

## 하우스시설 재배지에서 발생하는 주요 선충

김세희 · 박상은 · 고나연 · 류태희 · 신호섭 · 권혜리 · 서미자 · 유용만 · 윤영남\*

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

## The major plant-parasitic nematodes in plastic vinyl house field

Sae-Hee Kim, Sang-Eun Park, Na-Yeon Ko, Tae-Hee Ryu, Heo-Seob Shin, Hye-Ri Kwon, Mi-Ja Seo, Yong-Man Yu, Young-Nam Youn\*

Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Received on 30 April 2013, revised on 11 June 2013, accepted on 11 June 2013

**Abstract** : To know how much damages occurred by nematodes in plastic vinyl house field, soil samples were collected from strawberry cultivation areas at Buyeo and Nonsan in Chungnam and Jinju in Gyeongnam, melon cultivation area at Goksung in Junnam and cucumber field at Gongju in Chungnam. And then, nematode samples were separated from each soil sample, and identified the kind of plant-parasitic nematodes. Plant-parasitic nematodes were separated from 52 soil samples. Among samples, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. and *Helicotylenchus* spp. were isolated from 45 (86.5%) and 33 (63.5%) and 47 collected soil samples (90.4%), respectively. As a result of identification of plant-parasitic nematodes from regional collected soil samples, distribution of *Helicotylenchus* spp. was higher than any other plant-parasitic nematode. And the population of *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus* spp. were also higher, and a occurrence ratio of *Meloidogyne* spp. is higher than *Pratylenchus* spp. except the cucumber growing area at Gongju.

**Key words** : Nematode, Plastic vinyl house, Fruit-vegetables

### I. 서론

선충은 분류학상 선형동물문(Nematoda)에 속하는 아주 작은 크기의 동물로 몸이 실과 같은 원통형의 모양을 하고 있고, 크기는 1 mm 가량인 것이 많으며, 종과 개체수가 풍부하고, 해수와 담수 그리고 토양 등에 모두 서식하는데, 특히 토양에서는 10 a당 8억 마리 정도가 서식하는 등 토양 생태계 내에서 중요한 역할을 담당하고 있다(Thorne, 1961). 따라서, 선충은 그 종류 또한 다양하고, 분포범위도 넓어 유기물이 있는 곳이라면 대부분의 장소에서 서식 가능한 동물이다. 지금까지 알려진 선충의 종류만 약 3만 마리 이상으로 밝혀져 있으며, 선충의 서식환경이나 생활 패턴에 따라서 동식물에 기생하는 기생성 선충, 포식력을 가지는 포식성 선충, 토양이나 수중의 유기질이나 미생물 등에 의존하여 생활하는 자활성 선충 등으로 크게 나뉘는데 이

를 모두를 통틀어 토양선충이라 부른다. 이러한 토양선충들 가운데에서 식물기생성 선충은 긴 구침을 가지고 있어, 뿌리의 표면에 구침을 찔러 넣어 식물 즙을 흡즙하여 영양분을 섭취하면서 살아가고 있다(Thorne, 1961; Taylor and Sasser, 1978). 이러한 결과로 인해서 식물기생성 선충에 의해서 피해를 입은 식물은 외관상으로 보았을 때 주로 양분의 부족 등에 의한 생리장애에 의한 증상으로 진단되는 경우가 많다. 하지만 선충에 의한 작물의 피해여부가 식량작물의 경우 10.7%, 경제작물은 14.0%에 이르는 등 평균 12.3%의 피해를 주는 것으로 보고된 바 있다(Sasser, 1989). 작물의 경제적 피해의 원인부분에서도 결코 낮은 비율을 차지하는 식물기생성 선충은 전 세계적으로 약 500여종이 보고되어 있으며, 국내 농작물에 피해를 주는 식물기생성 선충류는 12과 42속 132종이 기록되어 있다(Choi, 2001), 그 중에서도 많은 작물에 피해를 주고, 경제적인 면에서 중요하게 여겨지는 선충으로는 뿌리혹선충류(*Meloidogyne* spp.)과 뿌리썩이선충류(*Pratylenchus* spp.),

\*Corresponding author: Tel: +82-42-821-5769

E-mail address: youngnam@cnu.ac.kr

앞선충류(*Aphelenchoides* spp.) 등을 포함한 여러 선충을 대표적으로 들 수 있다(Kim, 1989).

뿌리혹선충류(*Meloidogyne* spp.)는 19세기경 영국에서 온실 재배를 하던 오이의 뿌리혹에서 처음 발견되었는데, Berkely에 의해서 'vibrios'로 표현된 것을 시작으로(Eriksson, 2008), Goeldi(1887)에 의해서 *Meloidogyne*속으로 분류되었다(Taylor and Sasser, 1978). *Meloidogyne*속에 속하는 선충은 97종이 보고되어 있으며, 전 세계적으로 약 700여종의 기주식물이 보고되어 있다(Taylor and Sasser, 1978; Perry et al., 2009). 국내 시설재배지에 서식하고 있는 뿌리혹선충의 종류로는 *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. cruciani*, *M. hispanica* 등 6종이 알려져 있는데(Cho et al., 2000) 이들 중 앞의 4종이 농업상 주요한 뿌리혹선충이며(Cho and Han, 1986; Cho et al., 2000a; Han et al., 2004), 우점종에 있어서는 기주에 따라서 차이가 나타나는 것으로 알려져 있다(Choi and Choo, 1978). 예를 들어 성주지역의 참외재배 단지에서는 한정된 경지면적으로 인한 연작재배의 결과로 뿌리혹선충의 밀도가 계속적으로 증가함에 따라 식물체 고사 및 수확량 감소 등 경제적인 피해가 가중되고 있다고 보고된 바 있다(Park et al., 1995b; Kwon et al., 1998; Park, 2000). 또한 강원도, 경북, 경남 등지의 더덕 재배지에서도 뿌리혹선충이 전체 조사 토양의 97%에서 검출되어 이로 인한 피해가 심각한 수준임이 보고된 바 있다(Chung and Han, 2003). 뿌리썩이선충류(*Pratylenchus* spp.)의 경우에는 국내 남부지방의 잎들깨 재배지에서 잎들깨의 생육 저하 및 고사로 인한 피해 보고가 된 바 있으며(Kim et al., 2000), 앞선충류(*Aphelenchoides* spp.)는 전남 영암, 경남 진양, 전남 담양 등지에서 딸기잎선충이 작물 내 기생으로 인해 딸기의 생장점과 꽃눈이 피해를 입어 잎이 작아지고 전개되지 않거나, 꽃대가 발달하지 않거나, 측아가 발생하는 증상들이 나타나 수량의 60%정도 감소되어 경제적 피해를 초래했다는 보고가 있다(Choi et al., 1994). 그 이외에도 사과과원에서 19속 25종의 식물기생성 선충이 검출로 인한 피해보고가 된 바 있으며(Choi and Lee, 1980), 감귤에서 역시 7여종의 식물기생성 선충이 발견되었으며 그 중 감귤선충에 의해 장기간 잠복 후 수년에 걸쳐서 생산량이 감소된다는 피해사례가 보고되어 있다(Sorribas et al., 2000; Verdejo-Lucas and Mckernary, 2004; Park et al., 2009).

그렇지만, 1980년대 이후에 이들 선충에 의한 피해상이

체계적으로 보고된 바는 없으며, 선충으로 인한 토양의 오염과 물의 오염, 농기구로 인한 재오염 등의 원인으로 식물기생성 선충의 피해가 증가함에도 불구하고 이러한 선충의 피해실정과 방제 대책의 마련에는 소홀한 측면이 있다. 따라서 최근 급증하는 선충에 의한 피해를 예측하거나 관리하고자 하는 노력이 매우 필요한 실정이다. 이에 본 연구는 국내 과채류재배지에서 발생하는 식물기생성 선충의 발생 현황과 피해에 대한 기초자료를 마련하기 위하여 피해와 분포 등을 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 토양 채집

본 실험에서 사용된 토양은 국내 주요 과채류재배지 중 충남 공주, 논산, 부여지역과 경남 진주, 전남 곡성 지역에서 2012년 4월부터 9월 사이에 토양 시료를 채집하였다. 충남 공주에서는 9월 중순에 유묘기의 오이가 심겨진 토양에서 시료를 채집하였다. 충남 논산에서는 6월 초순에 수박과 윤작을 하는 딸기재배지에서 딸기의 수확이 끝나고 수박을 심기 위하여 대기하고 있는 포장의 토양에서 시료를 채집을 하였고, 충남 부여에서는 6월 초순에 비가림 재배를 하고 있는 딸기재배지에서 토양 채집을 실시하였다. 경남 진주의 경우 5월말에 하우스에서 딸기재배를 하는 농가에서 토양 채집을 실시하였고, 전남 곡성에서는 4월 초순에 시설 하우스 재배를 하는 메론 재배농가에서 토양시료를 채집하였다.

선충의 감염여부를 확인하기 위해서 각 농가별로 시료당 500 g 이상의 토양을 각각 다른 지점에서 8점 이상씩 총 52개의 토양 시료를 채취하였으며, 채취한 시료는 비닐봉지에 넣어 밀폐시킨 후 직사광선에 노출시키지 않고 실험실로 운반하였다. 채취한 시료들은 선충을 분리하기 전까지 실험실 내의 그늘이 진 곳에서 보관하였고, 채취한 시료 모두 시료를 채취한 후 30일 안에 시료에서 선충을 분리하였다.

### 2. 선충분리 및 동정

토양 시료들은 300 g씩 분리하여 15 L의 통에 넣고 물을 2/3정도 채운 후 흙을 부드럽게 섞어준 후 다른 물통에 60

mesh와 400 mesh 체를 이용하여 선충을 모은 후에 선충들을 깔때기 아래 고무호수들을 집게로 막은 후 기포를 없앤 것을 확인한 후, 깔때기 위에 Kimwipe 휴지로 덮인 철망을 깔고 물을 휴지를 약간 적실 정도의 높이까지 채운 다음 철망 위의 비커에 담긴 모은 선충들을 유리막대를 통해 물 흐르듯 붓고 48 시간 후 집게를 약간 열어 모인 선충을 해부 현미경을 통해 확인하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 토양 내 발생하는 식물기생성 선충의 종류 및 밀도

총 5개 지역의 시설 재배지 토양에 존재하고 있는 식물기생성 선충을 분리하여 속을 확인한 결과, 주로 다음과 같은 속들이 존재하고 있는 것을 확인하였는데(Table 1), *Helicotylenchus* spp.(나선선충류)가 시료 300 g에서 분리수거하여 모인 물 10 mL당 평균 120.0마리가 검출되어 우점종으로 나타났다. *Helicotylenchus* spp.는 지렁이 모양으로 나선형이며, 앞쪽의 입부분은 약간 둥근 듯 평평하며 고리가 달려있는 듯하지만 길게 뻗어있지는 않고 후미 부위는 나누어져 있지 않은 긴 꼬리를 가지고 있어 속을 분류하는데 쉽게 구분할 수 있다. 그 다음으로 많은 것이 *Meloidogyne* spp.(뿌리혹선충류)로 평균 30.9마리가 검출되었는데, 표피층이 두텁고, 생식기와 항문 주변에 지문과 같은 둥근모양의 구조를 가지고 있으며, 입술관은 아령모양을 하고 있어 쉽게 구별할 수 있다. 성충 암컷은 흰색의 서양배 모양을 하고 있고, 수컷은 실 모양이다. 한편, 뿌리

썩이선충류(*Pratylenchus* spp.)는 평균 12.8마리가 검출되었는데, 뿌리썩이선충류는 암수 모두 지렁이 모양을 하고 있으며, 암컷이 약간 더 길다. 입술부위는 몸통과 구별되고, 머리는 단단하며, 꼬리는 약간 둥근편이다. 이러한 형태의 뿌리썩이선충류는 내부기생성으로 뿌리 속으로 파고 들어가 뿌리 안에서 가해를 한다. 뿌리내부에서 세포와 세포를 이동하면서 양분을 섭취하게 된다.

모든 지역에서 *Helicotylenchus* spp.가 감염되어 있는 재배지가 90.4%로 가장 풍부하게 넓은 지역에서 우점종으로 나타났으나, 이에 따른 피해는 보고되어 있지 않다. 이는 *Helicotylenchus* spp.가 식물체의 외부기생성 선충으로 다른 내부 기생성 선충인 *Meloidogyne* spp.와 *Pratylenchus* spp.와 비교하여 피해가 뚜렷하게 나타나지 않는 것으로 추정된다. 한편, 52개의 토양 시료 중 *Helicotylenchus* spp.가 기생하고 있는 시료의 수는 47개로 전체 시료의 90.4%로 가장 많았으며, *Meloidogyne* spp.가 기생하고 있는 시료의 수가 45개로 86.5%, *Pratylenchus* spp.의 경우 33개로 63.5%의 높은 감염률을 나타내었다(Table 2). 이는 전국의 시설재배지 토양은 90%이상이 피해가 될 한 *Helicotylenchus* spp.에 감염이 되어 있고, 85% 이상은 작물에 많은 피해를 주는 *Meloidogyne* spp.이 감염되어 있음을 나타내는 것으로 밀도의 많고 적음을 떠나, 작물이 연작재배를 할 경우에는 대부분의 토양에서 *Meloidogyne* spp.의 개체군이 증가할 것으로 예상되는 바, 연작을 할 경우 효과적인 방제방법의 적용이 필요할 것으로 사료된다.

토양 시료 내에서 발생을 확인한 선충 가운데 각각의 발

**Table 1.** Means of plant-parasitic nematodes in several plastic vinyl house with strawberry, cucumber and melon cultivation per 10 ml of collecting nematode water from 300 g of soil sample.

	<i>Helicotylenchus</i> spp.	<i>Meloidogyne</i> spp	<i>Pratylenchus</i> spp	Others	P
Mean±SD	120.0±56.0a	30.9±16.7b	12.8±18.9b	28.1±27.1b	0.000

\*P<0.050; test by duncan in SPSS 18.0. N=15.

**Table 2.** Detection ratios of nematodes parasites in collected soil samples from several plastic vinyl house with strawberry, cucumber and melon cultivation areas.

Total number of collected soil samples	No. of detected plant-parasitic nematode samples			
	<i>Helicotylenchus</i> spp.	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Pratylenchus</i> spp.	Others
52	47	45	33	45
	90.4%	86.5%	63.5%	86.5%

**Table 3.** Nematodes and detection rate from 52 collected samples in Korea, 2012.

Nematodes	No. of samples by population density <sup>1)</sup>				
	Grade of nematode density	1-10	11-100	101-500	Total
<i>Helicotylenchus</i> spp.	No. of samples	4	26	17	47
	Ratios (%)	8.5	55.3	36.2	100
<i>Meloidogyne</i> spp.	No. of samples	21	24	0	45
	Ratios (%)	46.7	53.3	0.0	100
<i>Pratylenchus</i> spp.	No. of samples	16	15	2	33
	Ratios (%)	48.5	45.5	6.1	100
Others	No. of samples	20	24	1	45
	Ratios (%)	44.4	53.3	2.2	100

<sup>1)</sup>No. of nematodes per 10 ml from 300 g soil diluted water.

생 밀도를 확인한 결과(Table 3), 발생 비율이 가장 높았던 *Helicotylenchus* spp.의 경우 52점 중 47점에서 확인되었는데, 토양 300 g을 희석하여 걸러낸 용액 10 ml 당 101-500마리 이상의 생충수를 가지는 시료가 17점으로 36.2%를 차지하여 대부분의 토양에서 많은 밀도로 서식하고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 작물에 피해를 많이 주는 *Meloidogyne* spp.의 경우 52개의 시료중에서 45개의 시료에서 확인하였는데, 이중에서 희석용액 10 ml 당 11-100마리의 생충수를 가지는 시료가 24점으로 53.3%를 차지하여 가장 많았으며, 그 뒤로 1-10마리를 확인한 21점의 시료수가 뒤를 이었다. 대체적으로 토양 시료당 밀도는 *Helicotylenchus* spp.의 경우보다는 적었으나, 작물을 연작할 경우 많은 피해를 줄 것으로 사료된다. 반면에, *Pratylenchus* spp.는 총 33점에서 발생을 확인하였으며, 1-10마리와 11-100 마리의 생충수를 가지는 시료가 각각 16점과 15점으로 비슷하게 발생함을 확인하였으며, 다른 두 종에 비하여 밀도분포는 낮게 형성되고 있음을 알 수 있었다.

*Meloidogyne* spp.의 경우 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 피해가 나타나고 있으며, 낮은 기온의 지역보다 열대나 아열대지방과 같은 높은 온도에서 번식률이 높아 피해보고가 많이 이루어지고 있다. 현재까지 국내의 과채류 시설재배지의 면적이 52,949 ha로 전체 면적의 69.2%를 차지하고 있다. 또한 성주지역에서 재배하는 참외의 경우 농가형 비닐하우스에서 재배하는데, 1월에 심어 그해 4-5월에 수확한 후, 순을 새로 키워 6월-10월까지도 연장재배를 하는 등 연중재배가 이루어지고 있으며 또한 연작으로 인하여 50% 이상의 포장에서 *Meloidogyne* spp.이 감염되어 있음이 보

고되어 있으며(Cho et al., 2000), 특히, 최근 국가간의 농산물에 대한 교류가 증가하면서 외국에서부터 종자를 비롯한 유묘, 묘목 등이 수입되면서 국내 미발생 선충에 대한 추후 발생 여부에 대하여 지속적인 모니터링이 필요한 실정이다(Cho et al., 2006)

## 2. 작물별 식물기생성 선충의 발생 정도

작물에 따른 식물기생성 선충의 발생 정도의 차이에 대하여 알아보기 위해서 300 g의 토양시료를 Bearmann funnel method를 이용하여 선충을 분리하여 해부현미경 상으로 형태학적 구분을 하였다. 딸기 재배지에서 28점의 토양 시료를 검정한 결과, 검출된 식물기생성 선충은 *Helicotylenchus* spp.가 62.6%로 가장 높은 비율을 차지하였고, *Meloidogyne* spp.가 13.9%, *Pratylenchus* spp. 3.8% 순으로 발생하였다. 메론 재배지에서 검출된 식물기생성 선충은 *Helicotylenchus* spp.가 69.9%, *Meloidogyne* spp.가 13.1%, *Pratylenchus* spp.의 경우 1.3%의 매우 낮은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 공주의 오이 재배지의 경우 *Helicotylenchus* spp.의 비율이 62.9%로 가장 높은 것은 딸기, 메론 재배지의 결과와 같으나, 예외적으로 *Pratylenchus* spp.가 21.1%로 8.7%를 차지한 *Meloidogyne* spp.의 발생보다 높은 비율을 나타냈다(Table 4).

한편, 작물별 토양 내 식물기생성 선충의 발생을 관찰한 결과, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp.와 같은 대표 종들은 대부분의 토양시료에서 발견되었으나, 딸기재배지역에서는 기타 종으로 분류한 *Aphelenchoides*

**Table 4.** Total number and percentage of plant-parasitic nematodes in collected soils per 10 ml from 300 g soil diluted water.

Host plant (No. of samples)	Total number of detected plant-parasitic nematodes					Total
	Nematodes	<i>Helicotylenchus</i> spp.	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Pratylenchus</i> spp.	Others	
Strawberry (28)	No. of nematodes	1,769	393	108	568	2,838
	Ratio (%)	62.3	13.9	3.8	20.0	100
Melon (8)	No. of nematodes	383	72	7	86	548
	Ratio (%)	69.9	13.1	1.3	15.7	100
Cucumber (16)	No. of nematodes	1,979	273	665	232	3,149
	Ratio (%)	62.8	8.7	21.1	7.4	100

**Table 5.** Mean of parasitic-plant nematodes in collected soil per 10 ml from 300 g soil diluted water at several cultivated areas.

Areas	Vegetations	<i>Helicotylenchus</i> spp.	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Pratylenchus</i> spp.	Others
Buyeo	Strawberry	39.2±44.3	8.5±14.9	1.2±1.7	9.0±10.0
Nonsan	Strawberry	72.4±61.8	28.9±18.0	8.5±7.8	30.5±33.1
Jinju	Strawberry	84.3±72.3	7.7±5.7	3.0±4.8	25.0±22.9
Gocksung	Melon	47.9±33.5	10.0±9.9	0.9±1.4	10.8±8.2
Gongju	Cucumber	123.7±79.7	17.1±17.2	41.6±35.7	14.5±11.5

Values represent by Mean±SD

spp.가 나타났는데, 이는 딸기 재배지에서 주로 검출되는 딸기 잎선충으로 사료된다.

### 3. 지역별 식물기생성 선충의 발생 정도

국내 과채류 재배지 중 충남 부여, 논산, 경남 진주, 전남 곡성, 충남 공주 지역에서 채취한 토양 시료를 바탕으로 지역별 식물기생성 선충의 발생 평균 밀도와 각 포장별 선충종이 차지하는 비율을 조사하였다. 부여의 경우 *Helicotylenchus* spp.의 평균 밀도가 39.2로 가장 높으며, *Meloidogyne* spp.가 8.5, *Pratylenchus* spp.가 1.2로 나타났다. 논산의 경우 *Helicotylenchus* spp.는 72.4, *Meloidogyne* spp.는 28.9, *Pratylenchus* spp.가 8.5로 나타났다. 진주 토양에서도 *Helicotylenchus* spp.의 평균 밀도가 84.3로 가장 높았으며 *Meloidogyne* spp.의 경우 7.7, *Pratylenchus* spp.의 경우 3.0으로 나타났다. 곡성 토양에서는 *Helicotylenchus* spp.가 47.9, *Meloidogyne* spp.가 10.0, *Pratylenchus* spp.가 0.89으로 나타났다. 위의 네 지역에서는 *Helicotylenchus* spp.의 평균 밀도가 가장 높고 *Meloidogyne* spp.와 *Pratylenchus* spp.의 순으로 평균 밀도가 높았다. 반면에 공주 포장에서는 *Helicotylenchus* spp.의 경우 평균 밀도가 123.7로 가장 높게 나온 것은 동

일하지만, *Pratylenchus* spp.의 경우 41.6, *Meloidogyne* spp.의 경우 17.1의 평균밀도로 *Pratylenchus* spp.가 *Meloidogyne* spp.의 발생평균을 앞섬을 확인하였다(Table 5).

*Meloidogyne* spp.와 *Pratylenchus* spp.가 차지하는 비율을 조사해 본 결과, 공주를 제외한 모든 지역에서 *Meloidogyne* spp.의 비율이 높은 것으로 나타났고, 진주의 딸기재배지에서는 다른 지역보다 *Meloidogyne* spp.와 *Pratylenchus* spp.의 비율이 현저히 낮게 나왔는데, 이는 수출재배단지로서 태양열을 이용한 토양 소독 및 토양 개량을 비롯한 방법으로 지속적인 관리가 이루어졌기 때문으로 사료된다.

## IV. 결론

시설재배지에서 발생하는 식물기생성 선충의 피해를 알아보기 위해 충남 부여, 논산, 경남 진주의 딸기재배지, 전남 곡성의 메론 재배지, 충남 공주의 오이 재배지에서 토양 시료를 채취하여 선충을 분리하고 이를 동정하였다. 과채류 재배지에서의 식물기생성 선충의 발생 정도는 총 52점의 토양 시료 중 *Meloidogyne* spp.가 45점(86.5%) *Pratylenchus* spp.이 33점(63.5%), *Helicotylenchus* spp.이 47점(90.4%)에서 검출되었다. 지역별 채취한 토양시료

를 분리한 결과, 대부분의 시료에서 *Helicotylenchus* spp.의 발생 비율이 가장 높았으며, 주요 식물기생성 선충인 *Meloidogyne* spp.와 *Pratylenchus* spp.의 발생 또한 높게 나타났으며, 공주의 오이 재배지를 제외한 다른 재배지에서는 *Pratylenchus* spp.보다 *Meloidogyne* spp.의 발생 비율이 높음을 확인하였다.

## 감사의 글

본 논문은 2013년 농촌진흥청 공동연구사업 [미생물과 천연물 유래물질을 이용한 선충병 방제제의 사용법 개발; PJ008976012013] 연구 과제를 수행하는 과정에서 얻은 결과를 바탕으로 작성되었습니다.

## 참고 문헌

Cho HJ, Han SC. 1986. Survey of plant parasitic nematodes on economic crops. Korean Journal of Plant Protection 25: 175-182.

Cho MR, Lee BC, Kim DS, Jeon HY, Yiem MS, Lee JO. 2000. Distribution of plant-parasitic nematodes in fruit vegetable production areas in Korea and identification of root-knot nematodes by enzyme phenotypes. Korean Journal of Applied Entomology 39(2):123-129.

Cho MR, Lee YG, Kim JS, Yoo DL. 2006. Occurrence of plant-parasitic nematodes in major potato production areas and PCR identification of root-knot nematodes. Korean Journal of Applied Entomology 45(1):79-85.

Choi DR, Kim HS, Jeong SJ. 1994. The damage with malformed leaves on strawberry by *Aphelenchoides fragariae*. RDA Journal of Agricultural Science and Crop Protection 36:351-356.

Choi YE. 2001. Economic insects of Korea 20. Nematoda (Tylenchida, Aphelenchida). Insecta Koreana Suppl. 27. National Institute of Agricultural Science & Technology, Junghaeng-sa, Suwon, Korea. p.391

Choi YE, Choo HY. 1978. A study on the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) affecting economic crops in Korea. Korean Journal of Plant Protection 17:89-98.

Choi YE, Lee KW. 1980. Plant parasitic nematodes associated with apple trees in Kyungpook province. Research and Review Kyungpook National University 29:499-504.

Chung DC, Han SC. 2003. Studies on plant parasitic nematodes in the fields of *Codonopsis lanceolata*. Korean Journal of

Plant Research 16(3):200-206.

Eriksson, B. 2008. Our early stars. In Webster JM, Eriksson KB, McNamarh DG (eds). An Anecdotal History of Nematology. Pensoft Publishers. Sofia. pp. 17-32.

Goeldi EA. 1887. Relatoria sobre a molestia do cafeeiro na provincia do Rio de Janerio (ed.). Rio de Janeiro, Imprensa Nacional 8:7-121.

Han HH, Cho MR, Jeon HY, Lim CK, Jang HI. 2004. PCR-RFLP identification of major *Meloidogyne* species in Korea. Journal of Asia-Pacific Entomology 7:171-175.

Kim SR, Choi KH, Choo HY, Sohn HD. 2000. Biological control of root-lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) by nematode-trapping fungi. Korean Journal of Life Science 10(4):403-407.

Kim YJ. 1989. Nematodes associated with ornamental plants in Korea. Thesis on Doctor's degree, Graduate School, Kyungpook National University. p.93

Kwon TY, Jung KC, Park SD, Sim YG, Choi BS. 1998. Cultural and chemical control of root-knot nematodes, *Meloidogyne* sp. on oriental melon in plastic film house. RDA Journal of Agricultural Science and Crop Protection 40:96-101.

Park DK. 2000. Studied on injury by continuous cropping and its solutions in oriental melon (*Cucumis melo* L.) - with a special reference to root-knot nematode and soil salt stress. Ph D. Thesis, Andong National University, Korea p.90

Park SD, Kwon TY, Jun HS, Choi BS. 1995b. The occurrence and severity of damage by root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in controlled fruit vegetable field. RDA Journal of Agricultural Science and Crop Protection 37:318-323.

Park SN, Youn YN, Lee JK, Park BY. 2009. Survey of plant parasitic nematode in citrus fruit orchards in Korea. Korean Journal of Applied Entomology 48(4):535-539.

Perry RN, Moeus M, Starr JC. 2009. Root-knot nematodes. CAB International. Wallingford. p. 488

Sasser JN. 1989. Plant-parasitic nematodes: The farmer's hidden enemy. Department of Plant Pathology and Consortium for International Crop Protection. p. 115

Sorribas FJ, Verdejo-Lucas S, Forner JB, Alcaide A, Pons J, Ornat C. 2000. Seasonality of *Tylenchulus semipenetrans* Cobb and *Pasteuria* sp. in citrus orchards in Spain. Journal of Nematology 32:622-632.

Taylor AL, Sasser JN. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). North Carolina State University Graphics. Raleigh, USA. p. 111

Thorne G. 1961. Principles of nematology. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York, Toronto, London. p. 553

Verdejo-Lucas S, Mckernary MV. 2004. Management of the citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*. Journal of Nematology 36(4):424-432.