



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

더덕의 수량증대를 위한 지주재배 방법
및 뿌리혹선충방제 연구

A study on Staking Cultivation and Control of Root-knot
Nematode for Yield Increase of *Codonopsis lanceolata*

濟州大學校 大學院

農學科

玄東熙

2015年 8月

더덕의 수량증대를 위한 지주재배 방법 및 뿌리혹선충방제 연구

指導教授 宋 昌 吉

玄 東 熙

이 論文을 農學碩士學位 論文으로 提出함

2015年 6月

玄東熙의 農學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 인

委 員 인

委 員 인

濟州大學校 大學院

2015年 6月

목 차

List of Figures	ii
List of Tables	iii
ABSTRACT	1
I. 서론	3
II. 연구사	5
III. 재료 및 방법	11
1. 지주재배방법이 더덕의 수량에 미치는 영향	11
2. 더덕에 발생하는 뿌리혹 선충의 방제 방법	13
IV. 결과 및 고찰	15
1. 지주재배방법에 의한 더덕의 수량특성	15
2. 더덕 재배에서 발생하는 뿌리혹선충에 대한 친환경적인 방제 연구	19
V. 적 요	24
VI. 참고 문헌	25

List of Figures

Fig. 1. Methods of holding cultivation of *Codonopsis lanceolata*.

Fig. 2. Nematode separation and counting methods.

Fig. 3. Treatments for control of the root-knot nematode on packaging-cultivated *Codonopsis lanceolata*.

Fig. 4. Damage symptoms caused by root-knot nematode on the roots of *Codonopsis lanceolata*.

List of Tables

Table 1. Effect of different cultivation method on yield *Codonopsis lanceolata*

Table 2. Effect of different cultivation methods on quality and weight of the roots of *Codonopsis lanceolata*

Table 3. Effect of different treatments on the control of root-knot nematodes(nematode numbers are per 300 g of soil) in the field of *Codonopsis lanceolata*

ABSTRACT

In order to investigate effects of stacking installation on yield of *Codonopsis lanceolata*, different cultivation methods, untreated control(crawling cultivation: conventional creeping cultivation method), stacking cultivation of bell type, and stacking cultivation of crossed bell type, were compared from March through November, 2007. In results, the weight of *Codonopsis lanceolata* by the untreated control yielded 687 kg per 10a. The marketable rates of products higher than 60 g (high quality) and ranging between 30 g and 60 g (medium quality) were 4.5% and 19%, respectively. In the stacking cultivation of bell type, utilizing an iron cross-stick, the yield was 846 kg per 10a; the marketable rates of high quality(i.e., > 60g) and medium quality (i.e., > 30g and < 60g) were 8% and 35%, respectively. Lastly, in the stacking cultivation method of crossed bell type, one iron cross-stick was installed as like in the stacking cultivation of bell type and then another iron stick was additionally set up in lengthwise. In the group, the yield was 1,053 kg per 10a with marketable rates of 17% and 37% for high quality and medium quality products, respectively which is dramatic increase(i.e.,56%) in yield compared to that of the untreated control.

In order to effectively control damages from root-knot nematode, often shown in *Codonopsis lanceolata*, various control methods were compared: untreated control(water treated group), typical treatment of farmers, treatment of *Lysobacter enzymogenes*(i.e., chitin degrading microorganism), and treatment of commercial fungicide Fosthiazate[®]. Firstly, 300 g of soil sample was collected in advance to employ preventive measures. And, numbers of root-knot nematode were investigated every 30 days after the treatment. In results, there were 2,422 root-knot nematodes in the control (i.e., water

treated soil) and these numbers were relatively well maintained throughout the study period; the final numbers of root-knot nematode were 2,138 in the control group. On the other hand, in the typical treatment of farmers, root-knot nematode numbers were reduced by 41% (2,452 to 1,440), whilst it was more dramatic in the treatment of *Lysobacter enzymogenes* (64% reduction; 2,512 to 912). Although the treatment of commercial fungicide Fosthiazate[®] reduced the root-knot nematode by 28% (2,470 to 1,779), these effects were less pronounced compared to the other groups, typical treatment of farmers and treatment of *Lysobacter enzymogenes*.

I . 서 론

더덕(*Codonopsis lanceolata* Trautv)은 초롱꽃과(*Campanulaceae*)의 다년생 초본 덩굴식물로 원산지는 한국, 일본, 중국 등 아시아 중동부에 주로 분포하고 있으며, 우리나라는 전국의 산지에서 자생한다(유, 1989; Lee, 1981). 더덕에는 saponin, inulin, phytoderin, leiothin, pentosane, vitamin B1과 B2, 탄수화물, 단백질 및 식물정유 등 다양한 성분이 함유되어 있으며, 강장, 배농, 거담, 해독, 회유 등 약리적인 효능이 뛰어나 인삼 대용 생약으로 이용되고 있다(이, 1984; Lee *et al.*, 1996). 또한 더덕의 효능에 대해서는 동의보감 탕액편, 채부, 향약합편 만초, 한약집성방, 초부 등에도 기재되어 있으며(임, 1998), 더덕을 한약재로 가공하여 천식, 보익, 경풍, 한열, 보폐, 편도선염, 인후염 등에 대해 민간에서 가정상비약으로 사용되는 방향성 식물로써, 뿌리는 혈중 콜레스테롤과 지질의 함량을 줄여 혈압강하 및 중추신경계에 대한 긴장작용이 있는 것으로 알려져 있다(문, 1994).

우리나라의 더덕은 주로 해발 150~200 m의 중산간지역에서 재배되고 있으며, 1960년대부터 일부 농가에서 자생지의 종자를 채취하여 재배하기 시작하였고, 본격적인 재배는 1980년대부터이며 재배역사는 오래되지 않았다. 더덕 재배는 강원 횡성, 전북 진안, 무주, 전남화순, 경북 울릉, 제주도 등지에서 주로 재배되고 있으며, 적응지역이 매우 넓어 전국 어디에서나 재배가 가능하다. 더덕은 종자번식을 하며, 낮과 밤의 일교차가 큰 중산간 지역이나 너무 높지 않은 고랭지에서 향기성분과 사포닌 함량이 높고, 뿌리 발육이 좋다고 하였다(Lee *et al.*, 1996). 또한 국산 더덕은 고방향이면서 조직이 연하고 섬유조직이 풍부하여, 향기가 적은 일본산이나 중국산에 비해 품질이 월등하므로 수입개방에 따른 대응작물로서도 가치가 높다(Lee *et al.*, 1996).

제주의 더덕재배는 1980년부터 재배를 시작하였으며, 본격적으로 1990년대부터 재배되었고, 2007년 더덕의 재배면적은 1,001 ha, 생산량 1,651 ton에 이르며, 조수입이 3백억원 이상으로 제주 농업의 특용작물로 위치를 선점했다(제주도 통계

연보, 2007). 더덕은 덩굴성이어서 재배지에서는 지주를 설치하지 않고 평지를 포복하도록 하여 일반적인 재배를 하고 있으나, 자연 상태에서 주변의 나무를 타고 올라가는 특성을 이용하여 지주재배에 대한 연구가 이루어져왔다(충북농업기술원, 1994). 더덕의 무지주재배(지주가 없는 포복형 재배)와 지주재배에 따른 병발생 양상을 조사한 결과 지주재배보다 무지주재배에서 시들음병, 흰비단병 등 이 병율이 높았다고 보고하였다(김 등, 1998). 1987년부터 지주설치방법은 각목 또는 22 mm의 펜타이트 파이프 등을 이용했으며, 각목은 일자형으로, 펜타이트 파이프는 n자형으로 2~4 m 간격으로 더덕재배지에 설치하였다. 여기에 오이 망이나 더덕 망을 씌워 더덕 줄기를 유인하는 방법을 사용하고 있으나 이러한 방법은 인력과 초기경영비가 높고 여름철 태풍에 의한 비바람으로 무너지는 등의 문제가 있다(농촌진흥청, 1994). 더덕 재배시 지주재배방법, 지주용 재료에 대한 연구 등이 요구되고 있으며, 강철사를 활용한 활죽형태의 지주를 설치하는 방법은 초기단계로 다양한 연구가 필요한 실정이다. 한편, 제주의 더덕 재배지는 시들음병, 검은점무늬병 등의 병해가 발생하였고, 뿌리혹선충, 응애류 등의 해충이 발생하여 농가의 생산량에 영향을 주고 있다. 병해충 발생은 더덕 재배에 따른 연작장해 피해로 더덕의 품질에 영향을 미쳐 생산성 저하, 농가 소득이 낮아지고 있으며, 더덕의 재배지가 지속적으로 이동, 토지의 활용도가 낮아지고 있어 직·간접적으로 영향을 주고 있다(김과 최, 1998; 임 등, 2005).

따라서 본 연구에서는 강철활대를 이용한 더덕 지주재배를 통한 일조조건을 양호하게 하고 단순형태의 지주재배 보다 교차형지주를 설치함으로써 일사량 증대효과 뿐만 아니라 더덕의 수확량(뿌리의 무게) 향상과 효율적인 경영비를 투입하여 품질향상과 수량증대를 통한 소득향상 효과에 대하여 수행하였으며, 더덕재배지에서 주요하게 발생하는 해충인 뿌리혹선충에 대해 친환경적이며 효과적인 방제효과를 연구하고자 수행하였다.

II. 연구사

초롱꽃과 식물에서 더덕, 도라지 및 잔대 등은 식용 또는 약용으로 이용한 역사는 분명하지 않으나 전래의 산야초로 우리나라에서는 오래 전부터 이용하였다. 한국산 초롱꽃과의 연구는 Hemsley(1889)가 Carles의 제물포 채집품으로 *Adenophora remotidens*를 신종으로 발표하면서 5속 7종을 보고하였으며, 이후 분포지 또는 신종이 추가 발표되었다 (Palibin, 1889 ; Komarov, 1902; Makino, 1909; Nakai, 1909; Nakai, 1911; Nakai, 1915; Nakai, 1921; Kitagawa, 1935; Kitamura, 1936; Kitamura, 1941; Hara, 1952; 유, 1995). Nakai(1952)는 한국 식물을 총정리하면서 초롱꽃과를 8屬 30種 15變種 6品種으로 정리하였으며, 향명집, 명감류 및 도감류에 한국산 종 등을 수록하였다(박, 1949; 정, 1956; 박, 1974; 이, 1979). 오(1981)는 선행 문헌 및 지역 식물 조사 보고서를 근거로 하여 학명, 국명, 산지 등을 조사하였더니 한국산 초롱꽃과를 9속 29종 19변종 12품종으로 총 60종류가 자생하는 것으로 정리하였다. 한편, 이(1989)는 한국산 잔대속 17종에 대한 외부 형태 및 화분학적 연구를 수행하였고, 유와 이(1989)에 의해 한국산 더덕속을 *Codonopsis lanceolata*(더덕), *C. minima*(애기더덕, 섬더덕, 애기소경불알), *C. pilosula*(만삼), *C. ussuriensis*(소경불알)등 4개의 속에 대하여 한국산 더덕속의 種檢索表를 제시하였다.

더덕뿌리(根)에 대해서는 Saponin-Inulin, 탄수화물, 비타민 B1과 B2, 단백질 등의 성분이 함유되어 있어 건강유지 및 장수식품으로 각광받고 있으며 예부터 더덕을 沙蔘이라고 하여 다양한 약리작용으로 인해 약용 또는 식용으로 많이 사용 하고 있다(이, 1998). 한방에서의 더덕은 진해, 거담, 해독, 천식, 폐결핵, 항궤양, 편도선염에 효과가 있다고 하여 인삼대용으로 널리 사용되어 왔다고 도해향약대사전에서 기술하고 있다. 정과 라(1977)는 더덕에 의해 적혈구 및 헤모글로빈을 증가시키고, 항 피로작용과 혈압강하, 항균 및 항바이러스작용을 갖고 있다고 보고하였다. 한과 조(1997)는 대표적인 간독소인 사염화탄소가 처리된 동물 실험용 쥐 BALB/c에 더덕추출물을 처리했더니 그 함량이 현저히 감소시킬수 있

다고 보고하였다. 더덕추출물은 간의 총 지질 함량을 감소시켰고, 고지방식이군에서 현저히 증가한 간의 중성지질 함량도 더덕추출물 투여로 현저히 감소된다고 보고하였다(한 등, 1998). 더덕의 메탄올 추출물은 혈관신생억제물질이며, 이 물질은 혈관내피세포의 이동 과정에 작용하여 그 효과를 나타내는 것이라고 추정하였다. 또한 더덕은 그 발생과 진행이 혈관신생에 의존하고 있는 것으로 알려진 암 등의 질병 예방과 치료를 위한 유용한 식물자원으로 개발될 수 있음을 시사하였다(한과 조, 1997; 한 등, 1998; 조와 김, 2003).

더덕재배가 일반화 되면서 다양한 연구가 진행되었다. 강 등(1994)은 초롱꽃과 약용작물재배에서의 문제점은 발아의 불안정에 기인한 立苗率 不良이라고 생각하고 더덕의 발아가 유근신장에 미치는 광질, 일중조명시간 및 저온처리기간의 영향에 대하여 기술하였다. '생육장소에 따른 더덕의 성장, 광합성률 및 엽록소 함량 조사 연구'에서 개체당 엽수는 소나무림, 낙엽송간벌지, 구내포장차광구, 신갈나무림, 구내포장전광구 순이었고, 줄기의 길이는 낙엽송간벌지, 구내포장전광구, 구내포장차광구, 신갈나무림 순이었다. 광합성률은 구내포장전광구에서 $13.0 \mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 최대치를 보였으며, 구내포장차광구, 낙엽송간벌지, 신갈나무림, 소나무림 순으로 나타났다. 더덕은 광량이 풍부하고 경쟁식생의 분포량이 적은 적윤지 환경에서 잘 자랐으며, 더덕의 적화처리가 생체중을 증가하였다고 보고하였다(김, 2003; 김 등, 2004).

약광조건에 대한 더덕의 광합성 및 물질생산에 관한 생리·생태학적으로 보면 LI 6400-02 LED 인공광선으로 광 강도를 0, 100, 300, 500, 700, 1000, 1500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 으로 조절하면서 광 강도별 광합성 변화를 측정된 결과 차광처리한 모든 잎에서는 엽록소가 증가 하였으며 더덕의 엽위별 광합성 속도는 처리 후 44일째에 뚜렷이 증가 하였으며, 그 증가 정도는 상위엽보다 하위엽에서 현저하다고 보고되고 있다(김, 2002). 더덕재배가 활성화됨에 따라 야생더덕과 경작더덕과의 성분 비교에 대한 연구도 활발하게 진행되었는데, 자연산의 산더덕과 재배한 발더덕의 일반성분 및 아미노산 함량에 대한 비교 분석결과 칼슘함량은 산더덕이, 철과 인의 함량은 발더덕이 높았고, 산더덕의 아미노산 함량 순위는 Arg>Glu>Ala>Lys>Leu 순으로 많았고, 발더덕의 경우는 Arg>Glu>Asp>Leu>Lys>Val 순으로 많았다(Kim, 1985). 한편, 이(1984)는 야생에서 수확된 더덕과 경작하여

수확된 더덕을 50℃에서 건조하였고, 10%의 수분함량으로 준비된 시료로 화학적 성분을 조사하였더니 더덕의 일반성분인 가용성물질이 야생더덕은 12.9%, 경작 더덕은 10.7%였다. 야생더덕과 경작더덕의 조단백질은 각각 18.8%, 17.1%이었고, nitrogen free extract도 각각 30.3%, 33.8%로써 야생더덕과 경작더덕 간의 특징적인 차이는 없었다. 또한 건조된 야생더덕과 경작더덕의 유리당 조성, 유리아미노산 함량 및 유리지방산함량에 대하여 조사하였더니, 더덕의 유리당 조성은 fructose, glucose, sucrose 등으로 야생 더덕에 비하여 경작된 더덕의 경우가 높았고, maltose의 경우 야생더덕에서는 나타나지 않았으나, 경작더덕에서는 0.05%로 나타났다. 유리아미노산은 lysine, histidine, arginine, aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, valine, methionine, isolusine, leucine, tyrosine, phenylalanine등 16종이 나타났으며, 야생더덕과 경작더덕 사이에 함량의 차이는 다소 있었으나, 그 외 별다른 차이는 발견되지 않았다. 유리지방산의 조성은 Palmitate, linoleate, linolenate 등이 검출되었으며 야생더덕에 비해 경작더덕의 함량이 높았다. crude saponin 함량은 야생더덕과 경작더덕이 각각 1.5%, 1.4% 였다고 보고하였다. 이 등(1994)은 야생더덕에 나타나는 고방향성의 특성을 알아보려고 차광처리가 식물정유성분 함량에 미치는 영향 등을 조사하였는데, 75% 차광에서 정유성분이 가장 높게 나타났고, 더덕 뿌리의 향기성분은 총 48종이 확인되었다. 1-hexanol, *cis*-3-hexanol, *trans*-2-hexanol 등이 가장 높은 비율을 차지하였으며, 이중에 *trans*-2-hexanol은 차광처리간에 차이가 가장 컸고, 75% 차광에서 무차광에 비해 약 3.2배 높았다고 보고하였다.

이(1984)는 건조된 야생더덕과 재배더덕의 유리당 조성, 유리아미노산 함량 및 유리지방산함량에 대하여 조사하였으며, 김(1985)은 자연산과 재배더덕의 일반성분 및 아미노산 조성에 대하여, 이 등(1996a), 이 등(1996b)은 재배장소, 차광처리 및 야생더덕의 향기성분에 대하여 조사보고하였다. 또한 김 등(1992)은 전처리 방법에 따른 더덕의 휘발성 향기성분에 대하여 보고하였다.

더덕 향기성분에 있어서는 모집종간에 뚜렷한 차이는 없었으나 지리산 더덕에서는 식품성분에서 식용유지나 가공식품의 부패를 방지하는 물질인 BHT 성분이 동정되었으며, 주된 성분은 지방족 알콜류가 11종으로 대부분 차지하고 있으며 *trans*-2-hexanol, *cis*-3hexanol, 1-hexanol 등의향기성분은 모든 모집단에서 높은

피이크 면적(%)을 나타내었다(이 등, 1996).

더덕재배가 일반화되면서 더덕 재배기술과 재배지환경에 따른 수량 및 성분함량, 병해충방제에 대한 다양한 연구가 보고되고 있다(이, 1988). 특히 온도차에 의한 더덕의 수량과의 관계를 보면 더덕은 15~25℃에서 생육이 양호하고 30℃에서 생장이 늦어진다. 더덕의 지상부 중량은 15~25℃의 온도에서 무겁고, 30℃에서 현저하게 가벼운 것으로 조사되었으며 개화시의 온도가 15℃에서는 약 20일간의 정도가 늦고 30℃에서는 개화종료가 15℃, 20℃, 25℃ 보다 1개월 빠르나 개화수는 적은 것으로 보고되고 있다(이 등, 1988).

더덕재배 기초적 연구를 기술하여 더덕발아와 성장물질에 미치는 영향을 기술하였다. 더덕의 다수확재배법 개선을 위하여 종자발아방법, 형태적습성, 개화습성, 자연광과 차광하에서 발아율에 대한 기초연구를 하였으며(이 등, 1982), 더덕 입모을 향상을 위하여 더덕의 종자처리효과를 연구하였다. 파종전 더덕 종자의 처리는 20℃에서 1일 12시간의 청색광을 가하면서 GA₃ 0.1mM에 3일간 침종후 35℃에서 4시간 적색광을 처리하여 건조된 종자를 파종직전 20℃의 물에 1일간 침종 후 파종하는 모형이 제시되었다(강 등, 2001).

김 등(2000)은 제주지역 중산간지대의 더덕수량성 향상을 위한 재배법 개선으로 파종기에 따른 생육과 수량성, 멀칭재배에 의한 잡초억제 등을 기술하였으며, 김 등(2004)은 더덕 과립종자이용 생력재배기술 개발을 구좌읍 농가포장에서 실시 하였다. 시험전 사전 발아율조사결과 무처리 37.4%, 저온처리 66%, 과립종자는 50.3%로 조사되었으며 재배방법에 따른 소요노동력은 노지재배에 비해 과립종자멀칭재배시 60.6%, 더덕종자멀칭은 53.5% 정도 절감 되었으며, 상품수량은 무피복 425 kg/10a에 비하여 피복더덕과립종자는 130%, 피복더덕종자는 134%가 증수하였다. 김 등(2003~2004)는 저온처리에 의한 발아율조사 및 중산간지대 특성조사를 기술하였다.

더덕의 재배는 산파를 실시하여 2년간 포복형 재배 후 생산하므로써 발아불량, 제초작업, 지주설치에 따른 높은 노력비중이 요구되었다. 또한 단위면적당 수량이 적고 품질이 낮아 소득이 기대보다 떨어지는 문제 등에 대해 개선이 필요했으며, 생력화하는 재배기술 개발이 연구되었다. 더덕의 재배양상의 변화를 보면 산파에 의한 포복재배에서 개량형 지주인 펜타이트 22 mm파이프를 이용하여 삼

각형지주재배가 품질이 좋고 수량성도 높은 것으로 보고되었다(농촌진흥청, 1994). 그러나 이러한 삼각형 지주재배는 태풍, 돌풍, 건풍이 적은 지역에서는 재배가 가능하지만 제주지역은 태풍 등 비바람을 동반한 재해가 잦아 이로 인해 지주재배에 따른 시설 등이 멸실되어 경영비가 가중되었다. 이를 개량하기 위하여 강철활죽($\phi 8$ mm, 2.4 m)을 이용하여 중형지주설치하여 재배연구가 진행되었고, 경영비절감과 상품성향상, 수량증대에 대한 연구를 실시한 결과 중형지주재배에서는 일조조건이 포복형 재배보다는 양호했다. 중형지주재배에 의해 일조조건으로 품질향상과 수량성이 증대되는 효과 등을 확인하였고, 더 나아가 더덕 재배시 발생하는 병해충 및 효과적인 일조조건 개선 방법이 요구되어졌다.

더덕재배 양상에 따른 병해발생을 보면 지주가 설치된 재배 포장보다 산과에 의한 포복재배 포장에서 잎과 줄기에 시들음병, 점무늬병, 탄저병, 갈색무늬병, 녹병, 흰가루병이 발생되고 지제부나 지하부에서는 시들음병, 흰비단병이 많이 발생된다고 보고되었다(김과 최, 1997). 개량형 지주 펜타이트 $\phi 22$ mm 파이프를 이용한 재배는 채광량이 양호하여 지주재배에서 이병율이 3.1%로 낮았으나, 무지주인 포복형재배에서는 48.8%가 이병주율 보였다(김과 최, 1998).

더덕재배에서 발생하는 충해에는 차응애, 점박이응애, 수염진딧물류, 애모무늬 잎말이나방, 섬서구메뚜기가 있으며, 그 중 선충에 의한 피해는 10%이상을 차지하여 농가의 품질, 수량성 등이 낮아졌으며(임 등, 2005), 이러한 이유로 더덕재배는 증가하고 있으나 재배양상에 따라 병해충 발생에 따른 품질 및 수량 감소로 소득이 낮아지는 경향이 있다(김 등, 1998). 우리나라 더덕의 주재배지인 전라남도, 경기도, 강원도, 제주도, 울릉도 등 15지역 선충발생 상황을 보면 *Aphelenchus* 속 9속이 검출되었고, 지황줄기선충(*Ditylenchus citri*), 당근뿌리혹선충(*Meloidogyne hapla* Chitwood), 고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*), 콩뿌리썩이선충(*Pratylenchus neglectus*) 담배위축선충(*Tylenchorynchus claytoni*) 등 5종이었다.

더덕 재배지의 선충의 검출률은 *Meloidogyne hapla*가 61.9%로 가장 높았고, *Tylenchorynchus* spp.은 16%였다. 또한 더덕 2년생을 대상으로 지역별 당근뿌리혹선충에 의한 피해는 포장감염률 67.0%와 감염주율 60.2%였고, 서식밀도와 토양 이화학적은 거의 관계가 없었다. 유기물함량이 높은 포장에서 당근뿌리혹선충

의 서식밀도는 적었으나, 토양 pH에 따른 서식밀도는 500~100마리 이하 포장에 pH 5.4~7.0으로 큰 차이가 없었다. 또한 인산함량에 따른 서식밀도의 상관관계가 없었으며, 치환성염기(Ca, Mg, K)는 일정한 경향치였다.

전라북도 지역에서 산간지, 중산간지 및 평야지로 나누어 뿌리혹선충의 발생양상을 조사하였고, 동일 포장 내에서 더덕의 재배기간이 2~3년 길면 길수록 감염율이 높아지고 있으며 재배년수가 길수록 지상부 고사가 점점 빨라지는 경향이 심하게 나타나는 원인을 뿌리혹선충 피해로 보고 있다(김 등, 1996).

제주 지역에서는 당근뿌리혹선충외 4종이 발생하는 것으로 보고되었으며(임, 2005), 또한 전국이 더덕재배지에서의 선충 검출율을 조사했더니 *M. hapla*의 검출율이 61.9%, *Tylenchus spp.*가 16.1%, *Pratylenchus neglectus* 7.8%, *Ditylenchus citri* 5.1% *Helicolylenchus sp.* 5.1% 순으로 조사보고 되고 있다(임 등, 2005). 선행연구 등을 종합하였더니 뿌리혹선충 피해는 지역별로 다양하게 나타나지만 더덕 2~3년생으로 수확할 경우 지역에 상관없이 전국적으로 10~20% 정도의 감수율을 예상되고, 연작할 경우 피해가 크다고 보고되었다(임, 2005). 이러한 이유로 더덕재배는 증가하고 있으나 재배양상에 따라 병해충 발생에 따른 품질 및 수량감소로 인해 소득이 낮아지는 경향이 있다.

더덕재배지에서 당근 뿌리혹선충을 방제하기 위하여 한방추출물, *Bacillus thuringiensis*, *Paecilomyces lilacinus*, fosthiazate를 살포한 결과 *Bacillus thuringiensis*, *Paecilomyces lilacinus*와 한방추출물은 더덕의 발아를 향상시켰다. Pot실험에서 당근뿌리혹선충의 밀도억제 효과는 *Bacillus thuringiensis*와 *Paecilomyces lilacinus*은 우수하였으나, fosthiazate보다 떨어지는 경향이 있었으며(정, 2003), *chitinase* 분해균(*Lysobacter enzymogenes*/슈퍼미생물치료사)을 이용한 발병도 조사한 결과 선충의 알과 성충의 껍질을 분해하는 효과가 있었다(김 등, 2005).

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 지주재배방법이 더덕의 수량에 미치는 영향

본 실험은 2007년 3월부터 10월까지 제주특별자치도 서귀포시 남원읍 수망리 103번지(총 9,900 m²)에서 수행하였다. 전체 포장에는 토양살충제(fosthiazate 5% 입제, 선충탄[®], 동부한농)을 6 kg/10a, 밑거름으로 퇴비(우분퇴비) 2,500 kg/10a, 맞춤형 더덕전용복비(10-10-7, 농협) 300 kg/10a를 살포한 후 트랙터에 의해 로타리 작업을 하였으며, 길이 270 cm, 폭 120 cm, 이랑 30 cm로 만들고 무처리, 중형지주재배 및 교차형지주재배를 배치하였고, 완전임의법으로 3반복하였다. 실험에 사용된 더덕뿌리(根)는 2005년부터 2007년 2월까지 남원읍 신흥리 1207번지에서 재배되었던 20 g내외의 2년생이며, 20 cm × 20 cm로 실험포장에 이식하였다. 무처리는 더덕식물체에 지주를 세우지 않고 더덕의 줄기가 토양의 지표를 기는 형태의 포복형태로 재배하였다. 중형지주재배는 더덕의 초장이 10~15 cm 정도 자란 4월말에 강철사활대(φ8 mm, 2.4 m) 1개를 동서(EW)로 설치하였고, 반원의 형태를 가졌다. 반원의 중심에서 포장바닥까지의 높이는 45~50 cm였고, 재배포장의 길이에 60~70 cm 간격으로 지주를 설치하였다. 교차형지주재배는 중형으로 설치된 활대 중앙부분에 또 다른 1개의 활대를 남북(SN)으로 설치하여 십자 형태로 교차 설치하였다. 추비는 6월과 9월에 맞춤형 더덕전용복비(7-8-7, 농협)를 60 kg/10a에 2회에 걸쳐 살포하였고, 병충해 방제 및 잡초제거는 농가의 관행방법에 따라 실시하였다. 더덕은 2007년 10월말에 사람에 의해 손으로 굴취하였고, 농업과학기술연구소 분석기준(농촌진흥청, 2003)에 의하여 더덕의 수량 특성을 조사하였다.

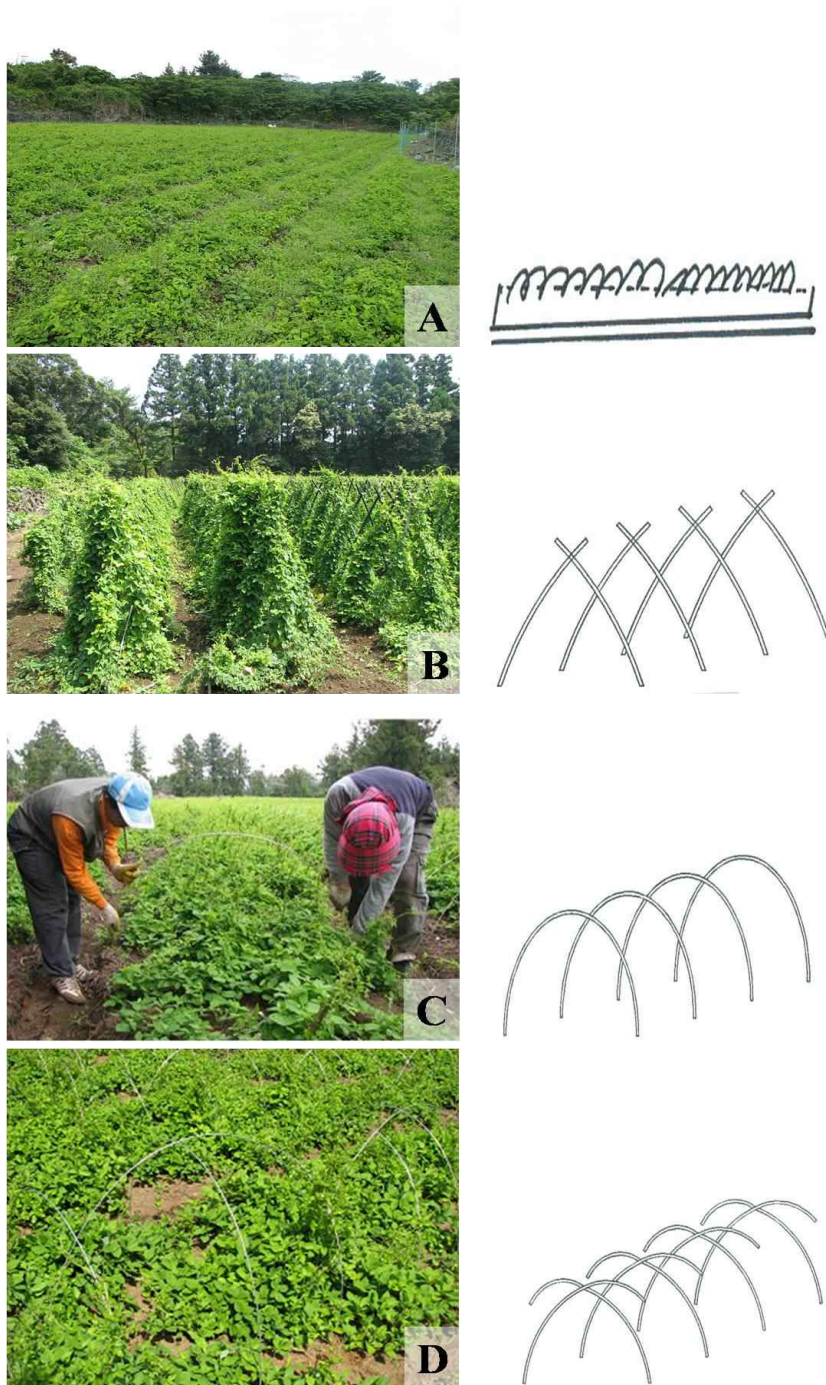


Fig. 1. Methods of holding cultivation of *Codonopsis lanceolata*. A: Control (Crawl type), B: Triangle type, C: Bell type, D: Bell cross type.

2. 더덕에 발생하는 뿌리혹선충의 방제방법

더덕의 재배지에 발생하는 뿌리혹선충에 대해 효과적인 친환경방제 방법을 검증하기 위하여 전년도(2006년)에 선충피해정도가 심하게 발생한 더덕재배지를 선정했으며, 제주특별자치도 서귀포시 남원읍 수망리 103번지에서 시험하였다. 시험 포장에 대해 살충제, 밀거름, 전용복비 등의 처리와 각 시험구의 크기(1.2 × 2.7 m) 등은 앞의 재배실험과 동일한 방법으로 수행하였다. 무처리, 농가관행처리, 키틴분해미생물처리, Fosthiazate[®]처리로 4개의 처리를 하였고, 완전임의배치법으로 3반복하였다. 무처리는 물 40 L를 관주처리하였고, 농가관행처리는 더덕재배농가에서 선충의 방제를 위해 관행적으로 사용하고 있는 자재를 사용하였으며, 맥반석 2 kg, 소다 1.2 kg, 목초액 2 L, 마늘즙 1 kg, 과산화수소 3 L를 혼합한 후 물 400 L에 희석하고 토양에 관주하였다. 생물적방제 수단으로 키틴분해미생물인 *Lysobacter enzymogenes*(슈퍼치료사[®], 흙사랑)는 7~10일간 배양(배양방법 23 ± 2°C, 물 400 L에 슈퍼치료사[®] 1 kg, 키틴분말 1 kg를 혼합)하여 처리구당 배양액 40 L를 관주 처리하였다. 각각의 시험구는 7월 2일부터 9월30일까지 7일간격으로 총 12회 처리하였다. 반면, 양의 비교구이며 화학적 방제 수단으로 토양살충제로 등록된 시판농약 Fosthiazate(5%입제, 선충탄[®], 동부한농)를 농약사용지침서에 따라 6 kg/10a기준으로 1회 처리하였다.

뿌리혹선충의 방제에 대한 처리효과를 검증하기 위하여 시험 전에 토양 500 g을 처리별마다 각각 채취하고 선충의 밀도를 조사하였다. 처리효과에 대한 분석을 위해 약제처리 후 30일마다 7월 2일, 8월 15일, 9월 15일, 10월 15일에 토양 500 g을 채취하였고, 그 중 토양 300 g에 대해 선충의 밀도를 조사하였다. 뿌리혹선충의 밀도 분석은 전남대학교 생명과학대학에 의뢰하여 수행하였으며, 선충분리방법은 잘 혼합한 토양 300 g을 채와 깔데기를 이용한 개량깔데기법과 원심분리법(centrifugal sugar floatation)으로 사용하였고, 선충을 분리한 후 100~200 배로 실체현미경을 이용하여 선충밀도를 조사하였다. 선충밀도는 마리/토양 300 g으로 표시하였다.

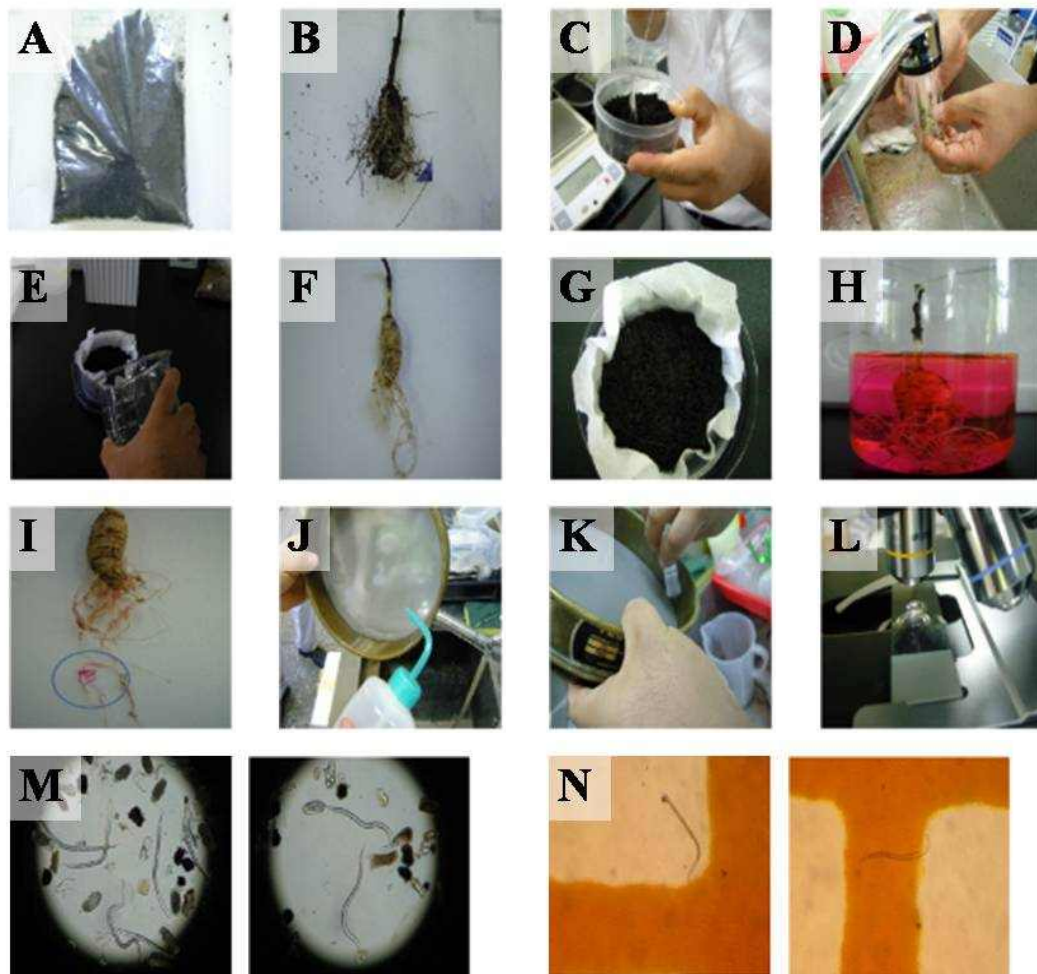


Fig. 2. Nematode separation and counting methods. A: 500 g soil samples stores at 15 to 20°C, B: plant sample, C: weighting the soil, D: Wash and clean the roots, E: filtering, F: determine the root infection, G: 24 hours separated, H: root staining, I: plant staining, J: separated by 500 mesh, K: collected by saline solution, L: photomicrograph of investigate, M: nematodes and eggs, N: Root-knot nematodes.

IV. 결과 및 고찰

1. 지주재배방법에 의한 더덕의 수량특성

더덕의 재배에 있어서 지주 등의 설치방법에 의한 더덕 뿌리의 수확량 증대효과를 확인하기 위해 본 실험을 수행했으며, 더덕의 포복재배인 무처리는 10 a당 687 kg이었고, 강철활대를 일자형으로 설치한 중형지주재배처리는 846 kg이었다. 강철활대 2개를 90°이상(동서와 남북으로) 교차하여 설치한 교차지주재배처리는 더덕의 수확량이 1,053 kg으로 가장 높았다. 중형지주재배처리는 무처리에 비하여 더덕의 수확량이 159 kg 정도 높았으며, 23% 정도의 증대효과를 나타냈고 교차형지주재배처리는 무처리에 비해 366 kg정도 수확되었으며, 56%정도의 증대효과를 나타냈다. 중형지주재배 및 교차지주재배 처리가 무처리에 대하여 통계적으로 유의적 차이를 나타냈다(Table 1).

Table 2는 더덕의 지주재배에 의한 더덕의 상품율을 나타냈다. 더덕의 뿌리가 60 g 이상은 상품으로, 30 g 이상에서 60 g 미만은 중품 그리고 30 g 미만은 하품으로 구분하여 나타냈으며, 무처리에서 상품은 10 a당 30.9 kg으로 전체 수확량의 4.5%를 차지하였다. 무처리에서 중품은 130.5 kg으로 19.0%를, 하품은 525.6 kg으로 76.5%를 나타냈으며, 상품률에서 상중품의 차지하는 비율이 23.5%이며, 하품의 차지하는 비율이 70%이상으로 높았다. 중형지주재배처리에서 상품은 67.7 kg으로 8.0%, 중품은 296.1 kg으로 35.0%, 하품은 482.2 kg으로 57.0%를 나타냈으며, 상중품의 차지하는 비율이 43%으로 무처리에 비해 125.3% 증대되었다. 교차형지주재배처리에서 상품은 179.0 kg으로 17.0%, 중품은 389.6 kg으로 37.0%, 하품은 484.4 kg으로 46.0%를 나타냈으며, 상중품의 차지하는 비율이 54%이상으로 무처리에 비해 252.2%, 중형지주재배처리보다 56.3%정도 증대되었다. 또한 하품률이 50%이하를 나타냈으며, 교차형지주재배처리의 상품율도 무처리, 중형지주재배처리에 비해 통계적으로 상당히 높은 유의차를 보였다.

본 연구에서 중형지주재배처리가 무처리에 비해 더덕의 수확량이 높았는데, 무처리의 경우 재배지의 평지를 포복하여 신장하기 때문에 전체적으로 더덕줄기의 잎이 서로 겹침으로서 채광면적이 감소하여 광합성량이 떨어졌기 때문으로 생각된다. 또한 중형지주재배처리보다 교차형지주재배처리에서 수확량이 높게 나타났는데, 중형지주재배처리보다는 교차형지주재배처리가 강철활대 2개의 교차설치로 인해 더덕의 줄기가 올라가는 면적이 넓었다. 즉, 전체적으로 더덕의 줄기와 잎이 차지하는 표면적이 컸으며, 더덕의 채광 엽면적이 무처리, 중형지주재배처리보다 가장 넓어 광합성율이 최대에 이를 수 있는 조건이었다고 판단되었으며, 무처리보다 더덕이 수확량이 56%정도 증대효과를 나타냈다고 생각된다. 또한 중형지주재배 및 교차지주재배에서 수확된 더덕의 근중이 무처리에 비해 30 g이상의 더덕이 많이 생산된 것은 지주에 의해 줄기가 직립함으로서 채광성이 좋았기 때문으로 생각된다. 지주의 형태에서도 교차형이 중형보다 상품률이 높았는데 교차형지주재배에서 더덕의 많은 줄기가 직립할수 있고 채광 면적도 높았기 때문으로 생각된다. 박 등(1972)은 1년생 더덕의 근중은 2년생 더덕근중에 영향을 미치지 않았으며, 차광을 하지 않은 시험처리구에서 가장 높았고, 광도가 약할수록 근중은 감소하였다고 하였다. 또한 김(2003)의 ‘생육장소에 따른 더덕의 생장, 광합성율 및 엽록소 함량조사 연구’에서 확인할 수 있으며, 더덕은 숲에서 자생하나 호습성식물은 아니라고 판단하였다. 광도에 대한 더덕의 광합성율은 광도가 높아질수록 높아지다가 1,500 PPF $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 최대치인 11.9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 를 보였으며, 2,000 PPF에서도 같은 값인 11.9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 를 보였다. 또한, 광도별 광합성율은 구내포장전광구에서 광도가 높아질수록 광합성율은 높아지는 경향이 뚜렷했으며, 구내포장전광구에서 13.0 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 최대치를 보였다. 구내포장차광구, 낙엽송간벌지, 신갈나무림, 소나무림의 순으로 생육지 간의 광합성율에 대해 고도적으로 유의차를 나타냈다. 또한 개체당 엽수도 구내포장전광구에서 59.0개로 최대치를 보여 더덕은 광량이 풍부하고 경쟁식생의 양이 적은 적윤지 환경에서 보다 잘 자랄 수 있다고 판단했다(김, 2003).

Table 1. Effect of different cultivation methods on yield *Codonopsis lanceolata*

Treatment	Weight(kg)/10a	Relative increment(%) ^{x)}
Control	687 a ^{y)}	-
Bell type	846 b	23.1
Bell cross type	1,053 c	56.3

^{x)} Relative increment(%)= [(Yield in treatment - Yield in control) / Yield in control] × 100.

^{y)} Means followed by a common letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 2. Effect of different cultivation methods on quality and weight of the roots of *Codonopsis lanceolata*

Treatment	≥ 60 g		30~60g		< 30 g	
	kg/10a	%	kg/10a	%	kg/10a	%
Control	30.9	4.5 a ^{z)}	130.5	19.0 a	525.6	76.5 a
Bell type	67.7	8.0 b	296.1	35.0 b	482.2	57.0 ab
Bell crossed type	179.0	17.0 c	389.6	37.0 b	484.4	46.0 b

^{x)} Means followed by a common letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

2. 더덕 재배에서 발생하는 뿌리혹선충에 대한 친환경적인 방제 방법 연구

더덕 재배시 발생하는 뿌리혹선충에 대한 효과적이며 친환경적인 방제 방법을 연구하기 위해 전년도(2006년)에 뿌리혹선충에 의한 피해가 발생했던 더덕재배지를 선택하였으며, 2007년 7월 2일에 선충밀도를 조사하였더니 토양 300 g당 뿌리 선충이 $2,472 \pm 51$ 마리로 밀도가 높은 상태였다. 조사된 뿌리혹선충의 밀도는 더덕에게 상당한 피해가 발생하는 수준이었고, 시험 수행 전부터 각각의 시험구에서 위조증상이 나타나고 있었다(personal observation). 古賀와 中山(1986)은 수박의 수확기 전후의 뿌리혹선충 밀도가 1,000마리/토양 300 g 이상이면 선충에 의한 단독피해현상으로 위조증상이 나타날 수 있다고 보고하였는데, 본 실험에서도 더덕에서 발생한 위조증상이 선충 피해에 의한 것으로 생각된다.

무처리, 농가관행약제, 키틴분해미생물, 시판농약 Fosthiazate을 각각 처리 후 1차의 방제효과에 대해 포장의 선충밀도를 분석(8월 15일)하였더니, 무처리에서는 토양 300 g당 선충이 2,942마리로 조사되었으며, 농가관행처리에서 2,134마리, 키틴분해미생물처리에서 1,892마리, 양의 비교구로 시판농약인 Fosthiazate를 처리한 더덕재배구에서 2,002마리가 조사되었다. 무처리는 선충의 밀도가 증가했으나, 농가관행처리, 키틴미생물처리 및 Fosthiazate[®]처리는 1차 방제 후 감소하였다. 무처리에 비해 유의적으로 차이가 있었으나, 농가관행처리, 키틴분해미생물처리 및 Fosthiazate[®]처리에서 처리간 효과는 비슷하였다(Table 3). 2차 분석(9월 15일)에서 무처리는 선충이 3,087마리로 점차 밀도가 증가했으나, 농가관행처리에서 1,942마리, 키틴분해미생물처리에서 1,752마리, 시판농약 Fosthiazate처리는 1,836마리가 조사되었으며 1차 분석에 비해 선충의 밀도가 감소하였다. 시험 전에 조사된 선충의 밀도에 비해 농가관행처리는 20.8%, Fosthiazate[®]처리는 25.7% 정도 감소했으며, 키틴분해미생물처리가 30.3%이상 감소하여 선충의 발생에 대해 가장 효과적이었다. 또한 키틴분해미생물처리가 무처리, 농가관행처리 및 Fosthiazate[®]처리보다 더덕의 생육밀도가 뻑뻑한 것을 확인할 수 있다(Table 3과 Fig. 3). 무처리에 비해 농가관행처리, 키틴분해미생물처리 및 시판농약 Fosthiazate처리는 뿌리혹선충의 방제에 대해 효과적이었으며 유의적 차이가 있

었다.

3차 분석(10월 15일)에서 무처리는 선충이 2,138마리로 2차 분석에 조사했던 선충의 밀도에 비해 감소했으나, 시험전과 비슷한 수준을 나타냈다. 농가관행처리에서 선충은 1,440마리로 시험전에 비해 선충의 밀도가 41.3% 감소했고, 키틴분해미생물처리에서 912마리로 63.7%, 시판농약 Fosthiazate처리는 1,779마리로 28.0%로 선충의 밀도가 감소하였다. 무처리에 비해 농가관행처리, 키틴분해미생물처리 및 Fosthiazate[®]처리는 통계적으로 유의차가 높았으며, 그 중 키틴분해미생물처리가 농가관행처리와 Fosthiazate[®]처리보다 선충의 발생에 대한 방제효과가 가장 효과적으로 나타났다(Table 3). Fosthiazate[®]처리는 시험전에 비해 선충의 밀도가 1차분석시 18.9%로 감소하였고, 2차 분석 25.7%, 3차 분석 28.0%로 점차적으로 감소하였으나 농가관행처리는 3차분석시 선충의 밀도가 41.3%로 감소했으며 이에 비해 방제 효과가 낮아 약효의 지속유지기간에 의한 것으로 생각된다. 한편, 무처리의 3차 분석에서 선충밀도가 감소한 원인은 무처리 포장내에 발생된 병해충에 의한 더덕의 고사와 환경적 감소로 추정된다.

임(2005)이 진안지역의 더덕 재배포장에서 발생하는 당근 뿌리혹선충 2령 유충의 시기별 발생소장 조사 결과 6월 27일 1,200마리/토양 300 ml로 최고치를 기록한 이후 점차 감소하여 10월 25일에 토양 300 ml당 100마리대 수준까지 떨어지는 것으로 보아 당근 뿌리혹선충은 9월 이후 자연 감소가 이루어지고 당근뿌리혹선충의 작물에 대한 적응성과 지역적인 환경조건 등의 차이가 발생횟수와 발생량에 큰 영향을 줄 것이라고 하였는데 이는 본 연구 결과와 유사하였다. 김 등(2005)은 키틴분해 미생물이 다량 함유된 퇴비에서 부숙시간 경과에 따른 퇴비내 곰팡이는 colony는 감소하는 반면, 키틴분해 미생물의 colony는 증가하였는데, 이것은 키틴분해 미생물의 증가함에 따라 chitinase의 양이 증가하여 곰팡이 세포벽에 구성물질중의 키틴을 분해하기 때문이라고 추정하였는데, 키틴분해미생물처리구의 선충밀도 감소도 선충의 외벽도 펩티도글루칸의 키틴질을 포함하고 있어 키틴미생물 처리로 chitinase 양이 증가하여 선충의 외벽을 분해하기 때문에 선충의 밀도가 줄어든 것으로 생각된다.

Table 3. Effect of different treatments on the control of root-knot nematodes (nematode numbers are per 300 g of soil) in the field of *Codonopsis lanceolata*

Treatment	Date investigated			
	Jun. 2	Aug. 15	Sep. 15	Oct. 15
Control	2,422 a ^{x)}	2,942 a	3,087 a	2,138 a
Traditional treatment	2,452 a	2,134 b	1,942 b	1,440 c
Chitinase producing bacteria	2,512 a	1,892 b	1,752 cd	912 d
Fosthiazate [®]	2,470 a	2,002 b	1,836 bc	1,779 b

^{x)} Means followed by a common letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

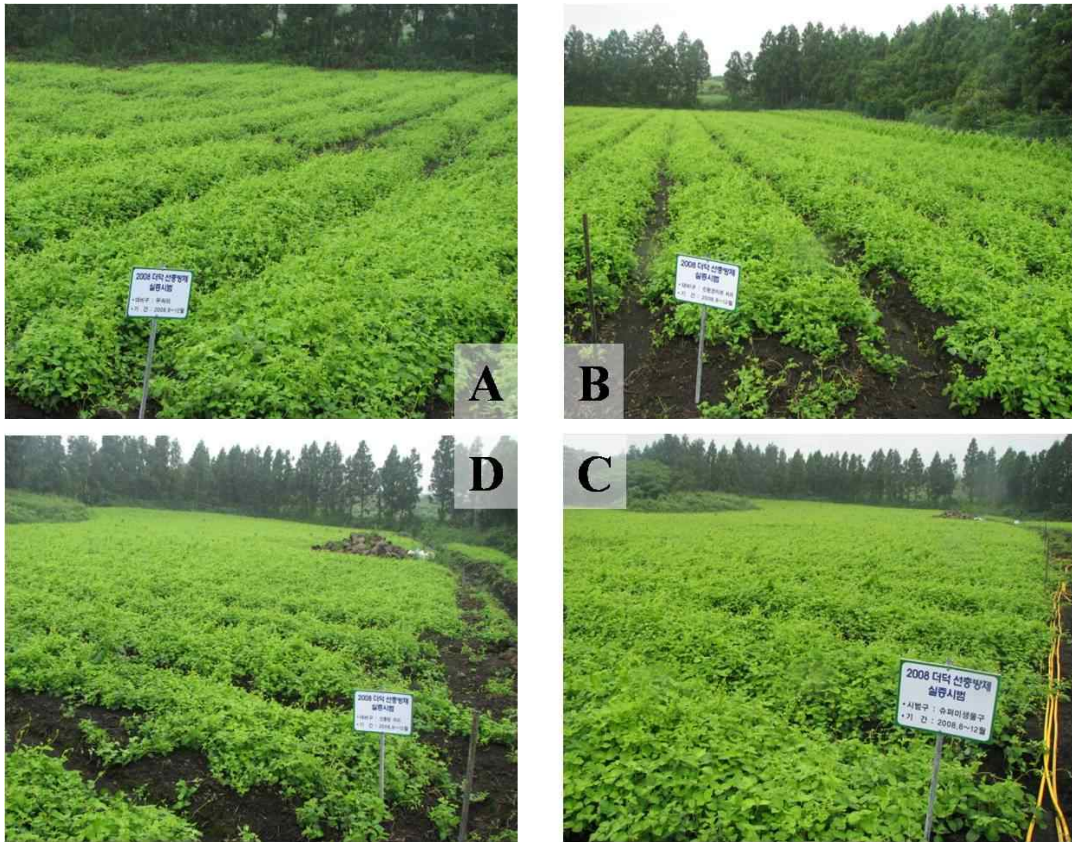


Fig. 3. Treatments for control of the root-knot nematode on packaging-cultivated *Codonopsis lanceolata*. A: Control, B: Typical treatment of farmers, C: Treatment of *Lysobacter enzymogenes* chitin (chitin degrading microorganism), D: Treatment of commercial fungicide Fosthiazate[®].

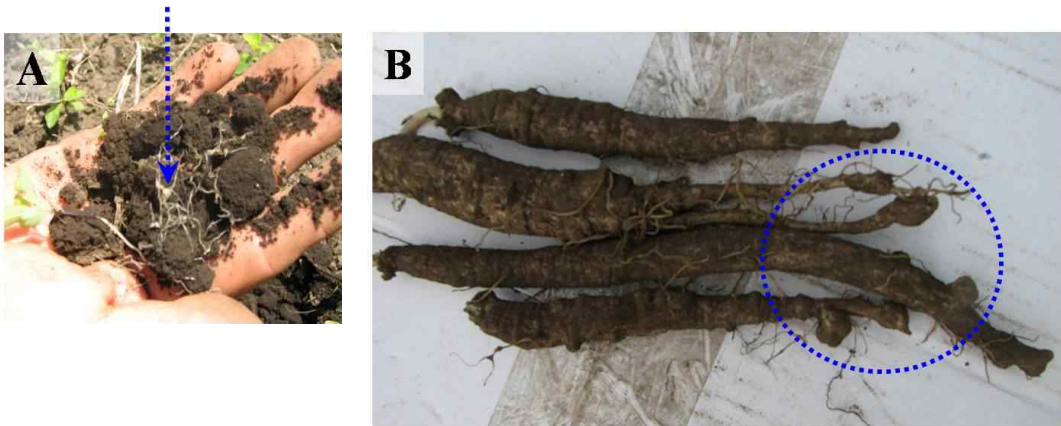


Fig. 4. Damage symptoms caused by root-knot nematode on the roots of *Codonopsis lanceolata*. A: One Year Old roots of *Codonopsis lanceolata*, B: Three Years Old roots of *Codonopsis lanceolata*.

V. 적 요

더덕의 재배에서 지주설치에 의한 재배방법으로 수량증대에 미치는 영향을 알아보기 위해 2007년 3월부터 11월까지 무처리(포복형재배), 중형 및 교차형지주 재배로 실험하였다. 더덕 수확량을 조사하였더니 무처리에서 총수량은 687 kg/10a이었으며, 상품율은 60 g 이상의 상품이 4.5%, 30 g 이상 60 g 미만의 중품이 19%이었다. 강철활대 1개를 이용하여 동서로 설치한 중형지주재배의 총수량은 846 kg/10a이었으며, 60 g 이상 상품이 8%, 30 g 이상 60 g 미만의 중품이 35%였다. 반면 강철활대 2개를 이용한 교차형지주재배는 강철활대 1개를 중형지주재배와 동일하게 설치하고 철사지주의 중심부에서 강철활대 1개를 남북으로 교차하여 설치한 것으로 총수량은 1,053 kg/10a, 60 g 이상 상품이 17%, 30 g 이상 60 g 미만의 중품이 37%로 무처리에 비해 56% 수량증대 효과를 나타냈다.

더덕 재배시 발생하는 뿌리혹선충의 피해를 효과적으로 방제하기 위해 무처리, 농가관행처리, 키틴분해미생물 *Lysobacter enzymogenes* 처리에 의한 생물적방제, 양의 비교구이며 화학적방제 수단으로 시판농약 Fosthiazate[®]를 처리하였다. 시험구의 토양 300 g을 시험전, 처리후 30일마다 선충수를 조사하였더니, 시험전의 무처리 토양내의 선충은 2,422마리였으며, 시험기간 동안 비슷한 수준을 보였고 시험완료 후 2,138마리였다. 농가관행처리는 2,452마리에서 시험완료 후 1,440마리로 41%이상 감소하였고, 키틴분해미생물처리는 2,512에서 912마리로 뿌리혹선충이 64%이상 현저하게 감소하였다. 반면, 시판농약 Fosthiazate[®]를 처리하였더니 2,470에서 1,779마리로 선충의 밀도가 28% 감소하였으나, 농가관행처리 및 키틴분해미생물처리보다 미미한 효과였다.

VI . 참고 문헌

- Hara, H. 1952. Enumeratio Spermatophytarum Japonicarum. Pars secunda. Iwanami Shoten, Tokyo.
- Hemsley, W. B. 1889. Campanulaceae. J. Linn. Soc., Bot. 26: 2~14.
- Kitagawa, M. 1935. Species generis *Adenophorae* Australes and Jeholenses. Rep. First Sci. Exped. Manchoukuo Sect. 4, 2: 106~115.
- Kitagawa, M. 1939. Lineamenta Florae Manshuricae. Strau and Cramer, Hirschberg.
- Kitamura, S. 1936. notes on some *Adenophora* of Japan. Acta Phytotax. Geobot. 5: 204~210.
- Kitamura, S. 1941 On *Adenophora triphylla* DC. Acta Phytotax. Gaobot. 10: 305~311.
- Komarov, V. L. 1902. Flora Manshuriae. I. Trudy Imp. S. - Peterburgsk. Bot. Sada 20: 204~220.
- Nakai, T. 1909. Plantae novae Asiaticae. Bot. Mag(Tokyo) 23: 185~192.
- Nakai, T. 1911. Flora Koreana. Pars secunda. J. Coll. Sci, Imp. Univ. Tokyo 31: 1~573.
- Nakai, T. 1915. Plantae novae Japonicae et Koreanae IV. Bot. Mag. (Tokyo) 29: 1~13.
- Nakai, T. 1921. Notulae ad plantas Japoniae et Koreae XXV. Bot. Mag. (Tokyo) 35: 139~153.
- Nakai, T. 1944. Notulae ad plantas Asiae orientalis XXXI. J. Jap. Bot. 20: 185~191.
- Nakai, T. 1952. A synoptical sketch of Korean Flora. Bull. Nati. Sci. Mus. 31: 1~152.
- Philipson, W. R. 1953. The relationships of the Compositae, particularly as

- illustrated by the morphology of the inflorescence in the Rubiales and the Campanulatae. *Phytomorphology* 3: 391.
- 강진호, 심영도, 정종일. 2001. 입묘율 향상을 위한 더덕 종자의 처리효과 연구보고서. 한약작지. pp 68~75.
- 강찬호, 김종엽, 임주락, 최동근. 1999. 1997~1998 더덕, 잔대, 퇴비중 시용방법 연구보고서, 전라북도농업기술원, pp 1~5.
- 강형식, 김성택, 김용덕, 한원탁. 2003~2004년 더덕 과립종자이용 생력재배기술 개발 연구보고서. 제주특별자치도 농업기술원. pp 1~3.
- 강형식, 김성택, 김용덕, 한원탁. 2004~2005년 제주지역에 알맞은 더덕재배방법 구명 영농활용자료. 제주특별자치도 농업기술원. pp 1~4.
- 김경아. 2011. 한국산 초롱꽃과의 분자계통학적 연구논문. 강원대학교. pp 1~3.
- 김길용, 박노동, 김용웅. 2006. 2005년 농림기술개발사업 연구보고서. 농림부. pp 1~115.
- 김득호. 2002. 弱光條件에 대한 더덕의 光合成 및 物質生産에 관한 生理生態學的 研究논문. 밀양대학교. pp 8~23.
- 김상국, 강동균, 민기균, 정상환, 이승필, 이상철, 최부슬. 1999. 표고에 따른 더덕의 향기 성분과 정유함량. 한약작지. pp 58~62.
- 김성동, 나승용, 김정곤, 류재길, 한길수, 김순자. 2003. 농업과학기술연구조사분석 기준. 농촌진흥청. pp 421~414.
- 김성택, 김용덕, 최윤식, 김용철. 2000~2002년 중산간 새소득작물 더덕 수량성 향상을 위한 재배법 개선연구 보고서. 제주특별자치도 농업기술원. pp 1~5.
- 김수영, 김찬수. 2010. 5S와 45S rDNA 유전자를 이용한 제주도산 애기더덕의 FISH 패턴 분석. 한약작지. pp 186.
- 김영덕. 2004. Biological Control of Fusarium wilt and root-kont nematodes by Chitinoly Microorganisms with chitin substrate 석사학위논문. 전남대학교 pp 1~48.
- 김익희. 1995. 有機物 시용이 더덕의 生育과 品質에 미치는 影響. 경북대학교. pp 314~320.

- 김정환, 김경례, 김재정, 오창환. 1992. 전처리 방법에 따른 더덕(*Codonopsis lanceolata*)의 휘발성 향기성분 비교 분석. 한국식품과학회지 24(2): 171~176.
- 김중엽. 1999. 더덕지주재배효과 영농활용자료. 전라북도농업기술원. pp 1~3.
- 김중현. 1974. 더덕(沙蔘)의 생약학적 연구논문. 조선대학교. pp 4~5.
- 김주희, 최정식. 1998. 재배양식에 따른 더덕병해 발생양상. 한국식물병리학회지 14(6): 676~681.
- 김학현. 1997. 온도 및 광조건이 더덕의 생육과 수량에 미치는 영향. 한국자원식물학회지. pp 392~396.
- 김학현, 이상래. 1988. 한국산과 일본산 더덕의 종자발아 특성에 관한 비교연구. e동양자원식물학회지. pp 1~10.
- 단양군농업기술센터. 1994~1995년 더덕비닐피복 및 개량지주설치 재배기술 연구 보고서. 충청북도농촌진흥원. pp 2~21.
- 문윤기. 2012. 더덕병해충, 녹병, 진환경방제연구보고서. 강원도농업기술원. pp 360~363.
- 박부덕. 1985. 더덕의 年根別 化學性분에 관한 研究. J. KOREAN SOC. FOOD NUTR. pp 280~283.
- 박상근, 이도아, 송기원. 1972. 더덕의 생육에 미치는 차광처리의 영향. 한국원예학회지 11: 25~28.
- 서귀포농업기술센터. 2006 사업보고서. 서귀포농업기술센터. pp 57~59.
- 서귀포농업기술센터. 2007 사업보고서. 서귀포농업기술센터. pp 93~97.
- 서귀포농업기술센터. 2008 사업보고서. 서귀포농업기술센터. pp 111~119.
- 서정숙, 은재순. 1998. 더덕으로부터 면역세포 활성의 분리. 한국영양학회지 31(6): pp 1076~1081.
- 안명훈. 1998. 더덕관비재배. 강원도농업기술원. pp 1~4.
- 오수영. 1981. 한국산 초롱꽃과. 경북대 논문집(자연과학) 31: 311~386.
- 오세영, 정형진, 정규영, 권순태. 1998. 안동대농업과학기술연구논문집. pp 33~34.
- 오재경. 1987. 재배더덕의 화학성분 및 수침에 따른 조사포닌, 무기질함량 변화에

- 관한 연구논문. 숙명여자대학교. pp 1~3.
- 오한준, 이창훈, 박재권, 김봉찬, 이상순, 고성준, 정명호. 2009. 더덕 노지 및 비가림 하우스내에서 이식재배에 따른 생육 및 수량성 연구보고서. 제주특별자치도 농업기술원. pp 1~84.
- 유기억. 1995. 한국산 초롱꽃과 식물의 분류학적 연구 논문. 강원대학교. pp 18~193.
- 유영석, 박춘봉, 김종엽, 유동현, 노승관, 류정. 2006. 더덕, 도라지, 잔대 장기재배 기술연구영농활용자료. 전라북도농업기술원. pp 1~4.
- 유혜현, 백승훈, 박연경, 이승호, 김창민, 이경순, 박만기, 박정일. 2002. 더덕 품질 관리에 관한 연구. 생약학회지. pp 85.
- 윤원갑. 2013. 더덕의 항당뇨 효능검증 및 기능성 소재개발 연구논문. 안동대학교. pp 43~53.
- 윤호봉. 2005. 키틴분해미생물을 이용한 비닐하우스재배 고추 토양병의 생물적방제 논문. 순천대학교. pp 1~10.
- 이만상, 김진수. 1982. 더덕재배의 기초적 연구. 원광대논문집. pp 141~146.
- 이상계, 유재기, 김재철, 이승필, 송원례. 1994. 약용작물 병해충 잡초방제 기술개발연구보고서. 전라북도농업기술원. pp 279~283.
- 이상수, 윤의수, 김학년, 이양수, 元田義春. 1998. 온도의 차가 더덕수량 및 성분 함량에 미치는 영향. 동양자원식물학회지. pp 1~47.
- 이석건. 1984. 건조된 야생더덕과 경작더덕의 화학성분. 한국농화학회지. pp 225~228.
- 이승필. 1998. 토양 pH가 더덕의 조성분과 정유성분 함량에 미치는 효과. 한약작지. pp 239~244.
- 이승필, 김상국, 남명숙, 최부술, 이상철. 1996. 차광과 유기물 시용이 더덕의 생육 및 향기성분에 미치는 영향. 한약작지. pp 496~503.
- 이승필, 김상국, 문기균, 조지형, 최부술, 이상철, 김길웅. 1996. 韓國 野生더덕 蒐集種의 露地 栽培時 生育 特性 과 香氣成分 組成. 한국작물학회지 41(2): 188~199.
- 이승필, 김상국, 정상환, 최부술, 이상철. 1998. 차광처리에 따른 더덕의 조성분과

- 정유성분 변화. 한약작지. pp 149~151.
- 이승필, 김상국, 최부술, 이상철, 궁수갑. 1998. 有機物 種類에 따른 더덕 根의 一般成分과 精油成分 變化. 한약작지. pp 21~27.
- 이승필, 김상국, 최부술, 이상철, 김길웅. 1995. 野生 및 栽培더덕의 栽培場所에 따른 生育 및 香氣成分. 한국작물학회지 40(5): 587~593.
- 이승필, 김상국, 최부술, 이상철, 김길웅. 1996. 栽培場所에 따른 더덕의 一般成分과 香氣成分의 組成變化. Korean. J. Plant. Res 9, pp 230~238.
- 이유성, 이상태. 1991. 현대식물분류학. 도서출판 우성. pp 1~59.
- 이중구. 1990. 한국산 잔대속 식물의 분류학적 연구. 식물분류학회지 pp 121-126.
- 이충열. 1999. 광합성유효방사의 증가에 따른 더덕의 물질생산관련 형질 변화. 농지연보 3권. pp 15~19.
- 이충열. 2002. 차광조건에서 더덕의 광합성속도에 미치는 주요요인. 한약작지. pp 409~413.
- 이학철. 1975. 더덕재배법 확립시험보고서. 강원도농업기술원. pp 278~283.
- 임주락. 2005. 더덕의 당근뿌리혹선충 피해와 밀도억제 가능 약용식물 선발에 관한 연구논문. 전북대학교. pp 1~75.
- 임주락, 황창연, 김종엽, 박준봉, 김대향, 최정식, 2005. 더덕포장선충발생 상황 및 당근뿌리혹선충에 의한 피해. pp 317-323.
- 임주락, 황창연, 류정, 최영근. 2006. 더덕에서 약용식물을 이용한 당근뿌리혹선충 증식억제효과. 한국응용곤충학회지. pp 347~355.
- 전라북도농업기술원. 2004. 2003년 더덕재배기술. 전라북도 농업기술원. pp 1~48.
- 鄭道喆. 2003. 더덕(*Codonopsis lanceolata*)재배지에서의 당근뿌리혹선충 피해 및 방제에 관한 연구논문. pp 3~45.
- 정도철, 한상찬, 2003, 당근뿌리혹선충이 더덕(*Codonopsis lanceolata*)의 생육에 미치는 영향, 한국토양동물학회지 9(1-2) : 27~31.
- 정도철, 한상찬. 2003. 더덕(*Codonopsis lanceolata*)재배지 기생선충의 발생상황. 한국자원식물학회지 16(3): 200~206.
- 정도철, 한상찬. 2004. 더덕(*Codonopsis lanceolata*) 재배지에서 당근뿌리혹선충 (*Meloidogyne hapla*)의 생물적 방제. 한국응용곤충학회지 43(1): 27~34.

- 정미숙. 1999. 재배방법에 따른 더덕의 성분 및 색도. Korean. J. DIETARYCULTURE 14(5): 529~530.
- 정소영. 2007. 향장 제형들로부터 더덕 추출물 방출 특성연구 논문. 중앙대학교. pp 25.
- 정희석. 2014. 한국산 더덕의 외부형태 및 성분에 관한 연구논문. 세명대학교. pp 1~10.
- 조규성. 1988. 재배도라지와 재배더덕의 化學成分 比較에 관한 研究. 안동농업전문 대학논문 25집. pp 430~432.
- 제주특별자치도 농수축산국. 2014. 2014년 주요농축산식품현황. 제주특별자치도, pp 120.
- 최동근, 김종업, 임주락, 강찬호, 오동훈. 1998. 더덕, 잔대 단기생력재배기술 확립 연구보고서. 전라북도농업기술원. pp 1~10.
- 최무영, 오혜숙, 김준호. 2005. 야산 재배더덕의 포장·저장고에 따른 이화학적 특성변화. 한국지역사회생활과학회지. pp 3~13.
- 한은경, 성인숙, 문혜경, 조수열. 1998. 더덕물추출물이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 체내 지질 수준에 미치는 영향. 한국식품영양화학회지. 27(5): 940~944.
- 한은경, 조수열. 1997. 더덕물추출물이 사염화탄소를 투여한 흰쥐의 항산화계 효소활성도에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 26(6): 1181~1186.
- 한준수. 2015. 더덕속(Codonopsis)식물의 계통분류학적 연구. 강원대학교. pp 4~6.

감사의 글

몇 해가 지났지만, 농과 대학원 입학 면접이 생각납니다. 교수님께서 직장업무가 바쁜데 학교 출석이 가능하겠냐는 질문이 엇그제 같은데, 긴 여정의 시간을 돌아 졸업이라는 시간을 맞이하게 되었습니다. 이 기회를 통하여 입학에서 졸업까지 도움을 주신 많은 분들께 깊은 감사의 마음을 전하고자 합니다. 논문이 완성하기까지 끝없는 배려와 격려, 따뜻한 관심과 믿음으로 지도하여 주신 **송창길 교수님** 진심으로 감사드립니다. 또한 아낌없는 지도, 칭찬과 관련 자료 등을 제공하여주신 **현해남, 전용철, 김동순, 김주성 교수님** 그리고 원예학과 **한상헌 교수님**께도 고마운 말씀을 전합니다. 논문을 완성하는 동안 여러 가지로 도움 주신 강소영 박사님과 대학원 동료분들에게도 깊은 감사를 전합니다. **제주특별자치도 농업기술원 강성근 원장님, 서귀포농업기술센터 이광석 소장님, 정대천 과장님, 오현우 지도사** 등 바쁜 일정에도 학업을 할 수 있도록 동료, 직원분들의 배려와 자료 도움으로 졸업이라는 큰 축복을 받았습니다. 졸업까지 많은 도움을 주신 교수님들과 직원분들께 존경과 고마운 마음을 본 논문에 담고자 합니다. 저 나름대로 정성을 쏟아 논문을 작성하였으나 부족한 공부로 인해 미흡함이 있어 아쉬움이 남습니다. 이제 학교를 졸업하지만 끝은 아닙니다. 졸업은 또 다른 새로운 일들의 시작이라고 생각합니다. 논문을 작성하는 동안 제주농업의 발전과 재배기술의 적용가능성 등에 대해 생각할 수는 기회가 되었고, 이를 바탕으로 제주농업 발전을 위하여 최선의 노력을 다하는 사람이 되고자 합니다. 그리고 많은 어려움 속에서도 흔들림 없이 저의 옆을 해바라기와 같은 따뜻한 미소로 지켜준 사랑하는 나의 아내 **강애선, 현재승과 현성승**, 두 아들과 지금까지 성장할 수 있도록 든든한 버팀목이 되어주신 **존경하는 저의 어머님과 가족**에게 이 영광을 드립니다. 그리고 사랑합니다. 앞으로도 저는 잦은 바람에도 흔들림 없이 솔선수범하여, 지금까지 아낌없는 도움을 주신 사랑하는 가족, 교수님, 지인들과 더불어 건강하고 열심히 살아가고자 합니다. 감사합니다

2015. 6. 현 동 희