

## 더덕(*Codonopsis lanceolata*) 재배지 기생선충의 발생상황

정도철, 한상찬<sup>1)</sup>

상주대학교 식물자원학과, 안동대학교 생명자원과학부 농생물학과

### Studies on Plant Parasitic Nematodes in the Fields of *Codonopsis lanceolata*

Do-Chul Chung, and Sang-Chan Han<sup>1)</sup>

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

<sup>1)</sup>Department of Agricultural Biology, Andong National University, Andong, 760-749, Korea.

#### ABSTRACT

This study were conducted to assess plant-parasitic nematodes infesting *Codonopsis lanceolata*. Ten kinds of plant-parasitic nematode geni including *Meloidogyne* and *Pratylenchus* were identified in 34 localities of *C. lanceolata* fields in three provinces in Korea. *Meloidogyne*, a dominant genus, was found in 97% localities and showed high average density as 1,700 nematodes per 300ml soil. Its average density was 10 times higher in upland field than in paddy field.

Key words : *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Codonopsis lanceolata*, upland field

#### 서언

더덕 (*Codonopsis lanceolata*)은 초롱꽃과 (Campanulaceae)의 다년생 덩굴 초본으로서 원산지는 아시아 중동부이며(유, 1989) 우리나라에서는 전국의 산지에 분포한다(문, 1994). 한약제로 가공하여 천식, 보익, 경풍, 한열, 보폐, 편두선염, 인후염 등에 민약으로 쓰이는 방향성 식물로 동물실험에서 뿌리는 혈중 콜레스테롤과 지질의 함량을 줄이며 혈압강하 및 중추신경계에 대한 긴장작용이 있는 것으로 알려져 있고(문, 1994), 동의보감 탕액편 채부, 방약합편 만초, 향약집성방 초부 상품의 하 등에도 기재

되어 있다(임, 1998).

더덕의 약리성분으로는 김과 정(1975)이 saponin의 존재를 보고하였고, 이 (1967)는 약용으로 쓰이는 蓼 종류의 알콜 추출물에 Ehlich's reagent 양성 물질들이 다량 함유되어 있다고 하였다. 이 (1974)는 한국산 더덕에서 glucose와 agycone을 동정하여 약리물질의 성분 연구를 수행하였고, 정과 나(1977)는 더덕에서 terpenoid 성분들을 분리 동정하여 squalene의 순환 산물인 cycloartenol임을 확인하였다. 박 등 (1985)은 더덕의 년근별 성분 차이에 관한 연구를 수행하였고, 염(1987)은 일반 재배더덕의 성분과 수침에 따른 사포닌과 무기질 함량 변화를 연구하였다.

\* 교신저자 : E-mail : schan@andong.ac.kr

더덕은 주로 산간지역에서 재배되고 있는데 우리나라의 더덕은 고방향성을 가지며 조직이 연하고, 섬유조직이 풍부하여 향기가 적은 일본산이나 중국산에 비해 품질이 월등하여 수입개방에 따른 대응작물로서도 가치가 높다(이 등, 1996). 이로 인하여 재배면적이나 생산량이 증가하고 있는데 재배면적은 2000년과 2001년에 1,691 ha와 1,796 ha 생산량은 각각 6,138톤과 6,284톤에 달하고 있다(J. Kwak, Pers. comm.).

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.

더덕에 피해를 주는 병해충은 점박이응애 (*Tetranychus urticae*)와, 더덕 수염진딧물 (*Megouroleucon codonopsicola*), 당근뿌리혹선충 등이 기록되어 있다(이 등, 1994). 이들 중 선충류는 주로 근부를 가해하기 때문에 더덕과 같이 근부를 이용하는 약용작물에 있어서는 가장 중요한 해충류의 하나이다. 한편 약용작물에서 선충의 연구는 작약(박 등, 1994; 1998), 시호(최 등, 1995) 등에서 수행된 바 있지만 더덕 재배지에서 선충류 조사는 박(1992)에 의해 경북지역에서 제한적인 발생 상황조사만 있을 뿐이다.

따라서 본 연구는 우리나라의 주요 약용작물의 하나인 더덕에 피해를 주고 있는 식물기생선충의 종류를 조사하고, 선충 발생지의 이화학적 성질을 분석하여 더덕 재배지의 식물기생선충 발생지 특성과 향후 선충 방제를 위한 기초자료를 제시하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 더덕 재배지의 식물기생 선충 조사

강원도의 횡성 등 4개 포장과 경상북도의 안동 등 24개 포장, 경상남도의 거창 등 6개 포장(Table 1)에서 더덕의 생육기간 중인 6월에서 9월 사이에 더덕

기생 선충을 조사하였다. 선충 조사를 위한 토양 채취는 각 지역의 포장에서 임의로 3-5개 지점에서 모종삽을 이용하여 표면에서 5cm 이내의 표토는 제거하고, 3kg내외가 되게 토양을 채취하여 비닐 지퍼팩에 넣은 다음 실험실로 가져와 5℃ 냉장고에 보관하였다. 더덕 재배 실태 조사는 재배 농민을 대상으로 더덕의 경작년수, 시비나 병해충 관련 정보, 전작물의 종류나 작부체계 등에 관한 일반적인 사항들을 조사하였다.

### 2. 토양의 이화학적 조사

실험실로 운반한 시료는 반으로 나누어 반은 토양 분석을 위하여 실내에서 건조시켜 농촌진흥청 농업과학기술원 토양화학분석법(농업기술연구소, 1988)에 준하여 상주대학교 토양비료실험실에서 화학성을 분석하였다. pH는 초자전극법, 인산은 Lancaster법, 암모니아태 및 질산태질소는 Khjedahl 법을 이용하였고, 유기물 함량은 Tyurin법, EC는 백금전극법으로 분석하였다.

### 3. 선충분리 및 동정

실험실로 운반한 시료의 반을 고무 섞은 다음 300 ml를 평량한 후 선충을 안동대학교 선충실험실에서 분리하였다. 선충분리는 30mesh와 400mesh 체를 이용하여 선충을 수집하였고. 수집된 선충은 3,000rpm으로 원심분리시켜 상등액을 제거한 뒤, 비중이 1.18인 설탕물을 넣고 다시 3,000rpm에서 2분간 분리하였다. 상등액을 28µm체에 거르고, 흐르는 물에 행군 다음 실험현미경 상에서 속별 밀도를 조사하였으며 당근뿌리혹선충의 동정은 암컷 성충의 음문부 주름 모양을 확인하여 동정하였다(Sasser and Cauter, 1985).

## 결과

### 1. 더덕 재배지의 식물기생 선충 조사

더덕 재배지에 발생하는 식물 기생 선충을 조사하기 위하여 강원도와 경상북도, 경상남도의 34개

Table 1. Occurrence of plant parasitic nematodes from the fields of *Codonopsis lanceolata*

Locality	Number of nematode/300ml soil										
	Soil type*	Aph**	Aphu	Cri	Dit	Hel	Hir	Mel	Pra	Tyl	Xip
<b>Gyeongbuk</b>											
Andong	U	0	0	2	0	2	0	40	0	21	0
Cheongsong	U	0	3	0	0	0	0	2071	0	1	0
Euisung 1	U	12	0	0	0	12	0	1320	0	0	0
Euisung 2	U	0	18	0	0	0	0	1924	0	0	12
Gimcheon	P	1	1	0	0	0	0	81	0	0	0
Gyeongju 1	P	5	11	0	0	1	0	82	0	0	0
Gyeongju 2	P	1	14	0	0	0	0	32	0	19	0
Gyeongju 3	U	0	8	0	0	0	0	2250	0	0	0
Gyeongju 4	P	0	4	0	9	0	0	548	0	12	0
Gyeongju 5	P	1	106	0	2	0	0	22	0	37	0
Gyeongju 6	P	4	26	0	10	0	0	8	0	22	0
Mungyeong 1	U	0	24	0	0	0	0	5726	0	0	0
Mungyeong 2	U	2	0	0	0	0	0	7	133	10	0
Mungyeong 3	U	7	70	0	0	0	0	9	0	0	0
Mungyeong 4	U	0	5	0	0	0	0	25	0	20	0
Sangju 1	U	4	1	0	0	0	0	808	0	1	0
Sangju 2	U	6	21	0	0	0	0	5	0	86	0
Seongju 1	U	0	24	0	0	0	0	6264	0	48	0
Seongju 2	U	2	10	0	0	0	0	657	0	0	3
Seongju 3	P	2	9	0	0	0	0	1780	0	0	51
Yeacheon 1	U	0	0	0	0	0	0	8521	6	0	0
Yeacheon 2	U	0	0	0	0	0	0	18144	0	0	0
Yeongju	U	0	13	8	0	0	0	3229	0	17	0
Yeongyang	U	0	11	0	0	0	0	2790	0	0	0
<b>Gyeongnam</b>											
Geochang 1	P	4	2	0	4	0	1	7	0	11	0
Geochang 2	P	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0
Goseong	U	0	0	0	0	0	0	3	0	16	0
Hamyang	U	0	3	0	5	1	0	3	0	19	0
Sancheong 1	P	0	2	0	43	0	0	141	0	1	0
Sancheong 2	U	0	0	0	16	0	0	6	0	2	0
<b>Gangwon</b>											
Hoengseong	P	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Pyeongchang	U	0	0	0	1	0	0	66	0	0	0
Yeongweol 1	U	0	1	0	16	0	0	13	0	5	0
Yeongweol 2	U	0	0	0	0	0	0	18	0	2	0

\*U, upland; P, paddy field. \*\*Aph; *Aphelenchoides*, Aphu; *Aphelenchus*, Cri; *Criconema*, Dit; *Ditylenchus*, Hel; *Helicotylenchus*, Hir; *Hirschmanniella*, Mel; *Meloidogyne*, Pra; *Pratylenchus*, Tyl; *Tylenchus*, Xip; *Xiphinema*.

재배지에서 조사한 결과는 Table 1과 같았다.

*Aphelenchoides*를 비롯한 10속의 선충이 검출되었는데 조사지별로 4속 내외의 식물 기생 선충이 검출되었다. 예천의 밭 포장에서는 뿌리혹선충류 중만이 검출된 반면, 거창의 논 포장에서는 6속의 선충이 검출되었다. 검출된 선충들 중 *Aphelenchus*와 뿌리혹선충, *Tylenchus*의 검출지 수가 가장 많았는데 특히 당근뿌리혹선충은 34개의 조사지 중 33지역에서 검출되어 가장 빈번하게 더덕 재배지에 서식하는 식물 기생 선충으로 확인되었다.

조사지 포장에 따라 선충의 밀도는 차이가 있었는데 검출지 수가 가장 많았던 뿌리혹선충도 토양 300g 당 0마리에서 18,144마리로 다양한 밀도를 나

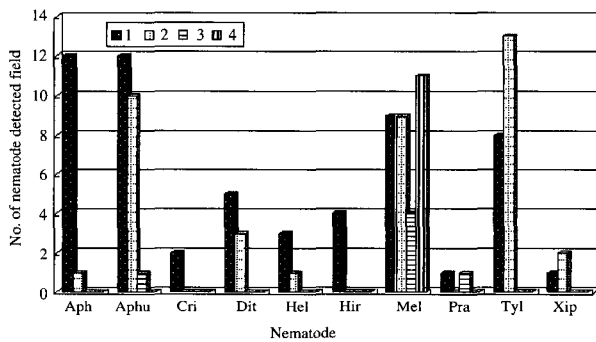


Fig. 1. Number of detected field with plant-parasitic nematodes according to their occurrence density in the fields of *Codonopsis lanceolata*, where 1; less than 10 nematodes, 2; from 10 to 100 nematodes, 3; from 100 to 500 nematodes, 4; more than 500 nematodes/300ml soil. Aph; *Aphelenchoides*, Aphu; *Aphelenchus*, Cri; *Criconea*, Dit; *Ditylenchus*, Hel; *Helicotylenchus*, Hir; *Hirschmanniella*, Mel; *Meloidogyne hapla*, Pra; *Pratylenchus*, Tyl; *Tylenchus*, Xip; *Xiphinema*.

타내었다. 지역별로는 경북 지역이 경남이나 강원 지역에 비하여 뿌리혹선충의 밀도가 상당히 높은 편이었고, 뿌리혹선충의 밀도가 높은 곳에서는 다른 선충의 종류나 수가 대체로 적은 편이었다. 한편 검출지 수가 많았던 *Aphelenchus*와 뿌리혹선충, *Tylenchus* 중 뿌리혹선충은 고밀도로 서식하는 포장이 다른 선충들에 비하여 많았다(Fig. 1).

즉, *Aphelenchus*나 *Tylenchus*는 선충 서식 밀도가 토양 300ml 당 100마리 미만 지역이 대부분이었으나 뿌리혹선충은 100마리 이상 서식 포장이 44.1% 정도를 차지하였다. 따라서 뿌리혹선충은 더덕 재배지에서 보편적으로 서식하고 있는 종일뿐 아니라 서식 밀도도 높아 피해가 예상되는 선충으로 판명되었다.

더덕 재배지에서 뿌리혹선충 밀도는 논에서 평균 226마리인데 비하여 밭의 경우 2,450마리로 10배 이상 고밀도로 서식하고 있었다(Table 2).

더덕 재배지 토양의 이화학적 특성은 Table 3과 같았다. 조사지들의 pH는 4.79-7.67이었으며 유기물 함량은 1.04%에서 6.13%였고, 유효인산이나 칼리, 질산태질소의 양도 조사지에 따라 다양하게 나타났다. 한편, 당근뿌리혹선충의 밀도가 가장 높았던 예천지방 밭 포장의 pH는 6.18이었으며 유기물 함량은 1.04%로 조사지들 중 가장 낮았다. 유효인산과 칼리 및 질산태 질소의 양은 다른 조사지와 차이가 없었다.

Table 2. Occurrence of the root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*, in *Codonopsis lanceolata* fields of paddy and upland soil

	% of sampling site by nematode density(individuals/300g soil)					Mean(range)
	0	1-10	10-100	100-500	>500	
Paddy	8.3	33.3	33.3	8.3	16.7	226(0-1,780)
Upland	0.0	22.7	22.7	0.0	54.5	2,450(3-18,144)

Table 3. Physico-chemical properties of the soil of the fields *Codonopsis lanceolata*

Locality	pH	Organic matter(%)	EC (dS/m)	NO3-N (mg/kg)	A.V. P2O5 (mg/kg)	K (cmol/kg)
<b>Gyeongbuk</b>						
Cheongsong	7.10	1.70	0.21	7.74	438.60	0.93
Euisung 1	7.28	2.12	0.30	14.67	783.70	0.66
Euisung 2	7.32	2.60	0.29	11.31	611.84	0.68
Gimcheon	6.17	5.34	0.43	9.06	1,549.50	0.90
Mungyeong 1	5.85	1.80	0.32	8.68	119.62	0.41
Mungyeong 2	7.36	1.77	0.44	8.42	133.02	0.23
Mungyeong 3	5.67	1.70	0.17	8.04	120.99	0.30
Mungyeong 4	5.84	1.67	0.29	9.61	245.42	0.27
Sangju 1	7.02	1.55	0.27	11.57	175.99	0.73
Sangju 2	7.10	4.48	0.40	24.28	655.84	0.75
Seongju 1	4.79	3.56	0.60	47.68	1,463.60	0.56
Seongju 2	5.03	2.42	0.50	31.68	1,573.60	0.94
Seongju 3	5.12	2.83	0.27	18.71	530.38	0.54
Yeacheon 1	5.66	1.19	0.08	7.06	401.48	0.22
Yeacheon 2	6.18	1.04	0.12	7.83	419.69	0.39
Yeoungju	4.93	3.20	0.20	3.02	104.84	0.19
Yeoungyang	7.67	2.66	0.27	6.80	687.80	1.53
<b>Gyeongnam</b>						
Geochang 1	4.85	5.55	0.17	9.14	759.99	0.29
Geochang 2	5.09	4.75	0.14	6.85	761.02	0.31
Goseong	6.09	3.80	0.32	14.42	678.87	0.31
Hamyang	5.85	2.54	0.22	11.27	756.89	0.56
Sanchang 1	6.25	6.13	0.36	11.99	760.67	0.91
Sanchang 2	6.12	5.29	0.24	15.74	775.11	0.56

**고찰**

34지역의 더덕 재배지에서 검출된 식물기생선충은 *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Criconema*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Hirschmanniella*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Xiphinema*의 10개 속이었다. 박 등(1992)은 경북 지역 주요 약초 재배지에서 식물기생선충을 조사하여 더덕에서는 당근뿌리혹선충을 비롯하여 6종의 선충이 검출되었

다고 하였는데 본 시험에서는 이들 조사보다 다양한 종류의 선충이 검출되었다. 뿌리혹선충과 *Tylenchus* 는 박 등(1992)도 검출지역 수와 서식 밀도가 높은 선충으로 보고하여 본 조사의 결과와 일치하였으나 *Aphelenchus* spp.는 본 조사에서만 검출지와 밀도가 높았다. 한편 조와 한(1986)은 18개 작물, 55개 지역에서 3,226점의 시료를 조사하여 식물기생선충 감염 포장수를 조사하여 *Tylenchus* spp.가 39.5%의 포장에 감염되어 가장 빈번히 검출되는 선충으로 기록하였고, *Aphelenchus* spp.가 35.6%, *Aphelenchoides* spp.가

29.3%, *Meloidogyne* spp.가 28.1%라고 하여 본 조사의 결과와 일치하는 경향이였다. 이러한 사실로 미루어 볼 때 포장에서 선충의 발생은 기주식물을 중심으로 새로이 형성되는 것이 아니고, 그곳에 서식하고 있던 선충들이 그들의 주 기주식물의 종류에 따라 발생 밀도만 차이를 보이는 것으로 보인다. 물론 논외의 경우 지속적인 담수 재배를 할 경우 선충류의 밀도나 종 변화를 가져올 수 있다(박 등, 1995). 벼 재배 후 박과 작물 재배와 작부 체계에서는 선충의 일시적 밀도 억제에 유발(박, 2000) 할 뿐 기주식물이 다시 재배되었을 때는 밀도 증가가 유발될 것으로 생각된다. 따라서 본 조사의 결과처럼 대부분의 포장에 선충의 감수성 식물이 식재 될 경우 기생선충의 종이나 밀도가 일정 수준으로 형성될 것으로 생각된다. 본 조사 결과 뿌리혹선충은 검출지역 수와 밀도가 다른 선충에 비하여 많았다. 특히 검출지역의 경우 전체 34개 조사지역들 중 33개 조사지역에서 확인이 되어 97.1%의 높은 포장 감염율을 보였다. 이는 조와 한(1986)의 주요 경제작물 재배지 포장 감염율 28.1%나 박 등의 약용작물 재배지 포장 감염율 43.3~73.0%의 감염율에 비하여 매우 높은 감염율이었다. 이것은 더덕의 재배기간이 2년 이상 되고, 또한 뿌리혹선충이 좋아하는 기주 작물이기 때문으로 생각된다. 또한 당근뿌리혹선충은 우리나라에 발생하고 있는 뿌리혹선충류들 중 우점종이고(최와 추, 1978), 경상북도나 강원도는 당근뿌리혹선충의 발생이 많다는(조 등, 1987)의 보고와도 같은 경향이였다. 한편 이러한 결과들을 종합해 볼 때 당근뿌리혹선충은 더덕 재배지에서 우점하는 문제 선충으로 생각된다.

논토양보다는 밭토양에서 뿌리혹선충 서식 밀도가 높게 나타났다. 즉 논토양에서는 12개 조사 포장들 중 75%의 지점에서 뿌리혹선충의 밀도가 토양 300g 당 100마리 미만이었으나 밭에서는 54.5%의 조사지역이 500마리 이상의 밀도를 보였다. 박 등(1998)도 작약 재배지 당근뿌리혹선충 발생지들 중 500마리 이상의 밀도를 보이는 포장이 논토양에 비하여 밭토양이 많다고 하였다. 이는 전술한 바와 같이 논외의 경우 벼 재배시 담수가 이루어져 밭에 비하

여 선충의 밀도가 감소하기 때문으로 생각되며 밭은 대부분 뿌리혹선충의 감수성 작물들이 재배되기 때문으로 생각된다. 따라서, 더덕의 재배는 연속적인 밭 재배를 지양하고, 답전윤환 재배를 하는 것이 뿌리혹선충과 같은 식물기생선충의 피해를 경감시킬 수 있을 것으로 생각된다. 또한 당근뿌리혹선충은 식토보다 사토나 사양토에서 증식이 잘 되는데(박 등, 1994) 대부분의 밭 토양들이 사양토이기 때문에 논 토양보다는 밭 토양에서 밀도가 높은 것으로 생각된다. 당근뿌리혹선충의 밀도와 토양의 이화학적 성질과의 관계는 선충 밀도가 높았던 예천의 두 포장을 다른 포장들과 비교해 볼 때 유기물 함량이 다른 지역들에 비하여 가장 낮았고, K 함량도 비교적 낮은 함유량을 보였다. 박 등(1998)은 작약 재배지에서 유기물 함량이 낮은 곳에서 당근뿌리혹선충의 밀도가 비교적 높은 편이라고 하여 본 조사 결과와 유사하였으며 Sasser and Kater (1985)도 유기물 함량이 높은 곳에서 선충 밀도가 낮다고 하였다. 한편 박 등(1994)은 K 함량이 많은 지역에서 선충 밀도가 높아지는 경향이라고 하여 본 조사의 결과와 상이하였다. 그러나 이러한 토양의 이화학적 성분들은 그들이 선충의 발생에 직접적인 영향을 미치는 것이 아니고, 단지 서식지의 성질의 하나이기 때문에 조사자들에 따라 차이가 있는 것으로 보여진다. 또한, 선충의 발생정도는 그들의 주 기주인 재배 작물의 종류에 따라 주로 결정되고, 토양의 이화학적 특성들은 부가적인 요인이기 때문에 토양 내 특정 물질들의 함량이 선충 밀도와 정비례한다고 볼 수는 없는 것으로 생각된다.

## 적요

더덕(*Codonopsis lanceolata*) 재배지에서 발생빈도와 서식밀도가 높은 식물기생선충을 파악하기 위하여 3개도 34개 지역 더덕 포장에서 조사한 결과 검출된 식물기생선충은 *Meloidogyne*(뿌리혹선충), *Pratylenchus*(뿌리썩이선충) 등 10개 속(genus)이었는데, 그 중 뿌리혹선충은 97%의 포장에서 검출되

있고, 검출된 평균 선충수도 1,700마리/토양 300ml 이상으로 대단히 높았다. 또 논 토양보다는 밭 토양에서 검출율이 높았고, 평균밀도도 2,450마리로 10배정도 많았다.

### 인용문헌

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.

김종현, 정명현. 1975. 더덕의 생약학적 연구. 생약학회지 6: 43-47.

농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법.

문관심. 1994. 약초의 성분과 이용. 평양종합인쇄공장. 평양.755.pp

박동금. 2000. 참외 연작장해와 그 대처방안에 관한 연구 -뿌리혹선충과 토양 염류장해를 중심으로-. 안동대학교 박사학위 논문.90.pp

박부덕, 박용곤, 최광수. 1985. 더덕의 년근별 화학성분에 관한 연구. 한국영양식량학회지 14: 274-279.

박소득, 김기재, 김정혜, 유오중, 류정기. 1998. 작약 재배지에서 당근뿌리혹선충 발생 양상. 한응곤지. 37: 123-125.

박소득, 박선도, 권태영, 최부술 이원식, 최영연. 1995. 시설과채류(오이, 참외)의 뿌리혹선충 종합 방제에 관한 연구. 한응곤지. 34: 75-81.

박소득, 박선도, 최부술, 최영연. 1994. 작약재배지 뿌리혹선충의 발생생태에 관한 연구. 한응곤지. 33: 159-162.

박소득, 추연대, 정기채, 박선도, 최대응, 최영연. 1992. 藥用作物寄生線虫에 관한 研究. 한응곤지. 31: 396-415.

박소득. 1992. 약용작물에 기생하는 선충종류 및 방제에 관한 연구. 경북대 박사학위 논문.75.pp

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.

유기억. 1989. 한국산 더덕속(*Codonopsis*) 식물의 분류학적 연구. 강원대 학교 석사학위논문. pp.40.

이문홍, 최귀문, 한만중, 안성복, 이승환, 최준열, 최동로. 1994. 원색 약용작물 해충 도감. 농촌진흥청 농업기술연구소. 수원. 214pp.

이승필, 김상국, 남명숙, 최부술, 이상철. 1996. 차광과 유기물 시용이 더덕의 생육 및 향기성분에 미치는 영향. 한국약용작물학회지 41: 496-504.

이승필. 2000. 한국산 더덕의 향기성분과 방향성 증대를 위한 재배기술연구. 경북대학교 박사학위 논문.81.pp

이용화. 1967. 사삼 성분 분석에 관한 연구 -사삼 중 Ehrlich's Reagent 양성 물질에 관하여(제1보). 춘천교대논문집 4: 249.

이진하. 1974. 한국산 더덕중의 glycoside에 관하여. 강원대식자연논문집. 1: 37.

임록재. 1998. 조선 약용식물지 3. 농업출판사. 평양. pp.311.

정보섭, 나영선. 1977. 사삼의 terpenoid 성분에 관한 연구. 한국생약학회지 8: 49.

조현제, 김창효, 박중수, 정모근. 1987. 主要 經濟作物에 寄生하는 뿌리혹線虫의 種과 race 分布. 한식병지. 3: 159 - 163.

조현제, 한상찬. 1986. 경제작물 주생산지 선충 발생 상황 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, 추호렬. 1978. 經濟作物에 影響을 미치는 뿌리혹線虫에 관한 研究. 한식보지. 17: 89-98.

(접수일 2003. 9. 10)

(수락일 2003. 10. 15)