	Saxifragaceae	top part	○
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Haloragaceae	whole plant	△
<i>Nuphar pumilium</i>	Nymphaeaceae	whole plant	△
<i>Nymphaea tetragona</i>	Nymphaeaceae	ground part	○
<i>Oenothera laciniata</i>	Onagraceae	whole plant	△
<i>Oenothera lamarckiana</i>	Onagraceae	whole plant	○
<i>Oenothera speciosa</i>	Onagraceae	top part	△
<i>Onoclea sensibilis</i>	Aspidaceae	ground part	△
<i>Pachysandra terminalis</i>	Buxaceae	whole plant	△
<i>Paeonia lactiflora</i>	Paeoniaceae	top part	○
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Gramineae	whole plant	△
<i>Papaver coreanum</i>	Papaveraceae	whole plant	○
<i>Pelargonium inquinans</i>	Geraniaceae	whole plant	△
<i>Penthorum chinense</i>	Crassulaceae	top part, ground part	△, ○
<i>Persicaria conspicua</i>	Polygonaceae	whole plant	△

Table 2. Continued

Plant name	Plant Family	Plant parts used	Nemastatic activity ^b
<i>Persicaria japonicum</i>	Polygonaceae	leaf, branch	△
<i>Persicaria nodosa</i>	Polygonaceae	leaf, branch, root	△
<i>Persicaria trigonocarpa</i>	Polygonaceae	whole plant, top part	△, ○
<i>Persicaria vulgaris</i>	Polygonaceae	whole plant	○
<i>Phellodendron insulare</i>	Rutaceae	leaf	△
<i>Picea abies</i>	Pinaceae	leaf, branch, bark	△, △, △
<i>Picea koraiensis</i>	Pinaceae	leaf, branch	○
<i>Picrasma quassioides</i>	Simaroubaceae	branch	○
<i>Pieris japonica</i>	Urticaceae	leaf	△
<i>Pinus bungeana</i>	Pinaceae	branch, leaf	△, ○
<i>Pinus densiflora</i>	Pinaceae	leaf	△
<i>Pinus koraiensis</i>	Pinaceae	root, leaf	△, △
<i>Pinus thunbergii</i>	Pinaceae	root, branch	△, △
<i>Polystichum retroso-paleaceum</i>	Aspidaceae	whole plant	△
<i>Poncirus trifoliata</i>	Rutaceae	fruit, branch, seed	△, △, ○
<i>Potamogeton cristantus</i>	Potamogetonaceae	whole plant	△
<i>Potentilla chinensis</i>	Rosaceae	ground part	○
<i>Potentilla cryptotaeniae</i>	Rosaceae	ground part	○
<i>Potentilla discolor</i>	Rosaceae	ground part	△
<i>Potentilla fragarioides</i>	Rosaceae	whole plant	△
<i>Potentilla paradoxa</i>	Rosaceae	ground part	○
<i>Pourthiaea villosa</i>	Rosaceae	leaf, branch, fruit	△, ○, ○
<i>Prunus leveilleana</i>	Rosaceae	bark	△
<i>Prunus padus</i>	Rosaceae	bark	△
<i>Prunus salicina</i>	Rosaceae	leaf, branch	△, ○
<i>Prunus serrulata</i>	Rosaceae	leaf	△
<i>Prunus triloba</i>	Rosaceae	branch	△
<i>Punica granatum</i>	Punicaceae	leaf, branch, fruit	△
<i>Pyrus calleryana</i>	Rosaceae	leaf, branch	△
<i>Raphiolepis umbellata</i>	Rosaceae	leaf	○
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	Polygonaceae	fruit	△
<i>Rhamnus davurica</i>	Rhamnaceae	leaf, branch	○
<i>Rheum palmatum</i>	Polygonaceae	ground part	△
<i>Rheum rhabarbarum</i>	Polygonaceae	top part	△
<i>Rheum tanguticum</i>	Polygonaceae	top part	△
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	Ericaceae	top part	△
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	Ericaceae	leaf, branch	△, △
<i>Rhododendron yedoense</i>	Ericaceae	branch	△
<i>Rhus chinensis</i>	Anacardiaceae	root, fruit	△, △
<i>Rhus trichocarpa</i>	Anacardiaceae	leaf, branch	△
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	ground part	△
<i>Rodgersia podophylla</i>	Saxifragaceae	top part	△
<i>Rodgersia podophylla</i>	Saxifragaceae	ground part	○
<i>Rosa multiflora</i>	Rosaceae	top part, leaf, branch	△, ○, ○
<i>Rosa rugosa</i>	Rosaceae	leaf, branch	○, ○
<i>Rubus corchorifolius</i>	Rosaceae	branch	△
<i>Rubus hongnoensis</i>	Rosaceae	leaf, branch, flower	△
<i>Rubus phoenicolasius</i>	Rosaceae	leaf, branch	○

Table 2. Continued

Plant name	Plant Family	Plant parts used	Nemastatic activity ^b
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	top part	○
<i>Rumex conglomeratus</i>	Polygonaceae	root	△
<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	ground part	△
<i>Rumohra standishii</i>	Aspidaceae	whole plant	△
<i>Ruta graveolens</i>	Rutaceae	ground part	△
<i>Salix graciliglans</i>	Salicaceae	leaf, branch	○
<i>Salix hultenii</i>	Salicaceae	branch	△
<i>Salix purpurea</i>	Salicaceae	leaf, branch	△
<i>Salvia miltiorrhiza</i>	Labiatae	ground part	△
<i>Sanguisorba hakusanensis</i>	Rosaceae	whole plant	△
<i>Sanguisorba officinalis</i>	Rosaceae	whole plant	○
<i>Sanguisorba tenuifolia</i>	Rosaceae	whole plant	△
<i>Sapium japonicum</i>	Euphorbiaceae	leaf, branch	○, ○
<i>Schisandra chinensis</i>	Magnoliaceae	fruit, ground part	△, △
<i>Sciadopitys verticillata</i>	Taxodiaceae	leaf, branch	△, △
<i>Scirpus radicans</i>	Cyperaceae	ground part	○
<i>Scirpus triangulatus</i>	Cyperaceae	seed	△
<i>Scirpus wichurae</i>	Cyperaceae	whole plant	△
<i>Securinega suffruticosa</i>	Euphorbiaceae	heartwood	△
<i>Sedum kamtschaticum</i>	Crassulaceae	ground part	○
<i>Sedum middendorffianum</i>	Crassulaceae	top part, ground part	△, △
<i>Sedum takesimense</i>	Crassulaceae	top part	△
<i>Senna tora</i>	Fabaceae	ground part	○
<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	ground part	△
<i>Sorbus commixta</i>	Rosaceae	branch	△
<i>Spiraea chinensis</i>	Rosaceae	branch	△
<i>Tagetes erecta</i>	Compositae	whole plant	○
<i>Tamarix chinensis</i>	Tamaricaceae	leaf, branch	○
<i>Taxodium distichum</i>	Taxodiaceae	branch	○
<i>Thuja orientalis</i>	Cupressaceae	leaf	○
<i>Thuja orientalis</i>	Cupressaceae	branch	○
<i>Tiarella polyphylla</i>	Saxifragaceae	whole plant	△
<i>Tilia amurensis</i>	Tiliaceae	leaf	△
<i>Trapa japonica</i>	Hydrocaryaceae	whole plant	△
<i>Tritonia crocosmaeflora</i>	Iridaceae	ground part	○
<i>Tsuga sieboldii</i>	Pinaceae	branch, leaf, bark	△, ○, ○
<i>Typhonium giganteum</i>	Araceae	ground part	○
<i>Ulmus davidiana</i>	Ulmaceae	branch	△
<i>Vaccinium oldhami</i>	Ericaceae	branch	△
<i>Veratrum nigrum</i>	Liliaceae	top part	△
<i>Viburnum carlesii</i>	Caprifoliaceae	leaf, branch, flower	△
<i>Viburnum dilatatum</i>	Caprifoliaceae	leaf, flower	○
<i>Vitis coignetiae</i>	Vitaceae	whole plant	○
<i>Vitis thunbergii</i>	Vitaceae	leaf, branch	△
<i>Vitis vinifera</i>	Vitaceae	top part	△
<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	Rutaceae	fruit	△
<i>Zinnia elegans</i>	Compositae	leaf	△
<i>Zizyphus jujuba</i>	Rhamnaceae	branch	△

Table 3. Nematostatic activity of the selected plant extracts^a

Plant name	Plant parts used for extraction	Nematostatic activity ^b			
		1 st test ^c	2 nd test	3 rd test	4 th test
<i>Acer triflorum</i>	leaf	○	△	–	△
<i>Angelica sinensis</i>	ground part	△	–	△	–
<i>Cedrela sinensis</i>	fruit	△	△	–	–
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	leaf	○	△	△	△
<i>Corylopsis gotoana</i> var. <i>coreana</i>	leaf	○	△	△	△
<i>Dictamnus dasycarpus</i>	ground part	○	–	○	△
<i>Filipendula palmata</i>	ground part	△	–	△	–
<i>Hypericum patulum</i>	top part	○	–	△	△
<i>Hypericum patulum</i>	ground part	○	–	–	–
<i>Koelreuteria paniculata</i>	leaf	○	△	△	△
<i>Lysimachia vulgaris</i> var. <i>davurica</i>	seed	○	–	–	△
<i>Paeonia lactiflora</i>	top part	○	–	△	△
<i>Penthorum chinense</i>	top part	△	△	△	–
<i>Pierisja japonica</i>	leaf	△	–	△	–
<i>Poncirus trifoliata</i>	seed	○	–	○	△
<i>Prunus salicina</i> var. <i>columnalis</i>	leaf, stem	△	△	△	△
<i>Rheum palmatum</i>	top part	△	–	+	△
<i>Rheum rhabarbarum</i>	top part	△	–	△	△
<i>Rheum tanguticum</i>	ground part	△	–	○	–
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	stem	△	△	–	–
<i>Salvia miltiorrhiza</i>	ground part	△	–	△	△
<i>Schisandra chinensis</i>	fruit	△	△	+	–
<i>Schisandra chinensis</i>	ground part	△	–	–	△
<i>Scirpus triangulatus</i>	seed	△	△	○	△
<i>Typhonium giganteum</i>	ground part	○	–	△	–

^a Twenty nematodes/species were inoculated in 96-well microplate containing 5,000 µg/ml of plant extract and observed daily for 7 days for their activity.

^b Nematostatic activity : + = nematode numbers are increased, – = movement not influenced at all, △ = movement decreased 50%, ○ = movement decreased more than 90%.

^c Nematode species : 1st, 2nd, 3rd test = *Rhabditis* sp., 4th test = Juveniles of *Meloidogyne incognita*.

고 석창포(*Acorus gramineus*), 죽도리풀(*Asiasarum sieboldi*), 팔각향(*Illicium verum*), 산내자(*Kaempferia galanga*)에서 살선충 작용을 보고하였다. 이번 연구에서도 석창포 지하부, 죽도리풀 지하부 조추출물은 강한 선충억제 활성을 보여 Choi 등(2006)의 연구와 동일한 결과를 보였다.

Kim 등(1998)은 만수국(*Tagetes patula*), 잔디(*Zoysia japonica*), 산검양욱나무(*Rhus sylvestris*), 불나무(*R. chinensis*), 양파(*Allium cepa*) 추출액을 토양에 처리하면 뿌리혹선충(*M. hapla*)의 난량 발생이 억제된다고 하였다. 이번 연구에서는 불나무(*R. chinensis*) 뿌리, 열매에서 선충억제 활성이 있었다.

반면, Lim 등(2004)은 43종 식물의 Methanol 조추출물을 이용하여 뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)에 대한 억제 작용을 시험하고, 쇠비름(*Portulaca oleracea*), 쇠별꽃(*Stellaria aquatica*)의 조추출물에서 선충 억제활성이 있다고 하였으나, 이번 연구에

서는 모두 억제효과가 나타나지 않았다.

메리골드속(*Tagetes*) 식물은 선충에 면역성으로 알려져 있으며 혼작, 윤작, 식물 잔재물 토양 혼입 등의 방법으로 선충 방제에 이용되고 있다. 이번 시험에서는 천수국(*Tagetes erecta*), 만수국아재비(*T. minuta*), 만수국(*T. patula*) 조추출물이 시험되었는데, 천수국(*T. erecta*)에서만 강한 선충억제 활성이 인정되었다.

소리쟁이속(*Rumex*)에는 약 200종이 있는데 주요 성분은 oxalic acid, tannin으로 수렴작용이 있는 신맛이 나는 식물이다. 이번 시험에서 수영(*Rumex acetosa*), 애기수영(*R. acetosella*), 묵발소리쟁이(*R. conglomeratus*), 소리쟁이(*R. crispus*), 참소리쟁이(*R. japonica*), 개대황(*R. longifolius*), 돌소루쟁이(*R. obtusifolius*) 등 7종이 시험되었는데, 이들 중 애기수영(*R. acetosella*) 지하부, 묵발소리쟁이(*R. conglomeratus*) 뿌리, 소리쟁이(*R. crispus*) 뿌리는 선충 억제 효과가 있었다.

본초강목, 동의보감, 민간에서 사용되는 구충제 중에서 이번 연구에서 선충 억제 작용을 보인 것은 학명 순으로 구릿대 (*Angelica dahurica*) 지하부, 당귀(*Angelica sinensis*) 지하부, 죽도리풀(*Asarum sieboldii*) 지하부, 담배풀(학슬, *Carpesium abrotanoides*) 꽃, 개오동(노나무, 재백피, *Catalpa ovata*), 개미자(*Cephalotaxus koreana*) 줄기, 산수유(山茱萸, *Cornus officinalis*) 열매, 잎, 줄기, 야광나무(*Crataegus maximowiczii*) 줄기, 팔꽃나무(패화, *Daphne genkwa*), 감(柿, *Diospyros kaki*) 나무 껍질, 담배풀(*Carpesium abrotanoides*) 꽃, 목향(土木香, 황화채, *Inula helenium*) 지하부, 사과(*Malus pumila*) 잎, 줄기, 뽕나무(桑白皮, *Morus alba*) 줄기, 뿌리, 소태나무(고목, 苦木, *Picrasma quassioides*) 줄기, 피마자(*Ricinus communis*) 지하부, 소나무(백송, 반송, 잣나무, *Pinus* spp.) 잎, 석류(금앵근, *Punica granatum*), 마가목(마아목, 馬牙木, *Sorbus commixta*) 줄기, 느릅나무(무이, 蕪蕪, *Ulmus davidiana* var. *japonica*) 줄기, 참여로(*Veratrum nigrum*) 지상부, 가막살나무(헝미, *Viburnum diatatum*) 잎과 꽃 등이었다. 이들 중 구릿대, 당귀, 죽도리풀, 야광나무, 피마자, 마가목, 느릅나무, 참여로, 가막살나무는 Ferris와 Zheng(1999)의 시험에서도 선충억제 효과를 보인 식물이다.

반면, 본초강목, 동의보감, 민간에서 사용되는 구충제 중에서 이번 연구에서 선충 억제 작용이 없었던 것은 학명 순으로 짚신나물(용아초, 龍牙草; *Agrimonia pilosa*), 가죽나무(저근피, *Ailanthus altissima*), 자귀나무(합환피, *Albizia julibrissin*), 파(*Allium fistulosum*), 마늘(대산, *Allium sativum*), 산부추(산비, 山菲, *Allium thumbergii*), 황해쑥(*Artemisia argyi*), 약쑥(*Artemisia princeps*), 천문동(*Asparagus cochinchinensis*), 동백(*Camellia japonica*), 삼잎(*Cannabis sativa*), 명아주(*Chenopodium album*), 굴껍질(진피, *Citrus unshiu*), 녹나무(장뇌향, *Cinnamomum camphora*), 호박(남과, 南瓜, *Cucurbita moschata*), 당근(*Daucus carota*), 술패랭이꽃(*Dianthus superbus*), 관중(貫衆, 면마, 綿馬, 범고비, 호랑고비, *Dryopteris crassirhizoma*), 용담(*Gentiana scabra*), 은행(행인, *Ginkgo biloba*), 약모밀(*Houttuynia cordata*), 산박하(깻잎나물, *Isodon inflexus*), 호두나무(추백피, *Juglans sinensis*), 수염가래꽃(*Lobelia chinensis*), 구기자(*Lycium chinense*), 후박(*Machilus thunbergii*), 멸구슬나무 껍질(고련피, 苦皮, *Melia azedarach*), 담배(*Nicotiana tabacum*), 벳짚(*Oryza sativa*), 고비(구척, 狗脊, *Osmunda japonica*), 덩이괭이밥(*Oxalis articulata*), 황벽나무(*Phellodendron amurense*), 대나무 잎(*Phyllostachys bambusoides*), 미국자리공(*Phytolacca americana*), 질경이(*Plantago asiatica*), 쇠비름(*Portulaca oleracea*), 복사나무(*Prunus persica*) 개구리자리(*Ranunculus sceleratus*), 옷나무(*Rhus verniciflua*), 소리쟁이(*Rumex crispus*), 참소리쟁이(*R. japonica*), 돌소리쟁이(*R. obtusifolius*), 무릇(*Scilla scilloides*), 고삼(너삼, 苦蔘, *Sophora flavescens*), 밀(*Triticum aestivum*), 산앵도(도이, 都李, *Vaccinium koreanum*), 순비기나무(만현, *Vitex rotundifolia*), 산초나무 열매(조피나무, 분디나무, 천초, 川椒, *Zanthoxylum schinifolium*), 생

강(생양, 生薑, *Zingiber officinale*) 등이다. 이들 중 개구리자리, 구기자, 담배, 덩이괭이밥, 돌소리쟁이, 밀, 복사나무, 소리쟁이, 수염가래꽃, 쇠비름, 술패랭이꽃, 약모밀, 자귀나무, 질경이, 짚신나물, 용담, 천문동, 파, 황해쑥 등은 Ferris와 Zheng(1999)의 시험에서는 선충억제 작용이 있다고 하였으나, 이번 시험에서는 억제 작용이 나타나지 않았다. 시험재료 준비에서 Ferris와 Zheng(1999)는 물 추출물을 이용하였고, 이번 시험은 Methanol 추출물을 이용한 차이가 있다. 전통의 구충제 중에서 Table 1에 기재되지 않은 백부근, 황련, 비자, 빈랑, 사군자 등은 시험되지 않았다.

국내 선충 방제용 친환경제품 중에 주원료가 고삼인 제품이 있다. 그러나 이번 시험에서 고삼 조추출물은 선충 억제 효과가 없었으며, 고삼과 같은 속의 회화나무(*Sophora japonica*)도 선충 억제 효과가 없었다. 고삼의 주요 성분은 matrine, oxymatrine로 알려져 있는데, matrine, oxymatrine 성분을 이용한 시험에서도 선충 억제 작용은 없었다(Kim, D.G. 미발표결과). 회화나무속(*Sophora*)에는 45종이 있는데, 국내 종은 *Sophora flavescens*(고삼)로 생각되고 중국에는 *Sophora tonkinensis*, *Sophora subprostrata*, *Sophora angustifolia*(Narrowleaf Sophora), *Sophora alopecuroides* 종이 있다. 중국 *Sophora*속에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

사람이나 동물에 사용되는 구충제의 작용기작은 1) 근육마비 작용을 일으키는 imidazothiazole levamisole, tetrahydropyrimidines pyrantel, morantel, pyrimidine methyridine, 2) 특히 산소가 부족한 상태에서 선충의 근육마비를 일으키는 piperazine, 3) 체강 근육마비 작용을 하는 avermectins, milbemycins, 4) 선충 미세소관 생성 억제작용을 하는 thiabendazole, mebendazole, 5) 선충의 arachidonic acid 대사작용을 방해하는 diethylcarbamazine 등으로 나누는데, 일반적으로 사람이나 동물에 사용되는 구충제를 토양의 식물기생선충 방제에 사용하는 것은 약제의 토양내 분산 및 침투성 문제, 가격 등의 이유로 직접적인 이용은 어렵다고 알려져 있다. 그러나 구충제 식물의 녹비 재배나 식물 잔재물 토양 혼입 등을 통한 선충 방제 효과는 검토가 필요하다. 토양 처리가 아닌 주로 소나무에 처리되는 소나무재선충 방제에는 avermectins이 이용되고 있다.

1차 검정에서 선충억제 활성을 보인 25개의 추출물을 선택하여 2, 3, 4차 반복 시험을 수행한 결과, 계수나무 잎, 히어리 잎 등 12종 시료는 반복 시험에서도 지속적인 선충억제 활성을 보였고, 복자기 등 13종 시료는 반복에 따라 선충억제 활성이 일정하지 않아 재선발 효율은 약 4% 정도였다(Table 3). 이상의 결과로 미루어, 부식성선충과 96-well microplate를 이용한 식물 조추출물의 선충억제 활성 선발시험은 충분히 검토할 가치가 있으며 앞으로 식물 조추출물 선발시험에 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

식물 조추출물의 선충억제 활성은 식물의 생육시기, 추출 용매, 추출물 사용 농도 등에 따라 차이가 있을 수 있다. 이번 시험

에서 선충억제 활성이 있는 것으로 선발된 282개의 식물 조추출물들은 앞으로 식물 기원의 살선충 물질 연구에 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

요 약

식물 기원의 살선충 물질 탐색 연구의 일환으로, 178과, 1,677종 식물의 부위별 조추출물 2,714종을 이용하여 이들이 선충의 활성에 미치는 영향을 검토하였다. 선충억제 활성 검정은 96-well microplate를 이용하였으며 부식성선충 20마리를 조추출물 5,000 µg/ml에 침지하고 7일간 매일 관찰하였다. 시험결과 2,362종(87.0%)의 조추출물은 부식성선충에 전혀 영향을 미치지 않았고, 187종(6.9%)의 조추출물은 부식성선충의 활성을 50% 정도 억제하였고, 95종(3.5%)의 조추출물은 90% 이상 억제를 보였으며, 70종(2.6%)의 조추출물에서는 오히려 부식성선충이 번식되었다. 1차 검정에서 50% 이상 선충억제 활성을 보인 추출물중에서, 25개의 추출물을 임의로 선택하여 2, 3차(부식성선충), 4차(고구마뿌리혹선충 유충) 반복 시험을 수행한 결과, 약 44%의 시료는 지속적인 선충억제 활성을 보였다. 이번 시험에서 선충억제 활성을 나타낸 282개의 식물 조추출물은 앞으로 식물 기원의 살선충 물질 연구시 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

Acknowledgements

This work was supported by Rural Development Administration (Project No. PJ008434), Suwon, Republic of Korea and a grant from Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (No. 111155-03-2-HD110).

References

- Chatterjee, A., Sukul, N. C., Laskar, S. and Ghoshmajumdar, S. 1982. Nematicidal principles from two species of Lamiaceae. *J. Nematol.* 14: 118–120.
- Choi, I. H., Park, J. Y., Shin, S. C. and Park, I. K. 2006. Nematicidal activity of medicinal plant extracts and two cinnamates isolated from *Kaempferia galanga* L. (Proh Hom) against the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Nematol.* 8: 359–365.
- Elbadri, G. A., Lee, D. W., Park, J. C., Yu, H. B. and Choo, H. Y. 2008. Evaluation of various plant extracts for their nematicidal efficacies against juveniles of *Meloidogyne incognita*. *J. Asia-Pacific Entomol.* 11: 99–102.
- Ferris, H. and Zheng, L. 1999. Plant sources of Chinese herbal remedies. *J. Nematol.* 31: 241–263.
- Germani, G., Reversat, G. and Luc, M. 1983. Effect of *Sesbania rostrata* on *Hirschmanniella oryzae* in flooded rice. *J. Nematol.* 15: 269–271.
- Grewal, P. S. 1989. Nematicidal effects of some plant extracts to *Aphelenchoides composticola* (Nematoda) infesting mushroom, *Agaricus bisporus*. *Revue de Nematol.* 12: 317–322.
- Heo, J. 1610. Donggeuibogam. CD-ROM. Yeogang Press, 1994. Seoul, Korea.
- Huang, K. C. 1993. The Pharmacology of Chinese Herbs. CRC Press, Ann Arbor, USA. 388 p.
- Johnson, A. W., Golden, A. M., Auld, D. L. and Sumner, D. R. 1992. Effects of rapeseed and vetch as green manure crops and fallow on nematodes and soil-borne pathogens. *J. Nematol.* 24: 117–126.
- Kim, D. G., Lee, Y. K., Lee, J. K. and Choi, Y. C. 1997. Simple cultivation of a *Rhabditis* sp. in nutrient broth. *RDA. J. Crop Protec.* 39: 42–46.
- Kim, H. J., Choo, H. Y., Park, C. G., Lee, S. M. and Kim, J. B. 1998. Biological control of northern root-knot nematodes, *Meloidogyne hapla* with plant extract. *Korean J. Appl. Entomol.* 37: 199–206.
- Kuhajek, J. M., Jeffers, S. N., Slattery, M. and Wedge, D. E. 2003. A rapid microbioassay for discovery of novel fungicides for *Phytophthora* spp. *Phytopathology* 93: 46–53.
- Lim, S. H., Zhu, Y. Z. Kim, M. S., Lee, Y. S., Son, J. S., Park, D. S., Hur, J. H., Kim, H. Y. and Choi, H. J. 2004. Nematicidal activity of Korean native plants against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Korean J. Pesticide Sci.* 8: 353–357.
- MacGuidwin, A. E. and Layne, T. L. 1995. Response of nematode communities to sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids grown as green manure crops. *J. Nematol.* 27: 609–616.
- McGaw, L. J., Van der Merwe, D. and Eloff, J. N. 2007. In vitro anthelmintic, antibacterial and cytotoxic effects of extracts from plants used in South African ethnoveterinary medicine. *The Veterinary J.* 173: 366–372.
- Miao, S. D. 1993. Zhonghua yao hai. (The expanse of Chinese herbal medicines). Haerbin Publisher, Haerbin, China.
- McGaw, L. J., Van der Merwe, D. and Eloff, J. N. 2007. In vitro anthelmintic, antibacterial and cytotoxic effects of extracts from plants used in South African ethnoveterinary medicine. *The Veterinary J.* 173: 366–372.
- Mojtahedi, H., Santo, G. S. and Ingham, R. E. 1993. Suppression of *Meloidogyne chitwoodi* with sudangrass cultivars as greenmanure. *J. Nematol.* 25: 303–311.
- Moriarty, Y. 1964. The efficacy of chrysoidin, new blue R and phloxine B for determining the viability of beet eelworm, *Heterodera schachtii* Schm. *Nematologica* 10: 644–646.
- Oka, Y., Ben-Daniel, B. and Cohen, Y. 2012. Nematicidal activity of the leaf powder and extracts of *Myrtus communis* against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Plant Pathol.* 61: 1012–1020.
- Oostenbrink, M. 1960. Population dynamics in relation to crop-pings, manuring and soil disinfection. In: Nematology, ed. by J. N. Sasser and W. R. Jenkins, Univ. of North Carolina, USA.

- Pavaraj, M., Bakavathiappan, G. and Baskaran, S. 2012. Evaluation of some plant extracts for their nematicidal properties against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *J. Biopest.* 5: 106–110.
- Perry, L. M. 1980. Medicinal Plants of East and Southeast Asia. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA. 632 pp.
- Preiser, F. A. 1962. Study and development of comparative laboratory testing of nematicides. PhD. thesis. McGill University, Montreal, Canada.
- Prot., J. C., Soriano, I. R. S., Mantias, D. M. and Savary, S. 1992. Use of green manure crops in control of *Hirschmanniella mucronata* and *H. oryzae* in irrigated rice. *J. Nematol.* 24: 127–132.
- Satoshi T., Sawada, J. and Moromizato, Z. 2008. Nematicidal activity of Okinawa Island plants on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Plant Soil* 303: 207–216.
- Siddiqui, M. A. and Alam, M. M. 1990. Toxicity of different plant parts of *Tagetes lucida* to plant-parasitic nematodes. *Indian J. Nematol.* 18: 181–185.
- Southey, J. F. 1986. Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Her Majesty's Stationery Office, London, UK. 202 pp.
- Tarjan, A. C. 1955. Evaluation of various nematodes for use in contact nematicide tests. *Proc. Helm. Soc. Wash.* 22: 33–37.
- Taylor A. L. and Sasser, J. N. 1978. Biology, Identification and Control of Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* Species). North Carolina State Univ., Graphics, USA. 111 pp.
- Verma, B. S., Verma, K. K., Sangwan, N. K. and Dhindsa, K. S. 1989. Toxicity of some indigenous plant extracts to root-knot, seed-gall, and citrus nematodes. *Pesticides(Bombay)* 23: 25–57.
- Whapham, C. A., Jenkins, T., Blunden, G. and Hankins, S. D. 1994. The role of seaweed extracts, *Acophyllum nodosum*, in the reduction in fecundity of *Meloidogyne javanica*. *Fund. Appl. Nematol.* 17: 181–183.
- Wiratno D. T., Van den Bergb, H., Riksend, J. A. G., Rietjensb, I. M. C. M., Djiwantia, S. R., Kammengad, J. E. and Murkb, A. J. 2009. Nematicidal activity of plant extracts against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *The Open Nat. Prod. J.* 2: 77–85.
- Zhang, G. and Xia, G. 1996. Color Pictorial Handbook of Toxic Chinese Herbs. Xinhao Bookstore, Tiangzing, China.