

더덕에 발생하는 당근뿌리혹선충의 증식억제 식물 탐색

임주락* · 황창연¹ · 김대향 · 최정식
전라북도농업기술원, ¹전북대학교 농업생명과학대학

Screening of Medicinal Plants to Suppress Population of *Meloidogyne hapla* in *Codonopsis lanceolata* Trautv

Ju Rak Lim*, Chang Yeon Hwang¹, Dae Hyang Kim and Jung Sick Choi
Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704
¹Faculty Biological Resources Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756

ABSTRACT : Total 90 species of medicinal plants were surveyed to see if they have any suppressive effects on the density of *M. hapla* at the exhibition field in the Chinan medicinal herbs experiment station. In 70 species including *Achyranthes japonica*, root-knot and/or egg sac of *M. hapla* was not found and these plants were planted in *C. lanceolata* field to check the degree of *M. hapla* infection. In 26 species including *A. japonica*, *M. hapla* infection was not observed. Simultaneously, 30 species were planted in pots to find out degree of infection by *M. hapla*. *Dianthus chinensis*, *Rudbeckia bicolor*, *Sedum kantschaticum*, *Ricinus communis*, *Anemarrhena asphodeloides*, *Malva verticillata*, *Chelidonium majus*, *Sesamum indicum*, *Agrimonia pilosa*, *Geum aleppicum*, *Sanguisorba officinalis* and *Scrophularia buergeriana* were free from infection. While the number of galls and density of *M. hapla* in soil were higher to high inoculation density, and the growth of *C. lanceolata* was lower.

KEY WORDS : *Codonopsis lanceolata*, *M. hapla*, Degree of infection, Medicinal plants

초 록 : 비름과 쇠무릎 등 총 36과 81속 90종의 약용식물을 대상으로 당근뿌리혹선충의 감염 여부를 조사한 결과, 쇠무릎 등 70종의 식물에서 당근뿌리혹선충 감염을 확인하지 못했고, 이들 70종 중 42종의 식물을 당근뿌리혹선충에 의한 더덕의 피해가 많았던 포장에 심고, 감염 여부를 조사한 결과, 쇠무릎 등 26종은 당근뿌리혹선충에 거의 감염되지 않았고, 지치 등 16종은 감염되었음을 확인하였다. 또한 42종의 식물 중 30종의 식물을 Pot 재배를 통하여 당근뿌리혹선충 접종밀도별 뿌리혹수와 토양 내 유충밀도를 조사한 결과 패랭이, 원추천인국, 기린초, 아주까리, 지모, 해변아욱, 애기똥풀, 흑참깨, 짚신나물, 큰뺨무, 오이풀, 현삼 등 12종은 당근뿌리혹선충에 거의 감염되지 않았음을 확인하였다. 반면에 더덕은 당근뿌리혹선충 접종밀도가 높을수록 뿌리혹수가 많아지고, 토양 내 유충밀도 역시 높아졌으며, 이에 따라 더덕의 생육은 접종밀도가 높을수록 나빠지는 경향이 있었다.

검색어 : 더덕, 당근뿌리혹선충, 감염정도, 약용식물

*Corresponding author. E-mail: jr1138@lycos.co.kr

뿌리혹선충의 방제 방법으로는 3~4년 주기의 토양개량, 벼 재배를 통한 침수, 태양열 소독 등이 제시되고 있으나(Chon *et al.*, 1996; Park *et al.*, 1995a), 재배기간이 늘어나고 토양개량 비용이 증가함에 따라, 이러한 물리적인 방법의 실용성이 낮아지고 있다. 최근 약효가 우수한 살선충제의 등장으로 비교적 약제방제가 잘 이루어지고 있기는 하지만, 토양 및 물의 이동, 유묘, 농기구 등에 의한 재오염이 계속적으로 이루어지기 때문에 근본적인 방제대책은 되지 못하고 있다(Cho *et al.*, 2000). 따라서 저항성 대목이나 품종을 이용하는 방법이 장기적으로 바람직한 방제대책이 될 수 있고, 식물기생선충의 방제에도 곱팡이나 세균을 이용한 생물학적 방제가 연구되고 있으며, 최근에는 살선충 물질을 함유한 식물 추출물을 이용하여 뿌리혹선충을 방제하고자 하는 노력이 이루어지고 있어 환경친화적인 면에서 유용한 접근이 될 수 있을 것이다.

뿌리혹선충 증식 억제 식물에 대한 연구로는 토마토에서 만수국이 고구마뿌리혹선충의 피해를 줄인다는 보고(Belcher & Hussey, 1977)가 있었고, 콩과 식물인 *Desmodium ovalifolium* 발에서 여러 가지 목초들이 자바니카뿌리혹선충(*Meloidogyne javanica*)에 전혀 감염되지 않는다는 사실을 보고(Lenne, 1981)하였다. 또한 캐나다 퀘벡 남서부의 시설원예지에서 유기질토양에 자생하는 32종의 잡초를 대상으로 당근뿌리혹선충의 감염여부를 조사한 결과 털비름, 돼지풀, 망초, *Solidago canadensis*, 피, *Panicum capillare*, 강아지풀, 바늘꽃과의 *Oenothera parviflora*를 당근뿌리혹선충의 비기주식물로 기록하였으며, 국화과의 개쑥갓을 유인식물로 추천하였다(Belair & Benoit, 1996).

우리 나라에서는 시설원에 내 뿌리혹선충의 생물적 방제를 위한 길항식물 자원 조사에서, 고구마뿌리혹선충 피해가 심했던 오이, 메론, 피망 재배 온실에서 피해를 받지 않은 식물로 팽이밥, 마디풀, 개기장, 바랭이, 독새풀, 쇠뜨기, 발뚝외풀, 개망초, 중대가리풀, 한련초 등을 확인하였고(Kim *et al.*, 1998a), 또한 만수국(*Tagetes patula*), 잔디, 산검양귀나무, 붉나무 및 양파추출액도 당근뿌리혹선충의 발생을 현저히 억제한다고 보고(Kim *et al.*, 1998b) 하였으며, 고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)에 대한 국내 자생식물의 살선충 활성에 대한 연구에서 쇠비름(*portulaca oleraceae* L.)과 쇠별꽃(*Stellaria aquatica* SCOP.) 초추출물의 살선충 효과가 높아 친환경농가에서 뿌리혹선충 예방 혹은 방제용도로 활용될 수 있음을 시사한 바 있다(Lim *et al.*, 2004).

따라서 본 연구에서는 국내외에서 아직까지 연구가 안된 식물 중에서 국내에 흔히 자생하는 약용식물을 대상으

로 당근뿌리혹선충의 증식 억제 가능성이 있는 식물을 탐색하고, 향후 살선충 활성 물질 개발과 식물기생선충 방제를 위한 기초 자료를 제공하는데 목적을 두었다.

재료 및 방법

당근뿌리혹선충 감염 여부 조사

더덕의 당근뿌리혹선충 증식억제 식물을 탐색하기 위해, 2001년에 진안숙근약초시험장 약용식물 전시포에서 90종의 식물을 대상으로 10뿌리씩 임의로 채취하여 뿌리혹수와 난낭수를 조사하였고, 토양을 채취하여 토양 내 유충밀도를 4반복으로 조사하여 당근뿌리혹선충 감염 여부를 조사하였으며, 식물의 동정은 식물도감(Lee, 1985; Ryuk, 1997; Ahn, 1999; Lee, 2002)을 이용하였다.

여기에서 감염되지 않은 식물을 2002년 4월 상순에 당근뿌리혹선충의 피해가 많았던 더덕 재배포장에 옮겨 심고, 9월 중순경 10주씩 임의로 채취하여 실험실에서 물로 깨끗이 씻은 다음 phloxine B 용액으로 염색하여, 뿌리혹수 및 난낭수 등 당근뿌리혹선충의 감염여부를 확인하였다.

Pot 접종 실험을 통한 당근뿌리혹선충 감염 여부 조사

다른 한편으로는 역시 감염되지 않았던 식물의 종자를 2002년 4월 중순, pot(Ø 20 cm, 높이 30 cm)에 파종하였고, 생육중기인 7월 상순에 더덕뿌리에서 증식시켜 분리한 당근뿌리혹선충의 난을 2,500마리와 5,000마리로 달리하여, 무처리를 대조구로 5반복 접종한(7월 4일) 후, 생육후기인 9월 하순에 뿌리혹수 및 토양 내 유충밀도 등을 조사하였다. 동시에 이들 식물과 비교하기 위해서 주요 기주식물인 더덕에도 당근뿌리혹선충 접종밀도를 0, 2,500, 5,000, 7,500, 10,000마리로 하여 감염 및 피해 정도를 조사하였다.

당근뿌리혹선충 증식방법은 2001년 당근뿌리혹선충이 심하게 감염된 더덕 뿌리를 진안지역의 농가포장에서 채취하여 1 cm 정도로 잘라서 250 ml 삼각플라스크에 넣고, 5% Chlorox 200 ml를 부은 후, 4분간 심하게 흔들어서 500 mesh 체에 붓고 수돗물로 충분히 헹구어서 바이커에 모아 두었다. 그 후 비닐하우스내의 살균된 토양에서 재배한 더덕의 본엽이 2~3매 나왔을 때, 분리한 난을 접종하여 증식하였다.

결과 및 고찰

포장에서 당근뿌리혹선충 감염여부 조사

당근뿌리혹선충의 증식을 억제할 수 있는 식물을 탐색

하기 위해 진안숙근약초시험장의 약용식물 전시포에서 뿌리혹선충 감염여부를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 비름과(Amaranthaceae) 쇠무릎(*Achyranthes japonica*) 등 총 36과 81속 90종의 식물에 대하여 뿌리혹수 및 난낭수, 토양내 유충밀도를 조사한 결과 지치과(Boraginaceae) 컴

Table 1. Screening of medicinal plants to suppress population of *M. hapla* in field

Family	Medicinal plant Species	No. of galls	No. of egg sac	No. of juveniles /300 ml soil
Amaranthaceae (비름과)	<i>Achyranthes japonica</i> (쇠무릎)	0	0	1
Araceae (천남성과)	<i>Acorus calamus</i> (창포)	0	0	0
	<i>Arisaema amurense</i> (천남성)	0	0	0
Aristolochiaceae (취방울과)	<i>Asiasarum sieboldii</i> (족두리풀)	0	0	10
Berberidaceae (매자나무과)	<i>Epimedium koreanum</i> (삼지구엽초)	0	0	0
Boraginaceae (지치과)	<i>Symphytum officinale</i> (컴프리)	95	102	672
	<i>Lithospermum erythrorhizon</i> (지치)	0	0	0
Campanulaceae (초롱꽃과)	<i>Adenophora remotiflora</i> (모시대)	0	0	0
	<i>Adenophora triphylla</i> (잔대)	0	0	2
	<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	43	46	156
Caprifoliaceae (인동과)	<i>Plantago asiatica</i> (창이자)	0	0	0
Caryophyllaceae (석죽과)	<i>Dianthus chinensis</i> (패랭이)	0	0	0
	<i>Lychnis cognata</i> (동자꽃)	0	0	0
Compositae (국화과)	<i>Achillea alpina</i> (뜸풀)	0	0	0
	<i>Arctium lappa</i> (우영)	18	20	96
	<i>Aster scaber</i> (참취)	0	0	18
	<i>Atractylodes japonica</i> (삽주)	0	0	1
	<i>Chrysanthemum zawadshii</i> (구절초)	0	0	24
	<i>Cirsium maackii</i> (영경귀)	0	0	5
	<i>Inula helenium</i> (목향)	6	6	24
	<i>Petasites japonicus</i> (머위)	0	0	0
	<i>Rudbeckia bicolor</i> (원추천인국)	0	0	0
	<i>Xanthium strumarium</i> (도꼬마리)	0	0	1
Crassulaceae (돌나물과)	<i>Sedum kamschaticum</i> (기린초)	0	0	0
	<i>Sedum sarmentosum</i> (돌나물)	0	0	0
Euphorbiaceae (대극과)	<i>Euphorbia lathyris</i> (속수자)	0	0	0
	<i>Euphorbia pekinensis</i> (대극)	0	0	0
	<i>Ricinus communis</i> (아주까리)	0	0	0
Geraniaceae (취손이풀과)	<i>Geranium thunbergii</i> (이질풀)	0	0	0
Gramineae (벼과)	<i>Coix mayuen</i> (올무)	0	0	0
Haemodoraceae (지모과)	<i>Anemarrhena asphodeloides</i> (지모)	0	0	1
Iridaceae (붓꽃과)	<i>Iris sanguinea</i> (붓꽃)	0	0	6
Labiatae (꿀풀과)	<i>Elsholtzia ciliata</i> (향유)	0	0	0
	<i>Elsholtzia splendens</i> (꽃향유)	0	0	0
	<i>Leonurus sibiricus</i> (익모초)	0	0	0
	<i>Phlomis umbrosa</i> (속단)	0	0	0
	<i>Prunella vulgaris</i> (꿀풀)	0	0	0
	<i>Scutellaria baicalensis</i> (황금)	0	0	0
	<i>Astragalus membranaceus</i> (황기)	59	61	96
	<i>Sophora flavescens</i> (고삼)	278	283	246
	<i>Allium tuberosum</i> (부추)	0	0	0
Liliaceae (백합과)	<i>Asparagus cochinchinensis</i> (천문동)	0	0	0
	<i>Convallaria keiskei</i> (은방울꽃)	0	0	0
	<i>Disporum sessile</i> (운판나물)	0	0	0
	<i>Fritillaria ussuriensis</i> (패모)	12	14	15

Table 1. Continued.

Family	Medicinal palnt Species	No. of galls	No. of egg sac	No. of juveniles /300 ml soil
Liliaceae (백합과)	<i>Hemerocallis aurantiaca</i> (원추리)	0	0	0
	<i>Hosta longipes</i> (비비추)	0	0	1
	<i>Hosta plantaginea</i> (옥잠화)	0	0	0
	<i>Lilium lancifolium</i> (참나리)	0	0	0
	<i>Polygonatum odoratum</i> (둥굴레)	0	0	0
	<i>Verarum oxysepalum</i> (박새)	27	0	0
Malvaceae (아욱(무궁화)과)	<i>Althaea rosea</i> (접시꽃)	0	0	6
	<i>Malva verticillata</i> (해변아욱)	0	0	0
Nymphaeaceae (수련과)	<i>Houttuynia cordata</i> (약모밀)	0	0	0
Osmundaceae (고비과)	<i>Osmunda japonica</i> (고비)	0	0	18
Papaveraceae (양귀비과)	<i>Chelidonium majus</i> (애기똥풀)	0	0	0
Pedalidaceae (참깨과)	<i>Sesamum indicum</i> (흑참깨)	0	0	0
Polygonaceae (마디풀과)	<i>Pleuropterus multiflorus</i> (하수오)	0	0	0
Polypodiaceae (고사리과)	<i>Pteridium aquilnum</i> (고사리)	16	0	0
Ranunculaceae (미나리아재비과)	<i>Aconitum jaluense</i> (투구꽃)	0	0	0
	<i>Aconitum pseudolaeve</i> (진범)	0	0	0
	<i>Cimicifuga heracleifolia</i> (승마)	0	0	0
	<i>Clematis mandshurica</i> (으아리)	0	0	48
	<i>Paeonia ractiflora</i> (작약)	75	79	372
	<i>Pulsatilla cermua</i> (할미꽃)	11	12	60
Rosaceae (장미과)	<i>Agrimonia Pilosa</i> (짚신나물)	0	0	0
	<i>Geum aleppicum</i> (큰땀무)	0	0	0
	<i>Potentilla fragarioides</i> (양지꽃)	0	0	0
	<i>Sanguisorba officinalis</i> (오이풀)	0	0	0
Rubiaceae (꼭두서니과)	<i>Galium verum</i> (솔나물)	0	0	6
Rutaceae (운향과)	<i>Ruta graeolens</i> (운향)	11	13	30
Saururaceae (삼백초과)	<i>Saururus chinensis</i> (삼백초)	0	0	1
Saxifragaceae (범의귀과)	<i>Astilbe chinensis</i> (노루오줌)	25	20	78
Scrophulariaceae (현삼과)	<i>Limnophila aromatica</i> (소엽풀)	0	0	0
	<i>Scrophularia buergeriana</i> (현삼)	0	0	0
	<i>Pseudolysimachion kiusianum</i> (긴산꼬리풀)	0	0	1
	<i>Veronicastrum sachalinense</i> (냉초)	0	0	3
	<i>Solanum lyratum</i> (배풍등)	0	0	0
Umbelliferac (미나리과)	<i>Angelica acutiloba</i> (일당귀)	56	64	89
	<i>Angelica decursiva</i> (바디나물)	33	35	204
	<i>Angelica dahurica</i> (구릿대)	111	123	406
	<i>Angelica tenuissima</i> (고본)	23	24	69
	<i>Bupleurum falcatum</i> (시호)	0	0	0
	<i>Foeniculum vulgare</i> (회향)	0	0	0
	<i>Glehnia littoralis</i> (갯방풍)	35	39	162
	<i>Ledebourielle seseloides</i> (방풍)	48	65	112
	<i>Ligusticum chuanxiong</i> (토천궁)	120	127	50
	<i>Ostericum koreanum</i> (강활)	32	30	288
Valerianaceae (마타리과)	<i>Patrinia scabiosaeifolia</i> (마타리)	0	0	0
Violaceae (제비꽃과)	<i>Viola mandshurica</i> (흰제비꽃)	38	39	72
36과	81속 90종			

프리(*Symphytum officinale*) 등 20종에서 당근뿌리혹선충의 감염을 확인할 수 있었고, 특히 바디나물, 구릿대, 갯방풍, 방풍, 강활 등 미나리과에서 감염된 식물이 많았으며, 지치과 컴프리, 초롱꽃과 도라지, 콩과 황기, 고삼, 미나리

아재비과 작약에서 피해가 심하였다.

그러나 나머지 70종의 식물에서는 뿌리혹 및 난낭 형성은 거의 찾아볼 수 없었고, 토양 내 유충 또한 거의 검출되지 않아, 이러한 식물들은 일단 당근뿌리혹선충의 증식억

제 효과가 있을 것으로 판단되나, 시호(*Bupleurum falcatum*), 소엽플(*Limnophila aromatica*), 하수오(*Pleuropterus multiflorus*) 등과 같이 이미 뿌리혹선충에 감염되는 것으로 알려진(Choi et al., 1995; Park, 1992) 식물에서도 피해를 받지 않았던 것을 보면, 식재 후 3~7년 된 약용식물 전세포의 특성상 여러 가지 식물이 좁은 공간에 같이 공존하기 때문에, 당근뿌리혹선충의 감수성이 높은 식물에 의해 유인될 가능성도 있어, 당근뿌리혹선충의 피해가 없더라도 확실하게 당근뿌리혹선충의 증식을 억제할 수 있는 식물이라고 단정할 수는 없다고 생각한다.

따라서 좀 더 정확하게 당근뿌리혹선충에 대한 감수성 여부를 알아보기 위해서, 당근뿌리혹선충에 감염되지 않은 식물 70종을 대상으로 전년도(2001)에 당근뿌리혹선충의 피해가 심했던 더덕 재배포장에 심고, 감염여부를 조사한 결과는 Table 2와 같다.

감염되지 않았던 70종의 식물 중 종자를 구할 수 없었던 것과 재배도중 생육불량으로 고사된 것을 제외한 비름과 쇠무릎 등 총 25과 42종의 식물 중에서, 지치과(*Boraginaceae*) 지치(*Lithospermum erythrorhizon*) 등 11과 16종은 당근뿌리혹선충에 감염된다는 것을 확인할 수 있었

고, 비름과 쇠무릎(*A. japonica*) 등 26종은 거의 감염되지 않았음을 확인하였다. 그러나, 톱풀(*Achillea alpina*), 머위(*Petasites japonicus*), 돌나물(*Sedum sarmentosum*), 꿀풀(*Prunella vulgaris*), 참나리(*Lilium lancifolium*), 둥굴레(*Polygonatum odoratum*), 해변아욱(*Malva verticillata*), 애기똥풀(*Chelidonium majus*) 등 8종은 뿌리혹은 확인할 수 있었으나, 난방이 없어 확실하게 감염되지 않는 식물인지는 파악할 수가 없었다.

Pot 접종 실험을 통한 당근뿌리혹선충 감염 여부 조사

Table 1에서 당근뿌리혹선충에 감염되지 않았던 약용식물 70종을 대상으로 포장실험과 동시에(2002년) pot에 종자를 파종하고, 생육중기에 당근뿌리혹선충의 난수를 달리하여 접종한 결과는 Table 3과 같다.

앞에서와 마찬가지로 종자를 구할 수 없었던 것과 생육불량으로 인하여 고사된 것을 제외하고 총 30종의 식물에 대하여 당근뿌리혹선충 접종밀도별 뿌리혹수와 토양 내 유충밀도를 조사한 결과, 창이자, 동자꽃, 속수자, 향유,

Table 2. Differences in the degree of infection to root-knot nematodes in medicinal plants cultured at the field of *C. lanceolata*, as a preceding crop, severely damaged by *M. hapla*

Medicinal palnt		No. of galls	No. of egg sac	Medicinal palnt		No. of galls	No. of egg sac
Family	Species			Family	Species		
Amaranghaceae	<i>A. japonica</i>	0	0	Liliaceae	<i>A. tuberosum</i>	0	0
Araceae	<i>A. calamus</i>	0	0		<i>A. cochinchinensis</i>	0	0
Boraginaceae	<i>L. erythrorhizon</i>	8	8		<i>L. lancifolium</i>	3	0
Campanulaceae	<i>A. triphylla</i>	15	16		<i>P. odoratum</i>	4	0
Caprifoliaceae	<i>P. asiatica</i>	47	49	Malvaceae	<i>M. verticillata</i>	1	0
Caryophyllaceae	<i>D. chinensis</i>	0	0	Nymphaeaceae	<i>H. cordata</i>	0	0
	<i>L. cognata</i>	52	53	Papaveraceae	<i>C. majus</i>	2	0
Compositae	<i>A. alpina</i>	1	0	Pedalidaceae	<i>S. indicum</i>	0	0
	<i>A. japonica</i>	13	13	Polygonaceae	<i>P. multiflorus</i>	25	25
	<i>P. japonicus</i>	7	0	Polypodiaceae	<i>P. aquilnum</i>	0	0
	<i>R. bicolor</i>	0	0	Ranunculaceae	<i>A. jaluense</i>	0	0
Crassulaceae	<i>S. kamschaticum</i>	0	0	Rosaceae	<i>A. Pilosa</i>	0	0
	<i>S. sarmentosum</i>	2	0		<i>G. aleppicum</i>	0	0
Euphorbiaceae	<i>E. lathyris</i>	78	89		<i>S. officinalis</i>	0	0
	<i>R. communis</i>	0	0	Saururaceae	<i>S. chinensis</i>	0	0
Gramineae	<i>C. mayuen</i>	22	22	Scrophulariaceae	<i>L. aromatica</i>	44	44
Haemodoraceae	<i>A. asphodeloides</i>	0	0		<i>S. buergeriana</i>	0	0
Labiatae	<i>E. ciliata</i>	525	530	Solanaceae	<i>S. lyratum</i>	89	90
	<i>E. splendens</i>	20	20	Umbelliferae	<i>B. falcatum</i>	313	314
	<i>L. sibiricus</i>	129	129		<i>F. vulgare</i>	12	12
	<i>P. vulgaris</i>	13	0				
	<i>S. baicalensis</i>	45	45				
				25과	42종		

꽃향유, 익모초, 황금, 황기, 고삼, 소엽풀, 배풍등 등 11종이 당근뿌리혹선충에 심하게 감염되었고, 쇠무릎, 지치, 잔대, 톱풀, 울무, 꿀풀, 하수오 등 8종은 약간 감염되었으며, 패랭이, 원추천인국, 기린초, 아주까리, 지모, 해변아욱, 애기똥풀, 흑참깨, 짚신나물, 큰뽕무, 오이풀, 현삼 등 12종은 전혀 감염되지 않았거나 극히 저밀도로 일부 감염되었음을 확인할 수 있었다.

또한 당근뿌리혹선충에 감염된 식물의 경우 당근뿌리혹선충 난 접종밀도가 많아질수록 뿌리혹수와 토양내 우충밀도가 많아지는 경향이었는데(Table 3), 이는 더덕에서 Pot 접종 실험 결과(Fig. 1)와 동일하였으며, 또한 Fig. 2에서 더덕의 경태, 근장 및 근중 등은 접종밀도가 높을수

록 작아지는 경향이었는데, 이것은 더덕에서 당근뿌리혹선충의 피해가 심하고 재배년수가 길어질수록 피해가 커진다는 보고(Lim *et al.*, 2005; Chung & Han, 2003)와 참외의 경우 선충에 감염되면 초장, 생체중 및 근장이 감소하고 부패근수가 증가하며(Park *et al.*, 1995b,c), 오이에 있어서는 줄기 생체중과 뿌리혹수 사이에 부의 상관성을 보였다는 보고(Wehner & Walters, 1991) 및 시호의 수량 감소율은 무처리구와 비교하여 100마리 접종구에서 1%, 1,000마리 접종구에서 3.6%, 5,000마리 접종구에서 15.7%, 10,000마리에서 57.1%나 감소하였다는 보고(Choi *et al.*, 1995)에서 그 이유를 찾을 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Reproduction of *M. hapla* by inoculation density in medicinal plants

Medicinal plant		No. of galls			No. of juveniles/300 ml soil		
Family	Species	0 [†]	2,500	5,000	0	2,500	5,000
Amaranghaceae (비름과)	<i>A. japonica</i> (쇠무릎)	0	3	32	0	4	0
Boraginaceae (지치과)	<i>L. erythrorhizon</i> (지치)	0	0	0	4	5	2
Campanulaceae (초롱꽃과)	<i>A. triphylla</i> (잔대)	0	8	13	8	8	36
Caprifoliaceae (인동과)	<i>P. asiatica</i> (창이자)	5	33	99	2	399	783
Caryophyllaceae (석죽과)	<i>D. chinensis</i> (패랭이)	0	0	0	0	0	0
	<i>L. cognata</i> (동자꽃)	0	64	69	0	256	200
Compositae (국화과)	<i>A. alpina</i> (톱풀)	0	14	21	0	0	0
	<i>R. bicolor</i> (원추천인국)	0	0	0	0	0	0
Crassulaceae (돌나물과)	<i>S. kamschaticum</i> (기린초)	0	0	0	0	0	6
Euphorbiaceae (대극과)	<i>E. lathyris</i> (속수자)	0	30	317	0	13	87
	<i>R. communis</i> (아주까리)	0	0	0	0	0	0
Gramineae (벼과)	<i>C. mayuen</i> (울무)	0	22	76	8	22	87
Haemodoraceae (지모과)	<i>A. asphodeloides</i> (지모)	0	0	0	0	0	0
Labiateae (꿀풀과)	<i>E. ciliata</i> (향유)	0	770	1575	3	230	273
	<i>E. splendens</i> (꽃향유)	0	10	23	0	36	110
	<i>L. sibiricus</i> (익모초)	0	205	475	99	228	1326
	<i>P. vulgaris</i> (꿀풀)	0	3	32	0	14	36
Leguminosae (콩과)	<i>S. baicalensis</i> (황금)	0	43	49	4	96	105
	<i>A. membranaceus</i> (황기)	25	115	103	2	144	86
Malvaceae (아욱과)	<i>S. flavescens</i> (고삼)	6	38	71	4	6	18
	<i>M. verticillata</i> (해변아욱)	0	1	5	1	0	0
Papaveraceae (양귀비과)	<i>C. majus</i> (애기똥풀)	0	0	0	0	0	0
Pedalidaceae (참깨과)	<i>S. indicum</i> (흑참깨)	0	0	0	0	0	16
Polygonaceae (마디풀과)	<i>P. multiflorus</i> (하수오)	0	14	30	4	10	34
Rosaceae (장미과)	<i>A. pilosa</i> (짚신나물)	0	0	0	4	8	10
	<i>G. aleppicum</i> (큰뽕무)	0	0	0	0	0	0
	<i>S. officinalis</i> (오이풀)	0	0	0	0	0	6
Scrophulariaceae (현삼과)	<i>L. aromatica</i> (소엽풀)	0	30	52	0	308	498
	<i>S. buergeriana</i> (현삼)	0	0	0	0	0	0
Solanaceae (가지과)	<i>S. lyratum</i> (배풍등)	0	59	186	0	60	354
19과	30종						

[†]Inoculation density (No. of eggs/pot)

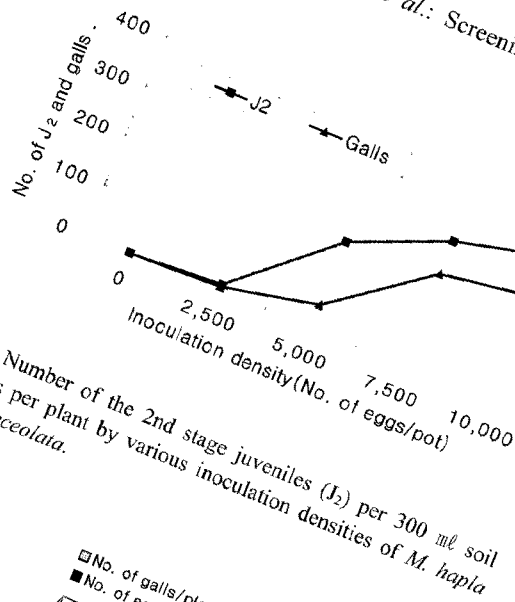


Fig. 1. Number of the 2nd stage juveniles (J₂) per 300 ml soil and galls per plant by various inoculation densities of *M. hapla* on *C. lanceolata*.

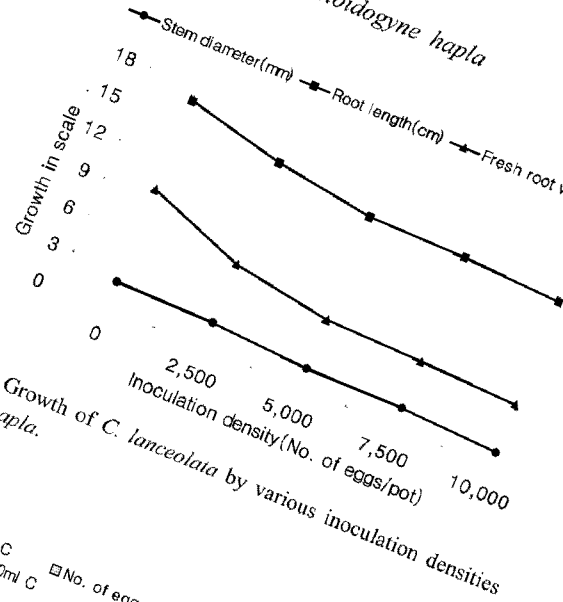


Fig. 2. Growth of *C. lanceolata* by various inoculation densities of *M. hapla*.

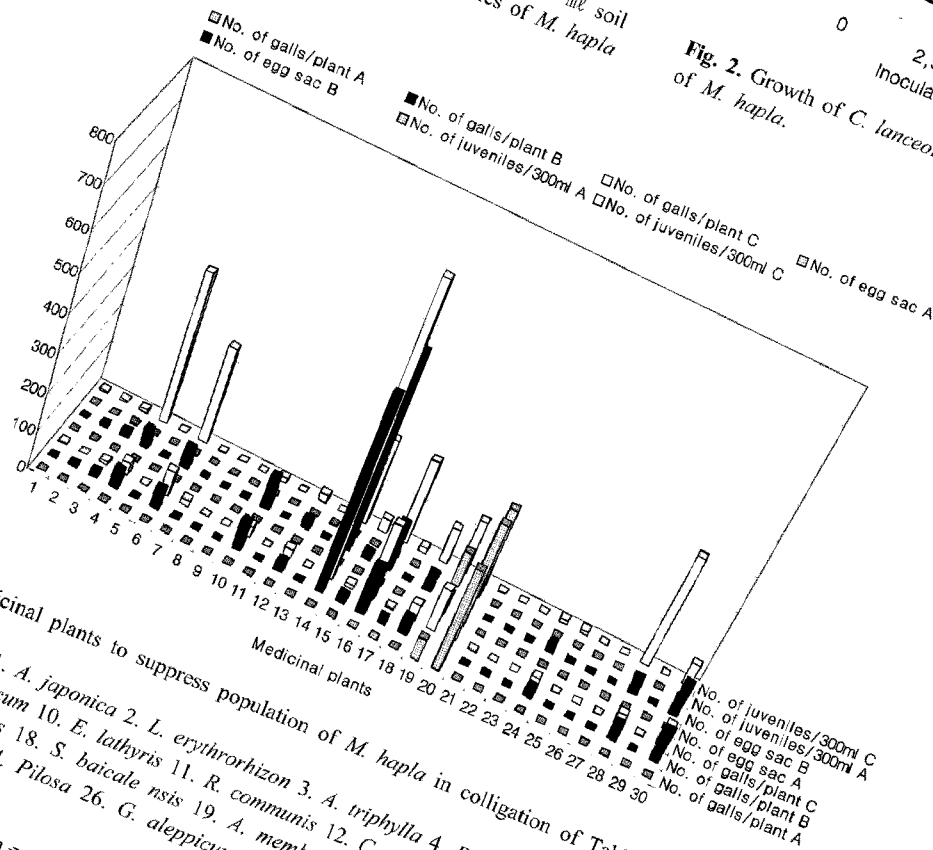


Fig. 3. Screening of medicinal plants to suppress population of *M. hapla* in colligation of Table 1, 2 and 3 (A: Table 1, B: Table 2, C: Table 3).
 *1-30: Medicinal plants (1. *A. japonica* 2. *L. erythrorhizon* 3. *A. triphylla* 4. *P. asiatica* 5. *D. chinensis* 6. *L. cognata* 7. *A. alpina* 8. *R. bicolor* 9. *S. kamschaticum* 10. *E. lathyris* 11. *R. communis* 12. *C. mayuen* 13. *A. asphodeloides* 14. *E. ciliata* 15. *E. splendens* 16. *L. sibiricus* 17. *P. vulgaris* 18. *S. baicale nsis* 19. *A. membranaceus* 20. *S. flavescens* 21. *M. verticillata* 22. *C. majus* 23. *S. officinalis* 24. *P. multiflorus* 25. *A. pilosa* 26. *G. aleppicum* 27. *S. officinalis* 28. *L. aromatica* 29. *S. buergeriana* 30. *S. lyratum*)

상의 결과에서 당근뿌리혹선충에 심하게 감염되었던 동자꽃, 속수자, 향유, 꽃향유, 익모초, 황금, 황기, 열풍, 배풍 등 중에서 황금과 황기는 이미 기주식 고되었고(Choi, 2001), 나머지 9종의 식물은 국내 근뿌리혹선충의 기주식물 또는 감수성 식물로 판단 않았지만 기주식물 또는 감수성 식물로 판단 2, 3을 종합하여 볼 때(Fig. 3) Table 1에서 에 감염되지 않았었던 식물이 Table 2와

3에서는 약간씩 또는 심하게 감염되는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 이미 앞에서 언급한 바와 같이 식재 후 3~7년 된 약용식물 전지포의 특성상 여러 가지 식물이 좁은 공간에 같이 공존하기 때문에, 당근뿌리혹선충의 감수성이 높은 식물에 의해 유인될 가능성이 있고 포장내 의 토양 이화학적, 강우 등 환경에 따른 차이가 있을 수 있어 나타나는 결과로 생각되나, 자세한 것은 추후 검토해 볼 필요가 있다.

또한 전혀 감염되지 않았던 패랭이, 원추천안국, 기린초, 아주까리, 지도, 해변아욱, 애기똥풀, 흑참깨, 짚신나물, 큰뚱무, 오이풀, 현삼 등 12종은 아직까지 국내외에 보고된 바는 없지만, 당근뿌리혹선충의 증식을 억제할 수 있는 식물일 가능성이 있으며, 그와 함께 당근뿌리혹선충의 증식을 억제할 수 있는 어떤 성분을 함유하고 있을 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다. 실제로 식물중에는 뿌리혹선충을 비롯한 식물기생성 선충의 증식을 억제하는 화학물질을 함유하고 있는데(Dropkin, 1980; Choi & La, 1994), 매리골드류(*Tagetes* spp.), *Crysanthemum* spp., *Ricinus communis*, *Asparagus officinalis* 등이 길항식물로 알려져 있고, 만수국에서는 살선충제인 hydroxytremetone과 bithienyl 물질인 5(4acetoxabutyl)nyl)2, 2'bithienyl이 분리되었으며(Hatakeda *et al.*, 1985), 아스파라거스에서는 glycoside가 살선충물질로 작용하고 있다는 보고가 있다(Dropkin, 1980).

따라서 감수성인 식물의 경우 토양 내에 당근뿌리혹선충의 유입이 많을수록 큰 피해가 예상되므로 더덕의 경우 본 실험에서 나타난 결과와 같이 당근뿌리혹선충의 방제를 위해서는 감수성인 식물로 유인하는 것보다는 증식억제 가능성이 있는 식물을 이용하여 신물질 추출하거나, 퇴비로 이용하는 등 방제 효과를 높일 수 있는 방법을 찾는 것이 유리할 것으로 생각한다.

Literature Cited

- Ahn, D.K. 1999. An illustrated book of Korea medicinal herbs. Kyohaksa. 855 pp.
- Belair, G. and D.L. Benoit. 1996. Host suitability of 32 common weeds to *Meloidogyne hapla* in organic soils of southwestern Quebec. *J. Nematol.* 28: 643-647.
- Belcher, J.V. and R.S. Hussey. 1977. Influence of *Tagetes patula* and *Arachis hypogaea* on *Meloidogyne incognita*. *Plant Dis. Repr.* 61:525-528.
- Cho, M.R., B.C. Lee, D.S. Kim, H.Y. Jeon, M.S. Yiem and J.O. Lee. 2000. Distribution of plant-parasitic nematodes in fruit vegetable production areas in Korea and identification of root-knot nematodes by enzyme phenotypes. *Kor. J. Appl. Entomol.* 39: 123-129.
- Choi, D.R., H.S. Kim and B. Y. Park. 1995. Effect of *Meloidogyne hapla* Chitwood on the growth of the hare's ear root *Bupleurum falcatum* L. *RDA. J. Agri. Sci.* 37: 313-317.
- Choi, Y.E. 2001. Tylenchida and Aphelenchida. *Economic Insects of Korea* 20. *Ins. Koreana Suppl.* 27, 392 pp.
- Choi, Y.E. and Y.J. La. 1994. *Plant nematology*. Hyangmunsa. Seoul. Korea. 226 pp.
- Chon, H.S., H.J. Park, S.G. Yeo, S.D. Park and Y.E. Choi. 1996. Technical development for control on soil nematodes (*Meloidogyne* spp.) of oriental melon in plastic film house. *RDA J. Agri. Sci.* 38(C.P.): 401-407.
- Chung, D.C. and S.C. Han. 2003. Studies on plant parasitic nematodes in the fields of *Codonopsis lanceolata*. *Kor. J. Plant Res.* 16: 200-206.
- Dropkin, V.H. 1980. *Introduction to plant nematology*. John Wiley & Sons, Inc. Toronto. Canada.
- Hatakeda, K., S. Ito, Y. Ikusima, and T. Asano. 1985. A new nematocidal compound in French marigold. *Jpn. J. Nematol.* 15: 11-13.
- Kim, H.H., H.Y. Choo, C.G. Park, J.J. Lee and D.Y. Jeong. 1998a. Antagonistic plant survey for the biological control of root-knot nematode in greenhouse. *Kor. J. Appl. Entomol.* 37: 91-95.
- Kim, H.H., H.Y. Choo, C.G. Park, S.M. Lee and J.B. Kim. 1998b. Biological control of the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla* with plant extract. *Kor. J. Appl. Entomol.* 37: 199-206.
- Lee, C.B. 1985. *An illustrated book of grate Korea plant*. Hyangmoonsa. pp. 990.
- Lee, Y.N. 2002. *The original color, An illustrated book of Korea plant*. Kyohaksa. pp. 1267.
- Lenne, J.M. 1981. Controlling *Meloidogyne javanica* on *Desmodium ovalifolium* with grasses. *Plant Dis.* 65: 870-871.
- Lim, J.R., C.Y. Hwang, J.Y. Kim, C.B. Park, D.H. Kim, J.S. Choi and B.K. Choo. 2005. Occurrence of plant parasitic nematodes in *Codonopsis lanceolata* field and its damage by *Meloidogyne Hapla*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44(4): 317-323.
- Lim, S.H., Z.Z. Yong, M.S. Kim, Y.S. Lee, J.S. Son, D.S. Park, J.H. Hur, H.Y. Kim, H.J. Choi, K.H. Kim and S.M. Kim. 2004. Nematicidal activity of Korean native plants against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *The Korean J. of Pesticide Sci.* 8: 353-357.
- Park, S.D. 1992. *Studies on the nematodes associated with medicinal herbs and their control in Korea. A thesis for the degree of doctor of agriculture* Kyungpook National University. pp. 79.
- Park, S.D., S.D. Park, T.Y. Kwon, B.S. Choi, W.S. Lee and Y.E. Choi. 1995a. Study on integrated control against root-knot nematode of fruit vegetables (oriental melon and cucumber) in vinyl house. *Kor. J. Appl. Entomol.* 34: 75-81.
- Park, S.D., S.D. Park, T.Y. Kwon, Y.S. Im and B.S. Choi. 1995b. Effect of early infection by *Meloidogyne incognita* on fruit vegetables. *RDA J. Agri. Sci.* 37(C.P.): 309-312.
- Park, S.D., T.Y. Kwon, H.S. Jun and B.S. Choi. 1995c. The occurrence and severity of damage by root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in controlled fruit vegetable field. *RDA J. Agric. Sci.* 37: 318-323.
- Ryuk, C.S. 1997. *An illustrated book of a herb medicine*. Kyohaksa. 730 pp.
- Wehner, T.C. and S.A. Walters. 1991. Correlation of shoot weight with root galling in *Cucumis* spp. inoculated with root-knot nematodes. *Cucurbit Genetics Coop. Rpt.* 14: 19-21.

(Received for publication 3 August 2006;
accepted 6 November 2006)