

당근뿌리혹선충(*Meloidogyne hapla*)이 더덕(*Codonopsis lanceolata*)의 생육에 미치는 영향

정도철 · 한상찬^{1,*}

(상주대학교 식물자원학과, ¹안동대학교 생명자원과학부 농생물학과)

Effect of Northern Root-knot Nematode, *Meloidogyne hapla*, on Growth of *Codonopsis lanceolata*

Jung, Do-Chul and Sang-Chan Han^{1,*}

(Department of Plant Resources, Sangju National University, Sangju, 742-711, Republic of Korea

¹Department of Agricultural Biology, Andong National University, Andong, Gyeongbuk 760-749, Republic of Korea)

ABSTRACT

This study has been conducted to assess and analyze the damage of *Codonopsis lanceolata* by differential inoculation levels of *Meloidogyne hapla* in pot and plot. As the density of *M. hapla* increased, early growth of *C. lanceolata* was inhibited 60% in vine and 54% in root. However, growth of *C. lanceolata* was not remarkably different by density of *M. hapla* in the plot test. This result may be attribute to low density of *M. hapla* in the plot.

Key words : *Codonopsis lanceolata*, medicinal plant, *Meloidogyne hapla*, root-knot nematode

서 론

더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 주로 산간지역에서 재배되고 있는데, 우리나라의 더덕은 고풍향성을 가지며 조직이 연하고, 섬유조직이 풍부하여 향기가 적은 일본산이나 중국산에 비하여 품질이 월등하여 수입 개방에 따른 대응작물로서도 가치가 높다(이 등 1996). 이로 인하여 더덕 재배에 관한 연구는 1980년대부터 더덕을 고소득 작물의 하나로 인식하여 각종 재배기술과 방향성에 관한 연구들이 수행되었다(이 2000). 재배면적도 꾸준히 증가하고 있는 추세로 1988년부터 1993년까지 길경과 당귀의 재배면적이 수위를 차지하고 있지만 6년 연속 10위권 이내의 재배 면적을 차지하고 있으며(박과 임 1994), 1999년 현재 전국적으로 5,277 농가에서 더덕을 재배하고 있는데 농가수에서는 경북이 1,286호로 가장 많으며 재배면적에서는 강원도가 470.8 ha로 가장 많다(조, Personal communication). 특히 강원도나 경북지역의 주요 재배 약용작물들 중 더덕의 소득율이 가장 높아 농가 소득 증대에도 기여하고 있다(농촌진흥청 2000).

야생 더덕을 재배화 함에 따라 재배적인 어려움과 각종의 병해충들이 문제시되고 있으나 더덕에 관한 연구들이 대부분 재배나 이용 및 약리성분 분석 등(염 1987, 우 1997, 이 2000)에 치우쳐 병해충 방제에 관한 연구들은 미흡한 실정이다. 더덕은 비교적 병해충의 발생이 적는데(김과 신 1992) 중요 해충으로 응애류와 거세미나방, 굼벵이류 등이 알려져 있고(김 1993), 박(1992)에 의해서 뿌리혹선충 등 주요 식물기생선충에 대한 보고가 있을 뿐이다.

뿌리혹선충은 전세계적으로 분포하면서 감자, 고구마와 같은 서류작물이나 땅콩과 같은 유지 작물, 토마토, 수박 등 채소류나 장미와 같은 화훼류 등 700여종의 식물에 기생하여 수량감소나 생육 저하를 유발시킨다. 특히 이들은 균류나 세균 등의 2차 감염을 촉발시키기도 하여 복합병을 일으킴으로서 작물 생산에 막대한 피해를 유발시키고 있다(최와 나 1982, Sasser 1989). 우리나라에서는 땅콩뿌리혹선충(*Meloidogyne arenaria*), *M. cruciani*, 당근뿌리혹선충(*M. hapla*), 고구마뿌리혹선충(*M. incognita*)과 자바니카뿌리혹선충(*M. javanica*)(최와 추 1978, Choo 1985)의 5종이 분포하며 이들 중 당근뿌리혹선충과 고구마뿌리혹선충의 분포가 보편적인 것으로 알려져 있다(최와 추 1978, 조와 한 1986, 조 등 1987, 추 등 1987). 당근뿌리혹선충은 약 550종

* Corresponding author
Phone) +82-54-820-5510, Fax) +82-54-823-1628
E-mail)schan@andong.ac.kr

의 식물이 기주로 기록되어 있고, 온도에 대한 적응성이 높아 평균기온이 0-28°C 내외의 지방에 서식하는 분포범위가 매우 넓은 선충이다(Taylor와 Sasser 1978). 우리나라에서는 고추, 땅콩, 들깨, 토마토 와 작약 등 채소류와 약용식물에 많은 피해를 주고 있다(추 등 1987).

따라서 본 연구는 우리나라의 주요 약용작물의 하나인 더덕에 피해를 주고 있는 당근뿌리혹선충에 의한 피해 정도를 파악하여 더덕의 생산성 향상을 높이는데 기여하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. Pot 실험

당근뿌리혹선충이 더덕 생육에 미치는 영향을 알아보기 위한 pot실험은 직경 21.5 cm, 깊이 25 cm의 플라스틱 화분을 이용하여 수행하였다. 당근뿌리혹선충의 유충이 검출되지 않은 상주대학교 부속 농장의 밭흙(pH=6.9, 유기물함량=1.45%, 유효인산=70.12 mg/kg, 치환성 칼리=0.21 cmol/kg, 질산태질소=12.59 mg/kg)을 pot당 7 kg씩을 넣고, 당근뿌리혹선충 유충을 각각 0, 1,000, 5,000, 10,000마리/pot씩 접종한 후 고루 섞었다. 접종 후 각 pot마다 물뿌리개를 이용하여 포화상태로 관수하였다. 관수 후 각 pot에 강원도 횡성 농업기술센터에서 분양 받은 전년도 수확 더덕 종자를 4립 씩 파종하였다. 각 처리별로 20개의 pot를 완전임의배치법으로 배치하였다. 파종 후 표토층의 건조를 막기 위하여 점성 부직포로 2주간 덮어두었으며, 이후부터는 자연광에 노출시켜 관리하였다. 파종 후 더덕의 관리는 매일 토양의 수분 상태를 관찰하여 필요에 따라 관수하였으며, 30일 후에 지주를 세워 덩굴을 유도하였다. 파종 60일 후에 당근뿌리혹선충 접종 농도별 덩굴길이와 잎 수, 뿌리길이와 뿌리 무게 및 뿌리혹 형성 수를 조사하였다. 뿌리혹형성 수는 뿌리에 형성된 혹의 수가 1-2개 일 경우 지수 1, 3-10개일 경우 2, 11-30개일 경우 3, 31-100개일 경우 4, 100개 이상일 경우 5로 하여 지수로 산출하였다(Taylor와 Sasser 1978).

2. 포장 실험

포장 실험은 상주대학교 부속 농장에서 수행하였다. 실험 포장은 5년 이상 논으로 사용하여 당근뿌리혹선충의 발생이 없는 곳으로 pH는 6.9, 유기물함량은 1.45%, 유효인산은 115.49 mg/kg, 치환성 칼리는 0.25 cmol/kg, 질산태질소는 11.78 mg/kg이었다. 1×1 m 크기의 시험구를 4처리 3반복의 난괴법으로 배치하고, 당근뿌리혹선충을 시험구당 0, 1,000, 5,000, 10,000마리씩 접종하였다. 처리구와 처리구 사이는 60 cm의 간격을 두어 인근시험구의 영향을 배제하였다. 접종 후 갈퀴를 이용하여 정지 작업을 한 다음, 부직포를 덮은

뒤 10×10 cm 간격으로 구멍을 뚫어 1년생 논더덕을 시험구당 100주씩 이식하였다. 이식 후 일반농가의 관행 재배법에 준하여 더덕 포장을 관리하였는데 이식 30일 후 더덕의 덩굴이 잘 자랄 수 있게 2 m 높이의 지주를 설치하였으며 탄저병과 응애의 방제를 위하여 살균제인 아족시스트로빈 액상수화제와 살비제인 비펜스린수화제를 권장량으로 살포하였다. 지상부 성장을 조사하기 위하여 30일 후에 각 처리별로 중앙부 30주의 덩굴길이를 조사하였으며 60일 후에 각 구에서 임의로 5주의 더덕과 토양을 채취하여 뿌리혹형성 수, 뿌리의 무게와 길이 및 토양층의 선충수를 조사하였다.

3. 통계처리

당근뿌리혹선충이 더덕에 미치는 영향은 분산분석을 위해 Student -Newman-Keul test로 평균간 비교하였다(SAS Institute 1996).

결 과

1. Pot 실험

더덕파종 60일 후에 더덕의 줄기 길이는 당근뿌리혹선충 무처리구의 34 cm에 비하여 1,000, 5,000, 10,000마리 접종

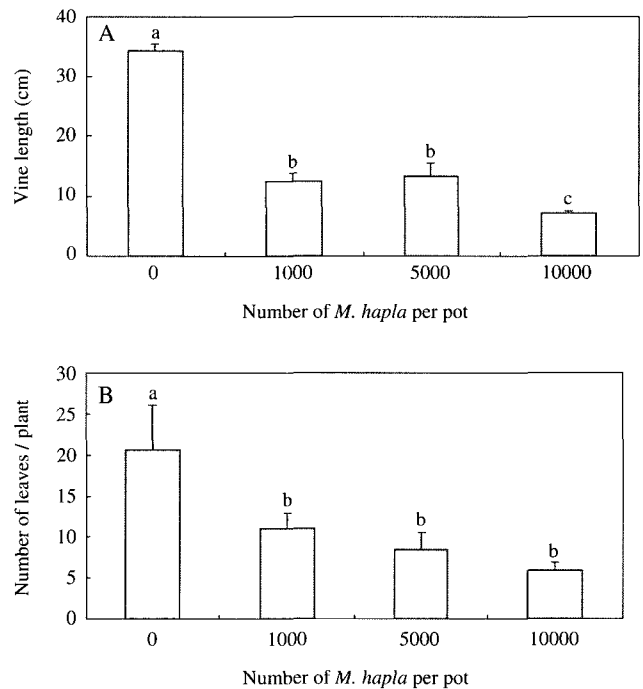


Fig. 1. Effect of *Meloidogyne hapla* density on vine length (A) and number of leaves (B) of *Codonopsis lanceolata* in pot 60 days after inoculation. Different letters above mean bars are significantly different at $\alpha=0.05$ (S-N-K test).

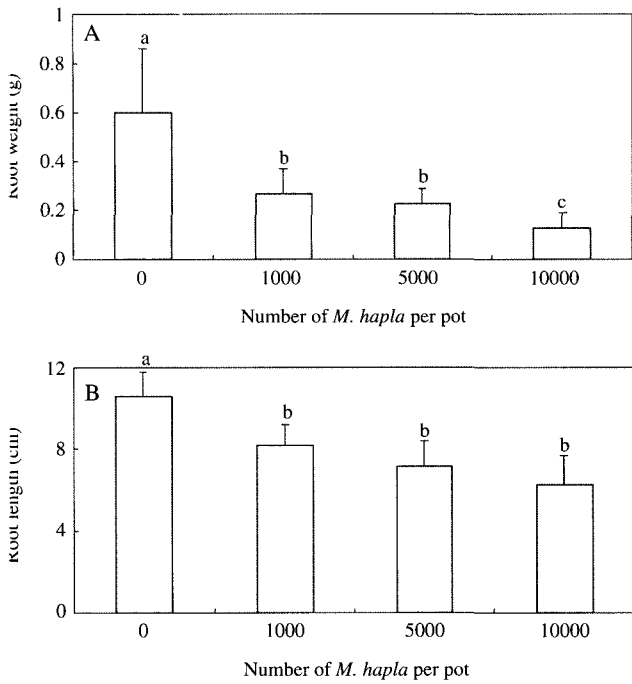


Fig. 2. Effect of *Meloidogyne hapla* density on root weight (A) and length (B) of *Codonopsis lanceolata* in pot 60 days after inoculation. Different letters above mean bars are significantly different at $\alpha=0.05$ (S-N-K test).

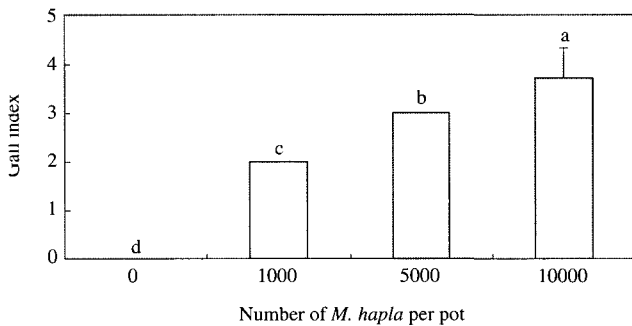


Fig. 3. Effect of *Meloidogyne hapla* density on root gall index of *Codonopsis lanceolata* in pot 60 days after inoculation. Gall index: no gall = 0, 1-2 galls = 1, 3-10 galls = 2, 11-30 galls = 3, 31-100 galls = 4, more than 100 galls/plant = 5. Different letters above mean bars are significantly different at $\alpha=0.05$ (S-N-K test).

구는 각각 12 cm와 13 cm, 8 cm로 줄기 생장이 저해를 받았고, 특히 10,000마리 접종구의 더덕 생육이 나빴다(Fig. 1A). 줄기 당 잎 수도 당근뿌리혹선충 무접종구의 21엽에 비하여 6-11엽으로 적었으나 처리구간에는 차이가 없었다(Fig. 1B).

당근뿌리혹선충이 더덕의 지하부 생장에 미치는 영향은 Fig. 2와 같았다. 더덕 뿌리 무게는 당근뿌리혹선충 무접종구 0.6 g/근에 비하여 1,000, 5,000, 10,000마리 접종구는

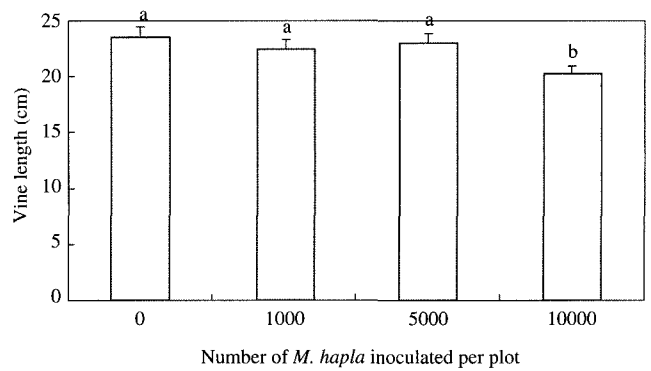


Fig. 4. Effect of *Meloidogyne hapla* density on vine length of *Codonopsis lanceolata* in field 30 days after inoculation. Different letters above mean bars are significantly different at $\alpha=0.05$ (S-N-K test).

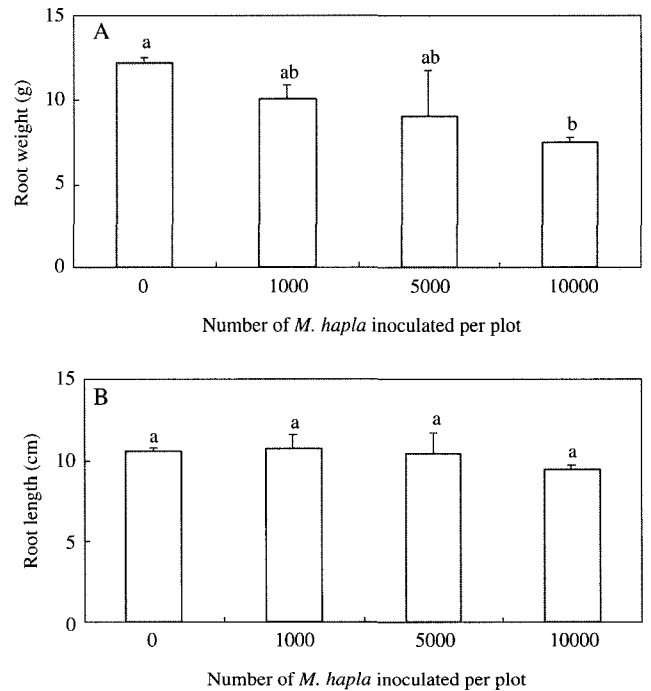


Fig. 5. Effect of *Meloidogyne hapla* density on root weight (A) and length (B) of *Codonopsis lanceolata* in field 60 days after treatment. Different letters above mean bars are significantly different at $\alpha=0.05$ (S-N-K test).

0.25, 0.21, 0.12 g/근으로 접종 농도가 높을수록 감소하는 경향이었고, 10,000마리/구 처리구의 더덕 뿌리무게는 유의하게 적었다(Fig. 2A). 더덕의 뿌리길이는 당근뿌리혹선충 무접종구의 10.3 cm에 비하여 접종구는 6.9-7.9 cm로 짧았으나 유의성은 없었다(Fig. 2B).

더덕 뿌리의 뿌리혹 형성지수는 10,000마리 접종구에서 3.7로 가장 높았다(Fig. 3).

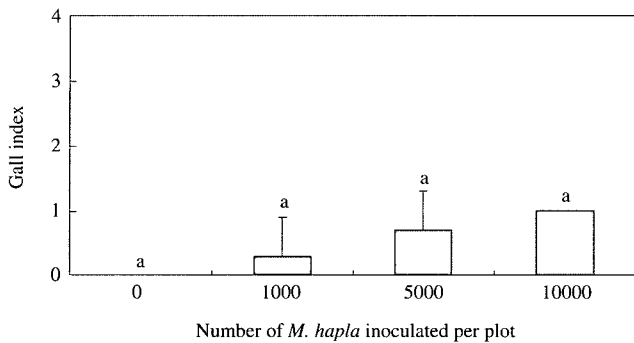


Fig. 6. Effect of *Meloidogyne hapla* density on root gall index of *Codonopsis lanceolata* in field 90 days after treatment. Gall index: no gall = 0, 1-2 galls = 1, 3-10 galls = 2, 11-30 galls = 3, 31-100 galls = 4, more than 100 galls/plant = 5. Different letters above mean bars are significantly different at $\alpha = 0.05$ (S-N-K test).

2. 포장 실험

당근뿌리혹선충의 접종이 더덕의 생육에 미치는 영향을 알아본 결과 덩굴길이는 당근뿌리혹선충 무접종구와 1,000마리, 5,000마리 접종구 간에는 차이가 없었으나 10,000마리 접종구에서는 짧았다(Fig. 4).

포장에서 당근뿌리혹선충은 더덕의 초기 지하부 성장에 영향을 미쳤는데 뿌리무게는 무처리구가 12.2 g으로 가장 무거웠으며, 당근뿌리혹선충의 접종 밀도가 증가할수록 감소하는 경향이였다(Fig. 5A). 그러나 뿌리길이는 처리구 간에 차이가 없었다(Fig. 5B).

뿌리혹지수는 무접종구의 경우 0이었으며 당근뿌리혹선충 10,000마리 접종구에서는 1.0으로 가장 높았으나 유의성은 없었다(Fig. 6).

고 찰

당근뿌리혹선충의 감염은 더덕의 초기 성장에 영향을 미쳤다. 지상부 생장은 pot 실험에서는 당근뿌리혹선충의 접종과 무접종구간에 뚜렷한 차이를 보였으나 포장 실험에서는 10,000마리 접종구를 제외하고는 차이가 없었다. 이는 포장에 접종한 선충의 밀도가 pot에 비하여 훨씬 낮았기 때문이며 또한 pot의 경우 좁은 공간에서 제한된 양분으로 더덕이 자라기 때문에 당근뿌리혹선충에 의한 피해를 상대적으로 포장 조건에 비하여 많이 받기 때문으로 생각된다.

Pot에서 당근뿌리혹선충을 1,000마리/pot 이상으로 접종하였을 때 60일째 더덕 덩굴의 길이는 1/3 이하의 성장을 보였다. 박 등(1995)는 참외에서 당근뿌리혹선충 감염이 초기 생육(60일째)에 미치는 영향을 조사하여 선충 미감염구에 비해 생체중이 현저하게 차이가 있다고 하여 본 실험의

결과와 일치하였다. 조와 한(1983)도 당근뿌리혹선충 밀도가 고추 1주당 2,500-5,000마리 일 때 지상부 성장에 영향을 준다고 하였다.

Pot에서 당근뿌리혹선충 밀도별 파종 더덕의 지하부 성장은 현저한 차이를 보였으나 포장에서는 차이가 다소 줄어들었다. 그러나 포장에서 10,000마리/구 이상 처리구에서는 무처리구에 비하여 뿌리무게가 감소하는 차이를 보였다. 조와 한(1983)은 당근뿌리혹선충이 고추의 지상부에 비하여 지하부에 영향을 더 준다고 하였는데 본 조사결과는 지상부나 지하부 모두 비슷한 영향을 보였다. 그러나, 참외의 경우 지하부 성장보다는 지상부 성장에 뿌리혹선충이 더 영향을 많이 미치는 것으로 보고되고 있다(박 등 1995). 따라서 작물의 종류에 따라 뿌리혹선충에 의한 영향이 다르게 나타나지만 더덕에 있어서는 뿌리혹선충이 지상부와 지하부 생육에 모두 영향을 주는 것으로 생각된다. 포장에서 최종 수확된 더덕의 뿌리무게는 1,000마리나 5,000마리/구는 무처리구와 차이를 보이지 않고, 10,000마리/구 처리에서만 차이를 보이는데 최 등(1995)이 시호에 당근뿌리혹선충을 접종하였을 때에도 1,000마리 접종구에서는 3.6%의 감소율을 보인 반면 10,000마리 접종구에서는 57.1%나 감소하여 선충 접종 밀도에 따라 수량에 미치는 영향이 차이를 보였다. 따라서 당근뿌리혹선충의 발생은 더덕의 지상부와 지하부 성장을 감소시켜 수확량 감소를 유발시키는 것으로 생각된다.

더덕과 같은 약용작물들은 농약의 사용이 매우 제한적이며(최와 박 1991) 일반 소비자들도 약용으로 사용하는 작물에 농약을 이용하는데 대한 강한 거부감을 가지고 있다. 그러나, 전술한 바와 같이 당근뿌리혹선충은 무방제로 방치하였을 경우 더덕의 수량이나 품질에 큰 영향을 미치고, 이는 결국 농가 소득의 감소로 직결된다. 따라서 추후 더덕 재배지에서 당근뿌리혹선충의 환경친화적 방제방법을 강구하여야 할 것으로 생각된다.

적 요

당근뿌리혹선충 (*Meloidogyne hapla*)이 더덕 (*Codonopsis lanceolata*)ml 성장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 pot와 포장에서 실험을 수행하였다. 그 결과 당근뿌리혹선충의 밀도가 증가함에 따라 pot 실험에서는 더덕의 덩굴생장이 60%, 뿌리생장이 45% 억제되었다. 포장 실험에서는 밀도 수준별 생육차이가 뚜렷하지 않았다. 이 결과는 더덕 구당 선충 접종 밀도가 낮아 피해수준에 도달하지 않은 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

김삼보. 1993. 소득자원식물 재배기술. 한국출판사. 대구. pp. 759.

당근뿌리혹선충과 더덕 생육

- 김재길, 신영철. 1992. 최신 약용식물재배학. 남산당. 213-214.
- 농촌진흥청. 2000. 농업경영개선을 위한 2000 농축산물소득 자료집. 농업경영연구보고 제66호. 485.pp.
- 박석근, 임석만. 1994. 최근 우리나라 주요 약용작물의 재배 및 수출에 관한 고찰. 동양자원식물학회지 7: 177-182.
- 박소득, 박선도, 권태영, 임영숙, 최부술. 1995. 果菜類에 대한 뿌리혹線蟲의 初期感染의 影響. 農業論文集 37: 308-312.
- 박소득. 1992. 약용작물에 기생하는 선충종류 및 방제에 관한 연구. 경북대 박사학위 논문. 75pp.
- 신승원, 최은정. 1995. 세포배양에 의한 더덕 정유의 생산. 한국생약학회지 26: 164-167.
- 염정애. 1987. 재배 더덕의 화학성분 및 수침에 따른 조사포닌, 무기질 함량 변화에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위논문. pp. 28.
- 우영명. 1997. 환경조건이 더덕 (*Codonopsis lanceolata*)의 물질발현에 미치는 영향. 안동대학교 석사학위논문. pp. 22.
- 이승필, 김상국, 남명숙, 최부술, 이상철. 1996. 차광과 유기물 사용이 더덕의 생육 및 향기성분에 미치는 영향. 한국약용작물학회지 41: 496-504.
- 이승필. 2000. 한국산 더덕의 향기성분과 방향성 증대를 위한 재배기술 연구. 경북대학교 박사학위 논문. 81 pp
- 조현제, 김창효, 박종수, 정모근. 1987. 主要 經濟作物에 寄生하는 뿌리혹線蟲의 種과 race 分布. 한식명지 3: 159-163.
- 조현제, 한상찬. 1983. 당근혹線蟲이 고추와 토마토의 생육 및 수량에 미치는 影響. 한식보지 22: 15-20.
- 조현제, 한상찬. 1986. 경제작물 주생산지 선충 발생상황 조사. 한식보지 25: 175-182.
- 최동로, 김홍선, 박병용. 1995. 당근뿌리혹선충이 柴胡 生育에 미치는 影響. 農業論文集 37: 313-317.
- 최영연, 나용준. 1982. 식물선충학. 향문사. 226 pp
- 최영연, 박소득. 1991. 약용작물 기생선충에 대한 생물학적 방제에 관한 연구. 農業論文集 34: 149-154.
- 최영연, 추호렬. 1978. 經濟作物에 影響을 미치는 뿌리혹 線蟲에 관한 研究. 한식보지 17: 89-98.
- 추호렬, 김희규, 박중춘, 이상명, 이정임. 1987. 남부지방 시설원예의 유형·재배환경 및 병해충발생에 관한 연구 - 증발생양상과 상토의 선택에 따른 뿌리혹선충의 발생. 한식보지 26: 195-201.
- Choo, H.Y. 1985. A note on root-knot nematodes from Chinese gooseberry. *Kor. J. Plant Prot.* 24: 115.
- SAS Institute. 1996. SAS/STAT guide for personal computers. version 6ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Sasser, J.N. 1989. Plant-parasitic nematodes: the farmer's hidden enemy. Department of Plant Pathology and Consortium for International Crop Protection. pp. 115.
- Sasser, J.N. and C.C. Carter. 1985. An advanced treatise on Meloidogyne. I: Biology and control. North Carolina State University Graphics, North Carolina, U.S.A. pp. 422.
- Taylor, A.L. and J.N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes. North Carolina States University, Graphics. pp. 111.