

우리나라산 약용식물 경쟁력 제고를 위한  
환경친화적 해충 및 선충관리  
기술 개발

Environmentally Friendly Control of Insect Pests  
and Nematodes with Plant Materials from Medical  
Plants to enhance competition of  
Korean Medical Plants

연구기관  
경상대학교

협동연구기관  
국립산림과학원  
경북대학교

농림수산식품부

농림수산식품자료실



0016181

## 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “우리나라산 약용식물 경쟁력 제고를 위한 환경친화적 해충 및 선충관리 기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 8월 2일

주관연구기관명 : 경상대학교

총괄연구책임자 : 추 호 렬

세부연구책임자 : 추 호 렬

연 구 원 : 박 정 규

연 구 원 : 이 정 환

연 구 원 : 유 황 빈

연 구 원 : 박 정 찬

연 구 원 : 최 성 환

협동연구기관명 : 남부산립연구소

협동연구책임자 : 김 철 수

연 구 원 : 문 일 성

연 구 원 : 이 상 명

연 구 원 : 김 동 수

연 구 원 : 김 준 범

협동연구기관명 : 경북대학교

협동연구책임자 : 이 동 운

연 구 원 : 신 창 훈

(한라수목원)

# 요 약 문

## I. 제 목

우리나라산 약용식물 경쟁력 제고를 위한 환경친화적 해충 및 선충관리 기술 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

예로부터 서양의학이 들어오기 이전에 선조들은 식물을 이용하여 질병을 예방하거나 병에 대해 약 또는 약을 만드는 재료로 사용하였고, 각각의 질병에 어떤 식물재료가 들어가는지를 기록하였다. 그리고 최근에 들어와서 각종 식물에 대한 영양적인 면이나 약리적인 작용에 대해서 그 효능을 밝히려는 노력이 점차 고조되고 있다. 이렇게 예로부터 민간이나 한방에서 약으로 쓰인 식물이나 과학적으로 유효성분이 규명된 자원식물을 약용식물[藥用植物]이라 한다. 약용식물은 균류에서 고등 식물까지 종류가 다양하며 우리나라에서는 인삼, 도라지, 생강, 오미자, 율나무, 대황, 당귀 등의 식물이 있다. 현재 세계적으로 약용자원식물로써 이용 가능한 것은 수 만종 이상에 이를 것으로 생각되며 이 중 실제로 지금 사용되고 있는 것은 수천 종에 달한다. 하지만 우리나라에서는 사용되는 재배 또는 야생 약제는 700백여종에 불과하며 이중에서 재배가 중점적으로 되고 있는 것은 수 십종 밖에 안 되는 실정이다.

최근에 국민들의 소득증대로 인하여 건강에 대한 인식이 점차 바뀌면서 자연식품을 선호하는 국민들의 소비패턴과 전통한약에 대한 관심 증대하였다. 그 결과로 약용식물의 소비는 1990년의 3만 톤에서 1996년에는 약 10만 톤 수준으로 급격하게 늘어나고 있다. 그러나 우리나라의 약용식물 생산은 호당 경작규모가 영세하며 생산기반 구축이 어려운 산간·구릉지에서 재배되고 있기 때문에 기계화를 통한 생산비 절

감이 어렵다. 또한 약용식물에 대한 품질 규격화나 표준화가 미흡하고, 안정적인 관리가 매우 불안정하다. 또한 최근 경상북도는 DDA·FTA 등 농산물 시장개방이 확대되는 여건 속에서 표준소득이 타 작물에 비해 상대적으로 비교우위에 있는 우수 약용작물에 대하여 2007년에서 2016년까지 10년간 총 1,440억원을 투자하여 체계적인 지원계획을 수립하여, 미래 경북농업의 블루오션(Blue Ocean) 작목으로 집중 육성키로 하였다. 하지만, 현재 대상 약용작물에 대하여, 또는 재배되고 있거나 자생하고 있는 약용식물에 대한 해충 및 천적자원에 대한 조사가 활발하게 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 약용식물 뿌리혹선충 방제 기술 개발과 약용식물 자생지 환경 및 해충, 천적 자원 조사를 통한 자생 산약초를 이용한 환경친화력 약용작물 해충 및 선충 방제 체계 기술을 개발하여 약용작물 재배 농가 또는 약용작물을 관리하는 국가기관에서 방제 기술을 취득하거나 활용하는 것에 있다.

그러므로, 본 연구를 통하여 약용 식물 자생지의 입지환경과 약용식물 자생지의 해충 그리고 천적을 조사하고, 지상부 해충 방제용 활성물질을 탐색한 다음, 실내 활성 우수 물질에 대한 pot 검정과 자생지 발생 천적의 효과를 조사하고, 뿌리를 이용하는 약용식물에 가장 피해를 많이 주고 있는 뿌리혹선충(*Meloidogyne* sp.)에 대하여 동·식물체의 천연물 유해 물질로부터 살선충 활성에 대한 실내 스크리닝과 약용 식물 서식지 선충을 이용한 미감염 식물체의 살선충 활성을 검정하여, 대항식물 자원 수집 및 효과 pot 검정을 통해 살선충 및 살충 활성물질의 산업화 조건을 탐색해야 할 필요성이 있다.

게다가, 기술적 측면으로는 약용작물의 환경친화형 해충 방제 기술의 개발과 생물 농약 및 친환경농자재의 새로운 기술의 개발을 기대할 수 있다. 경제·산업적 측면으로는 약용작물의 안전성과 수도작 대체 작물의 개발 효과로 농가 소득 증대에 기여할 수 있고, 약용작물 환경친화적 방제에 대한 원천기술 확보로 유사 제품의 수입 대체 효과를 기대할 수 있다. 생물농약 산업의 활성화와 웰빙 및 바이오산업 부흥에 기여할 수 있다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 세 분야의 세부과제별로 나누어 수행하였는데 각 세부과제별 연구의 범위는 제 1 세부과제의 경우 약용식물 뿌리혹선충 방제 기술 개발을 위하여 동·식물체의 천연물 유래 물질로부터 살선충 활성 실내 스크리닝, 약용식물 서식지 선충 미감염 식물체의 살선충 활성 검정, 대항식물 자원 수집 및 효과 pot 검정, 살선충, 살충 활성물질 산업화 조건 탐색에 관한 연구를 수행하였고, 제 2 세부과제의 경우 약용식물 자생지 환경 및 해충, 천적 자원 조사를 위하여 약용식물 자생지 입지환경 조사, 약용식물 자생지 해충 조사, 약용식물 자생지 천적조사에 관한 연구를 수행하였다. 제 3 세부과제에서는 약용식물 지상부 해충 방제제 개발을 위하여 지상부 해충 방제용 활성 물질 탐색, 실내 활성 우수 물질에 대한 pot 검정, 자생지 발생 천적의 효과를 조사하였다.

### Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

#### 1. 약용식물 자생지 입지환경, 해충 및 천적자원 조사

가. 율폐도가 높은 소나무림에서 은방울꽃과, 백선, 홀아비꽃대, 비비추 등의 분포가 많은 것은, 종자결실이 불량한 상태에서 개체번식은 지하경, 분주에 의한 번식이 가능하기 때문에 사람의 간섭이 개체분포의 결정요소인 것으로 판단된다.

나. 1, 2차년도의 자생약초지 입지현황을 분석하면 현재 임상에서 대규모 생산을 유도해내는 것은 노동력, 관리의 어려움, 등산 등 입산객에 의한 남획, 멧돼지 등의 동물에 의한 피해 등을 고려할 때 현실적인 어려움이 예상된다.

다. 약용식물 발생 해충 32목 50과 121속 132종의 약용식물에서 조사된 해충은 총 9목 44과 86속 98종이 조사되었다.

라. 가해 해충은 대부분 식물에서 4종 이하가 채집되었지만, 부용(*Hibiscus mutabilis*, 아욱과)에서는 목화진딧물(*Aphis gossypii*)을 비롯한 10종의 해충이 채집되었다. 갯기름나물(*Peucedanum japonicum*, 산형과)에서는 8종의 해충이 채집되어 조사대상 약용식물들 중에서는 발생하는 해충 수가 가장 많았다.

마. 채집된 해충의 98.5%는 잎을 가해하는 해충들이었으며 줄기를 가해하는 해충은 원추리(*Hemerocallis fulva*, 백합과)에서 인도볼록진딧물(*Indomegoura indica*)만이었고, 종자를 가해하는 해충으로는 조(*Setaria italica*, 화본과)에서 알락수염노린재(*Dolycoris baccarum*)와 갈색날개노린재(*Plautia stali*), 밤나무잎벌레(*Physosmaragdina nigrifrons*)였다.

바. 채집된 해충들의 월별 발생은 5월에 목화진딧물(*Aphis gossypii*) 등 6목 20과 32속 36종으로 가장 많았으며 10월이 가시점등글노린재(*Eysarcoris aeneus*)를 비롯한 6목 11과 19속 19종으로 가장 적었다.

사. 해충의 우점종은 시기에 따라 차이가 있었는데, 6월에는 알락수염노린재이었으며 7월에는 금록색잎벌레(*Basilepta fulvipes*)와 밤나무잎벌레(*Physosmaragdina nigrifrons*), 8월과 9월에는 섬서구메뚜기(*Atractomorpha lata*)였다.

아. 해충의 발생시기는 종에 따라 차이가 있었는데 비단노린재(*Eurydema rugosa*)는 전 조사기간에 걸쳐 채집이 되었고, 섬서구메뚜기(*Atractomorpha lata*)는 5월에서 9월까지 채집이 되었지만 검정무늬침노린재(*Peirates turpis*)와 같이 단일 기주에 발생하는 해충들은 주로 특정시기에만 발생을 하였고, 갈색날개노린재(*Plautia stali*)나 점흑다리잡초노린재(*Stictopleurus punctatonervosus minutus*)는 4종의 기주식물에 피해를 주고 있음에도 불구하고, 발생시기는 8월과 10월로 동일하였다

자. 약용식물 조사지역에서 천적자원인 곤충병원성 선충이 발굴되었는데, 온도와

접종농도는 *Steinernema* spp. 왕릉site의 감염유충에 의한 꿀벌부채명나방 유충 치사율에 영향을 미쳤다. 35℃를 제외한 모든 온도에서 접종농도가 증가할수록 치사율이 증가하는 경향이었다. 80마리 이상의 접종농도에서는 35℃를 제외한 모든 온도에서 100%의 치사율을 보였다.

## 2. 약용식물 뿌리혹 선충 방제제 개발

가. 한국산 약용식물 32종의 식물체 시료들의 평균수율은 9.4%를 보였으며 hexan 추출 시료들의 수율은 1.7~32.2%였으며, 메탄올 추출 시료들의 수율은 0.6~28.1%였다. 수단산 식물 27종의 식물체 시료들의 평균수율은 13.9%를 보였으며 시료들의 수율은 2.1~62.8%였다. 가장 높은 수율을 보인 식물체는 *Dinbera retroflexa*로 62.8%의 수율을 보였다.

나. 메탄올이나 hexan 추출법으로 추출한 한국산 약용식물 32종의 식물체들의 당근뿌리혹선충에 대한 살선충 효과를 실내에서 실험한 결과, 식물체의 종류에 따라 당근뿌리혹선충의 치사율은 다양하게 나타났는데 팔꽃나무(*Daphne genkwa*), 사군자(*Quisqualis indica*), 생강(*Zingiber officinale*) 처리 시 90% 이상의 높은 살선충 활성효과를 보였다

다. 사군자, 팔꽃나무는 당근뿌리혹선충에 대하여 500 ppm의 농도에서도 90% 이상의 치사율을 나타내었으며, 생강은 500 ppm의 농도에서는 70% 내외의 선충 치사율을 보였고 125 ppm에서도 50% 이상의 치사율을 보였다. 각 식물체 추출물의 당근뿌리혹선충의 반수 치사농도는 건강 추출물의 반수치사농도가 160.0 ppm으로 가장 낮아 당근뿌리혹선충에 대한 살선충 활성이 가장 높은 것으로 나타났으며 사군자가 204.1 ppm, 팔꽃나무가 289.6 ppm 이었다.

라. 수단산 식물 추출물 중 살선충 활성이 높은 5종을 선발하여 50ppm의 농도로

뿌리혹선충에 대해 살선충 효과 검정한 결과, *Acacia nilotica*가 7일째에  $45.3 \pm 7.3$ 로 상대적으로 높은 살선충 활성을 나타내었다.

다. 메탄올 추출과 hexan 추출방법을 이용하여 1,000 ppm에서 높은 살선충 활성효과를 나타냈던 5종의 약용식물을 대상으로 온수와 냉수 추출방법으로 당근뿌리혹선충의 살선충 효과를 실내에서 검정한 결과 온수 추출물들 중에서는 사군자와 생강 2종이 각각 98.3%, 99.1%의 당근뿌리혹선충 치사율을 나타내어 가장 효과가 높았으며, 냉수 추출물들 중에서는 사군자만이 각각 98.2%의 높은 살선충 활성을 나타내었다.

바. 사군자는 500 ppm 농도를 제외하고, 추출방법별에 따른 당근뿌리혹선충의 살선충 활성에 큰 차이를 보이지 않았지만, 온수추출과 냉수추출물의 당근뿌리혹선충에 대한 반수치사농도는 157.8 ppm과 214.0 ppm으로 온수추출물의 살선충 활성이 높았다.

사. 식물체 추출물이 당근뿌리혹선충의 부화에 미치는 영향을 조사한 결과, *Desmodium caudatum*, *Areca catechu*, *Dinbera retroflexa*, *Zizphus spina-christ*, *Cucumis mello var agrestis* 추출물은 10,000 ppm, 1000 ppm의 농도에서 당근뿌리혹선충의 부화를 현저히 억제 시켰다.

아. 실내 검정에서 살선충 활성 효과가 높았던 사군자, 팔꽃나무, 정향나무, 생강 4종의 식물체 추출물을 이용하여 pot에서 당근뿌리혹선충에 미치는 영향을 조사한 결과는 모든 추출물 처리구가 무처리에 비하여 당근뿌리혹선충의 밀도가 낮게 나타났는데 실내 실험에서 살선충 활성이 높았던 사군자 처리구의 선충 밀도가 다른 처리구에 비하여 무처리구의 50% 수준으로 가장 낮게 나타났다. 각 추출물 처리구의 당근뿌리혹선충 방제가는 사군자 처리에서 49.3%, 정향 처리구에서 46.2%였으나 처리간에는 차이를 보이지 않았다



자. 완화, 사군자, 건강의 액상 추출물을 이용한 부화 유충 접종 처리 실험에서는 모든 처리구의 토양 내 뿌리혹선충 밀도가 무처리구에 비해 낮았으며 사군자 처리구의 선충 밀도가 가장 낮았다.

차. Pot내 약용식물 분말을 이용한 부화유충 접종 실험에서 지상부와 지하부의 생체량은 2.5, 5, 7.5g의 농도별 큰 차이가 없었으나, 지상부에서는 *Azadirachta indica*, 지하부에서는 *Datura stramonium*가 다른 8종의 식물보다 상대적으로 높은 살선충 활성을 나타내었다. 그리고, 무처리의 100g 당 선충 수  $1419 \pm 199$ 마리에 비해 *Dinbera retroflexa*, *Aregimone mexicana*의 경우 7.5g의 농도에서 높은 살선충 효과 및 억제효과를 보였다.

카. 더덕 재배지에서 각 식물체 추출물의 뿌리혹선충에 대한 방제효과를 알아보기 위하여 추출물 처리 60일 후 선충밀도 감소율을 이용하여 방제가를 비교한 결과 완화 처리구에서 50% 내외의 방제가를 보였으며 더덕 과종지에 사군자를 처리한 시험구에서 65.8%로 가장 방제가가 높았다.

타. 인삼 재배지에서 한약제 추출물의 뿌리혹선충에 대한 방제효과는 약용식물 추출물 처리 후, 30일째 토양 내 뿌리혹선충 수는 사군자 처리구에서 33.5마리로 대조약제 처리구의 37.5마리와 차이가 없었으나 무처리구의 108.5마리에비해서는 현저한 밀도 감소 효과가 있었다. 60일째 조사에서는 사군자 처리구가 대조약제 처리구에 비하여 선충 밀도는 많았으나 무처리구의 112.4마리에 비해서는 3배 정도 낮은 밀도를 보였다.

파. 참외재배지에서 한약제 처리는 뿌리혹선충 밀도 감소에 크게 기여하였다. 사군자 분상 처리구에서는 처리 30일 후 무처리구 대비 80.3%의 선충 밀도 감소 효과가 있었으며, 건강 액상 처리구에서는 96.8%의 억제 효과가 있었다. 처리 60일 후에는 사군자 분상 처리구와 건강 액상 처리구의 효과가 무처리 대비 100% 이상으로 매우

높게 나타나 실용성이 있을 것으로 판단되었다

하. 대항식물 재배지에서 더덕을 이식한 결과 무처리구에 비하여 토양 내 선충 밀도가 감소하였다. 참깨 식재지에서 523마리로 다닥냉이나 만수국 재배지에 비하여 선충밀도가 낮았으며 대조약제인 fosthiazate 입제 처리보다는 다소 높았다. 더덕에 형성된 뿌리혹 지수도 대항식물 재배지의 더덕이 낮았고, 뿌리무게나 뿌리길이는 무처리구와 큰 차이는 없었다.

### 3. 약용식물 지상부 해충 방제제 개발

가. 약용식물 추출물을 1,000 ppm으로 희석한 용액에 강낭콩 엽절편을 침지하여 점박이응애 성충의 치사율을 조사한 결과 비자나무(*Torreya nucifera*) 추출물 처리가 56.8%로 가장 높았고, 팔꽃나무(*Daphne genkwa*), 도꼬마리(*Xanthium strumarium*), 나팔꽃(*Pharbitis nil*)이 각각 47.8, 47.7, 47.7 %의 치사율을 나타내었다.

나. 나팔꽃 씨앗 추출물은 1,000 ppm까지 60 % 이상의 점박이응애 치사 효과를 보였으나 760 ppm이하의 농도에서는 살비 활성이 10 % 이하로 급감하였다. 도꼬마리 씨앗 추출물은 1,500 ppm 처리 시 까지 점박이응애에 대하여 60 % 내외의 치사율을 보였다.

다. 메탄올과 헥산 추출 시료로 활성을 검정한 결과 활성이 우수한 나팔꽃과 도꼬마리 씨앗을 대상으로 온수와 냉수 추출법으로 추출한 후 1,000 ppm에서 치사율을 조사하였는데, 온수와 냉수 추출물에 대한 점박이응애의 치사율은 20 % 이하로 메탄올 추출물에 비해 현저히 낮았다.

라. 냉수 추출물이나 온수 추출물에 메탄올 추출물 혼합처리 시, 살비활성이 높아져 각 2,000 ppm에서 80 % 이상의 살비활성을 보였다.

마. 담배거세미나방 유충에 대한 약용식물 추출물의 살충 활성을 검정한 결과 대부분의 추출물이 10% 내외의 치사율을 보여 담배거세미나방에 대한 낮은 살충활성을 보였다. 가장 활성이 높은 식물체는 고삼과 대황으로 처리 7일 후 각각 33.3%의 치사율을 보였으며 석창포가 30%의 치사율을 보였다.

바. 실내실험에서 점박이응애에 대한 활성이 우수한 도꼬마리와 나팔꽃, 비자나무의 추출시료와 현재 시판되고 있는 친환경인증자재인 Na-no를 1,000 ppm으로 희석시킨 후 분무법으로 비교실험 한 결과 대조 약재로 사용한 Na-no는 점박이응애에 대하여 100 % 치사율을 보였고, 도꼬마리, 나팔꽃은 각각 76.3 %와 71.3 %로 비자의 50.0 %에 비하여 높은 치사율 나타내었다.

사. Pot에서 수행한 실험임에도 불구하고 두 추출물의 점박이응애에 대한 치사율은 실내실험에 비하여 다소 높았다. 특히 도꼬마리 추출물의 경우 75 % 이상의 치사율을 보여 생물농약의 최소 약효 기준인 무처리 대비 50 % 이상의 효과를 보여 추후 생화학 농약으로서의 개발 가능성이 있는 것으로 생각된다.

아. 도꼬마리, 나팔꽃 추출물을 이용하여 4,000 ppm과 1,000 ppm의 각각 다른 농도로 희석시킨 후 분무법으로 비교실험 한 결과는 농도를 달리했음에도 불구하고, 모두 70 %이상의 높은 치사율을 나타내었다

자. 복숭아혹진딧물에 대한 21종 한약재 추출물의 살충 효과는 사군자 처리구에서 보정생충율이 처리 3일째 28.8%, 5일째 20.2%, 10일째 26.3%로 가장 낮았으며 학슬과 초용담, 후박, 고련피, 흑축, 대황, 건강 처리구에서도 50% 이상의 방제가를 보였다.

차. 고련피와 흑축, 사군자, 건강 추출물 농도별 처리에 따른 복숭아혹진딧물 방제 효과를 알아보기 위하여 pot에서 실험한 결과 사군자 처리에서는 1000 ppm농도에서

처리 3일째부터 10일째까지 30% 이내의 생충율을 보였으며 흑측 처리에서는 처리 10일째에 모든 농도 처리구에서 30% 이내의 생충율을 보였다

#### 4. 약용식물 뿌리혹 선충 및 지상부 해충 방제제의 안전성 연구

가. 5종의 한약재 추출물 500 ppm과 50 ppm농도에서 곤충병원성 선충, *S. carpocapsae* Pocheon(ScP)의 생존에 미치는 영향을 조사한 결과 정향과 팔꽃나무 추출물 처리에서 생존 선충수가 가장 적었으며 건강 처리구에서는 무처리구와 큰 차이를 보이지 않았고, 된장풀은 500 ppm 2일차와 3일차 조사에서만 무처리구와 차이를 보였다.

나. 선발된 4종의 약용식물 추출액을 곤충병원성 선충에 처리한 결과, 처리 약재별에 따라 곤충병원성 선충의 생존에 미치는 영향에 차이가 있었다. 4종의 약용식물 추출액을 1,000 ppm의 농도로 처리했을 때, 팔꽃나무 추출액 처리구를 제외하고 모두 낮은 치사율을 보였고, 특히 ScP에 대해서는 거의 영향이 없었다.

다. 팔꽃나무와 정향, 사군자 추출액을 5,000 ppm의 농도로 처리하였을 때 매우 높은 치사율을 보였고, 팔꽃나무 추출액은 ScP와 *Heterorhabditis exomali* Gyeongsan(HeG) 두 종 선충에 대해 1,000 ppm의 농도에서는 60%, 5,000 ppm의 농도에서는 100%의 높은 치사율을 보였다.

라. 1,000 ppm 농도의 약용식물 추출물을 ScP와 HeG에 처리하고 1, 2, 3일 후 선충에 대한 치사율을 조사하였는데, ScP의 경우 처리 2일까지는 살선충 효과가 높지는 않았으나 처리 3일 후부터 팔꽃나무 추출물 처리구에서 살선충효과가 70%로 급격히 증가하였다. 다른 처리구에서도 살선충 효과가 나타났지만 팔꽃나무 추출물 처리구에 비해 현저히 낮았으며 모두 30% 이하의 선충 치사율을 보였다.

마. HeG에서는 ScP에 대해 높은 치사율을 보였던 팔꽃나무 추출물이 정향과 사군자 추출물 처리구보다도 낮은 치사율을 보였다. HeG는 정향과 사군자 추출물을 처리했을 때, 처리 후 1일째부터 살충 효과를 보여 점차적으로 증가하였고, 생강과 팔꽃나무 처리에서는 1일과 2일에는 살충 효과가 보이지 않다가 3일부터 살충효과가 나타나기 시작하였다.

바. Sand column 내에서 토양 깊이별 선충의 생존 효과를 알아본 결과, ScP는 HeG와는 다르게 2.5 cm 구간에 집중적으로 분포하고 있었으며 처리구별로 큰 차이는 없었다. HeG의 분포는 팔꽃나무와 사군자 추출물 처리구에서는 5.0 cm 구간보다 2.5 cm 구간에 선충이 약간 더 존재했으며, 정향 추출물 처리구에는 반대로 5.0 cm 구간에 더 많이 존재하였다.

사. Sand column내에서 선충에 의한 꿀벌부채명나방 유충의 치사율을 조사한 결과, HeG보다 ScP에서 치사율이 높았으나 약용 식물 추출물 처리간에는 큰 차이는 보이지 않았다.

아. HeG에서는 처리구별로 꿀벌부채명나방 유충의 치사율에 차이를 보였다. 사군자와 생강 추출물 처리구는 무처리와 큰 차이는 없었으나 정향 처리구에서는 3배 이상 낮은 치사율을 보였다.

자. 약용식물 추출물이 누에의 생존에 미치는 영향은 다양하였는데, 사군자 처리에서는 처리 10일째까지 치사되는 누에가 없었으나 팔꽃나무는 3일후부터 20%의 치사율을 보였고, 5일째에는 73.3%, 10일째에는 모든 누에가 치사되었다. 정향이나 생강 추출물 처리에서는 처리 10일째까지 2.2%의 낮은 치사율을 보여 무처리와 차이가 없었다

차. 팔꽃나무 추출액 처리구 누에는 처리 3일째부터 치사하는 개체가 나타나기 시작해 처리 10일만에 처리구의 모든 개체가 치사되었다. 이것은 팔꽃나무 추출물이 선충뿐만 아니라 누에와 같은 나방과 유충에도 살충력을 보이는 것을 알 수 있었다.

카. 약용식물 추출물이 먼지벌레에 미치는 영향을 조사하였는데, 정향 추출물 처리구는 처리 1일 후부터 10% 이상의 치사율을 보였으며 점차 증가하여 5일후에는 20%의 치사율을 보였다. 물을 처리한 무처리구에서도 약 7~13%의 살충율을 보였으며 생강 추출물 처리구는 무처리와 비슷한 살충율을 보였다.

다. 지렁이에 미치는 영향에 대한 조사는 사군자, 흑죽, 생강, 창이자는 지렁이에 커다란 영향을 미치지 않았다.

파. 살충 및 살선충 활성을 가지는 사군자와 건강, 팔꽃나무, 도꼬마리, 나팔꽃 추출물이 약용식물의 발아에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험한 결과 한약재의 종류에 따라 추출물 처리에 의한 발아정도에 차이를 보였다. 황기의 경우 한약재 추출물을 처리할 경우 사군자 1000 ppm처리를 제외하고는 무처리구에 비하여 발아율이 향상되는 결과를 보였으며 황금의 경우도 황기와 동일한 경향을 보였다. 특히 황금은 사군자 1000 ppm 처리구에서는 발아가 전혀 되지 못하였다. 당귀는 창이자 처리에서 무처리구에 비하여 발아율이 다소 저조하였으며 백지는 모든 처리구에서 무처리구에 비하여 발아율이 높았다. 고본은 사군자와 건강 처리구에서 발아율이 다소 낮게 나타났다. 팔꽃나무 추출액은 실험에 이용한 한약재 씨앗의 초기 발아율을 전반적으로 향상시키는 효과가 있었다.

하. 살충 및 살선충 활성을 가지는 팔꽃나무와 사군자, 정향, 건강추출물 처리는 식물체 성장에는 큰 영향을 미치지 않았다. 뿌리 길이는 정향나무와 생강 처리의 경우 무처리에 비하여 성장량이 증가 하였으나 큰 차이를 보이지 않았다. 뿌리 무게의 경우도 사군자 처리구에서 무처리에 비하여 50% 높아 졌으나 타 처리의 경우 큰 차

이를 보이지 않았다.

## 5. 활용에 대한 건의

### 가. 시책건의

1) 울폐된 산림내에서 특정식물의 개체군 증식과 수확량을 기대하기는 힘들기 때문에 숲가꾸기, 간벌작업 등으로 교목층을 갱신하고 초화류의 번식을 유도할 것을 건의한다.

2) 산약초 자생지의 마을 및 산촌의 노동력을 고려할 때 마을단위의 공동채취구역을 선정하고 간벌 등에 의한 산림생산력을 높일 것을 건의한다.

3) 지리산 인근의 자생약초의 지속적 생산을 위해서는 마을주변의 야산을 개발하여 분포지를 확대하는 등, 단기임산물 생산을 위한 대책을 건의한다.

4) *Steinernema* spp. 왕릉site 선충에 대한 좀 더 세부적인 생태실험과 형태학적인 동정할 수 있도록 연구지원을 건의한다.

5) 야외에서 점박이응애 방제 효과를 높이기 위해서는 이들 두 식물체의 단독처리보다 혼용처리에 대해 더 검토해야 될 것으로 생각되며, 이들 추출물의 활성을 증대시킬 수 있는 보조제에 대한 연구지원을 건의한다.

### 나. 지도사업반영

1) 산약초 자생지의 마을 및 산촌의 노동력을 고려할 때 마을단위의 공동채취구역을 선정하고 간벌 등에 의한 산림생산력을 높일 것을 권고 함.

2) 사군자의 추출물을 이용할 때, 메탄올 추출물의 반수치사농도인 204.1 ppm보다

낮은 값을 나타내었기 때문에 사군자의 경우 온수 추출 방법을 사용하도록 권장 함.

3) 팔꽃나무 추출물은 누에에 매우 높은 독성을 보이므로 누에를 키우는 곳 주변에서 살포는 주의해야 할 것으로 권고 함.

4) 사군자, 흑축, 생강, 창이자는 지렁이에 안전함을 고지할 것을 권고 함.

5) 살충 및 살선충 활성을 가지는 팔꽃나무와 사군자, 정향, 건강추출물 처리는 식물체 성장에는 큰 영향을 미치지 않았다는 것을 고지할 것을 권고 함.



# SUMMARY

## I. Title

Environmentally Friendly Control of Insect Pests and Nematodes with Plant Materials from Medical Plants to Enhance Competition of Korean Medical Plants

## II. Objectives and necessity of research

Plant materials have been used for prevention and healing of human diseases for several hundreds of years before introduction of western medicine to Korea. Korean herb doctors, thus, have recorded efficacy of special plants for each disease. In recent, many efforts have tried to clarify nutritional and medical effects. Medicinal plants are any kinds of plants which are being used in folk remedy as traditional oriental medicines owing to having efficacy against diseases. Medicinal plants are ranged fungi to higher rank plants including ginseng, bellflower, ginger plant, fruit of the *Maximowiczia chinensis*, lacquer tree, rhubarb, *Angelica gigas*, and so forth. Several thousands of plants can be used as medicines all over the world. In Korea, several tens of plants are cultivated out of ca. 700 plants. In recent, Koreans are interested in medicinal plants thereby and increased medical plant consumption up to the ca. 100,000 tons in 1996 compared with 30,000 tons in 1993. Although cultivation of medicinal plants has still problems in standardization and stabilization, medicinal plants have an advantages over other crops. In addition, insect pests are also problems in the cultivation of medicinal plants. Nevertheless, US14 billion dollars will be investigated from 2007 to 2016 in Gyeongbuk province because of their economical efficiency. However, active survey on insect pests and natural

enemies have been not made from medicinal plants so far. Therefore, insect pests and natural enemies should be investigated for the stable cultivation of them. In addition, investigation of useful materials from medicinal plants is necessary for environmentally friendly control of insect pests and root-knot nematodes because many plants including medicinal plants are effective against many kinds of insect pests.

Thus, the objectives of this study were investigation of insect pests and natural enemies from medicinal plants, development of environmentally friendly control of root-knot nematodes on them, separation of effective materials from them for getting useful ingredients against insect pests and root-knot nematodes. Collection of medicinal plants was made from self-growing and artificial fields. Detection of effective materials, screening, and efficacy were examined in the laboratory, pot, and fields.

### **III. Research scopes and prospective**

This study was divided into three parts, that is, 1). Researching of environmental conditions of medicinal plants, and Pest or their natural enemy 2) Development of nematicide against *Meloidigyne* sp. using medicinal plants. 3) Development of pesticide using medicinal plants. 4) Stability study of prevention chemicals against the ground pests and Root-knot nematodes.

### **IV. Results and suggestions**

1. Researching of environmental conditions of medicinal plants, and Pest or their natural enemy.

a. In spite of high crown density of pine forest, The reason why *Goodyera schlechtendaliana*, *Dictamnus dasycarpus*, *Chloranthus japonica*, *Hosta longipes* were shown high distribution is they can vegetative reproduction of root and they can be dispersed by the person.

b. When analyze environmental condition of medicinal plants on forest during 3 years, It is difficult that lead in manufacture of medicinal plants at this point in time, because of labor resource, difficulty of management, collection of plants by a mountain climber, loss by animal as a wild boar and so on.

c. Ninety eight Arthropod pests of 86 genera in 44 families of 9 orders were collected from 132 herb species of 121 genera in 50 families of 32 orders at herb garden of Sancheong-gun Agricultural Development Technology Center in Sancheong,

d. Although less than 4 arthropod pests were collected from each herb, more than 5 arthropod pests were occurred on *Hibiscus mutabilis*, *Peucedanum japonicum*, *Aralia cordata*, *Fraxinus rhymchophylla*, *Angelica decursiva*, *Rhaponticum uniflorum*, *Lonicera japonica*, *Betula platyphylla* and *Agrimonia pilosa*.

e. Out of collected pests, 98.5% of them damaged leaves of medicinal plants, and only *Indomegoura indica* collected from damaged stem of *Hemerocallis fulva* medicinal plants, and *Dolycoris baccarum*, *Plautia stali*, *Physosmaragdina nigrifrons* collected from damaged seed of *Setaria italica* medicinal plants.

f. The highest number of arthropod pests was recorded in May representing 36 species of 32 genera in 20 families of 6 order. The lowest number of arthropod pests was recorded in October representing 19 species of 19 genera in 11 families of 6 order.

g. Dominant species of pest was different at each month, *Atractomorpha lata* was dominant species from August to September and *Dolycoris baccarum* was dominant species on June. *Basilepta fulvipes* and *Physosmaragdina nigrifrons* were dominant species on July.

h. Occurrence period of pest are different at each species, *Eurydema rugosa* was collected for the whole survey period. *Atractomorpha lata* was collected from May to September, but *Peirates turpis* was especially occurred on special period. Despite of *Plautia stali* or *Stictopleurus punctatonevrosus minutus* were damaged four species of medicinal plants, they occur on the same period from August to October.

i. New strain of Entomopathogenic nematode was collected from Wangreong in Jiri Mountain, Gyeongnam Province. temperature and dosage affected on infectivity of *Steinernema* spp. Wangreong strain. At all temperature excepted 3 5°C were represented high infectivity as increasing concentration. More than eighty IJs of concentration were represented 100% of Mortality excepted 35°C.

2. Development of nematicide against *Meloidigyne* spp. using medicinal plants.

a. Average yields of 32 species of Korean medicinal plants were represented 9.4%. and yields of medicinal plants extracted by Hexane were represented from

0.6% to 28.1%. On the other hand, yields of 27 species of sudan medicinal plants were appeared from 2.1% to 62.8%. The highest yield of sudan medicinal plants was *Dinbera retroflexa* representing 62.8%.

b. Nematicidal activity of 32 species of korean medicinal plants extracted Methanol Method or Hexane Method were appeared different Mortality each plants, when treat *Daphne genkwa*, *Quisqualis indica*, *Zingiber officinale*, more than 90% of Nematicidal activity was represented.

c. *Quisqualis indica*, *Daphne genkwa* were appered more than 90% of mortality at 500ppm against *Meloidogyne* sp.. *Zingiber officinale* was appered approximately 70% of mortality at 500 ppm, and represented more than 50% of mrtality at 125 ppm of concentration. LD<sub>50</sub> against *Meloidogyne inconita* of each medicinal plant extracts were shown that LD<sub>50</sub> of *Zingiber officinale* extract was lowest representing 160.0ppm, so *Zingiber officinale* has highest nematicidal activity. LD<sub>50</sub> of *Daphne genkwa* and *Quisqualis indica* were represented 204.1 ppm and 289.6ppm, respectively.

d. Five species of sudan plant, that have higher nematicidal activity than others, tested nematicidal activity at 50 ppm against *Meloidogyne* sp.. At the result of nematicidal activity experiment, *Acacia nilotica* was relatively represented 45.3 ±7.3 of higher nematicidal activity after 7 days.

e. Five species of korean medicinal plant, that have higher nematicidal activity at 1,000ppm than others, tested nematicidal activity using hot and cold water method. At the result of nematicidal activity experiment in hot water method, *Quisqualis indica* and *Zingiber officinale* were represented 98.3%, 99.1% of

mortality against *Meloidogyne* sp. and *Quisqualis indica* was appeared 98.2% of highest mortality in cold water method.

f. Extracts of *Quisqualis indica* excepted 500ppm concentration were shown that Nematicidal activity on each extract method are not great difference. but LD<sub>50</sub> against *Meloidogyne* spp. as hot water method and cold water method were shown each 157.8ppm and 214.0ppm. so, Nematicidal activity of hot water extract method is higher nematicidal activity than cold water method.

g. As a result of Korean herbal extract investigated into egghatching of *Meloidogyne* sp.. *Desmodium caudatum*, *Areca catechu*, *Dinbera retroflexa*, *Zizphus spina-christ*, *Cucumis mello* var *agrestis* extracts were inhibited egghatching of *Meloidogyne* sp. at 10.000 ppm and 1000 ppm.

h. At a result of using extract of *Quisqualis indica*, *Daphne genkwa*, *Eugenia caryophyllata*, *Zingiber officinale*, that have high nematicidal activity at laboratory experiment, invesgated effect of inhibition against *Meloidogyne* sp. in pot, All treated extract shown lower value than control In treated *Quisqualis indica*, The number of nematodes represented under 50% compared with Control.

i. The experiment of injection of hatched nematode juvenile show that all liquefied extract and powder appeared lower density than Control. The number of nematodes are shown lowest value on extract of *Quisqualis indica*.

j. Effect of herbal extract on control of root-knot nematode in *Codonopsis lanceolata* field at 60 days after treatment appeared 68.5% of highest nematicidal activity at treated *Quisqualis indica*.

k. Effect of herbal extract, *Quisqualis indica* on root-knot nematode in *Phnax ginseng* field at 60 days after treatment certainly decreased the number of nematodes in treated *Quisqualis indica*. the number of nematodes in control are higher than treated *Quisqualis indica*.

l. Herbal extracts, *Quisqualis indica* and *Zingiber officinale*, on root-knot nematode in oriental melon field at 60 adys after treatment have high nematocidal activity as powder and liquid, respectively.

m. Antagonistic plant on number of *Meloidogyne incognita* in *Codonopsis lanceolata* field at 180 days after treatment represented suppression effect of nematocidal activity compaired with Control.

3. Development of pesticide using medicinal plants.

a. The result of acaricidal activity of oriental medicinal plant extracts against *Tetranychus urticae* at 1,000 ppm using leaf dipping method in petri dish show that *Torreya nucifera* appeared highest 56.8% of acaricidal activity. and *Daphne genkwa*, *Xanthium strumarium*, *Pharbitis nil* were represented 47.8, 47.7, 47.7% of mortality, respetively.

b. *Pharbitis nil* seed extract appeared over 60% of acaricidal activity untill 1,000ppm, and *Xanthium strumarium* seed extract appeared 60% of acaricidal activity untill 1,500ppm.

c. But *Pharbitis nil* and *Xanthium strumarium* seed extract used hot and cold water method appeared low acaricidal activity at 1,000ppm.

d. Effect of plant extract on mortality of *Spodoptera litura* in petri dish appeared very low pesticidal activity, After 7 days, *Yponomeuta polystictus* and *Rheum undulatum* extract represented 33% of mortality.

e. Acaricidal activity of oriental medicine plant extracts, *Pharbitis nil*, *Torreya nucifera* and *Xanthium strumarium*, agrichemicals, Na–no against *Tetranychus urticae* at 1,000 ppm by spray method in pot represented 100% of mortality at Na–no.

f. Acaricidal activity of oriental medicine extracts, *Pharbitis nil* and *Xanthium strumarium* against *Tetranychus urticae* at 48 h by spray method in pot at 4,000, 1,000 ppm were represented over 70% of mortality.

g. Insecticidal activity of oriental medicinal plant extracts against *Myzus persicae* at 1,000 ppm in Chinese cabbage pot represented almost over 50% of mortality.

h. Insecticidal activity of medicinal plants against *Myzus persicae* at different concentration treatment in Chinese cabbage pot were appeared high mortality at 1,000ppm.

4.. Stability study of prevention chemicals against the ground pests and Root–knot nematodes

a. In 500 ppm and 50 ppm concentrations from five kinds of Chinese medicine extracts, we examined the survival number of entomopathogenic nematodes. The lowest survival nematodes was resulted in *Eugenia caryophyllata* and *Daphne*



*genkwa* extracts treat. There was no difference in treat and control ,but *Desmodium caudatum* made a difference in 500 ppm of 2~3days with control.

b. In result of treating the selected 4 kinds of the medicinal extracts at entomopathogenic nematodes, there was the survival difference of entomopathogenic nematodes as each treated–medicine(Fig. 5). When 4 kinds of the medicine herbs were treated in 1000 ppm, the most show low fatality except for treat of *Daphne genkwa* extracts, specially there was little efficient against ScP.

c. When the extracts of the *Daphne genkwa*, *Eugenia caryophyllata* and *Quisqualis indica* were treated in 5000 ppm, there was very high fatality. *Daphne genkwa* extracts showed 60% fatality for 1000 ppm and 100% fatality for 5000 ppm against ScP and HeG.

d. After 1, 2, 3 days when 1000 ppm concentration of the medicinal herb extracts was treated against ScP and HeG, we examine the fatality of nematodes. Although a nematicidal efficacy against ScP was not high until 2 days, after 3 days a nematicidal efficacy from *Daphne genkwa* extracts suddently increased at 70%. A nematicidal efficacy from another treat was lower than *Daphne genkwa* extract, showing less than 30% nematode fatality.

e. In HeG, *Daphne genkwa* extracts that had high fatality against ScP showed low fatality than treat of *Syringa velutina* and *Quisqualis indica* extracts. When extract of *Eugenia caryophyllata* and *Quisqualis indica* was treated, nematicidal efficacy was shown post–treated 1 day, and was increased gradually, but *Zingiber officinale* and *Daphne genkwa* treat show nematode efficacy from 3

days, not 1 and 2 days.

f. In sand column, we detected the survival efficacy for every depths of sand, and then ScP is gather in 2.5 cm compartment unlike HeG. Distribution of HeG existed more in 2.5 cm than in 5.0 compartment in treat of *Daphne genkwa* and *Quisqualis indica*, but existed more in 5.0 cm compartment at treat of *Eugenia caryophyllata* extract.

g. We detected the fattlity of *Galleria mellinella* larvae on nematode in sand column, and then ScP have high fatality than HeG, but there was no rather differnce in treat of the medicinal plant.

h. There was the fatality of *Galleria mellinella* larvae on HeG for each treat. Extract of *Quisqualis indica* and *Zingiber officinale* extracts have no difference with control, but *Eugenia caryophyllata* treat have the low fatality over three times.

i. The medicinal herb extracts showed the various effects on silkworm. There was no fatal silkworm at treat of four season flower until 10 days, but was 20% fatality after 3 days, 73.3% fatality at 5 days, 100% fatality at 10 days in treat of *Daphne genkwa*.

j. *Daphne genkwa* extracts show the fatality of silkworm after treated 3 days and the most of silkworm had fatality at 10 days. This show that *Daphne genkwa* extract have insecticide effects of moth larvea as well as nematocicide of

nematodes.

k. We examined the medicinal extract to have an effect on dustinsect. Treat of *Eugenia caryophyllata* extract show more than 10% fatality and 20% fatality after 5 days. Water-treated control showed about 7~13% fatality and treat of ginger extracts showed similar insecticide with control.

l. *Quisqualis indica*, *Phyllostachys nil*, *Zingiber officinale*, *Xanthium strumarium* have no effect on earthworm.

m. We examined the germination of the medicinal herb on *Quisqualis indica*, *Zingiber officinale*, *Daphne genkwa*, *Xanthium strumarium* and *Phyllostachys nil* that have a insecticide and nematocide activity. there showed different germinative power on the medicine herb kinds. *Astragalus membranaceus* had an increase of germination in treat of a Chinese herb execpt for 1000 ppm Of four season flower compared with control. *Scutellaria baicalensis* was accord with *Astragalus membranaceus*, Specially, *Scutellaria baicalensis* had no germination in 1000 ppm of four season flower. *Angelica acutiloba* had low germination in treat of *Xanthium strumarium* compared with control, but *A. dahurica* had high germination in all of treatment compared with control. *L. tenuissimum* had low germination in treatment of *Quisqualis indica* and *Zingiber officinale* extracts. *Daphne genkwa* extracts improved early germination of a Chinese herb's seed.

n. *Daphne genkwa*, *Quisqualis indica*, *Eugenia caryophyllata*, *Zingiber officinale* extracts had no effect on growth of plant bodys. Although *Eugenia caryophyllata* and ginger treatment had rather the growth in length of root., there was no big

difference. *Quisqualis indica* had 50% growth in weight of root compared control, but another treatment have no big difference.

5. The proposal on application

가. The proposal of a policy

1) We propose a forest tree is renewed and flowering plant is induced by growing forest and thinning work because proliferation of special plant and capacity of harvest are difficult to be expected in high crown density of pine forest.

2) We propose that support to identify for *Steinernema* spp. wangreong site

3) We propose that support to increase effect of control, using two herbal plant at the same time.

나. Guidance for farmers to utilize herbal extract.

1) We suppose that Farmers will use extract of *Daphne genkwa*, *Quisqualis indica*, *Zingiber officinale* against *Meloidogyne* sp

2) We suppose that Farmers will use extract of *Quisqualis indica*, *Daphne genkwa* at 500ppm as nematicide.

3) If you use *Quisqualis indica*, *Daphne genkwa* as nematicide, we suppose that use hot and cold water extract method.

4) we suppose that Farmers will use 1,000ppm extract of *Daphne genkwa*, *Quisqualis indica*, *Zingiber officinale* against *Tetranychus urticae*

5) We suppose that Farmers will use *Pharbitis nil* seed extract at 1,000ppm as acaricide

6) Extract of *Daphne genkwa*, *Quisqualis indica*, *Zingiber officinale* are safety on agricultural environment

## CONTENTS

Summary in Korean .....	2
Summary in English .....	6
Contents in English .....	2
Contents in Korean .....	3
Chapter 1. Introduction .....	23
Section 1. Research purpose .....	2
Section 2. Necessity of research .....	3
Section 3. Content of research .....	4
Chapter 2. Present situation of international technical development .....	4
Chapter 3. Perspectives of research and results .....	8
Section 1. Researching of environmental conditions of medicinal plants, and Pest or their natural enemy .....	48
Section 2. Development of nematicide against <i>Meloidigyne</i> sp. using medicinal plants .....	96
Section 3. Development of pesticide using medicinal plants .....	129
Section 4. Stability study of prevention chemicals against the ground pests and Root-knot nematodes .....	155
Chapter 4. Research achievement and its contribution .....	181
Section 1. Research achienemen .....	181
Section 2. Research contribution .....	182
Section 3. Research results .....	184

Chapter 5. Using plan of research's results .....	187
Chapter 6. List of international scientific information .....	188
Chapter 7. Reference .....	189

# 목 차

요약문 .....	2
영문요약문 .....	16
영문목차 .....	28
목차 .....	30
제 1 장 연구 개발과제의 개요 .....	32
제 1 절 연구의 목적 .....	32
제 2 절 연구의 필요성 .....	33
제 3 절 연구의 범위 .....	42
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	43
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	48
제 1 절 약용식물 자생지 입지환경, 해충 및 천적자원 조사 .....	48
1. 약용식물 자생지 입지환경 조사 .....	48
2. 약용식물 발생해충 및 천적자원 조사 .....	62
3. 천적자원 대량 증식 연구 .....	92
제 2 절 약용식물 뿌리혹 선충 방제제 개발 .....	96
1. 살선충 활성물질 조사 .....	96
2. 살선충 활성물질 야외적용 시험 .....	122
3. 대항식물 이용 실험 .....	125
제 3 절 약용식물 지상부 해충 방제제 개발 .....	128
1. 지상부 해충 방제제 개발 .....	128



제 4절 약용식물 뿌리혹 선충 및 지상부 해충 방제제의 안전성 연구 .....	154
1. 살선충 및 살충 물질의 안전성 연구 .....	154
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	180
1. 연차별 연구목표 및 달성도 .....	180
2. 관련분야 기술발전예의 기여도 .....	181
3. 주요 연구 성과물 .....	183
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	186
제 6 장 연구 개발 과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	187
제 7 장 참고문헌 .....	188

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

### 제 1 절 연구의 목적

예로부터 서양의학이 들어오기 이전에 선조들은 식물을 이용하여 질병을 예방하거나 병에 대해 약 또는 약을 만드는 재료로 사용하였고, 각각의 질병에 어떤 식물재료가 들어가는지를 기록하였다. 그리고 최근에 들어와서 각종 식물에 대한 영양적인 면이나 약리적인 작용에 대해서 그 효능을 밝히려는 노력이 점차 고조되고 있다. 이렇게 예로부터 민간이나 한방에서 약으로 쓰인 식물이나 과학적으로 유효성분이 규명된 자원식물을 약용식물[藥用植物]이라 한다. 약용식물은 균류에서 고등 식물까지 종류가 다양하며 우리나라에서는 인삼, 도라지, 생강, 오미자, 옻나무, 대황, 당귀 등의 식물이 있다. 현재 세계적으로 약용자원식물으로써 이용 가능한 것은 수 만종 이상에 이를 것으로 생각되며 이 중 실제로 지금 사용되고 있는 것은 수천 종에 달한다. 하지만 우리나라에서는 사용되는 재배 또는 야생 약제는 700백여 종에 불과하며 이 중에서 재배가 중점적으로 되고 있는 것은 수십 종 밖에 안 되는 실정이다.

최근에 국민들의 소득증대로 인하여 건강에 대한 인식이 점차 바뀌면서 자연식품을 선호하는 국민들의 소비패턴과 전통한약에 대한 관심 증대하였다. 그 결과로 약용식물의 소비는 1990년의 3만 톤에서 1996년에는 약 10만 톤 수준으로 급격하게 늘어나고 있다. 그러나 우리나라의 약용식물 생산은 호당 경작규모가 영세하며 생산기반 구축이 어려운 산간·구릉지에서 재배되고 있기 때문에 기계화를 통한 생산비 절감이 어렵다. 또한 약용식물에 대한 품질 규격화나 표준화가 미흡하고, 안정적인 관리가 매우 불안정하다. 또한 최근 경상북도는 DDA·FTA 등 농산물 시장개방이 확대되는 여건 속에서 표준소득이 타 작물에 비해 상대적으로 비교우위에 있는 우수 약용작물에 대하여 2007년에서 2016년까지 10년간 총 1,440억원을 투자하여 체계적인 지원계획을 수립하여, 미래 경북농업의 블루오션(Blue Ocean) 작목으로 집중 육성키로 하였다. 하지만, 현재 대상 약용작물에 대하여, 또는 재배되고 있거나 자생하고 있는 약용식물에 대한 해충 및 천적자원에 대한 조사가 활발하게 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 약용식물 뿌리혹선충 방제 기술 개발과 약용식물

자생지 환경 및 해충, 천적 자원 조사를 통한 자생 산약초를 이용한 환경친화력 약용작물 해충 및 선충 방제 체계 기술을 개발하여 약용작물 재배 농가 또는 약용작물을 관리하는 국가기관에서 방제 기술을 취득하거나 활용하는 것에 있다.

## 제 2 절 연구의 필요성

약용 식물 자생지의 입지환경과 약용식물 자생지의 해충 그리고 천적을 조사한다. 지상부 해충 방제용 활성물질을 탐색하고, 실내 활성 우수 물질에 대한 pot 검정과 자생지 발생 천적의 효과를 조사하고, 뿌리를 이용하는 약용식물에 가장 피해를 많이 주고 있는 뿌리혹선충(*Meloidogyne* sp.)에 대하여 동·식물체의 천연물 유해 물질로부터 살선충 활성에 대한 실내 스크리닝과 약용식물 서식지 선충 미감염 식물체의 살선충 활성을 검정하고, 대항식물 자원 수집 및 효과 pot 검정을 통해 살선충, 살충 활성물질의 산업화 조건을 탐색해야 할 필요성이 있다.

기술적 측면으로는 약용작물의 환경친화형 해충 방제 기술의 개발과 생물농약 및 친환경농자재의 새로운 기술의 개발을 기대할 수 있다. 경제·산업적 측면으로는 약용작물의 안전성과 수도작 대체 작물의 개발 효과로 농가 소득 증대에 기여할 수 있고, 약용작물 환경친화적 방제에 대한 원천기술 확보로 유사 제품의 수입 대체 효과를 기대할 수 있다. 생물농약 산업의 활성화와 웰빙 및 바이오산업 부흥에 기여할 수 있다.

### 1. 기술적 측면

- ▷ 약용식물은 대체의학인 한의학의 중요 기능뿐만 아니라, 약용식물의 기능물질 탐색에 의한 기능성 식품군, 기능성 화장품군 및 바이오산업군 등에서 활발히 진행되고 있음
- ▷ 이러한 추세에 따라 약용식물에 대한 관심이 고조되고, 이들 중 경제성 창출이 기대되는 자생 식물이 작물화 되어 재배되고 있음

- ▷ 특히 자생지에서 채취의 한계와 남획에 의한 수요부족, 생태계 파괴를 막고 경제성을 극대화하기 위해서는 약용식물의 재배는 필연적임
- ▷ 실거래 한약재 400여종 중 현재 우리나라에서 직접 생산되는 품목은 47개 품목에 불과하고 대부분 중국산 수입 한약재에 의존
- ▷ 수입 약재들 중 대부분이 국내에서 재배되거나 자생하지만, 수입 약재의 양과 가격 경쟁력에서 떨어져 재배 농가의 어려움이 가중되고 있음
- ▷ 인삼을 비롯한 많은 국내 자생 약재들의 경우 품질과 효능면에서 수입산을 능가
- ▷ 이러한 국산 약재의 효능적 우수성으로 인해 인삼과 같은 일부 약재의 경우 외국에서도 우수성을 입증 받고 있음
- ▷ 신토불이적 사고에 입각하여 가격은 비싸지만 고품질, 고 효능 및 안정성으로 국산 약재에 대한 선호도가 한의원을 중심으로 고조되고 있음
- ▷ 그러나 약용작물은 일반 경제 작물에 비하여 재배면적이 소규모로 분산되어 관리되고 일년생 보다 다년생 작물이 많아 재배기간 중에 각종 병해충의 피해를 많이 받고 있음
- ▷ 약용작물은 고소득 작물로 인식되어 재배법에 관한 연구들은 비교적 많은 편임
- ▷ 그러나 약용작물 재배 시 해충 피해와 이들의 방제에 대한 연구들이 매우 미약하고 특히 자생지에서 발생하는 약용식물의 해충 피해에 대한 정보는 전무한 편임
- ▷ 약용작물에 발생하는 해충에 대한 수리적 피해에 대한 정보가 미비 할 뿐만 아니라, 방제를 위한 등록 약제도 매우 제한적임
- ▷ 등록된 약제도 약용작물은 탕약으로 직접 섭취하기 때문에 농약 사용에 대한 거부감이 매우 심함
- ▷ 따라서 약용작물 재배 시 발생하는 해충 방제는 경종적, 물리적, 생물적 방제가 적극 추천되고 있음
- ▷ 약용작물에 발생하는 해충은 진딧물, 노린재, 응애, 총채벌레, 나비목 유충, 풍뎅이류, 달팽이등과 같은 지상부 해충과 굽벙이류, 선충류와 같은 지하부 해충으로 대별할 수 있는데 뿌리혹선충에 의한 피해가 매우 심한 편임

- ▷ 뿌리혹선충은 생육초기에는 유묘의 발육을 억제시키거나 고사시키며, 생육기에는 식물체의 생육저하와 수량감소, 고사 등을 유발시키며 작약이나 당귀, 사삼과 같은 근부 이용 약재는 수량 감소와 상품성을 떨어뜨림
- ▷ 피해가 막대한 뿌리혹선충류의 방제법으로는 윤작, 담수, 휴경, 재식시기 조절, 피해식물 제거, 시비의 조절, 길항식물 이용, 건열, 살선충제 처리, 저항성 품종 이용 등 다양한 방법이 선진 외국에서 이용되고 있음
- ▷ 그러나 우리나라에서는 활용할 수 있는 방법들이 많지 않고, 현실성이 없는 방법들이 많음
- ▷ 원료의약품인 한약재는 재배생산단계에서 철저한 품질관리가 요구되고, 이를 위해 의약품으로서 균일성과 유효성을 확보하고, 위해요소를 제거하는 것이 필수적임
- ▷ 고품질 안전 한약재의 생산을 통해 부가가치를 제고하기 위해서는 GAP(good agriculture practices) 도입이 필수적임
- ▷ FHH에서 GAP, GMP 등의 국제 기준을 협의하여 2002년 7월 품질인증 및 기술정보 분과위원회에서 GAP, GMP의 가이드라인 초안 발표
- ▷ 중국은 전역에 600개의 한약재 재배단지를 조성하고, 2002년 6월부터 GAP 기준을 도입하여 경쟁력 있는 전략산업으로 육성
- ▷ 우리나라 농림부에서는 2003년부터 한약재에 대하여 GAP를 시범 도입
- ▷ 우리한약재 되살리기운동본부, 우리생약농민연합회, (주)BH바이오테크 등에서 소규모의 한약재 친환경 재배 시도
- ▷ 그러나 약용작물 재배시 가장 큰 문제인 뿌리혹선충 방제에 대한 환경친화적 방제법이 개발되지 못하고 있는 실정임
- ▷ 식물자원의 기능성 물질을 해충 방제용으로 사용하고자 하는 시도들이 다양하게 이루어지고 있는데 본 연구자들을 중심으로 일부 식물체 유래 물질들이 살선충 활성을 가지는 것으로 확인 됨
- ▶ 『Helicosporium sp. KCTC 0635BP의 식물병원균에 대한 항균활성과 식물과 누에에 대한 안정성 검정』에 관한 연구를 2001 추계 한국농약과학회 발표

『정향이 고구마뿌리혹선충에 미치는 영향』에 관한 연구를 2002 추계 토양동물학회에 발표

『수출입 목재 소독을 위한 양고추냉이 정유의 메칠부로마이드 대체 가능성 검토』에 관한 연구 2002 추계한국응용곤충학회 발표

『소나무재선충에 대한 수목류와 한약재 추출물의 살선충 활성검정』에 관한 연구를 2004 추계 한국응용곤충학회에 발표

▶ 참여기업에서도 생물적 방제제 관련 다수의 특허와 연구실적 및 생산실적을 가지고 있음

『항진균성 Helicosporium속 균주 및 이를 이용한 생물학적 방제법』 특허등록 제 0391802호

『길항균을 이용한 콩나물 재배방법』 특허등록 제 02-0018697호

『정향을 유효성분으로 하는 식물병 방제용 조성물』 특허등록 제 01-14082호

▷ 또한 일부 식물 유래 물질들은 지상부 해충의 기피제로 작용하거나 살충 활성이 확인 됨

▷ 이러한 식물체 유래 물질들을 통해 약용작물 해충의 환경친화적 방제를 성공적으로 수행한다면 효능과 안전성이 확보된 우량품질의 국산 약용작물 생산이 가능해 짐

▷ 환경친화적 방제로 재배된 국산 약용식물은 농약잔유성분의 위험이 없으므로 안전한 먹거리 생산에 활용됨으로 기능성 식품, 약선요리의 원료로 활용 가치가 높아 웰빙 상품으로 적극 이용 가능함.

▷ 최근 웰빙 열풍으로 모든 상품의 재료를 생약 및 한약자원을 원료로 이용함으로써 친환경 약용식물 생산은 절대적으로 요구됨으로 한약재 재배 농가 활성화와 생산 기법의 향상이 기대됨

▷ 특히 한약자원의 다양한 신기능성을 세계 각국에서 연구하고 있는데 한약자원의 농업 해충 방제용 신 기능성 개발로 약용작물의 새로운 부가가치 창출이 가능 해짐

▷ 따라서 본 연구는 자생 약용식물의 약용작물화와 친환경적 관리를 통해 품질과 안정성이 현격하게 향상된 GAP 적용 고부가가치 약용작물 생산과 이로 인한 재배 농가의 소득 증대에 목표를 두고 있다.

## 2. 경제·산업적 측면

- ▷ 한방산업의 시장규모는 대체의학과 함께 매년 크게 증대되고 있음
  - 미국의 대체요법 시장규모는 137억 달러(1990)에서 270억 달러(1997)로 확대
  - 세계 한방산업 시장규모는 1998년 491억 달러에서 2000년에는 850억 달러로 확대
- ▷ 한방산업과 연관성이 있는 기능성식품산업, 기능성화장품사업, 건강의료생명공학산업, 의료기기산업, 보건의료관광산업 등이 증가

Table 1. 한방 연관산업의 시장규모

구분	시 장 규 모
기능성 식품	- 650억 달러(1997) ⇒ 1,380억 달러(2001) - 미국, 유럽, 일본이 전체시장의 85% 이상 차지 - 1999년 기준 미국 445억\$, 유럽 422억\$, 일본 231.5억\$, 캐나다 36.7억\$
기능성 화장품	- 노화방지용 기능성화장품(2000) : 국내 약 1,000억원, 미국 약 35억 달러로 추정 - 미백화장품 : 국내 약 940억원, 전체 화장품시장의 3% 차지
바이오 산업	- 세계 바이오산업(2002) : 약 4,300억 달러 - 미국, 유럽, 일본이 전체 시장의 90% 차지 - 바이오테크 제품의 비중은 약 10% 수준

▷ 국민 경제 수준의 향상과 건강에 대한 인식의 확대로 생약재의 수요는 지속적으로 증가하고 있으나 자연산 채취량은 한정되어 공급이 수요를 충족시키지 못함

Table 2. 년도별 야생약초 채취량 변동추이

년 도	1980	1985	1990
채취량(M/T)	3,970	4,414	2,680

▷ 약용작물의 소득은 타 작물에 비하여 상대적으로 고소득 작물이며 일반 작물 경작에 부적합한 농산간 지역에서 재배가 가능

Table 3. 주요 약용작물 표준소득

품목	수량(Kg)	조수입(원)	경영비(원)	소득(원)	소득율(%)
인삼(4년 1기작)	478	8,818,153	3,315,516	5,502,637	62.4
당귀(1년 1기작)	398	1,710,589	618,700	1,091,889	63.8
양유(2년 1기작)	979	5,249,815	993,507	4,256,308	81.1
길경(2년 1기작)	1,263	1,883,803	633,529	1,250,264	66.4
작약(3년 1기작)	825	2,888,122	839,200	2,048,922	70.9
쌀(1년 1기작)	497	1,041,183	280,478	760,705	73.1
노지고추(1년 1기작)	260	1,837,157	427,518	1,409,639	76.7

- 농촌진흥청 농축산물 소득자료(2000)

▷ 약용작물의 재배면적과 생산량은 꾸준한 증가세에 있음

Table 4. 약용작물 재배 및 생산량 추이

년도	1980	1985	1990	1995	2000
재배면적(ha)	3,966	4,025	9,179	14,954	9,936
생산량(M/T)	6,380	12,616	22,822	41,980	30,141

- 농림부 특용작물 생산실적(2002)



▷ 약용작물은 강원, 경북과 같은 산지가 많은 곳을 중심으로 주로 재배되고 있으며 타 시,도의 경우도 산지를 중심으로 재배지가 주로 분포하여 상대적으로 낙후된 산촌민의 소득증대에 크게 기여하고 있음

- 한약재 재배생산 부분 시장점유율

·생산량: 경북 1위(28.2%), 강원 2위(18.2%)

·재배면적: 강원 1위(26.2%), 경북 2위(25.4%)

·재배농가: 경북 1위(28.9%), 전남 2위(22.8%)

Table 5. 전국 약용작물 생산실적

권역	생산량(ton)	재배면적(ha)	재배농가(호)
경북	8,691	2,591	14,541
강원	5,609	2,666	2,830
전남	2,361	837	11,445
경남	2,015	570	3,661
충북	1,961	685	5,734
전북	1,532	691	4,827
제주	3,983	674	331
전국	30,798	10,187	50,245

- 농림부 원예특작과(2003)

Table 6. 한약재 재배생산부분 산업특화도

권역	생산량(ton)	재배면적(ha)	재배농가(호)
경북	2.11	1.61	1.70
강원	4.39	4.19	1.97
전남	0.41	0.47	1.40
경남	0.73	0.59	0.59
충북	1.08	0.95	0.85
전북	0.33	0.59	1.00
전국	1.00	1.00	1.00

- ▷ 한약 자원으로부터 신기능성 제품 개발과 웰빙 문화의 사회적 추세에 부흥하기 위하여 각 지자체에서는 한방산업의 특화와 육성정책을 전개하고 있음

Table 7. 주요 지자체 한방산업 육성정책

지자체	해당사업	추진방향
대구, 경북	한방바이오밸리 한방자원산업단지	한방바이오클러스터 연구 및 산업단지, 관광단지
경기도	경기바이오센터	산업단지
강원도	횡성 한방연구단지 강릉 동아시아 천연물산업단지	연구단지 연구 및 관광사업단지
충청북도	제천전통식품의약품 연구개발 지원센터	연구 및 관광산업단지
경상남도	산청 한의성지 조성산업 바이오센터	연구 및 관광사업단지 연구 및 산업단지
전라북도	한방연구센터 임상지원센터 한방의료 문화테마관	연구사업단지
제주도	생물산업 과학단지 조성	과학단지

- ▷ 한약자원의 낮은 수익성을 향상시키고, 수입 약제에 대한 가격 경쟁력을 확보하기 위해서는 재배 시에 가장 문제시되는 해충의 환경친화적 방제가 필연적 요구 사항임

### 3. 사회·문화적 측면

- ▷ OECD와 WTO 체제하에서 안전농산물의 생산으로 생산성과 농가소득의 증가를 도모하기 위해 지속농업(Sustainable agriculture) 및 친환경농업(Environment - friendly agriculture)이 전 세계적으로 확대 실행되고 있음
- ▷ 식량공급을 최적 상태로 유지하면서 친환경농법 적용과 재배과정에서의 안전관리를 통한 인류 복지 향상을 위해 GAP 시스템 요구

- ▷ 웰빙에 대한 일반인들의 관심고조로 생약재에 대한 선호도가 증가하고 있으며 약용작물의 경우 화학 살충제 사용에 대한 거부감이 매우 큼
- ▷ 우리나라에서는 친환경농업육성법 등을 통해 환경친화형 저농약 농업으로의 전환을 꾀하고 있음
- ▷ 국민소득의 증가에 따라 건강에 대한 관심이 증대하고 안전 농산물에 대한 선호도도 따라서 높아짐. 따라서, 화학 비료, 농약, 성장조절제 사용을 가급적 피하고 윤작이나 농업 부산물, 농업외적 유기물, 경운, 천연광물 및 생물적방제 기술 등을 사용하여 토양을 물리적으로 건강하게 보전하면서 비옥도를 높이고 잡초 및 병해충은 환경친화적으로 방제하는 유기농법이나 환경친화형 농법이 주목을 받음
- ▷ 자유무역체제 하에서 농산물이 경쟁력을 갖추기 위해서는 생물적방제 등을 이용한 친환경농업이 시급히 이루어져야 하고, 상대적으로 낙후되어 있는 농산촌의 소득 향상을 위해서도 소득 증대를 위한 새로운 기술 개발이 필요함
- ▷ 한약자원은 살충, 살균 등의 생물 활성을 가지는 것이 대부분으로 새로운 기능성 탐색과 활용도 개발을 통해 토착 식물 자원에 대한 인식 제고와 이로 인한 자연보호 및 생태계 보전에 대한 시민의식 고취를 양양할 수 있음
- ▷ 따라서 국내외에 우수한 성분과 인지도를 가진 우리 한약자원의 품질 향상을 위해 생물자원을 이용한 환경친화적 약용작물 재배와 해충 방제제로서의 신기능성 발굴이 요구 됨

### 제 3 절 연구의 범위

본 연구는 세 분야의 세부과제별로 나누어 수행하였는데 각 세부과제별 연구의 범위는 제 1 세부과제의 경우 약용식물 뿌리혹선충 방제 기술 개발을 위하여 동·식물체의 천연물 유래 물질로부터 살선충 활성 실내 스크리닝, 약용식물 서식지 선충 미감염 식물체의 살선충 활성 검정, 대항식물 자원 수집 및 효과 pot 검정, 살선충, 살충 활성물질 산업화 조건 탐색에 관한 연구를 수행하였고, 제 2 세부과제의 경우 약용식물 자생지 환경 및 해충, 천적 자원 조사를 위하여 약용식물 자생지 입지환경 조사, 약용식물 자생지 해충 조사, 약용식물 자생지 천적조사에 관한 연구를 수행하였다. 제 3 세부과제에서는 약용식물 지상부 해충 방제제 개발을 위하여 지상부 해충 방제용 활성 물질 탐색, 실내 활성 우수 물질에 대한 pot 검정, 자생지 발생 천적의 효과를 조사하였다.

## 제 2 장 국내외 기술 개발 현황

### 제 1 절 국내 기술개발 현황

#### 1. 국내 기술개발 현황

- ▷ 우리나라 일반 농가에서는 약용작물 중요해충인 나방류, 딱정벌레류, 노린재류, 진딧물류, 응애류의 발생 시 전적으로 화학 살충제에 의존하고 있음.

Table 8. 식물 기생선충의 방제법.

방제법	주요 내용
재배적 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 윤작: 기주 특이성 이용 ⇒ 뿌리혹선충에 대한 효과 우수</li> <li>- 대항식물 재배: 뿌리에서 분비하는 화학물질 ⇒ 밀도감소, 토양개량</li> <li>- 유기물시용: 타 선충과의 밀도 경합 ⇒ 밀도감소, 작물 생육 촉진</li> <li>- 휴경: 선충 기주식물 제거 ⇒ 밀도감소</li> </ul>
생물적 방제법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 천적을 이용한 방제: <i>Mononchia</i>속, <i>Seimura</i>속</li> <li>- <i>Catenaria</i>: 마늘구근선충 방제</li> <li>- <i>Pacilomyces lilacinus</i>: 뿌리혹선충, 감자씨스트선충 방제</li> <li>- <i>Bacillus penetrans</i>: 뿌리혹선충 방제</li> <li>- <i>Pasturia</i>속: 뿌리혹선충 방제</li> </ul>
물리적 방제법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수침</li> <li>- 태양열 소독</li> </ul>
화학적 방제법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 재배전 처리</li> <li>- 재배중 처리</li> </ul>

- ▷ *Paecilomyces lilacinus*의 처리가 작약에서 뿌리혹선충 방제에 효과가 있다고 보고.

- ▷ *Arthrobotrys* spp.와 *Dactylella lobata*, *Fusarium oxysporum*이 당근뿌리혹선충 2령충에 대하여 방제효과가 있다고 하였음.

- ▷ 선충 포획성 곰팡이들을 선발하여 *Arthrobotrys cladodes*가 포획력이 가장 높다고 하였으며 실내에서 뿌리혹선충에 대한 포획력은 80%정도이나 포장에서는 효과가 떨어진다고 하였음.
- ▷ 이 등(2000)도 국내에서 분리한 선충 포획성 곰팡이 52균주들 중 실내에서 90% 이상의 포획력을 보인 균주가 51균주, 온실에서 80% 이상 포획력을 보인 균주가 3균주로 실내와 온실 조건에 따라 포획 능력에 차이를 보인다고 하였음.
- ▷ 8월에 비닐하우스를 비닐로 3-4주 동안 밀폐할 경우 토양 15cm 깊이까지 온도를 40℃이상으로 높일 수 있어 태양열을 이용한 뿌리혹선충 방제 가능성도 보고되고 있음.
- ▷ 본 연구자들이 연구한 결과 작약 포장에 참깨나 울무를 간작 재배할 경우 작약 단작에 비하여 뿌리혹선충의 밀도를 87% 감소시킬 수 있었음.
- ▷ 양 등(1996)은 인삼포장에 발생하는 당근뿌리혹선충을 방제하기 위한 길항식물 탐색으로 석창포 추출액이 살선충 활성이 뛰어나다고 하였음.
- ▷ 본 연구자들이 시설원에 토양 내에서 뿌리혹선충의 길항식물 조사한 바 팽이밥, 마디풀, 개기장, 바랭이, 뚝새풀, 쇠뜨기, 밭뚝외풀, 개망초, 망초, 증대가리풀, 한련초 등이 고구마뿌리혹선충에 피해를 받지 않는 식물이었음.
- ▷ 특히 팽이밥, 쑥, 바랭이, 참방동사니는 당근뿌리혹선충의 피해를 받지 않아 뿌리혹선충류의 길항식물로서 활용가능성이 있는 식물이었음.
- ▷ 만수국과 잔디, 산검양옻나무, 붉나무, 양파의 추출액이 당근뿌리혹선충의 발생을 억제시켰음.
- ▷ *Pasteuria penetrans*를 이용한 원예작물뿌리혹선충 방제법이 연구 됨.
- ▷ 약용작물에 고시 된 농약은 27품목 약용식물에 81종류의 병해충 만 등록.

## 제 2 절 국외 기술개발 현황

### 1. 국외 기술개발 현황

- ▷ *Pasteuria penetrans*와 *Verticillium* spp.가 생물적 방제인자로 활용 가능성 보고.
- ▷ 고구마뿌리혹선충과 감자씨스트선충의 알에 기생하는 기생균인 *Paecilomyces lilacinus*를 발견하여 이들을 이용한 생물적 방제 연구를 다양하게 수행.
- ▷ 담배와 토마토에서 고구마뿌리혹선충을 방제하기 위하여 *P. lilacinus*를 사용
- ▷ Chinnasri 등(1997)은 감마선 조사와 열이 땅콩뿌리혹선충의 방제에 효과적이라고 하였음.
- ▷ Bird(1986)는 땅콩뿌리혹선충(*M. arenaria*)에 곤충병원성 선충인 *Steinernema glaseri*를 처리하였을 때 토마토의 뿌리무게와 전체무게가 무처리에 비하여 높게 나타나 곤충병원성 선충에 의한 식물기생선충 억제 가능성을 시사.
- ▷ Prez와 Lewis(2002)도 곤충병원성 선충인 *Heterorhabditis bacteriophora*와 *Steinernema feltiae*, *S. riobrave*가 고구마뿌리혹선충에 효과적이라고 함.
- ▷ *Pseudomonas oryzihabitans*와 곤충병원성 선충의 공생세균인 *Xenorhabdus nematophilus*가 땅콩뿌리혹선충에 살선충 작용을 보인다고 함(Samaliiev 등, 2000).
- ▷ Hackney과 Dickerson(1975)는 만수국과 castor bean과 국화를 토마토와 혼작하였을 때 고구마뿌리혹선충과 *Pratylenchus alleni*의 피해를 경감시킬 수 있다고 함.
- ▷ Whapham 등(1994)은 미역(*Ascophyllum nodosum*) 추출물이 땅콩뿌리혹선충의 수명에 영향을 미친다고 하였음.
- ▷ Yassin과 Ismail(1994)은 *Zinnia elegans*를 토마토와 혼작할 경우 고구마뿌리혹선충과 *Rotylenchulus reniformis*의 피해를 줄일 수 있다고 함.
- ▷ Neem 추출액의 살선충 활성이 보고되고 있음.

## 제 3 절 국내·외 기술의 문제점과 해결방안

### 1. 기술의 문제점

- ▷ 약용작물 해충에 대한 정보가 매우 미약하고 특히, 야생 산약초의 발생 해충에 대한 정보가 거의 없음.
- ▷ 야생 산약초 자생지의 경우 안정된 산림 생태계에 속해있어 많은 천적류가 공존 할 것으로 예견되나 정확한 조사 자료가 없음.
- ▷ 약용작물 해충의 환경친화형 방제에 대한 소비자의 요구도는 높으나 재배자의 인식은 낮음.
- ▷ 이용 가능한 환경친화적 해충 관리법이 너무 부족하고 농가에서 실용화하는데 문제점을 내포하고 있음.
- ▷ 식물 유래 천연물은 약용작물의 해충을 환경친화적으로 제어할 수 있을 뿐 아니라 약용식물의 신용도 개발로 새로운 부가가치 창출이 가능함.
- ▷ 기존의 식물체 유래 생물활성 물질은 특정 해충이나 병에만 국한되어 스크리닝 되어왔고, 선충류에 대한 활성 검정은 이루어지지 못함.
- ▷ 약용작물에 대한 선충류의 피해에 대한 연구는 다수 수행되었으나, 해충이나 선충류의 기생이 한약재의 효용이나 약리성분에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 전무한 실정임.
- ▷ 해충 및 선충이 가해한 약용식물 자원의 부위에 따른 약리 성분 변화에 대한 조사는 수행된 바 없으며, 한약재의 다양한 종류와 출처를 고려할 때 선행되어야 할 부분임.
- ▷ 일반 작물과는 달리 야생 산약초의 경우 재배지 환경과 생물상을 고려하여 대량 재배 시 문제되는 해충의 억제 인자를 활용할 수 있음.
- ▷ Neem과 같은 식물체는 다양한 연구들이 수행되어 친환경 자재로 등재되어 있으나 실제 우리 농업 현장에서 토착 해충에 대한 체계적 정보가 없는 편임.



## 2. 앞으로 전망

- ▷ 식물 등의 천연자원을 이용한 약용식물 해충 및 선충 방제제 개발은 농업 생태계 보존을 요구하는 세계적인 추세에 부합하는 것이며 나아가 화학살충제에 대체할 수 있는 효과적인 GAP 생산을 가능케 할 것임.
- ▷ 현재 우리나라의 화학농약사용량은 ha당 약 12kg으로 OECD국가 중 일본(14kg) 다음으로 높아 정부에서는 친환경농업육성법 등을 통해 환경친화형 농업을 유도하고 있는데 이의 실천방안으로 식물유래 천연자원의 이용기술 개발연구가 대안이 될 수 있음.
- ▷ 현재 해충의 생물적 방제에 이용되고 있는 환경친화형 농자재들이 목초액, 키토산, neem 추출물 등이 이미 개발되어 상품화되었으며, 미생물 살충제도 18종 정도가 개발되어 일부 해충에 사용되고 있음. 이처럼 천연물이나 천적, 미생물 살충제 등과 같은 농약 대체 방제 인자가 전체 농약 중에 차지하는 비중이 점차 증가할 것으로 예상.
- ▷ 현재 우리나라의 생물적 방제는 주로 외국에서 도입한 천적이나 물질에 의존하고 있는데, 효과가 입증되지 못한 것들도 다수 포함되어 있고, 무엇보다 국내 생물자원의 이용도 제고를 위해서 국내 자원으로부터 방제 인자를 확보하는 것이 요구됨.
- ▷ 국내에서는 아직 현장 적용이 가능한 기능성 자원이 상품으로 출시된 것이 미약하여 산업화 초기 단계에 있고, 특히 국내 토착자원을 이용한 상품의 경우 수입 대체 효과나 역수출 효과가 있으므로 국내 자원 보호와 수익선 확대의 두 가지 장점이 있을 것으로 기대 됨.

## 3. 기술도입의 타당성

- ▷ 국내에서 연구 개발하는 대신 기술을 도입하는 것은 불가능 함. 외국의 경우 그들이 가지고 있는 기술의 노하우에 대해서는 이전을 꺼려하고 있고, 생물의 자원화 개념을 가지고 외부 유출을 제한하고 있음. 그리고, 본 연구와 관련된 선행의 연구가 이미 본 연구진에 의해 부분적으로 수행된 바 있어 기술도입은 불필요함.

## 제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제 1 절 약용식물 자생지 환경 및 해충, 천적 자원 조사

#### 1. 약용식물 자생지 입지환경 조사

우리나라는 국토면적의 64%가 산림으로 구성되어 있기 때문에 산림은 자원생산의 원천이지만 현실은 그렇지 못한 실정이다. 즉 농·산촌 인구의 고령화, 조방적인 생산 및 부업적 경영관리가 이루어지기 때문에 일반 공업생산처럼 단위면적당 생산율이 매우 저조한 것은 당연한 결과이다.

특히, 우리나라 산림은 과거 황폐화된 산림의 복원과정에서 장기적인 투자와 시간이 소요되는 목재생산에 치우쳤기 때문에 목재이외의 생산물에 의한 소득 창출의 기회를 부여하지 못한 측면이 크다. 여가시간의 증가, 건강에 대한 관심이 증가한 웰빙(well-being) 시대를 맞아 산야초 등의 친환경적인 임산물의 이용과 재배가 활성화되고 있다. 특히 지방자치단체의 특성화를 위한 경쟁의 과열과 농·산촌 경제활성화를 위한 정부의 지원이 확대되면서 산림생산물에 대한 수요가 급증하고 있다. 지리산 권역은 1,300여 종류의 식물이 분포하고, 깊은 계곡을 따라 산촌이 발달함으로써 산야초를 이용한 다양한 민간 또는 전통 생산물이 새로운 관광 또는 산업경제로 활성화의 기폭제가 되고 있다. 지리산 경남 권역의 산청군과 함양군을 중심으로 작약, 참당귀, 꿀풀 등 약용식물의 재배와 고로쇠 수액, 산머루, 다래, 율나무, 버섯류, 산나물, 꽃감 등을 이용한 산업화가 활성화 되고 있다.

이와 같이 단기간에 걸쳐 급속한 성장을 하고 있는 산야초 등을 이용한 웰빙 산업이 수요와 공급의 균형을 이루지 못하여 지자체간 중복되거나 농민에 대한 투자효과가 그다지 높지 않은 것이 현실이다.

대도시와 비교할 때 상대적으로 취약한 농·산촌 주민은 단기소득에 의한 부의 창출을 기대하거나 정부의 지원금을 보상비 차원에 비중을 두고 있는 반면, 행정은 장기적인 기반조성을 목표로 일을 추진하는 과정에서 갈등과 합의점을 도출하지 못하고 있다.

따라서, 본 연구과제는 임산물의 부가가치 향상과 영구적인 산업화를 조기에 정착  
육시킴을 위해서는 무엇보다 산약초의 재배 및 경영관리 시스템을 구축할 필요가 있  
다고 판단된다. 우선 산지에 생육하는 자생약초류의 입지 등을 조사함으로써 산약초  
의 성장, 병해충 발생 정도, 새로운 재배환경을 제시함으로써 일부품목에 치우쳐 재  
배되고 있는 약초재배를 다양화 할 수 있을 것이다.

## 가. 조사방법

### 1) 조사지역

1차 년도는 주로 지리산 권의 해발고가 비교적 높은 지역(산청군 삼장면 새재, 시  
천면중산리)의 투구꽃(草烏), 참당귀(當歸)를 중심으로 자생지환경을 분석하였지만 2  
차년도에는 마을주변의 야산을 중심으로 조사하였다. 2차년도 조사지인 왕산은 산청군  
금서면 화계리에 위치하고, 구형왕릉, 유의태 약수터 등의 유적지인 동시에 산청군의  
대표적인 약초 자생지로서 비교적 다양한 약초가 분포하고, 산청군의 한방단지 조성  
역과 근거리에 있다(Table 9).

이 지역을 선정한 이유는 산약초류의 농경지 등 노지 재배의 장단점을 비교함과  
동시에 산림내에서 임간재배를 이용한 생산성 향상을 기대할 수 있기 때문이다.

3차년도의 자생약초 분포조사는 산청군과 함양군 휴천면과 병곡면 쾌관산을 중심  
으로 조사함으로써 1, 2년차 조사지와 유사한 지역을 선정하였다. 3차년도에는 지리산  
권역으로서 비교적 자연식생이 양호한 산청군 금서면 오봉리 및 수철리지역 3개소와  
산불로 식생이 파괴되고 재생과정에 있는 함양군 휴천면 화장산 지역 2개소, 병곡면  
쾌관산 1개소, 용추계곡 1개소 등 모두 7개 지역을 대상으로 조사하였다(Table 10).

Table 9. 1, 2차년도 자생약초지역 조사 입지현황

구 분	1 차년도		2 차년도		3차년도		
	I	II	III	IV	V	VI	VII
조사지역	Mt. Jiri	Mt. Seribong	Mt. Wangsan	Mt. Obong	Mt. Hwajang	Mt. Gaegwan	Mt. yongchu
해발고(m)	1,446~ 1,430	780~980	310~ 475	1100~870	350~430	890	670
방위	S/SE	SE/SW	SW/N/N E	NE/N	N	N	N
경사도(°)	36~33	10~27	8 ~ 22	15 ~ 30	30	30	30
토심 (cm)	5	23	20 ~ 40	20~40	20~40	20~40	20~40
조사구면 적(m <sup>2</sup> )	100	100	25 ~ 100	100	100	100	100
우점종	투구꽃, 참당귀	투구꽃, 참당귀	은방울꽃, 원추리, 백선 등	족도리풀, 피나무	비비추, 옥녀꽃대	참취, 고사리	초오, 족도리

I : 경남 산청군 시천면 증산리 지리산

II : 경남 산청군 삼장면 새재- 치밭목 구간

III : 경남 산청군 금서면 화계리 왕산 일대

IV : 경남 산청군 금서면 오봉리

V : 경남 함양군 휴천면 화장산

VI : 경남 함양군 병곡면 쾌관산

VII : 경남 함양군 병곡면 용추계곡

## 2) 조사방법

산청군 천왕봉, 왕산, 오봉리, 함양군 휴천면 화계산, 그리고 병곡면을 중심으로 사람의 접근이 가능한 경사도에서 4방향에서 분포조사를 실시하였다. 산약초를 포함한 초본류는 빛의 요구도가 높기 때문에 등산로를 주변의 5~20 m 범위에서 임의조사구를 설치하였다. 조사구의 크기는 기본적으로 교목층은 10×10 m, 관목층과 초본층은 5×5 m를 하였고 조사구 내에 출현하는 초본류는 Braun-Blanquet(1965)의 피도-우점도 계급에 따라 기록하였다.

Table 10. 식물군락의 피도계급 판정기준 (Braun-Blanquet,1965)

구분	피도계급	수관층의 피도면적
우점도	5	해당종의 피도가 조사면적의 75% 이상을 점유
	4	해당종의 피도가 조사면적의 50-75% 범위
	3	해당종의 피도가 조사면적의 25-50% 범위
	2	해당종의 피도가 조사면적의 5-25% 범위
	1	해당종의 피도가 조사면적의 5% 이하이며 개체수가 많은 종
	+	피도가 낮고 흩어져 분포
	r	1개체가 출현하고 극히 낮은 피도를 점유
군도	5	어떤 종이 조사구의 전 면적을 카펫트 모양으로 덮여있음
	4	어떤 종이 덮는 카펫트 모양에서 곳곳에 구멍이 뚫려 있음.
	3	어떤 종이 덮는 면적이 소상태(疎狀態)로 산재 함.
	2	어떤 종이 벼 포기 모양의 소군상(小群狀)으로 분포함
	1	어떤 종이 단독으로 고립하여 분포함.

### 3) 대상식물

1차년도 조사에서는 경남 산청군 시천면 중산리 지리산, 산청군 삼장면 새재 - 치발목 구간과 왕산을 중심으로 한 2차년도 조사에서는 일반 야산에서 분포가 많은 식물중에서 약용 및 산나물의 가치가 높은 식물을 대상으로 하고 산림내에서 출현종의 분포를 중심으로 분석하였다(Table 11).

Table 11. 1, 2차년도 중점조사 산약초 목록

구분	국명 (생약명)	학명	이용 부위	효능(주의))
1차년도	투구꽃 (草烏)	<i>Aconitum jaluense</i>	뿌리	진통, 흥분, 강심, 신진대사기능향진
	참당귀 (當歸)	<i>Angelicae gigas</i>	뿌리	강장제, 부인 산후요약 (당귀두-지혈)
2차년도	은방울꽃 (鈴蘭)	<i>Goodyera schlechtendaliana</i>	전초	강심, 이노, 부종 (유독성)
	원추리 (萱草根)	<i>Hemerocallis fulva</i>	뿌리,꽃	관절염, 황달, 우울증 등
	백선 (鳳凰蓼)	<i>Dictamnus dasycarpus</i>	뿌리	비염, 기침, 천식 등
	홀아비꽃대	<i>Chloranthus japonica</i>	뿌리	거풍, 해독, 타방상 등
	비비추	<i>Hosta longipes</i>	전초	관상용, 산나물

Table 12. 3차년도 중점조사 산약초 목록

국명 (생약명)	학명	이용 부위	효능(주의))
족도리풀 (細辛)	<i>Asarum sieboldii</i>	뿌리	발한·거담·진통·진해
노랑매미꽃 (荷青花根)	<i>Hylomecon hylomeconoides</i>	뿌리	진통, 거풍, 활혈, 소종
원추리 (萱草根)	<i>Hemerocallis fulva</i>	뿌리	이뇨·지혈·소염제로
백선 (鳳凰蓼)	<i>Dictamnus dasycarpus</i>	뿌리	낙태, 두통, 황달, 이뇨
홀아비꽃대	<i>Chloranthus japonica</i>	뿌리	거풍, 해독
비비추	<i>Hosta longipes</i>	전초	관상용, 산나물
삼주 (蒼朮)	<i>Atractylodes japonica</i>	뿌리	발한·이뇨·진통·건위
구절초 (九節草)	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	전초	치풍·부인병·위장병에 효능
참취 (東風菜)	<i>Aster scaber</i>	전초	진해, 이뇨, 보신
둥굴레	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	뿌리	번갈·당뇨병·심장외약
바디나물 (前胡)	<i>Angelica decursiva</i>	뿌리	해열·진해·거담
우산나물 (兔兒傘)	<i>Syneilesis palmata</i>	전초	거풍, 제습, 활혈, 소종, 지통
천남성	<i>Arisaema amurense</i> var. <i>serratum</i>	알줄기	거담·진경·소종·거풍
투구꽃 (草烏)	<i>Aconitum jaluense</i>	뿌리	진통, 흥분, 강심, 신진대사기능항진
더덕	<i>Codonopsis lanceolata</i>	뿌리	치열, 거담, 폐열
꽃풀 (花夏枯草)	<i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i>	꽃	임질·결핵·소염·이뇨
잔대	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	뿌리	해독, 생리불순
단풍마 (穿山龍)	<i>Dioscorea quinqueloba</i>	뿌리	어혈, 기침, 천식, 종기, 발진
은대난초	<i>Cephalanthera longibracteata</i>	전초	관상용
뼈국나리	<i>Tricyrtis dilatata</i>	잎	관상용, 산나물
고사리	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	뿌리, 줄기	발열, 피부발진 효과 지혈, 인후통, 이뇨

특히, 오봉리 지역은 산세가 깊고 원주민들만 거주하고 있지만 숲이 울창해지면서 초본류의 분포가 감소추세에 있었다. 함양군 휴천면 화계사 지역은 상층의 소실로 인하여 하층의 초본류가 우점하고, 함양군에서 초화류를 살포하였으나 고사리, 참취, 둥굴레 등이 지역민과 도시민들에 의하여 채취되고 있다. 그리하여 3차년도 조사에서도 역시 일반 야산에서 분포가 많은 식물 중에서 약용 및 산나물의 가치가 높은 식물을 대상으로 조사하였고, 산림내에서 출현종의 분포를 중심으로 분석하였다(Table 12).

나. 결과 및 고찰

1) 결과

1차년도 조사지역인 경남 산청군 삼장면의 천왕봉과 씨리봉의 계층별 높이와 식피율에 대한 결과는 Table 13.과 같았으며, 경남 산청군 삼장면 천왕봉과 씨리봉에서 각 계층별 주요 우점종은 신갈나무, 쇠물푸레, 조릿대, 투구꽃, 그리고 참당귀 등이었다(Table 14).

Table 13. 1차년도 조사 지역의 계층별 높이와 식피율

Serial number	1	2	3	4
Releve number	1	1	2	2
Altitude	1,430	1,446	980	780
Slope aspect	S	SE	SW	SE
Slope degree	33	36	27	10
Quadrat size(m <sup>2</sup> )	100	100	100	100
Height of tree-1 layer(m)	12	12	12	12
Coverage of tree-1 layer(%)	60	60	60	60
Height of tree-2 layer(m)	6	6	6	6
Coverage of tree-2 layer(%)	60	60	60	60
Height of shrub layer(m)	1.7	1.7	1.7	1.7
Coverage of shrub layer(%)	20	20	20	20
Height of herb layer (m)	0.7	0.7	0.7	0.7
Coverage of herb layer(%)	40	40	40	40
Number of species	25	24	34	23

Table 14. 1차년도 조사지역 식물군락 및 식생구조

국명	학명	계층	1	1	2	2
거제수나무	<i>Betula costata</i>	T1	1.1	+		2.2
		T1			1.1	1.1
고로쇠	<i>Acer mono</i>	T2		1.1		
		S	+	+		
구상나무	<i>Abies koreana</i>	T1		1.1		
		T2			r	
노각나무	<i>Stewartia pseudo-camella</i>	T1			+	
		S			+	
들메나무	<i>Fraxinus mandshurica</i>	T1	1.1	2.2	3.3	
물오리	<i>Alnus hirsuta</i>	T1	2.2			
복자기	<i>Acer triflorum</i>	T1		r	r	
신갈나무	<i>Quercus mongolica</i>	T1		1.1	1.1	1.1
		T2	+			
층층나무	<i>Cornus controversa</i>	T1	1.1	r		+
		T2	1.1			
검노린재나무	<i>Symplocos paniculata</i>	T2			+	
까치박달나무	<i>Carpinus cordata</i>	T2				1.1
당단풍	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	T2	2.2	r	3.3	
마가목	<i>Sorbus commixta</i>	T2	+			
생강나무	<i>Lindera obtusiloba</i>	T2			+	2.2
		S			+	+
쇠물푸레나무	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	T2	+	2.2		
		S	+		1.1	
잣나무	<i>Pinus koraiensis</i>	T2			r	
정향나무	<i>Syringa velutina</i>	T2		1.1		1.1
참회나무	<i>Euonymas oxyphyllus</i>	T2	+		1.1	
		S				+
철쭉	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	T2	+			
팔배나무	<i>Sorbus alnifolia</i>	T2			2.2	
함박꽃나무	<i>Magnolia sieboldii</i>	T2		1.1		
		S			1.1	
국수나무	<i>Stephanandra incisa</i>	S				1.1
까치밥나무	<i>Ribes mandshuricum</i>	S				+
딱총나무	<i>Sambucus williamsii</i>	S				+
말발도리	<i>Deutzia parviflora</i>	S		+		
미역줄	<i>Tripterygium regelii</i>	S	+	+	+	
바위말발도리	<i>Deutzia prunifolia</i>	S	+		1.1	



Table 14. 1차년도 조사지역 식물군락 및 식생구조 ----- Continued

국명	학명	계층	1	1	2	2
병조희풀	<i>Polygala tatarinowii</i>	S			+	1.1
붉은병꽃	<i>Weigela florida</i>	S				r
산뽕나무	<i>Morus bombycis</i>	S				r
산수국	<i>Hydrangea macrophylla</i>	S	2.2	1	1.1	2.2
산앵도나무	<i>Vaccinium koreanum</i>	S	+			
조록싸리	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	S			r	
조릿대	<i>Sasa borealis</i>	S		2		1.1
진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	S			+	
각시취	<i>Saussurea pulchella</i>	H		1		
곰취	<i>Ligularia fisheri</i>	H	+		+	
구절초	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> <i>var. latilobum</i>	H			+	
꽃향유	<i>Elsholtzia splendens</i>	H			+	
노루오줌	<i>Astilbe chinensis</i>	H			+	
눈빛승마	<i>Cimicifuga dahurica</i>	H				+
단풍취	<i>Ainsliaea acerifolia</i>	H		1		
미역취	<i>Solidago virgaurea</i>	H	+		+	
바위채송화	<i>Sedum polytrichoides</i>	H			+	
박쥐나물	<i>Cacalia auriculata</i>	H			+	
산거울	<i>Carex humilis</i>	H			+	
산오이풀	<i>Sanguisorba hakusanensis</i>	H	+			
산파	<i>Allium schenoprasum</i>	H	+			
송이풀	<i>Pedicularis resupinata</i>	H	+			
수리취	<i>Synurus palmatopinnatifidus</i>	H	+	r		
실새풀	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	H	+	1	1.1	+
천남성	<i>Arisaema amurense</i> <i>var. serratum</i>	H				r
참당귀	<i>Angelica gigas</i>	H	2.2		2.2	
참바위취	<i>Saxifraga oblongifolia</i>	H		+		
참취	<i>Aster scaber</i>	H				1.1
칼잎용담	<i>Gentiana uchiyamai</i>	H			+	
터리풀	<i>Filipendula glaberrima</i>	H		+	+	
투구꽃	<i>Veronica tenella</i>	H		2		2.2
하늘말나리	<i>Lilium tsingtauense</i>	H				r

2차년도 조사지역인 경남 산청군 금서면 화계리 왕산주변은 소나무림이 우점하지만 신갈나무, 졸참나무 등의 참나무류로 천이가 진행되고 있다. 왕산 주변 지역으로 마을이 형성되어 비교적 접근이 양호한 편이고 산지가 원추형 형태이기 때문에 사방으로 시야가 확보되어 있고 사면방향도 4 방향을 보여주고 있다. 또, 북서방향과, 동북방향의 소 계류를 따라 비교적 다양한 약초류 등이 분포하고 있고, 특히 북서방향의 사면의 소나무림내에 산약초류의 분포가 많았다(Table 15).

Table 15. 왕산 지역 산약초 조사지 식물군락 및 식생구조

Serial number	1	2	3	4	4
Releve number	1	2	3	3	3
Altitude	380	475	310	420	360
Slope aspect	SW	N	NE	N	SW
Slope degree	8	17	15	18	22
Quadrat size(m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	100
Height of tree-1 layer(m)	8	9	8	8	8
Coverage of tree-1 layer(%)	80	70	80	80	10
Height of tree-2 layer(m)	6	7	7	7	6
Coverage of tree-2 layer(%)	20	20	20	20	60
Height of shrub layer(m)	1.5	1.5	1.4	1.4	1.2
Coverage of shrub layer(%)	20	30	10	10	20
Height of herb layer (m)	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4
Coverage of herb layer(%)	50	20	20	20	60
Number od species	28	28	18	23	20

또한, Table 16.에서 보는바와 같이 왕산일대에서 분포하는 좋은 상층이 소나무림이지만 다른 지역에 비하여 비교적 종 다양성이 높은 경향이였다. 이 지역에서 출현이 많은 식물은 초본층에서 백선, 은방울꽃, 참취, 홀아비꽃대, 비비추 등이 해당되고, 그 외에 도라지, 고사리, 노루발풀 등이 출현하였다.

울폐도가 높은 소나무림에서 은방울꽃과, 백선, 홀아비꽃대, 비비추 등의 분포가 많은 것은, 종자결실이 불량한 상태에서 개체번식은 지하경, 분주에 의한 번식이 가능하기 때문에 사람의 간섭이 개체분포의 결정요소인 것으로 판단된다. 또, 삼주, 도라지, 백선, 은방울꽃 등 지하경을 약재로 이용되는 식물의 임간재배에서는 이들의 자연번식을 위한 채취기술이 개선되어야 할 것으로 판단된다.

Table 16. 2차년도 조사지역 식물군락 및 식생구조

국명	학명	계층	1	2	3	4	4
소나무	<i>Pinus densiflora</i>	T1	3.3	3.3	2.2	2.2	1.1
		T2	1.1		+		
졸참나무	<i>Quercus serrata</i>	T1		1.1	1.1	r	r
		T2	+				
		S		+		+	+
신갈나무	<i>Quercus mongolica</i>	T1	r	+	1.1	2.2	
밤나무	<i>Castanea crenata</i>	T1					3.3
		T2					1.1
철쭉	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	S	+	r	+	2.2	r
노간주나무	<i>Juniperus rigida</i>	T2	r	r			
쇠물푸레나무	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	T2	+	+	+	1.1	
생강나무	<i>Lindera obtusiloba</i>	S	r	+	r	+	+
진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	S	+	+	1.1		1.1
청미레 덩굴	<i>Smilax china</i>	S	+	+		+	1.1
비목나무	<i>Lindera erythrocarpa</i>	S		r		r	
싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	S	+	+	+	+	
개웃나무	<i>Rhus trichocarpa</i>	S		r		+	
백선	<i>Dictamnus dasycarpus</i>	H	r	3.3	+	1.1	1.1
그늘사초	<i>Carex lanceolata</i>	H	1.1	+	1.2	r	+
구절초	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	H	1.1	+	+	1.1	
은방울꽃	<i>Goodyera schlechtendaliana</i>	H	3.2	1.1	2.2		2.3
맑은대쭉	<i>Artemisia keiskeana</i>	H	r	+		+	
노루발풀	<i>Pyrola japonica</i>	H	1.1	+	1.1	+	
삼주	<i>Atractylodes japonica</i>	H	1.1	+	1.1	1.1	
참취	<i>Aster scaber</i>	H	2.2	1.1	+	+	1.1
고사리	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	H	+	+		+	1.1
비비추	<i>Hosta longipes</i>	H	+	+	+	2.2	1.1
도라지	<i>Platycodon grandiflorum</i>	H	+	+	+	+	+
대사초	<i>Carex siderosticta</i>	H	1.1	+	+		r
오이풀	<i>Chimaphila japonica</i>	H	+				r
홀아비꽃대	<i>Chloranthus japonica</i>	H	1.1	1.1	1.1	+	
실새풀	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	H		+			
참억새	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	+			r	+
세잎양지꽃	<i>Potentilla freyniana</i>	H	+	+		r	r
원추리	<i>Hemerocallis fulva</i>	H	r	+		r	1.1
귀오줌풀	<i>Valeriana fauriei</i>	H					1.1

1, 2차년도 자생약초지 입지현황을 분석하면 현재 임상에서 대규모 생산을 유도해내는 것은 노동력, 관리의 어려움, 등산 등 입산객에 의한 남획, 멧돼지등의 동물에 의한 피해 등을 고려할 때 현실적인 어려움이 예상된다. 반면에 노지재배의 경우 많은 비용과 관리가 필요한 것을 고려하면 임간재배 또는 자연적 채취에 의한 생산량 증대 기술이 요구된다.

즉 울폐된 산림내에서 특정식물의 개체군 증식과 수확량을 기대하기는 힘들기 때문에 숲가꾸기, 간벌작업 등으로 교목층을 갱신하고 초화류의 번식을 유도할 필요가 있다. 현재 더덕, 오미자, 삼주, 삼지구엽초(음양곽), 장뇌삼 등의 임간재배의 경우 수확량은 낮지만 판매소득이 높은 것을 고려하면 “산림내에서 자연적인 채취, 종자살포 후 자연적 생장을 유도한 생산물의 부가가치가 높다”는 결과가 있다(이중웅과 장철수, 2000).

1, 2차년도의 입지조사결과 임간 또는 노지재배 식물을 선정할 다음 임간재배와 노지재배를 통하여 전반적인 소득화 과정을 추구하여야 한다. 즉 특정식물에 집중된 생산에 의한 소득의 부침을 해소하기 위해서는 산약초의 다양한 기능적 특성을 고려한 임간 또는 노지재배가 수행되어야 한다. 또한 산약초 자생지의 마을 및 산촌의 노동력을 고려할 때 마을단위의 공동채취구역을 선정하고 간벌 등에 의한 산림생산력을 높여야 할 것으로 판단된다.

3차년도 자생약초지 조사는 산청군 금서면 오봉리 및 수철리 지역 3개소, 함양군 화장산 지역 2개소, 병곡면 쾌관산 지역 1개소, 용추계곡 지역 1개소등 모두 7개 지역에서 조사하였다.

조사지역에서 분포하는 약초류는 모두 17종류가 확인되었고 초본류를 조사하였으며, 각 약초류의 조사지역별 군락 현황은 Table 17.와 같았다.

Table 17. 3차년도 조사지역 식물군락 현황

국 명	학 명	분포지					
		1	2	3	4(-1)	5	6
족도리풀	<i>Asarum sieboldii</i>	○	○	○			○
노랑매미꽃	<i>Hylomecon hylomeconooides</i>			○			
원추리	<i>Hemerocallis fulva</i>	○				○	
백선	<i>Dictamnus dasycarpus</i>				○		
홀아비꽃대	<i>Chloranthus japonica</i>				○		
비비추	<i>Hosta longipes</i>				○		
삼주	<i>Atractylodes japonica</i>		○	○	○	○	○
구절초	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>		○		○	○	
참취	<i>Aster scaber</i>		○		○	○	
동굴레	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	○	○				○
바디나물	<i>Angelica decursiva</i>	○			○		
우산나물	<i>Syneilesis palmata</i>	○	○				
천남성	<i>Arisaema amurense</i> var. <i>serratum</i>	○					
투구꽃	<i>Aconitum jaluense</i>			○			○
더덕	<i>Codonopsis lanceolata</i>						○
꿀풀	<i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i>					○	
잔대	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>					○	
단풍마	<i>Dioscorea quinqueloba</i>		○				
은대난초	<i>Cephalanthera longibracteata</i>	○		○			
뼈국나리	<i>Tricyrtis dilatata</i>	○					
고사리	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>				○	○	

1, 2, 3 : 경남 산청군 금서면 오봉리    4(-1) : 경남 함양군 휴천면 화장산  
 5 : 경남 함양군 병곡면 괴관산        6 : 경남 함양군 병곡면 용추계곡

## 2) 고찰

지리산을 중심으로 한 서부경남은 약 1,500여 종류의 관속식물이 분포하고 있고, 지리산 인근지역을 중심으로 산나물, 약용식물의 채취활동이 활발하다. 또 자생지에 생육하는 산나물, 약용식물을 채집하여 농가에서 재배하고 있고, 산청군, 함양군 등 기초지방자치단체 농업기술센터에서 이들 약용식물포를 운영하거나 번식시켜 농가에 분양하고 있다.

또 산청군과 함양군의 한방축제, 약초축제를 개최하여 지리산 청정지역을 중심으로 한 약용식물 재배 및 판매중심축으로 발전시키기 위해 노력하고 있다.

이러한 자치단체의 노력은 궁극적으로 자치단체의 생산력 향상은 물론 열악한 농가의 소득향상을 위한 불가피한 시책이지만 노령화에 의한 노동력 부족, 농업 특수성에 기인한 사회적분위기 때문에 가시적이고 지속적인효과가 낮은 편이다.

3차년에 걸쳐 조사한 약용식물의 자생지입지조사 결과 자연분포지의 입지환경의 변화가 급속히 진행되고 있는 것으로 조사되었다. 즉, 산림식생적 측면에서 산림이 매우 울폐해졌고, 산림의 울폐는 자생지의 생태적환경을 변화시키고 있었다. 울폐된 식물군락은 우선 임상내로 빛의 유입이 현저하게 감소하고, 빛의 감소는 초화류 등의 생장에 영향을 주고, 곤충류의 활동 감소로 수분활동이 저하에 의한 개화결실에 영향을 주는 것으로 판단된다.

또한, 산림천이에 의하여 교목층이 소나무들이 침엽수림에서 참나무림으로 천이가 진행되어 식생이 단순화 되었고, 참나무림으로 천이가 진행된 곳의 하층은 참나무 잎의 낙엽층이 두꺼워 하층 및 관목층의 종 다양성이 상대적으로 낮았다. 또 일부지역에서 조릿대의 면적증가는 하층의 초본류 및 관목층의 생장을 방해함으로써 종 다양성 감소를 가져오고, 이러한 조릿대 증가는 소형초식동물과 멧돼지에 의한 자생지 교란이 나타나고 있었다.

또 주5일제 등 여가활동 시간의 증가로 산을 찾는 사람들이 증가하면서 자생지에 분포하는 식물이 무분별하게 남획되고 있는 것으로 나타나고 대부분 전통적인 채취 방법으로 채취하는 것보다 더 많은 피해가 나타났다.

따라서, 지리산 인근의 자생약초의 지속적 생산을 위해서는 마을주변의 야산을 개발하여 분포지를 확대하는 등, 단기임산물 생산을 위한 대책이 필요하다. 또 인공조림지인 낙엽송림, 리기다소나무림, 과수원 폐원지, 밤나무, 감나무 단지 등에 임간재배를 유도하거나 하층 초본층을 조성하는 시책이 필요하다.



• 뽕국나리



• 우산나물



• 홀아비꽃대(옥녀꽃대)



• 얼레지



• 족도리풀



• 노랑매미꽃

## 2. 약용식물 발생 해충 및 천적자원 조사

### 가. 재료 및 방법

1) 약용식물에 피해를 주는 해충의 종류와 발생시기를 알아보기 위하여 경남 산청군 농업기술센터의 약용식물 전시포에서 135종을 대상으로 조사를 실시하였다. 조사는 해충의 월동 전인 2005년 10월 29과 이듬해 생육 기간 동안 매월 조사하였는데, 2006년 5월 18일, 6월 19일, 7월 22일, 8월 3일, 8월 17일, 9월 9일, 11월 6일에 각각 실시하였다. 8월은 해충의 피해가 가장 많아 월 2회 조사하였다. 조사는 각 약용식물 개체 10주를 임의로 선발하여 실시하였으며, 피해율과 해충의 수 및 해충에 의한 피해정도는 농업과학기술 연구조사분석기준(Rural Development Administration, 2003)을 참고로 0~4등급으로 나누어 표기하였는데 피해가 없는 경우에는 0, 피해가 1~25%인 경우에는 1, 피해가 26~50%인 경우에는 2, 51~75%인 경우에는 3, 76% 이상의 피해가 있는 경우에는 4로 구분하였다. 피해부위는 잎, 꽃, 줄기, 종자 등으로 구분하였다.

한편, 딱정벌레목, 노린재목, 메뚜기목, 나비목의 성충은 포충망 등의 채집도구를 이용하여 채집하였고, 나비목의 유충이나 진딧물, 응애 등은 가해하던 약용식물의 잎과 함께 채집하였다. 채집된 성충은 가로 10 cm × 세로 15 cm 크기의 폴리에틸렌 필름 백에 넣어 관리하였으며, 나비목의 유충과 진딧물, 응애 등은 7.2 cm × 7.2 cm × 9.8 cm 크기의 Incu tissue에 넣어 관리하였다. 그리고 동정이 어려운 나비목 유충들은 실험실에서 먹이를 공급하면서 성충으로 우화 시킨 후 동정하였다.

채집된 해충은 각종 도감류와 분류문헌을 이용하여 동정하였으며, 동정된 유충은 70% 에탄올에 액침표본을 하였고, 성충은 건조표본으로 만들어 경상대학교 선충실험실 표본장에 보관하였다. 조사대상 식물의 분류 동정은 Lee의 식물도감(Lee, 1980)과 Bae의 약용식물 도감(Bae, 2000)등을 이용하여 현장에서 조사하였으며 동정이 어려운 식물체는 개체를 채집하여 각종 도감류를 이용하여 조사하였다.

### 나. 결과

32목 50과 121속 132종의 약용식물에서 조사된 해충은 총 9목 44과 86속 98종 이었다(Table 18).



Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun Agricultural Development Technology Center

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T <sup>†</sup>	D.I.I.P
<b>Campanulales</b>					
Compositae					
<i>Chrysanthemum indicum</i>	감국	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	6,8,9	4 L
		<i>Basilepta fulvipes</i>	금록색잎벌레	6,7	2 L
<i>Aster tataricus</i>	개미취	<i>Autographa nigrisigna</i>	검은은무늬밤나방	8	1 L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8,9	4 L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	9	4 L
		<i>Riptortus clavatus</i>	툰다리개미허리노린재	9	4 L
<i>Rudbeckia laciniata</i>	겉꽃삽잎국화	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	8	4 L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	5	4 L
<i>Ligularia fischeri</i>	곰취	<i>Uroleucon (Uromelan) gobonis</i>	우영수염진딧물	5	1 L
<i>Chrysanthemum zawadskii</i>	구절초	<i>Phytoecia rufiventris</i>	국화하늘소	5	1 L
<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4 L
		<i>Acusta despecta</i>	명주달팽이	9	1 L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	8,9	4 L
<i>Inula britannica</i>	금불초	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8,9	4 L
		<i>Eurydema rugosa</i>	비단노린재	9	1 L
<i>Artemisia iwayomogi</i>	더위지기	<i>Basilepta fulvipes</i>	금록색잎벌레	6	2 L
		<i>Chrysolina aurichalcea</i>	쭈잎벌레	10	2 L
<i>Petasites japonicus</i>	머위	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4 L
		<i>Stictopleurus punctatonevrosus minutus</i>	점혹다리잡초노린재	10	1 L
<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8,9	4 L
		<i>Tetrix japonica</i>	모메뚜기	9	1 L
<i>Rhaponticum uniflorum</i>	빼꼭채	<i>Basilepta fulvipes</i>	금록색잎벌레	6	2 L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	6	3 L
		<i>Euproctis subflava</i>	독나방	6	1 L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4 L
		<i>Rhopalosiphum rufiabdominale</i>	붉은테두리진딧물	8	2 L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T <sup>†</sup>	D.I	I.P
<i>Solidago virgaurea</i>	미역취	<i>Adoxophyes orana</i>	애모무늬잎말이나방	5	1	L
<i>Taraxacum mongolicum</i>	민들레	<i>Tetranychus urticae</i>	점박이응애	5	1	L
<i>Artemisia capillaris</i>	사철쭉	<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	9	3	L
<i>Atractylodes japonica</i>	삼주	<i>Uroleucon (Uromelan) gobonis</i>	우영수염진딧물	5	2	L
<i>Breea segetum</i>	조뱅이	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L
<i>Aster scaber</i>	참취	<i>Aulacophora indica</i>	오이잎벌레	8	2	L
		<i>Chrysolina aurichalcea</i>	쭉잎벌레	5	2	L
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	<i>Agelastica coerulea</i>	오리나무잎벌레	5	2	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	5	4	L
<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	<i>Rhopalosiphum rufiabdominale</i>	붉은테두리진딧물	7,8	1	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	8	3	L
<i>Aster spathulifolius</i>	해국	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<b>Campanulaceae</b>						
<i>Codonopsis lanceolata</i>	더덕	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<i>Platycodon grandiflorum</i>	도라지	<i>Uroleucon kikioense</i>	도라지수염진딧물	5,9	1	L
<b>Rutales</b>						
Rutaceae						
<i>Phellodendron amurense</i>	황벽나무	<i>Acrida cinerea cinerea</i>	방아깨비	7	4	L
Simaroubaceae						
<i>Picrasma quassioides</i>	소태나무	<i>Monema flavescens</i>	노랑췌기나방	9	4	L
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<b>Rosales</b>						
Rosaceae						
<i>Prunus padus</i>	귀룽나무	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L
<i>Chaenomeles speciosa</i>	명자나무	<i>Phloeomyzus quercus</i>	갈참나무가루진딧물	5	1	L
		<i>Aphis citricola</i>	조팝나무진딧물	5,9	1	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<i>Prunus mume</i>	매실 나무	<i>Physosmaragdina nigrifrons</i>	밤나무잎벌레	7	2	L
		<i>Euproctis similis</i>	흰독나방	9	1	L
		<i>Latoia consocia</i>	장수췌기나방	8	1	L
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Chaenomeles sinensis</i>	모과 나무	<i>Hyalomyzus malisuctus</i>	사과혹진딧물	5	1	L
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Sorbus commixta</i>	마가목	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Prunus serrulata</i>	벚나무	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Rubus coreanus</i>	복분자 딸기	<i>Monema flavescens</i>	노랑췌기나방	5	1	L
<i>Crataegus pinnatifida</i>	산사나무	<i>Euproctis similis</i>	흰독나방	9	1	L
<i>Potentilla discolor</i>	솜양지꽃	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L
<i>Prunus tomentosa</i>	앵두 나무	<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	주둥무늬차색 풍뎅이	5	1	L
<i>Sanguisorba officinalis</i>	오이풀	<i>Gastrophysa atrocyanea</i>	좁납색잎벌레	5	1	L
		<i>Auletobius (Aletinus) uniformis</i>	검정장미거위벌레	6	1	L
		<i>Physosmaragdina nigrifrons</i>	밤나무잎벌레	7	1	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	<i>Gampsocleis sedakovi obscura</i>	여치	5	2	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	6	4	L
		<i>Eilema deplana</i>	노랑배불나방	7	1	L
		<i>Halyomorpha halys</i>	썩덩나무노린재	8	2	L
		<i>Plautia stali</i>	갈색날개노린재	8	1	L
<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	8,10	3	L		
<i>Pyrus calleryana</i>	콩배 나무	<i>Bracon isomera</i> **	고치벌	10	0	L
Leguminosae						
<i>Vicia amoena</i>	갈퀴 나물	<i>Basilepta fulvipes</i>	금록색잎벌레	7	2	L
<i>Cassia tora</i>	결명자	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<i>Sophora flavescens</i>	고삼	<i>Yponomeuta polystictus</i>	화살나무집나방	9	4	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<i>Cercis chinensis</i>	박테기 나무	<i>Halyomorpha halys</i>	썩덩나무노린재	8	1	L
<i>Albizzia julibrissin</i>	잠귀나무	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Astragalus membranaceus</i>	황기	<i>Riptortus clavatus</i>	툭다리개미허리노린재	8,9	3	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	8	4	L
		<i>Plautia stali</i>	갈색날개노린재	8	2	L
<i>Sophora japonica</i>	흰화나무	<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	8	2	L
<i>Rosa multiflora</i>	찔레나무	<i>Auletobius (Aletinus) uniformis</i>	검정장미거위벌레	5,8	1	L
<b>Crassulaceae</b>						
<i>Sedum kamtschaticum</i>	기린초	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8,9	4	L
<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	오갈피나무	<i>Riptortus clavatus</i>	툭다리개미허리노린재	8	1	L
<i>Dendropanax morbifera</i>	환칠나무	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<b>Spaindales</b>						
<b>Spaindaceae</b>						
<i>Koelreuteria paniculata</i>	모감주나무	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물		4	L
<b>Liliiflorae</b>						
<b>Liliaceae</b>						
<i>Lilium distichum</i>	말나리	<i>Chrysolina aurichalcea</i>	썩잎벌레	5	2	L
<i>Liriope platyphylla</i>	맥문동	<i>Gampsocleis sedakovi obscura</i>	여치	5	2	L
		<i>Chrysolina aurichalcea</i>	썩잎벌레	5	4	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	6	3	L
<i>Hosta longipes</i>	비비추	<i>Agelastica coerulea</i>	오리나무잎벌레	5	2	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L
<i>Tricyrtis dilatata</i>	뼈꼭나리	<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	7	3	L
<i>Conyallaria keiskei</i>	은방울꽃	<i>Cleonus japonicus</i>	흰줄바구미	5	1	L
<i>Hemerocallis fulva</i>	원추리	<i>Indomegoura indica</i>	인도볼록진딧물	8	1	St
		<i>Aphis nerii</i>	박주가리진딧물	10	4	L
<b>Papaverales</b>						
<b>Papaveraceae</b>						
<i>Dicentra spectabilis</i>	금낭화	<i>Aphis craccivora</i>	아카시아진딧물	5	1	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<b>Dipsacales</b>						
Caprifoliaceae						
<i>Viburnum diatatum</i>	가막살 나무	<i>Melanotus (Spheniscosomus) cete</i>	붉은다리빗살방 하벌레	5	1	L
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Viburnum sargentii</i>	백당 나무	<i>Leptura arcuata</i>	긴알락꽃하늘소	7	1	L
		<i>Gametis jucunda</i>	풀색꽃무지	7	1	L
<i>Lonicera japonica</i>	인동 덩굴	<i>Spodoptera exigua</i>	과밤나방	5	2	L
		<i>Eurydema rugosa</i>	비단노린재	7	2	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	9	3	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L
		<i>Stictopleurus punctattonervosus minutus</i>	점흔다리잡초노린재	10	1	L
Valerianaceae						
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	마타리	<i>Xya japonica</i>	좁쌀메뚜기	6	1	L
		<i>Riptortus clavatus</i>	툭다리개미허리노린재	8	2	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	9	4	L
<b>Fagales</b>						
Betulaceae						
<i>Corylus heterophylla</i>	개암 나무	<i>Neochromaphis coryli</i>	개암나무알락진딧물	5	1	L
		<i>Agelastica coerulea</i>	오리나무잎벌레	5	2	L
<i>Betula platyphylla</i>	자작 나무	<i>Mimela splendens</i>	풍뎅이	6	2	L
		<i>Latoia sinica</i>	중국과랑썰기나방	9	4	L
		<i>Euthrix albomaculata</i>	대나방	10	1	L
		<i>Macchiatiella itadori</i>	호랑진딧물	10	1	L
<b>Polygonales</b>						
Polygonaceae						
<i>Rheum undulatum</i>	대황	<i>Eurydema rugosa</i>	비단노린재	5678910	4	L
		<i>Lixus maculatus</i>	점박이길쭉마구미	6	1	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<i>Rheum undulatum</i>	대황	<i>Phyllotreta striolata</i>	벼룩잎벌레	6,8	2	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	9	3	L
<i>Rumex japonicus</i>	소리쟁이	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8,9	4	L
		<i>Monolepta quadriguttata</i>	크로바잎벌레	10	1	L
<i>Rumex aquaticus</i>	토대황	<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	5	1	L
<b>Vioales</b>						
Violaceae						
<i>Viola mandshurica</i>	제비꽃	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L
<b>Graminales</b>						
Gramineae						
<i>Setaria italica</i>	조	<i>Physosmaragdina nigrifrons</i>	밤나무잎벌레	7	1	Se
		<i>Plautia stali</i>	갈색날개노린재	8	1	Se
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	8,9	4	Se
<b>Cucurbitales</b>						
Cucurbitaceae						
<i>Cucurbita pepo</i>	쭈문늬국 추호박	<i>Athalia rosae ruficornis</i>	무잎벌	6	1	L
<b>Magnoliales</b>						
Lauraceae						
<i>Machilus thunbergii</i>	후박나무	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<b>Centrospermae</b>						
Amranthaceae						
<i>Achyranthes japonica</i>	쇠무릎	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
		<i>Cletus schmidtii</i>	우리가시허리노 린재	9	3	L
<b>Oleales</b>						
Oleaceae						
<i>Ligustrum japonicum</i>	광나무	<i>Dictyophara sinica</i>	어리상투벌레	9	1	L
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	취뽕나무	<i>Eysarcoris ventralis</i>	배동글노린재	10	4	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I	I.P
<i>Fraxinus rhyrachophylla</i>	물푸레 나무	<i>Eilema deplana</i>	노랑배불나방	5	0	.
		<i>Prociophilus oriens</i>	물푸레면충	5	4	L
		<i>Cleonus japonicus</i>	흰줄바구미	6	1	L
		<i>Halyomorpha halys</i>	썩덩나무노린재	7	1	L
		<i>Notarcha derogata</i>	목화명나방	8	1	L
<b>Tubiflorae</b>						
Labiatae						
<i>Prunella vulgaris</i>	꿀풀	<i>Chrysolina aurichalcea</i>	썩잎벌레	5	2	L
<i>Scutellaria baicalensis</i>	황금	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8,9	4	L
<i>Agastache rugosa</i>	방아풀	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
		<i>Riptortus clavatus</i>	톱다리개미허리노린재	9	2	L
<i>Stachys riederi</i>	석잠풀	<i>Basilepta fulvipes</i>	금록색잎벌레	7	1	L
		<i>Nezara antennata</i>	풀색노린재	8	1	L
<i>Lycopus lucidus</i>	쉽싸리	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<i>Leonurus japonicus</i>	익모초	<i>Tetranychus kanzawai</i>	차응애	9	4	L
<i>Perilla frutescens</i>	차즈기	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8,9	4	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	9	4	L
Boraginaceae						
<i>Symphytum officinale</i>	캄프리	<i>Apion (Pseudopiezotrachelus) collare</i>	목창주둥이바구미	5	1	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
Solanaceae						
<i>Datura stramonium</i>	독말풀	<i>Colaspoides chinensis</i>	꼭추잎벌레	5	2	L
<i>Physalis alkekengi</i>	파리	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<b>Spathiflorae</b>						
Araceae						
<i>Acorus gramineus</i>	석창포	<i>Lepidotarphius perornatella</i>	창포그림날개나방	8	4	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sacheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<b>Ulmaceae</b>						
Ulmaceae						
<i>Ulmus davidiana</i>	느릅 나무	<i>Colopha moriokaensis</i>	외줄면충	5	2	L
		<i>Callambulyx tatarinovii</i>	녹색박각시	5	1	L
<i>Zelkova serrata</i>	느티 나무	<i>Colopha moriokaensis</i>	외줄면충	5,8,10	4	L
<i>Ulmus parvifolia</i>	참느릅 나무	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	5	4	L
		<i>Monema flavescens</i>	노랑췌기나방	10	4	L
Urticaceae						
<i>Urtica thunbergiana</i>	췌기풀	<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	5	3	L
Moraceae						
<i>Cudrania tricuspidata</i>	구지뽕 나무	<i>Hedylepta misera</i>	췌줄꼬마들명나	8	1	L
		<i>Pseudaletia separata</i>	멸강나방	8	1	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	8	4	L
<i>Morus alba</i>	뽕나무	<i>Anomoneura mori</i>	뽕나무이	5,6	1	L
<b>Ranunculales</b>						
Ranunculaceae						
<i>Aquilegia buergeriana</i>	매발톱꽃	<i>Lema (Lema) cyanella</i>	쭉갓잎벌레	5	2	L
<i>Ranunculus japonicus</i>	미나리 아재비	<i>Eysarcoris aeneus</i>	가시점등글노린재	7	1	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<b>Piperales</b>						
Saururaceae						
<i>Saururus chinensis</i>	삼백초	<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	8	3	L
<i>Pulsatilla cernua</i>	할미꽃	<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	5	3	L
		<i>Arge captiva</i>	홍가슴루리등에 이벌	10	1	L
<b>Commelinales</b>						
Commelinaceae						
<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8,9	1	L



Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<i>Tradescantia reflexa</i>	차주담 개비	<i>Agelastica coerulea</i>	오리나무잎벌레	5	2	L
		<i>Stictopleurus</i> sp.		10	1	L
<b>Myrtales</b>						
Lythraceae						
<i>Lythrum anceps</i>	부처꽃	<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	7,8	3	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<i>Iris sanguinea</i>	붓꽃	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L
		<i>Shirakiacris shirakii</i>	등검은메뚜기	9	1	L
<b>Helobiae</b>						
Potamogetonaceae						
<i>Platycaarya strobilacea</i>	굴피 나무	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Juglans sinensis</i>	호두 나무	<i>Monema flavescens</i>	노랑췌기나방	7	2	L
<b>Primulales</b>						
Primulaceae						
<i>Lysimachia barystachys</i>	까치 수염	<i>Cletus schmidti</i>	울림 가시허리노 린재	7	2	L
Bignoniaceae						
<i>Campsis grandiflora</i>	능소화 나무	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
		<i>Tetrix japonica</i>	모메뚜기	9	1	L
Convolvulaceae						
<i>Calystegia japonica</i>	메꽃	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	7,8	4	L
Verbenaceae						
<i>Clerodendron trichotomum</i>	누릅장 나무	<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	6	3	L
		<i>Menida musiva</i>	무시바노린재	6,7	1	L
		<i>Halyomorpha halys</i>	썩덩나무노린재	7	2	L
		<i>Mimela splendens</i>	풍령이			
<i>Callicarpa japonica</i>	작살 나무	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<i>Caryopteris incana</i>	층꽃풀	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	5	4	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	10	3	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	10	4	L
		<i>Eysarcoris aeneus</i>	가시점동글노린재	10	1	L
Scrophulariaceae						
<i>Veronica pseudolongifolia</i>	기삼꼬리풀	<i>Chrysochus chinensis</i>	중국청람색잎벌레	6	2	L
		<i>Spilarctia subcarnea</i>	배붉은흰불나방	8	1	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	8	3	L
		<i>Tropidothorax cruciger</i>	십자무늬긴노린재	10	1	L
<i>Rehmannia glutinosa</i>	지황	<i>Teleogryllus emma</i>	왕귀뚜라미	7	1	L
<b>Ginkgoales</b>						
Ginkgoaceae						
<i>Ginkgo biloba</i>	은행나무	<i>Gampsocleis sedakovi</i>	여치	5	2	L
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<b>Malvales</b>						
Sterculiaceae						
<i>Firmiana simplex</i>	벽오동	<i>Gametis jucunda</i>	풀색꽃무지	9	1	L
		<i>Eysarcoris ventralis</i>	배동글노린재	10	4	L
Malvaceae						
<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	5	1	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	6,8	1	L
		<i>Riptortus clavatus</i>	톱다리개미허리노린재	7	1	L
		<i>Gametis jucunda</i>	풀색꽃무지	7	1	L
		<i>Tetranychus kanzawai</i>	차응애	8	1	L
		<i>Palpita indica</i>	목화바둑명나방	8	3	L
		<i>Aulacophora indica</i>	오이잎벌레	8	2	L
		<i>Notarcha derogata</i>	목화명나방	8	3	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	<i>Plautia stali</i>	갈색날개노린재	8	1	L
		<i>Aelia fieberi</i>	메추리노린재	10	1	L
<i>Gossypium indicum</i>	목화	<i>Palpita indica</i>	목화바둑명나방	8	1	L
		<i>Cletus schmidti</i>	울리가지허리노린재	9	2	L
<i>Hibiscus syriacus</i>	무궁화	<i>Selatosomus (selatosomus) puncticollis</i>	청동방아벌레	7	1	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	8	3	L
		<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	9	2	L
<i>Althaea rosea</i>	접시꽃	<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	6	3	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	6	3	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
<b>Guttiferales</b>						
Theaceae						
<i>Stewartia koreana</i>	노각 나무	<i>Halyomorpha halys</i>	썩덩나무노린재	5	1	L
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
Actinidiaceae						
<i>Actinidia arguta</i>	다래 나무	<i>Cleonus japonicus</i>	흰줄바구미	5	1	L
Guttiferae						
<i>Hypericum ascyron</i>	물레 나무	<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	5	2	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	8,9	3	L
		<i>Riptortus clavatus</i>	툰다리개미허리노린재	8	2	L
		<i>Pachygrontha antennata</i>	더듬이긴노린재	9	1	L
<b>Thymelaeales</b>						
Elaeagnaceae						
<i>Elaeagnus umbellata</i>	보리수 나무	<i>Palpita indica</i>	목화바둑명나방	8	2	L
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
		<i>Eysarcoris ventralis</i>	배둥글노린재	10	1	L
		<i>Bibio aneuretus</i>	이마띠털파리	10	0	.

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<b>Cyperales</b>						
Cyperaceae						
<i>Carex siderosticta</i>	대사초	<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	10	3	L
<b>Geraniales</b>						
Geraniaceae						
<i>Geranium thunbergii</i>	이질풀	<i>Peirates (cleptocoris) turpis</i>	검정무늬침노린재	10	1	L
Euphorbiaceae						
<i>Ricinus communis</i>	아주 까리	<i>Tetranychus kanzawai</i>	차응애	8,9	4	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	9	4	L
		<i>Glyphodes quadrimaculalis</i>	큰각시들명나방	9	1	L
<i>Sedum erythrostichum</i>	꿩의 비름	<i>Gametis jucunda</i>	풀색꽃무지	9	1	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	10	3	L
		<i>Stictopleurus punctatonevrosus minutus</i>	점흑다리잡초노린 재	10	1	L
<i>Penthorum chinense</i>	낙지 다리	<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<b>Sapindales</b>						
Aceraceae						
<i>Acer mono</i>	고로쇠 나무	<i>Eilema deplana</i>	노랑배불나방	7	0	.
		<i>Apatele major</i>	왕갈무늬나방	8	1	L
<b>Rhamnales</b>						
Rhamnaceae						
<i>Hovenia dulcis</i>	헛개 나무	<i>Agelastica coerulea</i>	오리나무잎벌레	5	3	L
<b>Umbellales</b>						
Umbelliferae						
<i>Ostericum koreanum</i>	강활	<i>Luprops orientalis</i>	털보잎벌레붙이	6	1	L
		<i>Tetranychus kanzawai</i>	차응애	8	2	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	8	3	L
<i>Ligusticum tenuissimum</i>	고분	<i>Bracon isomera</i> **	고치벌	10	0	.

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<i>Peucedanum japonicum</i>	갯길름 나물	<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	5	1	L
		<i>Arge nipponensis</i>	왜장미등에잎벌	6	0	.
		<i>Corymbia rubra</i>	붉은산꽃하늘소	7	1	L
		<i>Arge similis</i>	극동등에잎벌	7	0	.
		<i>Gametis jucunda</i>	풀색꽃무지	7	1	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	8	3	L
		<i>Papilio machaon</i>	산호랑나비	10	2	L
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Angelica dahurica</i>	구릿대	<i>Arge similis</i>	극동등에잎벌	7	0	.
		<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	10	4	L
<i>Angelica decursiva</i>	바디 나물	<i>Ectinohoplia rufipes</i>	주황긴다리풍뎡이	6	1	L
		<i>Nysius (Nysius) plebejus</i>	애긴노린재	7,9	3	L
		<i>Pachybrachius luridus</i>	짧은알락긴노재	7	1	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
		<i>Polygonia caureum</i>	네발나비	9	0	.
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	10	3	L
		<i>Tropidothorax cruciger</i>	십자무늬긴노린재	10	1	L
<i>Angelica acutiloba</i>	일당귀	<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	7	3	L
<i>Foeniculum vulgare</i>	회향	<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	6,7	3	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
		<i>Papilio xuthus</i>	호랑나비	10	2	L
Araliaceae						
<i>Aralia cordata</i>	독활	<i>Eilema deplana</i>	노랑배불나방	5	0	.
		<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	5	1	L
		<i>Lilioceris (Chujoita) gibba</i>	곰보날개긴가슴잎 벌레	5	1	L
		<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기	8	4	L
		<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	10	3	L
<i>Aralia elata</i>	두릅 나무	<i>Anomala chamaeleon</i>	카멜레온줄풍뎡이	7	1	L

Table 18. Degree of occurrence of collected insect on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Host plant	Korean name	Pest	Korean name	C.T. <sup>†</sup>	D.I.	I.P.
<i>Spaphylea bumalda</i>	고추나무	<i>Rhopalosiphum rufiabdominale</i>	붉은테두리진딧물	7	2	L
		<i>Microleon longipalpis</i>	꼬마췌기나방	10	1	L

<sup>†</sup>C.T.; Collected time(month). D.I.; Degree of index, 0; no damage, 1;1~25%, 2;26~50%, 3; 51~75% 4; more than 76%. I.P.; Plant part of investigated, L; Leaf, F; Flower, St; Stem, Se; Seed. <sup>‡</sup>Natural enemy.

가해 해충은 대부분 식물에서 4종 이하가 채집되었지만, 부용(*Hibiscus mutabilis*, 아욱과)에서는 목화진딧물(*Aphis gossypii*)을 비롯한 10종의 해충이 채집되었고, 갯기름나물(*Peucedanum japonicum*, 산형과)에서는 8종의 해충이 채집되어 조사대상 약용식물들 중에서는 발생하는 해충 수가 가장 많았다. 이외에도 독활(*Aralia cordata*, 두릅나무과)과 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*, 물푸레나무과), 바디나물(*Angelica decursiva*, 산형과), 뽕죽채(*Rhaponticum uniflorum*, 국화과), 인동덩굴(*Lonicera japonica*, 인동과), 자작나무(*Betula platyphylla*, 자작나무과), 짚신나물(*Agrimonia pilosa*, 장미과) 등에서 5종 이상의 해충이 채집되었다.

발생빈도에 따른 해충군의 분포는 25% 이하의 발생 해충들이 전체의 36.8%로 가장 높았으며 26-50%가 16.4%, 51-75%가 12.3%, 76% 이상의 발생 해충들도 31.6%나 되었다(Fig. 1).

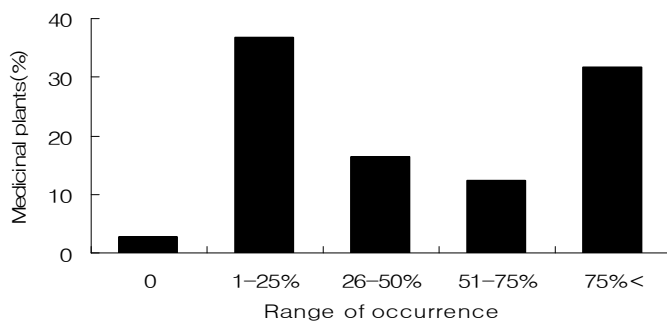


Fig. 1. Occurrence rate of insect pests on medicinal plants.

이들 해충 중 2.6%인 7속 7종은 조사대상 약용식물에서 채집은 되었지만 피해는 주지 않았던 종들이었는데(Table 18, Fig. 1), 꽃에서 화밀을 채취하거나 잠시 방문하는 나비목이나 파리목 성충들이었다. 또한 천적인 고치벌(*Bracon isomera*)도 10월에 고본(*Ligusticum tenuissimum*)과 콩배나무(*Pyrus calleryana*)에서 채집이 되었다(Table 18).

채집된 해충의 98.5%는 잎을 가해하는 해충들이었으며 줄기를 가해하는 해충은 원추리(*Hemerocallis fulva*, 백합과)에서 인도불록진딧물(*Indomegoura indica*)만이었고, 종자를 가해하는 해충으로는 조(*Setaria italica*, 화본과)에서 알락수염노린재(*Dolycoris baccarum*)와 갈색날개노린재(*Plautia stali*), 밤나무잎벌레(*Physosmaragdina nigrifrons*)였다(Table 18).

채집된 해충들의 월별 발생은 5월에 목화진딧물(*Aphis gossypii*) 등 6목 20과 32속 36종으로 가장 많았으며 10월이 가시점둥글노린재(*Eysarcoris aeneus*)를 비롯한 6목 11과 19속 19종으로 가장 적었다(Table 19). 그리고 6월에는 알락수염노린재(*Dolycoris baccarum*) 등 5목 13과 20속 21종이 누리장나무(*Clerodendron trichotomum*) 등에서 채집되었으며, 7월에는 금록색잎벌레(*Basilepta fulvipes*) 등 6목 15과 21속 21종이 갈퀴나물(*Vicia amoena*) 등에서, 8월에는 섬서구메뚜기(*Atractomorpha lata*) 등 6목 13과 26속 26종이 개미취(*Aster tataricus*) 등에서, 9월에는 금불초(*Inula britannica*) 등에서 7목 15과 21속 21종의 해충이 채집되었다.

Table 19. Number of species and dominant insect occurred on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun Agricultural Development Technology Center

Month	Number of insect species (Species, Families, Orders)	Dominant insect species
May	36, 20, 6	<i>Aphis gossypii</i>
June	21, 13, 5	<i>Dolycoris baccarum</i>
July	21, 15, 6	<i>Basilepta fulvipes</i> and <i>Physosmaragdina nigrifrons</i>
August	26, 13, 6	<i>Atractomorpha lata</i>
September	21, 15, 7	<i>Atractomorpha lata</i>
October	19, 11, 6	<i>Myzus persicae</i>

해충의 우점종은 시기에 따라 차이가 있었는데, 6월에는 알락수염노린재이었으며 7월에는 금록색잎벌레와 밤나무잎벌레(*Physosmaragdina nigrifrons*), 8월과 9월에는 섬서구메뚜기였다. 그리고 해충의 발생시기는 종에 따라 차이가 있었는데 비단노린재(*Eurydema rugosa*)는 전 조사기간에 걸쳐 채집이 되었고, 섬서구메뚜기는 5월에서 9월까지 채집이 되었지만 검정무늬침노린재(*Peirates turpis*)와 같이 단일 기주에 발생하는 해충들은 주로 특정시기에만 발생을 하였고, 갈색날개노린재(*Plautia stali*)나 점흑다리잡초노린재(*Stictopleurus punctatonervosus minutus*)는 4종의 기주식물에 피해를 주고 있음에도 불구하고, 발생시기는 8월과 10월로 동일하였다(Table 18, 20).



Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun Agricultural Development Technology Center

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<b>Hemiptera</b>				
Pentatomidae				
<i>Eysarcoris aeneus</i>	가시점둥글노린재	<i>Ranunculus japonicus</i>	미나리아재비	7(1)
		<i>Caryopteris incana</i>	층꽃풀	10(1)
		<i>Firmiana simplex</i>	벽오동	10(1)
		<i>Elaeagnus umbellata</i>	보리수나무	10(1)
		<i>Ligustrum obtusifolium</i>	취뽕나무	10(1)
<i>Plautia stali</i>	갈색날개노린재	<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	8(1)
		<i>Setaria italica</i>	조	8(1)
		<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	8(1)
		<i>Astragalus membranaceus</i>	황기	8(2)
<i>Eysarcoris ventralis</i>	배둥글노린재	<i>Firmiana simplex</i>	벽오동나무	10(4)
		<i>Elaeagnus umbellata</i>	보리수나무	10(1)
		<i>Ligustrum obtusifolium</i>	취뽕나무	10(4)
<i>Eurydema rugosa</i>	비단노린재	<i>Inula britannica</i>	금불초	9(1)
		<i>Rheum undulatum</i>	대황	5(4),6(4),7(4),8(4),9(4),10(4)
		<i>Lonicera japonica</i>	인동덩굴	7(2)
<i>Halyomorpha halys</i>	씩덩나무노린재	<i>Stewartia koreana</i>	노각나무	5(1)
		<i>Clerodendron trichotomum</i>	누리장나무	7(2)
		<i>Cercis chinensis</i>	박태기나무	7(1)
		<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	8(2)
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	물푸레나무	8(1)
<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	<i>Ostericum koreanum</i>	강활	8(3)
		<i>Peucedanum japonicum</i>	갯기름나물	8(3)
		<i>Clerodendron trichotomum</i>	누리장나무	6(3)
		<i>Carex siderosticta</i>	대사초	10(3)
		<i>Rheum undulatum</i>	대황	9(3)
		<i>Aralia cordata</i>	독활	10(3)
		<i>Hibiscus syriacus</i>	무궁화	8(3)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염 노린재	<i>Angelica decursiva</i>	바디나물	10(3)
		<i>Liriope platyphylla</i>	맥문동	6(3)
		<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	6(1),8(1)
		<i>Lythrum anceps</i>	부처꽃	6(3),7(3),8(3)
		<i>Rhaponticum uniflorum</i>	뽕꼭채	8(3)
		<i>Saururus chinensis</i>	삼백초	7(3)
		<i>Angelica acutiloba</i>	일당귀	6(3)
		<i>Althaea rosea</i>	접시꽃	8(3),9(3)
		<i>Setaria italica</i>	조	8(4),10(4)
		<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	10(3)
		<i>Caryopteris incana</i>	층꽃풀	5(3)
		<i>Pulsatilla cernua</i>	할미꽃	8(3)
		<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	8(3)
		<i>Astragalus membranaceus</i>	황기	8(4)
<i>Foeniculum vulgare</i>	회향	6(3)		
<i>Nezara antennata</i>	풀색 노린재	<i>Stachys riederi</i>	석잠풀	8(1)
<i>Aelia fieberi</i>	메추리 노린재	<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	10(1)
<i>Menida musiva</i>	무시바 노린재	<i>Clerodendron trichotomum</i>	누리장 나무	6(1),7(1)
Reduviidae				
<i>Peirates (cleptocoris) turpis</i>	검정무늬 침노린재	<i>Geranium thunbergii</i>	이질풀	10(1)
Coreidae				
<i>Cletus schmidtii</i>	울리 가시 노린 재	<i>Lysimachia barystachys</i>	까치수염	7(2)
		<i>Gossypium indicum</i>	목화	9(2)
		<i>Achyranthes japonica</i>	쇠무릎	9(3)
Lygaeidae				
<i>Pachygrontha antennata</i>	더듬이 긴 노린 재	<i>Hypericum ascyron</i>	물레나물	9(1)
<i>Tropidothorax cruciger</i>	십자 무늬 노린 재	<i>Veronica pseudolongifolia</i>	긴산꼬리 풀	10(1)
		<i>Angelica decursiva</i>	바디나물	10(1)
<i>Pachybrachius luridus</i>	짧은 알락 노린 재	<i>Angelica decursiva</i>	바디나물	7(1)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center-----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<i>Nysius</i> ( <i>Nysius</i> ) <i>plebejus</i>	애긴 노린재	<i>Aster tataricus</i>	개미취	9(4)
		<i>Cudrania tricuspidata</i>	구지뽕나무	8(4)
		<i>Inula britannica</i>	금불초	8(4),9(4)
		<i>Veronica pseudolongifolia</i>	긴산꼬리풀	8(3)
		<i>Sedum erythrostichum</i>	평의비름	9(3)
		<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	마타리	9(4)
		<i>Hypericum ascyron</i>	물레나물	8(3),9(3)
		<i>Angelica decursiva</i>	바디나물	7(3),9(3)
		<i>Tricyrtis dilatata</i>	빼꼭나리	7(3)
		<i>Artemisia capillaris</i>	사철쭉	9(3)
		<i>Lonicera japonica</i>	인동덩굴	9(3)
		<i>Althaea rosea</i>	접시꽃	6(3)
		<i>Perilla frutescens</i>	차즈기	9(4)
<i>Caryopteris incana</i>	층꽃풀	9(3)		
<i>Achillea alpina</i>	툭풀	5(4)		
<b>Rhopalidae</b>				
<i>Stictopleurus punctattonervosus minutus</i>	점혹다리 잡초 노린재	<i>Sedum erythrostichum</i>	평의비름	10(1)
		<i>Petasites japonicus</i>	머위	10(1)
		<i>Lonicera japonica</i>	인동덩굴	10(1)
		<i>Tradescantia reflexa</i>	자주담개비	10(1)
<i>Riptortus clavatus</i>	툭다리 개미허리 노린재	<i>Aster tataricus</i>	개미취	9(4)
		<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	마타리	8(2)
		<i>Hypericum ascyron</i>	물레나물	8(2)
		<i>Agastache rugosa</i>	방아풀	9(2)
		<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	7(1)
		<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	오갈피나무	8(1)
		<i>Astragalus membranaceus</i>	황기	8(3),9(3)
<b>Homoptera</b>				
<b>Pemphigidae</b>				
<i>Prociophilus oriens</i>	물푸레 면충	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	물푸레나무	5(4)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<i>Colopha moriokaensis</i>	외줄면충	<i>Ulmus davidiana</i>	느릅나무	5(2)
		<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	5(4),8(4),10(4)
Aphididae				
<i>Uroleucon kikioense</i>	도라지수염진딧물	<i>Platycodon grandiflorum</i> <sup>‡</sup>	도라지	5(1),9(1)
<i>Aphis craccivora</i>	아카시아진딧물	<i>Dicentra spectabilis</i>	금낭화	5(1)
<i>Aphis citricola</i>	조팝나무진딧물	<i>Chaenomeles speciosa</i>	명자나무	5(1),9(1)
<i>Aphis nerii</i>	박주가리진딧물	<i>Hemerocallis fulva</i>	원추리	10(4)
		<i>Peucedanum japonicum</i>	갯기름나물	5(1)
<i>Aphis gossypii</i>	목화진딧물	<i>Aralia cordata</i>	독활	8(1)
		<i>Hibiscus syriacus</i>	무궁화	5(2)
		<i>Hypericum ascyron</i>	물레나물	9(2)
		<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	5(1)
		<i>Urtica thunbergiana</i>	췌기풀	5(3)
		<i>Rumex aquaticus</i>	토대황	5(1)
		<i>Sophora japonica</i>	회화나무	5(2)
		<i>Viburnum dilatatum</i>	가막살나무	10(4)
<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹진딧물	<i>Peucedanum japonicum</i>	갯기름나물	10(4)
		<i>Rudbeckia laciniata</i>	겉꽃삼잎국화	8(4)
		<i>Angelica dahurica</i>	구릿대	10(4)
		<i>Platycarya strobilacea</i>	굴피나무	10(4)
		<i>Penthorum chinense</i>	낙지다리	10(4)
		<i>Stewartia koreana</i>	노각나무	10(4)
		<i>Prunus mume</i> <sup>**</sup>	매실나무	10(4)
		<i>Koelreuteria paniculata</i>	모감주나무	10(4)
		<i>Chaenomeles sinensis</i>	모과나무	10(4)
		<i>Sorbus commixta</i>	마가목	10(4)
		<i>Prunus serrulata</i>	벚나무	10(4)
		<i>Elaeagnus umbellata</i>	보리수나무	10(4)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<i>Myzus persicae</i>	복숭아혹 진딧물	<i>Picrasma quassioides</i>	소태나무	10(4)
		<i>Ginkgo biloba</i>	은행나무	10(4)
		<i>Albizzia julibrissin</i>	자귀나무	10(4)
		<i>Ulmus parvifolia</i>	참느릅나무	5(4)
		<i>Caryopteris incana</i>	층꽃풀	5(4)
		<i>Dendropanax morbifera</i>	황칠나무	10(4)
		<i>Machilus thunbergii</i>	후박나무	10(4)
<i>Rhopalosiphum rufiabdominale</i>	붉은테두리 진딧물	<i>Staphylea bumalda</i>	고추나무	7(2)
		<i>Rhaponticum uniflorum</i>	배꽃채	8(2)
		<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	7(1),8(1)
<i>Hyalomyzus malisuctus</i>	사과혹 진딧물	<i>Chaenomeles sinensis</i> <sup>‡</sup>	모과나무	5(1)
<i>Uroleucon (Uromelan) gobonis</i>	우영수염 진딧물	<i>Ligularia fischeri</i>	곰취	5(1)
		<i>Atractylodes japonica</i> <sup>‡</sup>	삼주	5(2)
<i>Indomegoura indica</i>	인도볼록 진딧물	<i>Hemerocallis fulva</i>	원추리	8(1)
<i>Macchiatiella itadori</i>	호랑진딧물	<i>Betula platyphylla</i>	자작나무	10(1)
Phloeomizidae				
<i>Phloeomyzus quercus</i>	갈참나무 가루진딧물	<i>Chaenomeles speciosa</i>	명자나무	5(1)
Drepanosiphidae				
<i>Neochromaphis coryli</i>	개암나무 알락진딧물	<i>Corylus heterophylla</i>	개암나무	5(1)
Psyllidae				
<i>Anomoneura mori</i>	뽕나무이	<i>Morus alba</i>	뽕나무	5(1),6(1)
Dictyopharidae				
<i>Dictyophara sinica</i>	어리 상투벌레	<i>Ligustrum japonicum</i>	광나무	9(1)
<b>Orthoptera</b>				
Pyrgomorphidae				
<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구 메뚜기	<i>Chrysanthemum indicum</i>	감국	6(4),8(4),9(4)
		<i>Aster tataricus</i>	개미취	8(4),9(4)
		<i>Cassia tora</i>	결명자	8(4)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
		<i>Rudbeckia laciniata</i>	겉꽃삼잎국화	5(4)
		<i>Prunus padus</i>	귀룽나무	9(4)
		<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	8(4)
		<i>Inula britannica</i> <sup>‡</sup>	금불초	8(4),9(4)
		<i>Sedum kamtschaticum</i>	기린초	8(4)
		<i>Physalis alkekengi</i>	파리	8(4)
		<i>Campsis grandiflora</i>	능소화나무	8(4),9(4)
		<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	8(1)
		<i>Carex siderosticta</i>	대사초	8(4)
		<i>Codonopsis lanceolata</i>	더덕	8(4)
		<i>Aralia cordata</i>	독활	8(4)
		<i>Petasites japonicus</i> <sup>‡</sup>	머위	7(4),8(4)
		<i>Calystegia japonica</i>	메꽃	8(4),9(4)
<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구 메뚜기	<i>Ranunculus japonicus</i>	미나리아재비	8(4)
		<i>Angelica decursiva</i>	바디나물	8(4)
		<i>Agastache rugosa</i>	방아풀	8(4)
		<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	8(4),9(4)
		<i>Lythrum anceps</i>	부처꽃	8(4)
		<i>Iris sanguinea</i>	붓꽃	9(4)
		<i>Hosta longipes</i>	비비추	9(4)
		<i>Rhaponticum uniflorum</i>	빼꼭채	8(4)
		<i>Rumex japonicus</i>	소리쟁이	8(4),9(4)
		<i>Potentilla discolor</i>	숨양지꽃	9(4)
		<i>Achyranthes japonica</i>	쇠무릎	8(4)
		<i>Lycopus lucidus</i>	쉽싸리	8(4)
		<i>Ricinus communis</i>	아주까리	9(4)
		<i>Sanguisorba officinalis</i>	오이풀	8(4)
		<i>Lonicera japonica</i>	인동덩굴	9(4)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구 메뚜기	<i>Callicarpa japonica</i>	작살나무	9(4)
		<i>Althaea rosea</i>	겉시꽃	8(4)
		<i>Viola mandshurica</i>	제비꽃	9(4)
		<i>Breea segetum</i>	조뱅이	9(4)
		<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	8(4),9(4)
		<i>Perilla frutescens</i>	차즈기	6(4)
		<i>Symphytum officinale</i>	캄프리	8(4)
		<i>Aster spathulifolius</i>	해국	8(4)
		<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	8(4)
		<i>Scutellaria baicalensis</i>	황금	8(4),9(4)
		<i>Foeniculum vulgare</i>	회향	8(4)
<i>Shirakiacris shirakii</i>	등검은 메뚜기	<i>Iris sanguinea</i>	붓꽃	9(1)
Tetrigidae				
<i>Tetrix japonica</i>	모메뚜기	<i>Campsis grandiflora</i>	늪소화나 무	9(1)
		<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	9(1)
Acrididae				
<i>Acrida cinerea cinerea</i>	방아깨비	<i>Phellodendron amurense</i>	황벽나무	7(4)
Tettigoniidae				
<i>Gampsocleis sedakovi abscura</i>	여치	<i>Liriope platyphylla</i>	맥문동	5(2)
		<i>Ginkgo biloba</i>	은행나무	5(2)
		<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	5( )
Gryllidae				
<i>Teleogryllus emma</i>	왕귀뚜 라미	<i>Rehmannia glutinosa</i>	지황	7(1)
<i>Xya japonica</i>	좁쌀 메뚜기	<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	마타리	6(1)
Coleoptera				
Cerambycidae				
<i>Phytoecia rufiventris</i>	국화 하늘소	<i>Chrysanthemum zawadskii</i>	구절초	5(1)
<i>Leptura arcuata</i>	기안락꽃 하늘소	<i>Viburnum sargentii</i>	백당나무	7(1)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<i>Corymbia rubra</i>	붉은산꽃 하늘소	<i>Peucedanum japonicum</i>	갯기름나물	7(1)
Attelabidae				
<i>Auletobius</i> ( <i>Alethinus</i> ) <i>uniformis</i>	검정장미 거위벌레	<i>Sanguisorba officinalis</i>	오이풀	6(1)
		<i>Rosa multiflora</i>	찔레나무	5(1),8(1)
Chrysomelidae				
<i>Lilioceris</i> ( <i>Chujoita</i> ) <i>gibba</i>	곰보날개 가슴흰벌레	<i>Aralia cordata</i>	독활	5(1)
		<i>Vicia amoena</i>	갈퀴나물	7(2)
<i>Basilepta</i> <i>fulvipes</i>	금록색 잎벌레	<i>Chrysanthemum indicum</i>	감국	6(2),7(2)
		<i>Artemisia iwayomogi</i>	더위지기	6(2)
		<i>Rhaponticum uniflorum</i>	뽕꼭채	6(2)
		<i>Stachys riederi</i>	석잠풀	7(1)
<i>Phyllotreta</i> <i>striolata</i>	벼룩잎벌레	<i>Rheum undulatum</i>	대황	6(2),8(2)
<i>Colaspoides</i> <i>chinensis</i>	뾰추잎벌레	<i>Datura stramonium</i>	독말풀	5(2)
<i>Physosmaragdina</i> <i>nigrifrons</i>	밤나무 잎벌레	<i>Prunus mume</i>	매실나무	7(2)
		<i>Sanguisorba officinalis</i>	오이풀	7(1)
		<i>Setaria italica</i>	조	7(1)
<i>Lema</i> ( <i>Lema</i> ) <i>cyaneella</i>	쭉갓잎벌레	<i>Aquilegia buergeriana</i>	매발톱꽃	5(2)
		<i>Prunella vulgaris</i>	꿀풀	5(2)
		<i>Artemisia iwayomogi</i>	더위지기	10(2)
<i>Chrysolina</i> <i>aurichalcea</i>	쭉잎벌레	<i>Lilium distichum</i>	말나리	5(2)
		<i>Liriope platyphylla</i>	맥문동	5(4)
		<i>Achillea alpina</i>	톱풀	5(2)
		<i>Gastrophysa</i> <i>atrocyanea</i>	좁납색 잎벌레	<i>Sanguisorba officinalis</i>
<i>Agelastica</i> <i>coerulea</i>	오리나무 잎벌레	<i>Hosta longipes</i>	비비추	5(2)
		<i>Betula platyphylla</i>	자작나무	5(2)
		<i>Tradescantia reflexa</i>	자주담개비	5(2)
		<i>Achillea alpina</i>	톱풀	5(2)
		<i>Hovenia dulcis</i>	헛개나무	5(3)



Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<i>Aulacophora indica</i>	오이잎벌레	<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	8(2)
		<i>Aster scaber</i>	참취	8(2)
<i>Chrysochus chinensis</i>	중국청람색 잎벌레	<i>Veronica pseudolongifolia</i>	긴산꼬리풀	6(2)
<i>Monolepta quadriguttata</i>	크로바 잎벌레	<i>Rumex japonicus</i>	소리쟁이	10(1)
Apionidae				
<i>Apion (Pseudopiezotrachelus) collare</i>	목창주둥이 바구미	<i>Symphytum officinale</i>	감프리	5(1)
Elateridae				
<i>Melanotus (Spheniscosomus) cete</i>	붉은다리빛 살방아벌레	<i>Viburnum dilatatum</i>	가막살나무	5(1)
<i>Selatossomus (selatosomus) puncticollis</i>	청동 방아벌레	<i>Hibiscus syriacus</i>	무궁화	7(1)
Curculionidae				
<i>Lixus maculatus</i>	점박이 벼바구미	<i>Rheum undulatum</i>	대황	6(1)
		<i>Actinidia arguta</i>	다래나무	5(1)
<i>Cleonus japonicus</i>	흰줄바구미	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	물푸레나무	6(1)
		<i>Convallaria keiskei</i>	은방울꽃	5(1)
Rutelidae				
<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	주둥무늬 차색풍뎡이	<i>Prunus tomentosa</i>	앵두나무	5(1)
		<i>Betula platyphylla</i>	자작나무	6(2)
<i>Mimela splendens</i>	풍뎡이	<i>Clerodendron</i>	누리장나무	6(2)
		<i>trichotomum</i>		
Melolonthidae				
<i>Ectinohoplia rufipes</i>	주황기 풍뎡이	<i>Angelica decursiva</i>	바디나물	6(1)
Cetoniidae				
<i>Gametis jucunda</i>	폴색꽃무지	<i>Peucedanum japonicum</i>	갯기름나물	7(1)
		<i>Sedum erythrostichum</i>	평의비름	9(1)
		<i>Viburnum sargentii</i>	백당나무	7(1)
		<i>Firmiana simplex</i>	벽오동	9(1)
		<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	7(1)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<b>Lagriidae</b>				
<i>Luprops orientalis</i>	턱보잎벌레붙이	<i>Ostericum koreanum</i>	강활	6(1)
<b>Lepidoptera</b>				
<b>Pyralidae</b>				
<i>Notarcha derogata</i>	목화명나방	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	물푸레나무	8(1)
		<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	8(3)
<i>Palpita indica</i>	목화바둑명나방	<i>Gossypium indicum</i>	목화	8(1)
		<i>Elaeagnus umbellata</i>	보리수나무	8(2)
		<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	8(3)
<i>Hedylepta misera</i>	세줄꼬마들명나방	<i>Cudrania tricuspidata</i>	구지뽕나무	8(1)
<i>Glyphodes quadrimaculalis</i>	큰각시들명나방	<i>Ricinus communis</i>	아주까리	9(1)
<b>Lymantriidae</b>				
<i>Euproctis similis</i>	흰독나방	<i>Prunus mume</i>	매실나무	6(1)
		<i>Crataegus pinnatifida</i>	산사나무	9(1)
<i>Euproctis subflava</i>	독나방	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	뽕국채	6(1)
<b>Noctuidae</b>				
<i>Autographa nigrisigna</i>	검은은무늬밤나방	<i>Aster tataricus</i>	개미취	8(1)
<i>Pseudaletia separata</i>	멸강나방	<i>Cudrania tricuspidata</i>	구지뽕나무	8(1)
<i>Apatele major</i>	왕칼무늬나방	<i>Acer mono</i>	고로쇠나무	8(1)
<i>Spodoptera exigua</i>	과밤나방	<i>Lonicera japonica</i>	인동덩굴	5(2)
<b>Tortricidae</b>				
<i>Adoxophyes orana</i>	애문무늬잎말이나방	<i>Solidago virgaurea</i>	미역취	5(1)
<b>Glyphipterigidae</b>				
<i>Lepidotarphius perornatella</i>	창포그림날개나방	<i>Acorus gramineus</i>	석창포	8(4)
<b>Yponomeutidae</b>				
<i>Yponomeuta polystictus</i>	화살나무집나방	<i>Sophora flavescens</i>	고삼	9(4)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sacheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
Papilionidae				
<i>Papilio xuthus</i>	호랑나비	<i>Angelica dahurica</i>	구릿대	10(2)
		<i>Foeniculum vulgare</i>	회향	10(2)
<i>Papilio machaon</i>	산호랑나비	<i>Peucedanum japonicum</i>	갯기름나물	10(2)
Arctiidae				
<i>Eilema deplana</i>	노랑배불나방	<i>Acer mono</i>	고로쇠나무	5(0)
		<i>Aralia cordata</i>	독활	5(0)
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	물푸레나무	7(0)
		<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	7(1)
<i>Spilarctia subcarnea</i>	배붉은 흰불나방	<i>Veronica pseudolongifolia</i>	긴산꼬리풀	8(1)
Limacodiadae				
<i>Microleop longipalpis</i>	꼬마췌기나방	<i>Staphylea bumalda</i>	고추나무	10(1)
<i>Monema flavescens</i>	노랑췌기나방	<i>Rubus coreanus</i>	북분자말기	5(1)
		<i>Picrasma quassioides</i>	소태나무	9(4)
		<i>Ulmus parvifolia</i>	참느릅나무	10(4)
		<i>Juglans sinensis</i>	호두나무	7(2)
<i>Latoia consocia</i>	장수췌기나방	<i>Prunus mume</i>	매실나무	8(1)
<i>Latoia sinica</i>	중국과랑췌기나방	<i>Betula platyphylla</i>	자작나무	9(4)
Nymphalidae				
<i>Polygonia caureum</i>	네발나비	<i>Angelica decursiva</i>	바디나물	9(0)
Sphingidae				
<i>Callambulyx tatarinovi</i>	녹색박각시	<i>Ulmus davidiana</i>	느릅나무	5(1)
Lasiocampoidae				
<i>Euthrix albomaculata</i>	대나방	<i>Betula platyphylla</i>	자작나무	10(1)

Table 20. Degree of pest injury of collected insects on medicinal plants in herb garden of Sancheong-gun A. D. T. Center -----Continued

Pest	Korean name	Host plant	Korean name	CT(DI) <sup>†</sup>
<b>Hymenoptera</b>				
Argidae				
<i>Arge similis</i>	극동등에 잎벌	<i>Peucedanum japonicum</i>	갯기름나물	7(0)
		<i>Angelica dahurica</i>	구릿대	7(0)
<i>Arge captiva</i>	홍가슴루리 등에잎벌	<i>Pulsatilla cernua</i>	할미꽃	10(1)
<i>Arge nipponensis</i>	왜장미등에 잎벌	<i>Peucedanum japonicum</i>	갯기름나물	6(0)
Braconidae				
<i>Bracon isomera</i>	고치벌	<i>Ligusticum tenuissimum</i>	고분	10(0)
		<i>Pyrus calleryana</i>	콩배나무	10(0)
Tenthredinidae				
<i>Athalia rosae rubicornis</i>	무잎벌	<i>Cucurbita pepo</i>	줄무늬국수 호박	6(1)
<b>Diptera</b>				
Bibionidae				
<i>Biblio aneuretus</i>	이마띠털 파리	<i>Elaeagnus umbellata</i>	보리수나무	10(0)
<b>Stylommatophora</b>				
Bradybaenidae				
<i>Acusta despecta</i>	명주달팽이	<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	9(1)
<b>Araneae</b>				
Tetranychidae				
<i>Tetranychus urticae</i>	점박이응애	<i>Taraxacum mongolicum</i>	민들레	5(1)
		<i>Ostericum koreanum</i>	강활	8(2)
<i>Tetranychus kanzawai</i>	차응애	<i>Hibiscus mutabilis</i>	부용	8(1)
		<i>Ricinus communis</i>	아주까리	8(4),9(4)
		<i>Leonurus japonicus</i>	익모초	9(4)

<sup>†</sup>CT; Collecting time(month), DI; Degree of injury, 0: no damage, 1; 1-25%, 2; 26-50%, 3; 51-75%, 4; more than 76%. <sup>‡</sup>Listed host plant(Lee *et al.*, 1994; Chung *et al.*, 1995), Another host plant was newly listed host plants for each insect.

Table 20.에서와 같이 해충별 가해 약용식물의 종수는 섬서구메뚜기가 감국 (*Chrysanthemum indicum*) 등 42종으로 가장 많았으며, 알락수염노린재가 강활 (*Ostericum koreanum*) 등 22종, 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)이 가막살나무 (*Viburnum dilatatum*) 등 20종, 애긴노린재(*Nysius plebejus*)가 개미취(*Aster tataricus*) 등 15종으로 기주범위가 넓은 것으로 확인되었다. 그러나 대부분의 해충들은 5종 이하의 약용식물에서 채집되었다.

그 밖의 분류군별로는 응애류가 1과 2속 2종, 연체동물문(Mollusca) 복족강(Gastropoda)의 병안목(Stylommatophora)에서 1과 1속 1종, 곤충강에서 7목 42과 86속 95종이었다. 곤충강에서는 딱정벌레목이 10과 26속 26종, 나비목이 12과 21속 24종으로 가장 많이 발생하는 해충군이었으며 매미목이 6과 14속 17종, 노린재목이 6과 16속 16종, 메뚜기목이 5과 7속 7종, 벌목이 2과 2속 4종, 파리목이 각각 1과 1속 1종이었다.

한편, 찔레나무(*Rosa multiflora*)에서 피해가 확인된 검정장미거위벌레(*Auletobius uniform*)와 복분자딸기(*Rubus coreanus*)에서 기록된 노랑췌기나방(*Monema flavescens*) 등 19종의 해충들을 제외한 대부분의 해충들은 약용식물에서 그 피해가 처음으로 확인된 종들이었으며, 20종의 약용식물을 제외한 대부분의 식물들 또한 각각의 해충들에서 처음으로 기주로 확인된 종들이었다.

조사된 해충들 중 섬서구메뚜기와 복숭아혹진딧물은 기주범위가 넓었을 뿐만 아니라 피해율도 75% 이상으로 가장 문제가 되는 해충들이었다.

### 3. 약용식물 조사지역에서 발굴한 천적자원 생태 조사.

#### 가. 재료 및 방법

##### 1) 천적 자원

천적 자원 발굴은 각 조사지역의 토양을 채집한 후, Galleria Trap을 이용하여 천적의 유무를 확인하였다.

천적(*Steinernema* sp. 왕릉 strain)은 경남 산청군 시천면 중산리 지리산 왕릉의 토양에서 Galleria Trap을 이용하여 발굴하였는데, White Trap을 이용하여 수확한 후, 꿀벌부채명나방(*Galleria mellonella*) 노숙유충에서 Dutky *et al.*(1964)의 방법으로 대량 증식시켜 이용하였다. 증식된 선충은 White trap을 이용하여 수확하였으며 13℃냉장고에 보관하면서 수확 후 3주 이내의 것을 사용하였다(Woodring and Kaya 1988).

##### 2) 온도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 병원성에 미치는 영향

###### 가) 온도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 병원성에 미치는 영향

온도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain에 미치는 영향을 알아보기 위하여 55 × 15mm 플라스틱 petri dish에 여과지 2장을 깔고는 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 침입태 유충을 5, 10, 20, 40, 80, 160마리/0.5 ml 농도로 골고루 접종하였다. 그리고 꿀벌부채명나방 노숙유충 한 마리씩을 각 petri dish에 넣었다. 처리된 petri dish는 수분 증발을 방지하기 위하여 polyethylene film에 싸서 통기를 위하여 4~5개의 구멍을 뚫은 다음 13, 18, 24, 30, 35℃의 항온기에 보관하였다. 대조구는 살균수 0.5 ml만을 처리하였으며 실험은 10개의 Petri dish를 한 반복으로 하여 4반복으로 수행하였다. 처리 후 15일 동안 매일 꿀벌부채명나방 유충의 치사유무를 확인하였다.

###### 나) 온도와 접종농도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 기주 체내 정착에 미치는 영향

온도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 병원성에 미치는 영향 실험과 같은 조건에서 치사된 꿀벌부채명나방 유충을 각 처리 당 10마리씩을 치사 3일 후 임의로 선택하여 40배의 해부현미경하에서 해부하여 살아있는 선충의 수를 조사하였다.

다) 온도와 접종농도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain의 증식량에 미치는 영향

온도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 병원성에 미치는 영향 실험에서 치사된 꿀벌부채명나방 유충을 일주일 후 임의로 4~11마리를 선택하여 White trap을 설치하였다. White trap은 100 × 15mm 크기의 petri dish에 55 × 15 mm 크기의 petri dish 뚜껑을 그대로 넣고, 55 mm 여과지(Whatman No. 2)를 사다리꼴 모양으로 양쪽을 자른 후 반쯤 걸쳐놓은 다음 피펫을 이용하여 살균수 8 ml를 넣었다. 그리고는 치사된 꿀벌부채명나방 유충 한 마리를 여과지 위에 걸쳐놓았다. 그리고 White trap 들은 치사율 조사를 위하여 처리하였던 원래 온도인 13, 18, 24, 30, 35℃의 항온기에 30일 동안 보관하면서 매일 탈출해 나오는 선충의 수를 해부현미경하에서 헤아렸다.

#### 나. 결과

1) 온도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 병원성에 미치는 영향

온도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 병원성에 미치는 영향에 대한 실험의 결과는 Fig. 2와 같았다.

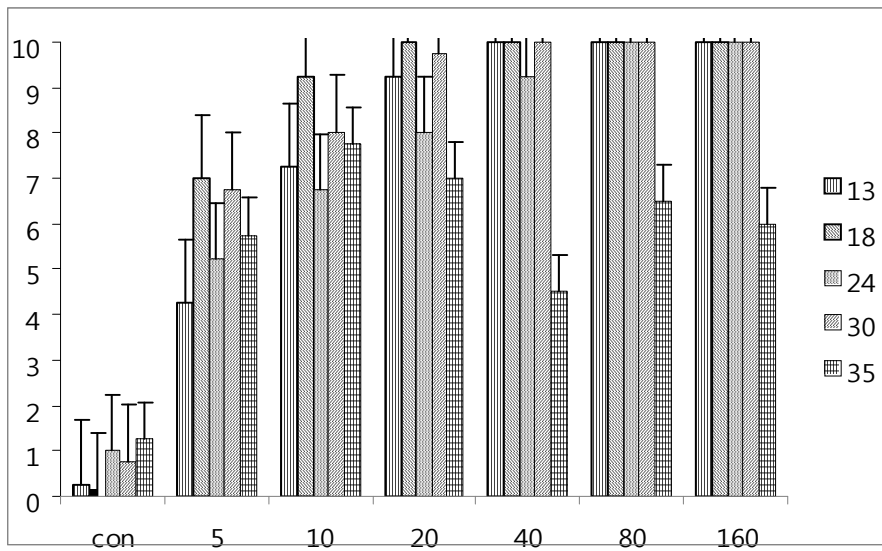


Fig. 2. Effect of temperature and dosage on infectivity of *Steinernema* sp. Wangreong strain

온도와 접종농도는 *Steinernema* sp. 왕릉 strain의 감염유충에 의한 꿀벌부채명나방 유충 치사율에 영향을 미쳤다. 35°C를 제외한 모든 온도에서 접종농도가 증가할수록 치사율이 증가하는 경향이 있었다. 80마리 이상의 접종농도에서는 35°C를 제외한 모든 온도에서 100%의 치사율을 보였다(Fig. 2). 온도별로 18°C는 20마리 이상의 접종농도에서 100%의 치사율을 보여 다른 온도에 비하여 치사율이 높았다. 반면 35°C에서는 160마리 농도에서도 60%의 치사율을 보였다.

2) 온도와 접종농도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 기주 체내 정착에 미치는 영향

온도와 접종농도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 기주 체내 정착에 미치는 영향에 관한 조사의 결과는 Fig 3.과 같았다.

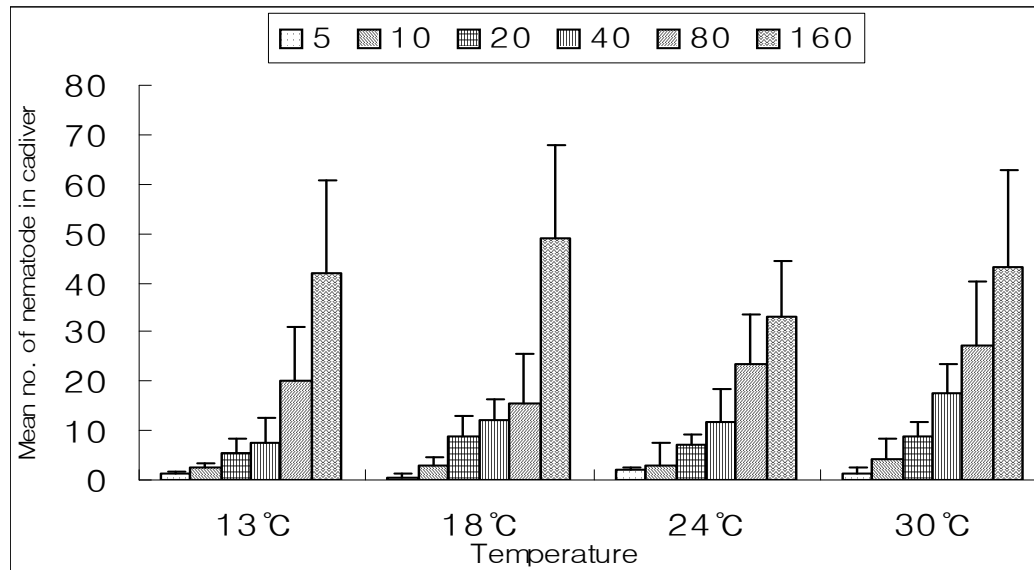


Fig. 3. Effect of temperature and dosage on the establishment of infective juveniles of *Steinernema* sp. Wangreong strain in *Galleria mellonella* larvae

조사 결과, 접종농도에 따라 꿀벌부채명나방의 체내에 침입한 선충수가 상대적으로 많았다. 또한, 18°C의 경우, 160마리의 농도로 접종했을 때 가장 높은 침입수를 나타내었다(Fig. 3).



3) 온도와 접종농도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain의 증식량에 미치는 영향

온도와 접종농도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain의 증식량에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 21.과 같았다. 온도별 접종농도에 따른 증식량의 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았으나, 접종농도별 온도에 따른 증식량은 대부분의 농도에서는 24℃에서 가장 많은 증식수를 나타내었지만, 40, 80Ijs의 선충 농도에서는 18℃에서 가장 많은 증식수를 나타내었다. 하지만 대체적으로 *Steinernema* sp. 왕릉 strain의 증식에 가장 좋은 조건은 24℃의 조건임을 알 수 있었다.

Table 21. 온도별 접종농도에 따른 *Steinernema* sp. 왕릉 strain의 증식수

Dose (Ijs)	Number of Ijs ± SD				
	13℃	18℃	24℃	30℃	35℃
5	8162±11442	15615±18628	25987±42252	18462±16549	0
10	1592±1367	8501±10660	31308±28891	24517±19329	0
20	6072±9870	9614±14089	29825±20019	21844±21315	0
40	15697±11596	23681±22192	17883±13834	10782±11017	0
80	10983±14185	24730±20104	23332±16648	24654±26100	0
160	16588±7510	10627±13872	21352±16026	25161±17380	0

결과적으로, 온도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 병원성에 미치는 영향, 온도와 접종농도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충의 기주 체내 정착에 미치는 영향, 온도와 접종농도가 *Steinernema* sp. 왕릉 strain의 증식량에 미치는 영향에 대한 세 가지의 생태실험을 통하여 경남 산청군 시천면 중산리 지리산 왕릉에서 발굴한 *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충은 나비, 나방류등의 방제인자인 곤충병원성선충으로서 활용가능성을 나타내었다.

하지만, *Steinernema* sp. 왕릉 strain 선충에 대한 좀 더 세부적인 생태실험과 형태학적인 동정이 요구된다.

## 제 2 절 약용식물 뿌리혹선충 방제제 개발

### 1. 살선충 활성 물질 조사

#### 가. 재료 및 방법

##### 1). 실험 선충

##### 가) 선충 채취

실험에 사용한 선충은 상주대학교 생명자원과학대학 부속농장 더덕포장과 경남 의령 수박 재배지역에서 더덕 및 수박의 생육기간 중에 토양에서 분리하여 이용하였다. 선충의 채취방법은 토양표면을 5 cm 걷어내고, 더덕과 수박을 채취하여 뿌리혹선충이 감염되어 있는지 유무를 확인한 뒤, 삽을 이용하여 10 kg 정도의 토양을 채취하여 실험실로 가져 와서 실험에 이용하기 전까지 실온 암실에 보관하면서 분리하여 이용하였다.

##### 나) 선충 분리 및 동정

실험실의 실온 암실에 보관중인 토양(10 kg)을 충분히 혼합하여 잘게 부순 뒤 2 mm체로 걸러 선충을 분리 하였다. 선충 분리방법은 채취한 흙을 표준 망체(60, 325, 400 mesh)를 사용하여 체로 쳐서 굵은 돌과 식물 뿌리 등을 골라내고, 선충만을 걸러내기 위하여 plastic funnel에 Kimwipes(Kimberly, M-15, USA)를 걸치고, 체로 친 토양을 넣은 뒤 물을 가득 부었다. 24시간 동안 정치시킨 후 깔때기 아래쪽에 모여 있는 선충을 수집하였다. 수집 후 실체현미경을 이용하여 1 ml/100마리 이상의 밀도를 유지하기 위해 이와 같은 방법으로 선충을 반복적으로 분리하여 분리된 뿌리혹선충은 250 ml cell culture flask에 저장하여 4℃ 냉장 보관하였다. 당근뿌리혹선충의 동정은 암컷 성충의 음문부 주름 모양을 이용하여 판별 하였다(Sasser and Cauter, 1985; Choi, 1996; 2001).

##### 2) 살선충 활성 약용식물의 선발 및 추출

##### 가) 약용식물의 선발

살선충 활성 가능성이 있는 약용식물의 선발을 위하여 동의보감(Kim, 1999)과 본초학(Kim *et al.*, 2005), 약용식물 전문서적(Kwon, 1977; Mun, 1984; Bae, 2000;

Korean society for the medicinal plant research, 2004; Hong, 2005)을 토대로 살충 또는 기생충 치료제로 사용되는 약용식물을 선발하였으며 구전 등을 통해 지역적으로 이용되고 있는 뽕장풀(*Desmodium caudatum*)과 같은 식물자원을 포함하여 32종의 약용식물을 후보 식물체로 선발하였다(Table 23). 선발된 식물체 중 뽕장풀은 자생지인 제주도에서 10월에 채취하여 이용하였다. 나머지 약용식물들은 서울의 경동시장 한약 건재상에서 구입하여 이용하였다.

또한, 아프리카에 있는 수단 Gezira locality로부터 27종의 식물을 선발하여 실험에 사용하였다(Table 24).

#### 나) 식물체 추출

식물체의 추출을 위하여 준비된 식물체들은 실험실 실내에서 1 ~ 2주 동안 음건하여 건조시킨 뒤, 가정용 믹서기(Hanil HMF-370, Korea)를 이용하여 고운 분말이 될 때까지 분쇄하여 3 mm 체로 체질 하였다. 식물체들 중 뿌리, 줄기, 잎, 가지 부분의 시료들은 methyl alcohol 추출법으로 추출하였고, 열매나 씨앗과 같이 지방 성분이 많은 시료들은 hexane 추출법을 이용하여 추출하였다(Kim *et al.*, 2003). 1차 활성 검정결과 살선충 활성이 높은 시료들은 물을 이용하여 냉수 또는 온수 추출을 하여 활성을 재 검정하였다.

Methyl alcohol 추출은 식물체 분말 100 g을 계량하여 500 ml Erlenmeyer flask에 넣고, 시료가 잠길 때까지 methyl alcohol을 부었다. 그리고 실온에 48시간 동안 정치시키고, 여과지(Sanyo 90 mm Ø, No 2, Japan)로 이용하여 고형물을 걸러내고, 액상물은 500 ml 라운드 플라스크에 넣었다. 고형물은 다시 500 ml Erlenmeyer flask에 넣고, 메탄올이 잠길 때 까지 넣은 다음 동일한 방법으로 액상물을 수집하였는데 3차례에 걸쳐 수행하였다. 액상물이 담긴 플라스크는 Rotary vacuum evaporator (EYELA, N-12, Japan)를 이용 감압 농축하여 시료를 정제한 뒤 10 ml glass vials에 담아 수율을 계산하고, 4°C 냉장보관을 하였다.

Hexane 추출은 식물체 분말 100 g을 계량하여 500 ml Erlenmeyer flask에 넣고, 시료가 잠길 때까지 hexane을 부었다. 그리고 실온에 48시간 동안 정치시키고, 여과지(Sanyo 90 mm Ø, No 2, Japan)를 이용하여 고형물을 걸러내고, 액상물은 500 ml 라운드 플라스크에 넣었다. 고형물은 다시 500 ml Erlenmeyer flask에 넣고, hexane이 잠길 때까지 넣은 다음 동일한 방법으로 액상물을 수집하였는데 3차례에 걸쳐 수행 하였다. 액상물이 담긴 플라스크는 Rotary vacuum evaporator (EYELA, N-12,

Japan)를 이용 감압 농축하여 시료를 정제하여 10 ml glass vials에 담아 수율을 계산하고, 4°C 냉장보관을 하였다.

온수추출은 500 ml Erlenmeyer flask에 분쇄한 분말시료 5 g과 2차 증류수 500 ml를 넣어 고압멸균기를 사용하여 125°C, 1.5기압 조건에서 30분간 멸균시켜 추출하였다. 추출한 후 여과지(Sanyo 90 mm Ø, No 2, Japan)를 이용하여 고형물을 걸러내고, 액상물은 500 ml cell culture flask에 넣고, 4°C 냉장 보관하였다.

냉수추출은 500 ml Erlenmeyer flask에 분쇄한 분말시료 5 g과 2차 증류수 500 ml를 넣고, shaking incubator(Max Q4000, Barnstead International, USA)를 이용하여 24°C, 50 ppm 속도로 24시간 추출한 후 여과지(Sanyo 90 mm Ø, No 2, Japan)를 이용하여 고형물을 걸러내고, 액상물은 500 ml cell culture flask에 넣고 4°C 냉장 보관하였다.

### 3) 살선충 효과검정

#### 가) 메탄올과 hexan 추출물을 이용한 살선충 효과 검정

4°C의 냉장고에 보관 중이던 당근뿌리혹선충과 한국산 약용식물 32종과 수단으로부터 가져온 27종의 식물체 추출물을 실온에 꺼내어 1 ~ 2시간을 정치시킨 후 각각의 식물체 추출물은 100 ml 비이커에 2차 증류수 50 ml와 함께 Triton X-100을 0.1 ml/liter씩 넣고, 각각의 추출물을 1,000 ppm 농도로 희석하였다. 45 ml 플라스틱 시험관을 이용하여 약용식물 추출물을 각각 3 ml를 넣고, 토양에서 분리하여 냉장고에 보관 중이던 당근뿌리혹선충을 1 ml 당 100마리 밀도로 계수하여 각각 3 ml 씩을 같이 접종하였다. 식물체 추출물과 당근뿌리혹선충을 혼합한 시험관은 실내 암실(24 ± 2°C)에 보관하면서 24시간 후 실체현미경에서 살아있는 선충의 수를 조사하였다(Zasada, 2002). 선충의 생사 유무는 편으로 선충을 건드려 반응이 없는 것을 이용하여 판정하였다. 실험은 한 시험관을 1반복으로 4반복 처리하였으며 대조구는 살균수만 3 ml를 넣어 실험하였다.

한편, 수단으로부터 가져온 27종의 식물체 추출물 3 ml은 위와 같은 방법으로 당근뿌리혹선충을 1ml 당 100마리 밀도로 계수하여 각각 3 ml 씩을 같이 접종한 후, 24, 48, 72시간 후에 치사율을 조사하였다.

1차 실험에서 선충의 치사율이 높았던 팔꽃나무(*Daphne genkwa*), 된장풀(*Desmodium caudatum*), 정향나무(*Eugenia caryophyllata*), 사군자(*Quisqualis indica*), 생강(*Zingiber officinale*)은 희석 배수를 달리하여 살선충 활성을 조사하였는데 실험의 방법은 진술한 바와 동일하며 추출물의 농도는 31.25 ppm에서 4,000ppm 까지 처리하였다.

그리고 수단으로부터 가져온 식물체 추출물 중 효과가 있었던 5종을 선발하여 50ppm의 농도로 2차 실험을 실시하였다.

#### 나) 온수와 냉수 추출물을 이용한 살선충 효과 검증

메탄올과 헥산 추출물에 대하여 살선충 활성이 높았던 약용 식물인 팔꽃나무, 된장풀, 정향나무, 사군자, 생강은 다시 온수와 냉수 추출법을 이용하여 살선충 효과를 재 검증하였다. 앞에서 실험한 방법과 동일한 방법으로 뿌리혹선충의 치사율을 조사하였으며 그들 중 살선충 효과가 높았던 추출물인 사군자, 완화, 건강은 추출물의 농도를 62.5 ppm에서 1,000 ppm까지 희석하여 접종한 후 다시 살선충률을 조사하였다.

#### 다) 식물체 추출물이 난낭 부화에 미치는 영향

메탄올과 헥산 추출물에 대하여 살선충 활성이 높았던 한국산 약용식물과 수단산 식물 추출물 12종을 선발하였고(Table 22), 50,000, 5,000, 500ppm 농도로 희석하여 각각 3 ml씩 9.5cm×1.5cm X-Plate에 넣고, 고구마뿌리혹선충의 난낭 100개씩을 3ml 물과 함께 접종하였다. 고구마뿌리혹선충 난낭은 수박에서 0.5 % Sodium hypochloride를 이용하여 채집하여(Orion, 2001) 이용하였는데 식물추출물과 선충을 혼합한 후 상온에 보관하였고 3, 7, 21일 후에 부화한 유충의 수를 조사하였다. 한 개의 1/4 영역을 한 반복으로 4반복 하였으며 2회 수행하였다.

Table 22. Herbal extracts used in this test and their yields in grams

Herbal extracts	Portions used	Values in grams
<i>Quisgalis indica</i>	Fruit	12.1
<i>Desmodium caudatum</i>	Leaf	17.2
<i>Zingiber officinale</i>	Rhizome	7.0
<i>Daphane genkwa</i>	Bud of flower	2.9
<i>Areca catechu</i>	Seed	3.7
<i>Dinbera retroflexa</i>	Leaf	62.8
<i>Cucumis mello var agrestis</i>	Fruit	29.0
<i>Zizphus spina-christ</i>	Leaf	22.4
<i>Acacia nilotica</i>	Pod	40.8
<i>Chenopodium album</i>	Leaf	70.2
<i>Azadirachta indica</i>	Seed	18.0
<i>Calotropis procera</i>	Leaf	20.3

#### 4) Pot 실험

##### 가) 선충 감염 토양을 이용한 실험

실내 실험에서 당근뿌리혹선충의 살선충 효과가 높은 식물체 추출물을 대상으로 pot에서 실험을 수행하였다. 상주대학교 부속농장 더덕 재배지의 당근뿌리혹선충이 감염된 토양을 채취한 뒤 600 g을 플라스틱 pot(20 cm x 14 cm x 7 cm)에 넣고, 식물체 추출물에 침지처리를 한 토마토 모종 1주와 침지처리를 하지 않은 모종 1주를 대치되게 이식하였다. 침지처리는 살선충 활성이 높았던 식물체추출물 중 정향, 팔꽃나무, 사군자, 생강을 1,000 ppm농도로 희석하여 파종 40일된 토마토(슈퍼썬노드) 모종을 30초간 침지하여 수행하였는데 무처리는 토마토 모종을 물에 침지시켜 사용하였다. 한 개의 pot를 한 실험구로 5반복으로 처리하였으며 처리 후 pot는 실온(24 ± 2℃)에서 관리하였다. 토마토는 생육 중에 매일 관찰하여 수분을 공급해 주었으며 처리 30일 후에 각 처리구별로 토양 내의 당근뿌리혹선충 밀도와 토마토의 생육 상황을 조사하였다. 토양 내 당근뿌리혹 선충의 밀도는 pot의 흙을 약용식물 추

출물에 침지한 토마토 모종이 있는 부분과 무처리의 토마토 모종이 있는 부분으로 양분한 뒤 각각 300 g의 토양을 채취하여 앞에서 기술한 방법으로 선충을 분리하여 선충 수를 현미경하에서 조사하였다. 토마토의 생육은 뿌리 길이와 뿌리 건조 무게를 조사하였다.

#### 나) 부화 유충 접종 처리 실험

##### (1) 약용식물 액상 추출물을 이용한 pot 실험

완화와 사군자, 건강 추출물을 이용하여 당근뿌리혹선충 pot 방제실험을 수행하였다. 더덕 재배지 토양을 살균시켜 건조시킨 뒤 500 cc pot 에 500 cc를 넣은 후 수분을 포화상태로 공급하고, 발아 된 더덕묘를 이식하였다. 여기에 고구마뿌리혹선충에 감염 된 수박 묘에서 분리한 뿌리혹선충 난낭을 부화시켜 pot 당 200마리/10mL 농도로 접종하였다. 접종 3일 후 각 식물체 추출물을 1000 ppm농도로 10 mL씩 접종하고, 60일 후 토양 내 뿌리혹선충수를 조사하였다.

##### (2) 약용식물 분말 처리 실험

토양은 살균한 sandy와 clay의 비율을 2:1로 섞은 다음 직경 15cm의 Pot에 넣은 후 수단산 식물의 분말(Powder)을 각각 7.5, 5, 그리고 2.5g의 농도로 섞었다. 각각의 Pot에 40일된 수박을 심은 후, 수박 묘종 주위의 토양에 구멍을 뚫은 후 고구마뿌리혹선충 2령충을 500마리/5ml의 농도로 접종하였다. 대조구로 선충탄 입체 (동부한농)를 식물의 분말 대신 섞었으며, 무처리는 식물 분말을 처리하지 않고 선충만 접종하였다. 선충 처리 후 50일째, 수박의 지상부와 지하부의 생체량과 뿌리의 피해지수(Index) 및 100g 당 선충수를 조사하였다. 피해지수는 0~10까지 분류하였는데, 그 기준은 선충의 침입이 없는 경우를 0, 아주 적은 선충의 침입이 있는 경우를 1, 25%의 뿌리가 혹을 형성하여 그 기능을 할 수 없는 것을 5, 75%의 뿌리가 혹을 형성하여 그 기능을 할 수 없는 것을 7, 기주 식물이 죽은 경우를 10으로 피해지수를 측정하였다. 실험은 경상대학교 유리온실에서 수행하였다.

## 2. 살선충 활성물질 야외적용 시험

### 가) 더덕 재배지 뿌리혹선충 방제 실험

더덕 재배지에서 각 식물체 추출물의 뿌리혹선충에 대한 방제효과를 알아보기 위하여 5년간 더덕을 재배하여 뿌리혹선충의 발생밀도가 높은 경북 상주에서 실험을 수행하였다. 각 시험구의 크기는  $1 \times 2$  m 였으며 처리는 사군자와 완화, 건강 추출물을 1000배와 10000배액 처리하였는데 1000배액 처리구는 1 년근 더덕을 이식한 처리구와 과중한 처리구로 나누어 처리하였다. 처리 전 토양 내 선충 밀도와 60일 후 300g 토양 내 선충 밀도 및 뿌리에 형성된 뿌리혹수를 조사하였다.

### 나) 인삼 재배지 뿌리혹선충 방제 실험

인삼 재배지에서 한약재 추출물의 뿌리혹선충에 대한 방제효과를 알아보기 위하여 경북 영주의 인삼 재배지에서 실험을 수행하였다. 재배지 토양의 pH는 4.91이었으며 유기물량은 2.96%, EC는 0.46이었다. 시험구의 크기는  $1\text{m}^2$  크기로 하였으며 처리는 사군자 추출물 1000배액과 대조약제로 fosthiazate 입제를 기준량 사용하였다. 시험 전과 30, 60일 후 토양 300g당 선충 밀도를 조사하였으며 60일 후 인삼 뿌리에 형성된 혹 수를 조사하였다.

### 다) 참외 재배지 뿌리혹선충 방제 실험

참외 재배지에서 한약재 추출물의 뿌리혹선충에 대한 방제효과를 알아보기 위하여 경북 성주의 참외 재배지에서 실험을 수행하였다. 시험구의 크기는  $5\text{m}^2$  크기로 하였으며 처리는 사군자와 건강 추출물 1000배액과 분말 50 g 씩을 유박비료와 함께 사용하였으며 대조약제로 모캡 입제를 권장량으로 사용하였다. 입제와 분말은 정식전 토양혼화 처리하였으며 액제는 정식 당일 정식 후 관주하였다. 무처리구는 물만 관주하였으며 실험 전과 30, 60일 후 토양 300g당 선충 밀도를 조사하였다.

## 3. 대항식물 이용 시험

대항식물의 선충 길항효과를 검증하기 위하여 경상대학교 부속 농장에서 실험을 수행하였다. 포장은 고구마뿌리혹선충의 피해가 매년 발생하는 곳으로 전작기에 토마토를 재배한 포장이었는데  $1\text{m} \times 2\text{m}$  크기로 시험구를 설정한 후 참깨와 만수국, 다



다. 담배를 파종하였다. 90일 후 성장한 작물체와 함께 경운작업을 한 후 부직포를 덮은 다음, 가로와 세로 각각 10×20cm 간격으로 칼로 흙을 낸 뒤 뿌리혹선충 무발생지에서 1년간 키운 더덕(평균 무게: 3.3±0.79)을 각 구 당 100주씩 이식하였다. 무처리구는 작물을 심지 않고 방치한 상태로 두었으며 시험구는 난괴법 3반복으로 하였으며 시험구 사이는 0.5m씩 사이를 띄웠다. 이식 후 더덕의 넝쿨이 잘 자랄 수 있게 2m 높이의 지주를 설치하였으며 관행 관리법에 준하여 관리하였다. 이식 180일 후 각 처리구별로 20주의 더덕을 채취하여 뿌리혹수와 뿌리길이, 뿌리무게를 조사하였고, 토양 내 선충 밀도도 조사하였다.

## 나. 결과

### 1) 메탄올과 hexan 추출물의 수율

실험에 이용한 한국산 약용식물체 22목 32종의 메탄올과 hexan 추출물의 수율은 Table 23.와 같이 다양하게 나타났으며, 수단으로부터 가져온 18목 27종의 메탄올과 hexan 추출물의 수율은 Table 24.와 같다.

실험에 이용한 한국산 약용식물 32종의 식물체 시료들의 평균수율은 9.4%를 보였으며 hexan추출 시료들의 수율은 1.7 ~ 32.2%였으며, 메탄올 추출 시료들의 수율은 0.6 ~ 28.1%였다. 가장 높은 수율을 보인 식물체는 비자나무(*Torreya nucifera*)로 32.2%의 수율을 보였으며, 가장 낮은 수율을 보인 것은 쪽(*Polygonum tinctorium*)으로 0.6%의 수율을 보였는데 20%이상의 수율을 보이는 시료들은 목향(*Inula helenium*), 알로에(*Aloe arborescens*), 정향나무, 비자나무였다.

실험에 이용한 수단산 식물 27종의 식물체 시료들의 평균수율은 13.9%를 보였으며 시료들의 수율은 2.1 ~ 62.8%였다. 가장 높은 수율을 보인 식물체는 *Dinbera retroflexa*로 62.8%의 수율을 보였으며, 가장 낮은 수율을 보인 것은 *Lantana camara*으로 2.1%의 수율을 보였는데 20%이상의 수율을 보이는 시료들은 *Azadirachta indica*, *Acacia nilotica*, *Lawsonia inermis*, *Argemone mexicana*였다.

Table 23. List of 32 plants and their yield extracts with ethanol and hexane

Plant species	Family name	Used part	Yield(%)
<i>Acorus gramineus</i>	Araceae	Rhizome	5.6
<i>Quisqualis indica</i>	Combretaceae	Fruit	12.1
<i>Carpesium abrotanoides</i>	Compsitae	Fruit	3.4
<i>Inula helenium</i>	Compsitae	Root	20.2
<i>Xanthium strumarium*</i>	Compsitae	Fruit	9.8
<i>Pharbitis nil*</i>	Convolvulaceae	Seed	11.4
<i>Albizzia julibrissin</i>	Leguminosae	Bark	1.1
<i>Desmodium caudatum</i>	Leguminosae	Leaf	17.2
<i>Sophora Flacescens</i>	Leguminosae	Root	5.3
<i>Gleditsia japonica</i>	Leguminosae	Fruit	3.5
<i>Aloe ferox</i>	Liliaceae	Leaf	28.1
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Fruit	6.2
<i>Melia azedarach*</i>	Meliaceae	Branch	4.1
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	Fruit	11.8
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	Bark	2.8
<i>Eugenia caryophyllata</i>	Myrtaceae	Flower	22.3
<i>Areca catechu</i>	Palmac	Branch	3.7
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Branch	2.5
<i>Polygonum tinctorium</i>	Polygonaceae	Leaf	0.6
<i>Rheum coreanum</i>	Polygonaceae	Root	16.3
<i>Lepidium apetalum</i>	Cruciferae	Root	6.5
<i>Evodia rutaecarpa*</i>	Rutaceae	Fruit	1.7
<i>Ailanthus altissima</i>	Simaroubaceae	Rhizome	5.6
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	Aspidiaceae	Rhizome	10.2

Table 23. List of 32 plants and their yield extracts with ethanol and hexane

Plant species	Family name	Used part	Yield(%)
<i>Gentiana scabra</i>	Gentianaceae	Root	4.5
<i>Machgillus thunbergii</i>	Cinnamomum	Branch	2.5
<i>Prunus mume</i>	Rosaceae	Fruit	15.1
<i>Rubia akane</i>	Rubiaceae	Pericarp	12.5
<i>Torreya nucifera</i> *	Taxaceae	Fruit	32.2
<i>Daphne genkwa</i>	Thymelaeaceae	Leaf	3.7
<i>Torilis japonica</i> *	Umbelliferae	Fruit	5.3
<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	Rhizome	7.0

\*Hexane extract sample.

Table 24. List of plant species used for methanol or hexane extraction, the portion used and their yield

Family	Plant species	Portion <sup>a</sup>	Yield (%) <sup>b</sup>
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia bracteolata</i>	L	13.0
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	L	9.3
	<i>Solenostemma argel</i>	L	4.7
Asclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i>	L	9.3
Caesalpiniaceae	<i>Cassia senna</i>	S	6.0
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i>	L	10.7
	<i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i>	F	8.7
Fabaceae	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	S	3.8
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	L	6.3
	<i>Azadirachta indica</i>	S	34.8
Mimosaceae	<i>Acacia nilotica</i>	F	33.6
Rhamanaceae	<i>Ziziphus spina-christi</i>	L	5.1
Myrtaceae	<i>Eucalyptus microtheca</i>	L	14.0
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	L	10.6
	<i>Ocimum basilicum</i>	S	16.2
	<i>Ocimum</i> spp.	L	11.3
Lythraceae	<i>Lawsonia inermis</i>	L	25.7
	<i>Lawsonia inermis</i>	S	4.0
Poaceae	<i>Cymbopogon nervatus</i>	L	3.8
	<i>Dinbera retroflexa</i>	L	62.8
Salvarodaceae	<i>Salvadora persica</i>	L	13.4
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i>	L	8.2
	<i>Datura stramonium</i>	St	13
	<i>Datura stramonium</i>	S	6.3
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	L	2.1
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	S	33.6
Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i>	L	6.1

<sup>a</sup>L, leaves; S, seed; St, stem; and F, fruit.

<sup>b</sup>(Dried weight of methanol or hexane extract/dried weight of the sample plant) x 100.

2) 당근뿌리혹선충에 대한 살선충 효과 실내 검증

가) 메탄올과 헥산 추출물의 살선충 효과 실험

(1) 1차 실험

메탄올이나 헥산 추출법으로 추출한 한국산 약용식물 32종의 식물체들의 당근뿌리 혹선충에 대한 살선충 효과를 실내에서 실험한 결과는 Table 25.과 같았다.

Table 25. Mortality of the methanol or hexane extracts derived from oriental medicinal plants at 1,000 ppm to *Meloidogyne hapla* in laboratory

Plant species	Family name	Used part	% mortality (Mean±SE)
<i>Acorus gramineus</i>	Araceae	Rhizome	56.0±2.0 f-j*
<i>Quisqualis indica</i>	Combretaceae	Fruit	99.1±0.2 m
<i>Carpesium abrotanoides</i>	Compsitae	Fruit	5.2±0.3 g-m
<i>Inula helenium</i>	Compsitae	Root	47.1±3.4 i-m
<i>Xanthium strumarium</i>	Compsitae	Fruit	12.9±3.0 i-m
<i>Pharbitis nil</i>	Convolvulaceae	Seed	0 i-m
<i>Lepidium apetalum</i>	Cruciferae	Root	36.7±1.1 f-k
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	Aspidiaceae	Rhizome	16.3±1.5 d-h
<i>Gentiana scabra</i>	Gentianaceae	Root	38.8±1.5 i-m
<i>Machgilus thunbergii</i>	Cinnamomum	Branch	4.7±0.7 f-j
<i>Albizzia julibrissin</i>	Leguminosae	Bark	11.0±1.4 h-m
<i>Desmodium caudatum</i>	Leguminosae	Leaf	80.8±0.7 a-b
<i>Sophora Flacescens</i>	Leguminosae	Root	35.4±3.7 a-c
<i>Gleditsia japonica</i>	Leguminosae	Fruit	57.9±0.9 j-m
<i>Aloe ferox</i>	Liliaceae	Leaf	0 e-j
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Fruit	16.3±0.8 d-h
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	Branch	11.2±0.6 i-m
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	Fruit	7.6±1.9 a

\*Means followed by different letters within the column are significantly different( $P>0.05$ ).

Table 25. Mortality of the methanol or hexane extracts derived from oriental medicinal plants at 1,000 ppm to *Meloidogyne hapla* in laboratory ----Continued

Plant species	Family name	Used part	% mortality (Mean±SE)
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	Bark	44.8±0.8 k-m
<i>Eugenia caryophyllata</i>	Myrtaceae	Flower	88.4±1.5 b-f
<i>Areca catechu</i>	Palmac	Branch	45.2±5.5 h-m
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Branch	76.2±0.8 g-l
<i>Polygonum tinctorium</i>	Polygonaceae	Leaf	67.4±0.9 l-m
<i>Rheum coreanum</i>	Polygonaceae	Root	21.6±1.3 i-m
<i>Prunus mume</i>	Rosaceae	Fruit	23.3±1.8 l-m
<i>Rubia akane</i>	Rubiaceae	Pericarp	0 a-c
<i>Evodia rutaecarpa</i>	Rutaceae	Fruit	12.9±1.3 a-d
<i>Ailanthus altissima</i>	Simaroubaceae	Rhizome	32.6±4.0 a-e
<i>Torreya nucifera</i>	Taxaceae	Fruit	37.1±1.6 e-i
<i>Daphne genkwa</i>	Thymelaeaceae	Leaf	96.6±0.4 e-i
<i>Torilis japonica</i>	Umbelliferae	Fruit	37.1±1.6 c-g
<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	Rhizome	95.9±0.8 h-m

\*Means followed by different letters within the column are significantly different( $P>0.05$ ).

1,000 ppm 농도로 처리한 결과 식물체의 종류에 따라 당근뿌리혹선충의 치사율은 다양하게 나타났는데 팔꽃나무(*Daphne genkwa*), 사군자(*Quisqualis indica*), 생강(*Zingiber officinale*) 처리 시 90% 이상의 높은 살선충 활성효과를 보였다(df=31, 64, F=27.21,  $P>0.0001$ ). 반면 나팔꽃(*Pharbitis nil*)과 알로에, 꼭두서니(*Rubia akane*)는 살선충 활성이 전혀 없었으며 멀구슬나무(*Melia azedarach*) 열매 추출물은 7.6%의 선충 치사율을 보였으나 수피 추출물은 44.8%의 치사율을 보여 식물체의 이용 부위에 따라 살선충 활성이 상이하게 나타났다.

그리고, 메탄올이나 헥산 추출법으로 추출한 수단으로부터 가져온 27종 식물체들의 당근뿌리혹선충에 대한 살선충 효과를 실내에서 실험한 결과는 Table 26.과 같았다.

Table 26. Mortality of root-knot nematode juveniles by herbal extracts with 1,000 ppm

Herbal extracts	Mean mortality at		
	24 hrs $\pm$ SE	48 hrs $\pm$ SE	72 hrs $\pm$ SE
<i>Aristolochia bracteolate</i>	35 $\pm$ 8.5 ghij*	77 $\pm$ 2.8 abcd	90.0 $\pm$ 2.1 abcd
<i>Nerium oleander</i>	29 $\pm$ 1.4 hijkl	31.5 2.1 ijkl	60.3 $\pm$ 12 ijk
<i>Solenostemma argel</i>	49.5 $\pm$ 2.1 cdefg	92 $\pm$ 1.4 a	94.5 $\pm$ 4.2 ab
<i>Calotropis procera</i>	16 $\pm$ 2.8 klmno	53 $\pm$ 8.5 fgh	72 $\pm$ 6.6 efghi
<i>Cassia senna</i>	16 $\pm$ 1.4 klmno	20 $\pm$ 4.2 jklm	50 $\pm$ 2.6 klm
<i>Cucumis melo</i> (leaf)	2.5 $\pm$ 0.7 o	21 $\pm$ 11.3 jkl	39.3 $\pm$ 3.3 mn
<i>Cucumis melo</i> (fruit)	78 $\pm$ 7.1 a	83 $\pm$ 2.8 abc	98.8 $\pm$ 1.3 a
<i>Trigonella foenum-graecum</i>	25 $\pm$ 2.8 jklmn	26.5 $\pm$ 2.4 ijkl	73.3 $\pm$ 4.2 efgh
<i>Azadirachta indica</i> (leaf)	20.5 $\pm$ 6.4 jklmn	23.5 $\pm$ 2.1 jkl	46 $\pm$ 6.2 lm
<i>Azadirachta indica</i> (seed)	55.5 $\pm$ 9.2 bcde	62 $\pm$ 7.1 defg	80.5 $\pm$ 3.9 cdefg
<i>Acacia nilotica</i>	66.5 $\pm$ 6.4 ab	89 $\pm$ 2.8 ab	94.7 $\pm$ 1.3 ab
<i>Ziziphus spina-christi</i>	61 $\pm$ 8.5 bc	79.5 $\pm$ 0.7 abcd	89.5 $\pm$ 3.5 abcd
<i>Eucalyptus microtheca</i>	31 $\pm$ 2.8 hijkl	92.5 $\pm$ 0.7 a	96.0 $\pm$ 2.6 a
<i>Ocimum basilicum</i> (leaf)	15.5 $\pm$ 0.7 lmno	33 $\pm$ 8.5 ijk	66.5 $\pm$ 3.9 hij
<i>Ocimum basilicum</i> (seed)	11.5 $\pm$ 0.7 no	14 $\pm$ 2.8 lm	55.5 $\pm$ 3.4 jkl
<i>Ocimum</i> spp.	36.5 $\pm$ 3.5 fghij	37 $\pm$ 2.8 hij	70.3 $\pm$ 1.3 fghi
<i>Lawsonia inermis</i> (leaf)	11.5 $\pm$ 0.7 no	13.5 $\pm$ 0.7 lm	32.3 $\pm$ 3.6 n
<i>Lawsonia inermis</i> (seed)	12 $\pm$ 1.4 mno	15 $\pm$ 2.8 klm	46 $\pm$ 5.3 lm
<i>Cymbopogon nervatus</i>	60 $\pm$ 4.2 bcd	74.5 $\pm$ 10.6 abcd	83.0 $\pm$ 4.0 bcde
<i>Dinbera retroflexa</i>	44.5 $\pm$ 0.7 defg	72.0 $\pm$ 2.8 bcde	94.5 $\pm$ 1.2 ab
<i>Salvadora persica</i>	23 $\pm$ 1.4 jklmn	68 $\pm$ 1.4 cdef	73.3 $\pm$ 6.1 efgh
<i>Datura stramonium</i> (leaf)	43 $\pm$ 2.8 efghi	55 $\pm$ 2.8 efgh	68.8 $\pm$ 4.5 ghi
<i>Datura stramonium</i> (stem)	28 $\pm$ 1.4 ijklm	28 $\pm$ 1.4 ijkl	70.8 $\pm$ 6.4.3 fghi
<i>Datura stramonium</i> (seed)	26.5 $\pm$ 2.1 jklmn	34 $\pm$ 7.1 ij	81.8 $\pm$ 2.9 cdef
<i>Lantana camara</i>	32 $\pm$ 1.4 hijk	44 $\pm$ 1.4 ghi	79 $\pm$ 4.5 defg
<i>Aregimone mexicana</i>	21.5 $\pm$ 0.7 jklmn	21.5 $\pm$ 0.7 jkl	91.8 $\pm$ 1.7 abc
<i>Chenopodium album</i>	52 $\pm$ 1.4 bcdef	85 $\pm$ 2.8 abc	96.8 $\pm$ 3.3 a
Control	0.5 $\pm$ 0.7 o	1.5 $\pm$ 0.7 m	3.3 $\pm$ 1.2 o

\*Means with the same letter(s) in the column are not significantly different at  $P = 0.0001$  according to Tukey's studentized range test.

(2) 2차 실험

1차 실내 검정에서 살선충 활성이 높은 사군자, 팔꽃나무, 생강, 정향나무, 된장풀을 이용하여 농도별 살선충 활성을 알아보기 위하여 31.25 ppm 농도에서 4,000 ppm 농도까지 다양한 농도 조건에서 실내검정을 수행한 결과는 Fig. 4와 같았다.

사군자, 팔꽃나무는 500 ppm에서도 90% 이상의 치사율을 나타내었으며 생강은 500 ppm에서는 70% 내외의 선충 치사율을 보였으나 125 ppm에서도 50% 이상의 치사율을 보였다.

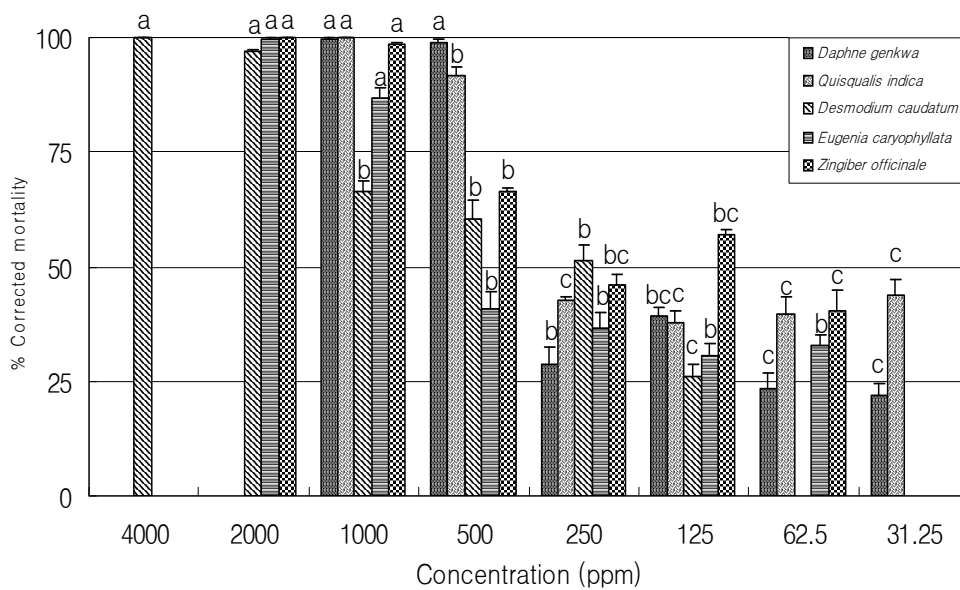


Fig. 4. Mortality of the extracts derived from oriental medicinal plants to *Meloidogyne hapla* at different concentration of plant extract. The same letter over the bars in each treatment indicates that there is no significantly among means ( $P>0.05$ ).



Table 27. Value of lethal concentration of *Meloidogyne hapla* with oriental medicinal plant extracts determined by aquatic suspension dipping method

Plant species	LC <sub>50</sub>	LC <sub>90</sub>
<i>Quisqualis indica</i>	204.1	1148.0
<i>Desmodium caudatum</i>	493.4	1409.0
<i>Eugenia caryophyllata</i>	519.2	1528.0
<i>Daphne genkwa</i>	289.6	593.0
<i>Zingiber officinale</i>	160.0	972.7

Plant was extract by methanol and hexane.

각 식물체 추출물의 당근뿌리혹선충의 반수 치사농도는 Table 27.과 같았다. 건강 추출물의 반수치사농도가 160.0 ppm으로 가장 낮아 당근뿌리혹선충에 대한 살선충 활성이 가장 높은 것으로 나타났으며 사군자가 204.1 ppm, 팔꽃나무가 289.6 ppm 이었다.

그리고 수단산 식물 추출물 중 살선충 활성이 높은 5종을 선발하여 50ppm의 농도로 수행한 실험의 결과는 *Acacia nilotica*가 7일째에 45.3 ±7.3로 상대적으로 높은 살선충 활성을 나타내었다(Table 28).

Table 28. Mortality of root-knot nematode juveniles by herbal extracts with 50 ppm

Herbal extract	Mean mortality at		
	24 hrs ± SE	48 hrs ± SE	72 hrs ± SE
<i>Dinbera retroflexa</i>	6±1.4 a*	7.3±2.2 b	36.5±6.2 a
<i>Cucumis melo</i> var <i>agrestis</i> (fruits)	5±2.4 ab	16±1.4 a	41.8±8.7 a
<i>Eucalyptus microtheca</i> (leaves)	2.3±0.5 bc	7.3±1.7 bc	29.5 ±3.1 a
<i>Acacia nilotica</i> (fruits)	6.6±1.8 a	11.5±2.6 b	45.3 ±7.3 a
<i>Chenopodium album</i> (leaves)	5.3± 1.5 ab	8.5±1.3 b	41.0 ±6.7 a
Control	0.5±0.6 c	3.5 ±1.3 c	4.5± 1.7 b

\*Means with the same letter(s) in the column are not significantly different at  $P = 0.0002$  for 24 hrs and at  $P = 0.0001$  for 48 and 72 hrs according to Tukey's studentized range test.

나) 온수와 냉수 추출물의 살선충 효과 실험

메탄올 추출과 핵산 추출방법을 이용하여 1,000 ppm에서 높은 살선충 활성효과를 나타냈던 5종의 약용식물을 대상으로 온수와 냉수 추출방법으로 당근뿌리혹선충의 살선충 효과를 실내 실험한 결과는 Table 29.와 같았다.

Table 29. Mortality of the hot and cold water and methanol extracts derived from oriental medicinal plants at 1,000 ppm to *Meloidogyne hapla*

Plant species	% mortality(Mean±SE)		
	Methanol extract	Hot water extract	Cold water extract
<i>Quisqualis indica</i>	100±0.0* a	98.5±0.3 b	98.2±0.7 b
<i>Desmodium caudatum</i>	66.3±3.8 a	31.5±8.0 b	24.6±3.8 b
<i>Eugenia caryophyllata</i>	86.8±3.8 a	36.6±3.8 b	43.0±8.4 b
<i>Daphne genkwa</i>	99.7±0.2 a	10.7±7.5 c	78.3±3.0 b
<i>Zingiber officinale</i>	98.6±0.7 a	99.1±0.5 a	35.9±12.8 b

\*Means followed by different letters between the column are significantly different( $P>0.05$ ).

온수 추출물들 중에서는 사군자와 생강 2종이 각각 98.3%, 99.1%의 당근뿌리혹선충 치사율을 나타내어 가장 효과가 높았으며 냉수 추출물들 중에서는 사군자만이 각각 98.2%의 높은 살선충 활성을 나타내었다. 특히 사군자는 추출방법에 상관없이 98%이상의 높은 살선충 활성을 나타내었다. 팔꽃나무와 생강은 추출방법에 따라 살선충 활성에 많은 차이를 보였는데 팔꽃나무는 냉수추출물이 온수추출물에 비하여 10배 정도 높은 살선충 활성을 보였으며 생강은 반대로 온수추출물이 냉수추출물에 비하여 2.5배정도 살선충 활성이 높게 나타났다.

90% 이상의 살선충 활성을 가지는 사군자와 생강을 대상으로 추출방법별에 따른 농도별 살선충 활성 검정의 결과는 Fig. 5, 6.과 같았다.

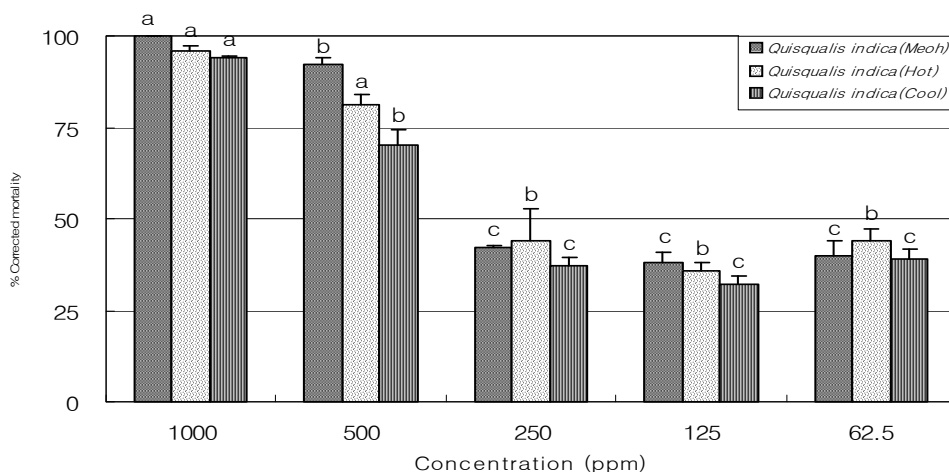


Fig. 5. Effect of extract methods and concentration on mortality of *Meloidogyne hapla* with *Quisqualis indica* extract. Nematode were dipped in plant extract suspension at 24 hours. The sam letter over the bars in each treatment indicates that there is no significantly among means ( $P>0.05$ ).

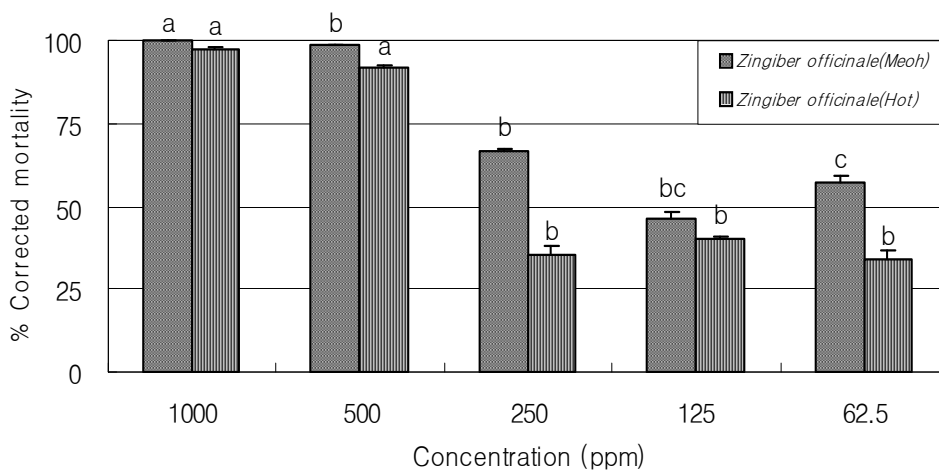


Fig. 6. Effect of extract methods and concentration on mortality of *Meloidogyne hapla* with *Zingiber officinale* extract. Nematode were dipped in plant extract suspension at 24 hours. The sam letter over the bars in each treatment indicates that there is no significantly among means ( $P>0.05$ ).

생강 추출물의 살선충 활성은 메탄올 추출의 경우 250 ppm까지 평균 70%의 당근 뿌리혹선충 치사율을 보였으나 온수 추출물은 250 ppm에서 평균 30%의 살선충 활성이 급감하였다(Fig. 6).

사군자는 500 ppm 농도를 제외하고, 추출방법별에 따른 당근뿌리혹선충의 살선충 활성에 큰 차이를 보이지 않았지만, 온수추출과 냉수추출물의 당근뿌리혹선충에 대한 반수치사농도는 Table 30.과 같이 157.8 ppm과 214.0 ppm으로 온수추출물의 살선충 활성이 높았다. 이는 메탄올 추출물의 반수치사농도인 204.1 ppm보다 낮은 값으로 사군자의 경우 온수 추출의 활성이 가장 좋은 것으로 나타났다.

Table 30. Value of lethal concentration of *Meloidogyne hapla* with *Quisqualis indica* extracts determined by aquatic suspension dipping method

Extract method	LC <sub>50</sub>	LC <sub>90</sub>
Hot water extract	157.8	1150.0
Cool water extract	214.0	1736.0

생강의 온수 추출물의 당근뿌리혹선충에 대한 LC<sub>50</sub>은 282.1 ppm이고, LC<sub>90</sub>은 826.9 ppm이었다.

다) 식물체 추출물이 부화에 미치는 영향

*Desmodium caudatum*, *Areca catechu*, *Dinbera retroflexa*, *Zizphus spina-christ*, *Cucumis mello var agrestis* 추출물은 10.000 ppm, 1000 ppm의 농도에서 당근뿌리 흑선충의 부화를 현저히 억제 시켰다(Table 31, 32). 하지만, 100ppm의 농도에서는 모두 낮은 억제효과를 보였다.(Table 33).

Table 31. Inhibition of egg hatching of *Meloidogyne incognita* with 10.000 ppm at 3, 5 and 7days

Treatment	Mean number of egg hatching $\pm$ SE		
	3 days after treatment	5 days after treatment	7 days after treatment
<i>Quisgalis indica</i>	2.0 $\pm$ 0.7 <sup>bc*</sup>	32.5 $\pm$ 4.7 <sup>a</sup>	96.8 $\pm$ 7.2 <sup>b</sup>
<i>Desmodium caudatum</i>	1.0 $\pm$ 0.6 <sup>c</sup>	5.8 $\pm$ 1.9 <sup>b</sup>	11.3 $\pm$ 5.1 <sup>de</sup>
<i>Zingiber officinale</i>	0.0 $\pm$ 0.0 <sup>c</sup>	10.0 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>	48.8 $\pm$ 7.2 <sup>c</sup>
<i>Daphane genkwa</i>	0.0 $\pm$ 0.0 <sup>c</sup>	1.8 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	21.8 $\pm$ 4.4 <sup>d</sup>
<i>Areca catechu</i>	0.0 $\pm$ 0.0 <sup>c</sup>	5.5 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	5.3 $\pm$ 0.6 <sup>de</sup>
<i>Dinbera retroflexa</i>	0.0 $\pm$ 0.0 <sup>c</sup>	1.3 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	1.5 $\pm$ 1.2 <sup>e</sup>
<i>Cucumis mello var agrestis</i>	3.3 $\pm$ 1.2 <sup>bc</sup>	1.8 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	1.8 $\pm$ 0.9 <sup>e</sup>
<i>Zizphus spina-christ</i>	0.0 $\pm$ 0.0 <sup>c</sup>	0.5 $\pm$ 0.3 <sup>b</sup>	0.5 $\pm$ 0.3 <sup>e</sup>
<i>Acacia nilotica</i>	3.3 $\pm$ 1.2 <sup>bc</sup>	9.3 $\pm$ 1.4 <sup>b</sup>	9.3 $\pm$ 1.4 <sup>de</sup>
<i>Chenopodium album</i>	2.0 $\pm$ 0.7 <sup>bc</sup>	2.5 $\pm$ 0.5 <sup>b</sup>	2.5 $\pm$ 0.5 <sup>e</sup>
<i>Azadirachta indica</i>	3.3 $\pm$ 1.2 <sup>bc</sup>	5.8 $\pm$ 1.1 <sup>b</sup>	5.8 $\pm$ 1.1 <sup>de</sup>
<i>Calotropis procera</i>	2.0 $\pm$ 0.7 <sup>bc</sup>	2.3 $\pm$ 1.0 <sup>b</sup>	4.8 $\pm$ 1.0 <sup>de</sup>
Control	15.0 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	38.5 $\pm$ 5.6 <sup>a</sup>	178.0 $\pm$ 7.3 <sup>a</sup>

\*Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's Studentized Range Test at P= 0.0001.

Table 32. Inhibition of egg hatching of *Meloidogyne incognita* with 1000 ppm at 3, 5 and 7 days

Treatment	Mean number of egg hatching $\pm$ SE		
	3 days after treatment	5 days after treatment	7 days after treatment
<i>Quisqualis indica</i>	22.0 $\pm$ 3.1 <sup>a*</sup>	47.5 $\pm$ 6.0 <sup>a</sup>	86.0 $\pm$ 4.6 <sup>b</sup>
<i>Desmodium caudatum</i>	6.5 $\pm$ 0.3 <sup>cde</sup>	38.5 $\pm$ 5.6 <sup>ab</sup>	36.0 $\pm$ 2.7 <sup>ef</sup>
<i>Zingiber officinale</i>	20.8 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup>	49.3 $\pm$ 7.4 <sup>a</sup>	59.3 $\pm$ 8.3 <sup>cde</sup>
<i>Daphane genkwa</i>	9.3 $\pm$ 1.7 <sup>bcd</sup>	40.0 $\pm$ 6.6 <sup>ab</sup>	45.5 $\pm$ 6.3 <sup>ed</sup>
<i>Areca catechu</i>	12.3 $\pm$ 1.0 <sup>bc</sup>	25.8 $\pm$ 3.2 <sup>bcd</sup>	51.8 $\pm$ 3.4 <sup>cde</sup>
<i>Dinbera retroflexa</i>	2.0 $\pm$ 1.1 <sup>de</sup>	5.3 $\pm$ 1.7 <sup>de</sup>	10.3 $\pm$ 2.4 <sup>fg</sup>
<i>Cucumis mello var agrestis</i>	0.3 $\pm$ 0.3 <sup>e</sup>	3.5 $\pm$ 1.3 <sup>e</sup>	5.5 $\pm$ 2.2 <sup>g</sup>
<i>Zizphus spina-christ</i>	1.8 $\pm$ 1.1 <sup>de</sup>	10.0 $\pm$ 0.9 <sup>cde</sup>	12.0 $\pm$ 1.4 <sup>fg</sup>
<i>Acacia nilotica</i>	4.3 $\pm$ 1.3 <sup>de</sup>	6.8 $\pm$ 1.9 <sup>de</sup>	8.5 $\pm$ 2.3 <sup>g</sup>
<i>Chenopodium album</i>	3.0 $\pm$ 0.7 <sup>de</sup>	29.5 $\pm$ 1.8 <sup>abc</sup>	56.3 $\pm$ 6.6 <sup>cde</sup>
<i>Azadirachta indica</i>	9.0 $\pm$ 1.9 <sup>bcd</sup>	46.0 $\pm$ 3.9 <sup>ab</sup>	65.0 $\pm$ 7.6 <sup>bcd</sup>
<i>Calotropis procera</i>	5.5 $\pm$ 1.6 <sup>cde</sup>	30.8 $\pm$ 4.9 <sup>abc</sup>	73.5 $\pm$ 3.6 <sup>bc</sup>
Control	15.0 $\pm$ 1.2 <sup>ab</sup>	43.5 $\pm$ 2.9 <sup>ab</sup>	178.0 $\pm$ 7.3 <sup>a</sup>

\*Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's Studentized Range Test at P= 0.0001.

Table 33. Inhibition of egg hatching of *Meloidogyne incognita* with 100 ppm at 3, 5 and 7 days

Treatment	Mean number of egg hatching $\pm$ SE		
	3 days after treatment	5 days after treatment	7 days after treatment
<i>Quisqualis indica</i>	8.0 $\pm$ 0.8 <sup>bc*</sup>	26.3 $\pm$ 3.2 <sup>bcd</sup>	47.3 $\pm$ 2.2 <sup>bcd</sup>
<i>Desmodium caudatum</i>	2.8 $\pm$ 1.1 <sup>c</sup>	21.0 $\pm$ 3.2 <sup>d</sup>	57.5 $\pm$ 5.4 <sup>bcd</sup>
<i>Zingiber officinale</i>	7.0 $\pm$ 1.7 <sup>bc</sup>	33.8 $\pm$ 3.4 <sup>abcd</sup>	48.8 $\pm$ 5.6 <sup>cd</sup>
<i>Daphane genkwa</i>	6.0 $\pm$ 1.1 <sup>bc</sup>	35.8 $\pm$ 3.2 <sup>abcd</sup>	51.8 $\pm$ 4.0 <sup>bcd</sup>
<i>Areca catechu</i>	4.0 $\pm$ 0.4 <sup>bc</sup>	26.0 $\pm$ 3.3 <sup>cd</sup>	49.5 $\pm$ 6.9 <sup>cd</sup>
<i>Dinbera retroflexa</i>	5.5 $\pm$ 1.6 <sup>bc</sup>	24.3 $\pm$ 2.6 <sup>cd</sup>	59.0 $\pm$ 8.5 <sup>bcd</sup>
<i>Cucumis mello</i> var <i>agrestis</i>	6.5 $\pm$ 1.0 <sup>bc</sup>	29.3 $\pm$ 1.4 <sup>abcd</sup>	39.0 $\pm$ 3.1 <sup>d</sup>
<i>Zizphus spina-christ</i>	6.5 $\pm$ 1.1 <sup>bc</sup>	31.5 $\pm$ 2.1 <sup>abcd</sup>	62.0 $\pm$ 3.2 <sup>bcd</sup>
<i>Acacia nilotica</i>	4.3 $\pm$ 0.5 <sup>bc</sup>	22.5 $\pm$ 1.9 <sup>d</sup>	34.3 $\pm$ 3.2 <sup>d</sup>
<i>Chenopodium album</i>	9.3 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	45.8 $\pm$ 3.5 <sup>ab</sup>	65.8 $\pm$ 6.7 <sup>bcd</sup>
<i>Azadirachta indica</i>	4.8 $\pm$ 0.9 <sup>bc</sup>	47.8 $\pm$ 7.5 <sup>a</sup>	83.3 $\pm$ 10.6 <sup>b</sup>
<i>Calotropis procera</i>	4.5 $\pm$ 1.0 <sup>bc</sup>	35.3 $\pm$ 7.4 <sup>abcd</sup>	78.3 $\pm$ 10.0 <sup>bc</sup>
Control	15.0 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	43.5 $\pm$ 2.9 <sup>abc</sup>	178.0 $\pm$ 7.3 <sup>a</sup>

\*Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's Studentized Range Test at P= 0.0001.

*Desmodium caudatum* 추출물은 처리 3일 후까지는 부화 억제 효과가 있었으나 5일 이후부터 부화억제 효과가 상쇄되었고, *Daphane genkwa* 추출물은 3주후부터 효과가 감소하였다.

### 3) Pot 실험

#### 가) 선충 감염 토양을 이용한 실험

실내 검정에서 살선충 활성 효과가 높았던 사군자, 팔꽃나무, 정향나무, 생강 4종의 식물체 추출물을 이용하여 pot에서 당근뿌리혹선충에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 7과 같았다. 모든 추출물 처리구가 무처리에 비하여 당근뿌리혹선충의 밀도가 낮게 나타났는데 실내 실험에서 살선충 활성이 높았던 사군자 처리구의 선충 밀도가 다른 처리에 비하여 무처리구의 50% 수준으로 가장 낮게 나타났다.

각 추출물 처리구의 당근뿌리혹선충 방제율은 사군자 처리에서 49.3%, 정향 처리구에서 46.2%였으나 처리간에는 차이를 보이지 않았다(Fig. 7).

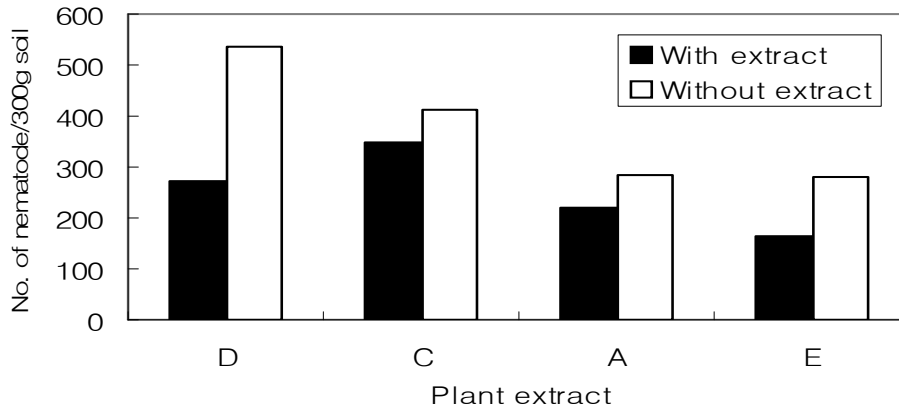


Fig. 7. Effect of medicinal plant extract on *Meloidogyne hapla* of *Lycopersicon esculentum* at 30 days after treatment in pot. Bars indicate standard error of the mean.

#### 나) 부화 유충 접종 처리 실험

##### (1) 약용식물 액상 추출물을 이용한 pot 실험

완화와 사군자, 건강 추출물을 이용하여 당근뿌리혹선충 pot 방제실험을 수행한 결과 모든 추출물 처리구의 토양 내 뿌리혹선충 밀도가 무처리구에 비해 낮았으며 사군자 처리구의 선충 밀도가 가장 낮았다(Fig. 8).



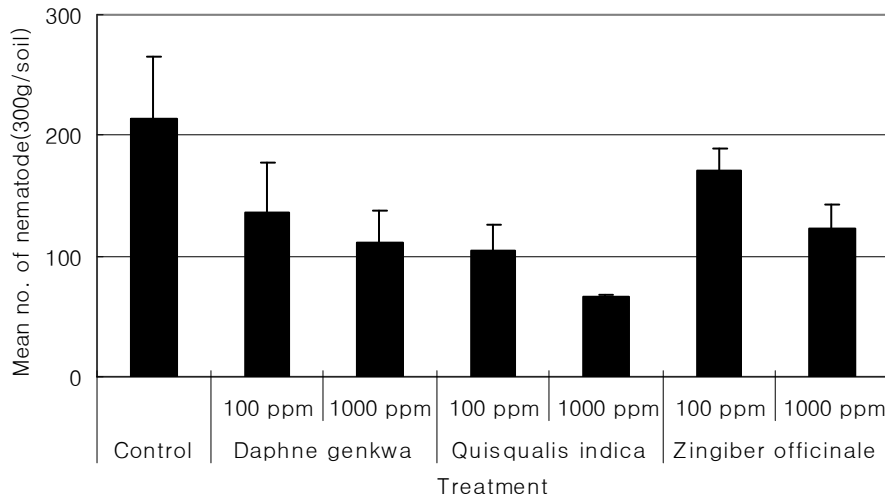


Fig. 8. 더덕 pot에서 당근뿌리혹선충에 대한 한약제 추출물의 선충 밀도 감소효과. 처리 후 60일차 조사.

(2) 약용식물 분말을 이용한 방제 실험

Pot내 약용식물 분말을 이용한 부화유충 접종 실험은 선충 처리일로부터 7주 후에 기주실물의 지상부와 지하부 생체량을 조사하였고(Table 34), 각각 뿌리의 피해지수와 100g 당 선충의 수를 조사하였다(Table 35). 선충 처리 후, 지상부와 지하부의 생체량은 2.5, 5, 7.5g의 농도별 큰 차이가 없었으나, 지상부에서는 *Azadirachta indica*, 지하부에서는 *Datura stramonium*가 다른 8종의 식물보다 상대적으로 높은 살선충 활성을 나타내었다(Table 34).

Table 34. Fresh weight of shoot and root of cucumber plants after 7 weeks

Herbal powder	Amount of powder/pot (g)	Mean shoot wt (g) ± SE	Mean root wt (g) ± SE
<i>Dinbera retroflexa</i>	7.5	73.3 ± 25.3 <sup>a</sup>	4.7 ± 1.4 <sup>a</sup>
	5	53.3 ± 22.9 <sup>a</sup>	4.7 ± 1.7 <sup>a</sup>
	2.5	60.8 ± 20.5 <sup>a</sup>	6.0 ± 1.4 <sup>a</sup>
<i>Aregimone mexicana</i>	7.5	33.7 ± 11.3 <sup>a</sup>	4.4 ± 0.5 <sup>a</sup>
	5	48.7 ± 22.0 <sup>a</sup>	5.6 ± 1.8 <sup>a</sup>
	2.5	42.5 ± 8.6 <sup>a</sup>	6.9 ± 3.2 <sup>a</sup>
<i>Zizphus spinachrist</i>	7.5	36.2 ± 3.8 <sup>a</sup>	5.1 ± 0.9 <sup>a</sup>
	5	33.7 ± 11.7 <sup>a</sup>	5.2 ± 0.9 <sup>a</sup>
	2.5	68.1 ± 27.1 <sup>a</sup>	3.3 ± 1.0 <sup>a</sup>
<i>Acacia nilotica</i>	7.5	26.9 ± 5.0 <sup>a</sup>	2.7 ± 0.1 <sup>a</sup>
	5	35.3 ± 15.4 <sup>a</sup>	9.5 ± 2.6 <sup>a</sup>
	2.5	76.6 ± 4.9 <sup>a</sup>	9.8 ± 1.8 <sup>a</sup>
<i>Azadirachta indica</i>	7.5	71.3 ± 14.1 <sup>a</sup>	5.7 ± 0.3 <sup>a</sup>
	5	66.4 ± 8.4 <sup>a</sup>	7.0 ± 3.4 <sup>a</sup>
	2.5	68.3 ± 22.4 <sup>a</sup>	5.8 ± 0.7 <sup>a</sup>
<i>Solenostemana argel</i>	7.5	43.7 ± 22.4 <sup>a</sup>	4.5 ± 0.6 <sup>a</sup>
	5	16.8 ± 4.5 <sup>a</sup>	3.0 ± 0.3 <sup>a</sup>
	2.5	58.5 ± 19.3 <sup>a</sup>	6.1 ± 1.9 <sup>a</sup>
<i>Datura stramonium</i>	7.5	40.3 ± 7.5 <sup>a</sup>	8.8 ± 1.8 <sup>a</sup>
	5	55.4 ± 17.2 <sup>a</sup>	5.7 ± 1.3 <sup>a</sup>
	2.5	75.8 ± 13.2 <sup>a</sup>	7.8 ± 2.1 <sup>a</sup>

Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's Studentized Range Test.

Table 34. Fresh weight of shoot and root of cucumber plants after 7 weeks

Herbal powder	Amount of powder/pot (g)	Mean shoot wt (g) ± SE	Mean root wt (g) ± SE
<i>Calotropis procera</i>	7.5	45.7 ± 19.8 <sup>a</sup>	5.1 ± 2.2 <sup>a</sup>
	5	51.1 ± 15.7 <sup>a</sup>	7.0 ± 4.1 <sup>a</sup>
	2.5	44.3 ± 16.3 <sup>a</sup>	5.8 ± 0.5 <sup>a</sup>
<i>Salvadora persica</i>	7.5	65.1 ± 17.6 <sup>a</sup>	6.0 ± 2.8 <sup>a</sup>
	5	40.0 ± 2.2 <sup>a</sup>	7.2 ± 2.2 <sup>a</sup>
	2.5	62.5 ± 17.7 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.9 <sup>a</sup>
Fosthiazate 5% G	—	84.8 ± 5.5 <sup>a</sup>	9.3 ± 1.2 <sup>a</sup>
Control	—	32.7 ± 5.0 <sup>a</sup>	4.0 ± 1.4 <sup>a</sup>

Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's Studentized Range Test.

또한, *Dinbera retroflexa*, *Aregimone mexicana*, *Zizphus spinachrist*는 100g 당 선충수에서 농도별로 차이를 보였는데 2.5g의 농도에 비해 상대적으로 5g과 7.5g의 농도에서 고구마뿌리혹선충에 대하여 높은 억제 효과를 나타내었다. 그리고, 무처리의 100g 당 선충 수 1419 ± 199마리에 비해 *Dinbera retroflexa*, *Aregimone mexicana*의 경우 7.5g의 농도에서 높은 살선충효과 및 억제효과를 나타내었다 (Table 35).

Table 35. Root knot index and number of juveniles per 100 g soil

Herbal powder	Amount of powder/pot (g)	Root Knot index $\pm$ SE	No. of juveniles/ 100 g soil $\pm$ SE
<i>Dinbera retroflexa</i>	7.5	5.3 $\pm$ 0.9 <sup>ab</sup>	166 $\pm$ 102 <sup>bc</sup>
	5	5.3 $\pm$ 1.2 <sup>ab</sup>	625 $\pm$ 268 <sup>abc</sup>
	2.5	4.0 $\pm$ 1.0 <sup>ab</sup>	1002 $\pm$ 421 <sup>abc</sup>
<i>Aregimone mexicana</i>	7.5	5.0 $\pm$ 1.5 <sup>ab</sup>	194 $\pm$ 101 <sup>bc</sup>
	5	5.3 $\pm$ 1.2 <sup>ab</sup>	321 $\pm$ 84 <sup>bc</sup>
	2.5	3.0 $\pm$ 0.6 <sup>ab</sup>	428 $\pm$ 172 <sup>abc</sup>
<i>Zizphus spinachrist</i>	7.5	5.7 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>	319 $\pm$ 141 <sup>bc</sup>
	5	5.3 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>	174 $\pm$ 35 <sup>bc</sup>
	2.5	4.0 $\pm$ 0.6 <sup>ab</sup>	1162 $\pm$ 400 <sup>ab</sup>
<i>Acacia nilotica</i>	7.5	3.7 $\pm$ 0.7 <sup>ab</sup>	157 $\pm$ 54 <sup>abc</sup>
	5	5.0 $\pm$ 1.2 <sup>ab</sup>	512 $\pm$ 366 <sup>abc</sup>
	2.5	3.3 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>	173 $\pm$ 2 <sup>abc</sup>
<i>Azadirachta indica</i>	7.5	3.7 $\pm$ 1.5 <sup>ab</sup>	223 $\pm$ 49 <sup>bc</sup>
	5	4.3 $\pm$ 1.3 <sup>ab</sup>	335 $\pm$ 78 <sup>bc</sup>
	2.5	2.7 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>	227 $\pm$ 156 <sup>bc</sup>
<i>Solenostemana argel</i>	7.5	4.3 $\pm$ 0.9 <sup>ab</sup>	222 $\pm$ 36 <sup>bc</sup>
	5	5.7 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>	154 $\pm$ 33 <sup>abc</sup>
	2.5	6.7 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	351 $\pm$ 142 <sup>bc</sup>
<i>Datura stramonium</i>	7.5	5.0 $\pm$ 0.0 <sup>ab</sup>	416 $\pm$ 120 <sup>abc</sup>
	5	4.3 $\pm$ 0.9 <sup>ab</sup>	865 $\pm$ 222 <sup>abc</sup>
	2.5	3.7 $\pm$ 1.2 <sup>ab</sup>	274 $\pm$ 122 <sup>bc</sup>
<i>Calotropis procera</i>	7.5	5.0 $\pm$ 1.0 <sup>ab</sup>	261 $\pm$ 118 <sup>bc</sup>
	5	6.3 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	713 $\pm$ 276 <sup>abc</sup>
	2.5	4.7 $\pm$ 1.3 <sup>ab</sup>	379 $\pm$ 152 <sup>abc</sup>
<i>Salvadora persica</i>	7.5	3.3 $\pm$ 0.9 <sup>ab</sup>	917 $\pm$ 269 <sup>abc</sup>
	5	4.7 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>	423 $\pm$ 211 <sup>abc</sup>
	2.5	4.0 $\pm$ 0.6 <sup>ab</sup>	203 $\pm$ 105 <sup>bc</sup>
Fosthiazate 5% G	—	1.3 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	33 $\pm$ 11 <sup>c</sup>
Control	—	7.3 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	1419 $\pm$ 199 <sup>a</sup>

Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's Studentized Range Test at P=0.289 for shoot weight and 0.5 for root weight.

## 2. 살선충 활성물질 야외적용 시험

### 가. 더덕 재배지 뿌리혹선충 방제 실험

더덕 재배지에서 각 식물체 추출물의 뿌리혹선충에 대한 방제효과를 알아보기 위하여 추출물 처리 60일 후 선충밀도 감소율을 이용하여 방제가를 비교한 결과 완화 처리구에서 50% 내외의 방제가를 보였으며 더덕 파종지에 사군자를 처리한 시험구에서 65.8%로 가장 방제가가 높았다(Fig. 9). 이식처리구에서 뿌리혹수는 사군자처리구에서 가장 적었다(Fig. 10).

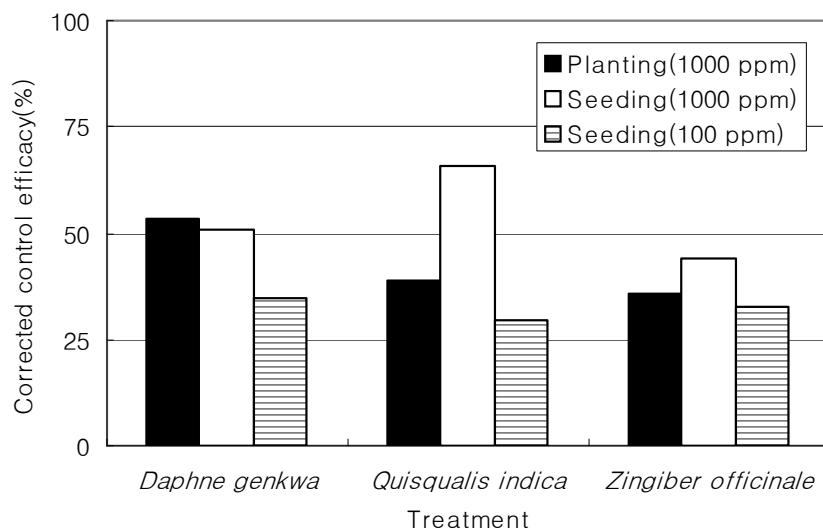


Fig. 9. Effect of herbal extract on control of root-knot nematode in *Codonopsis lanceolata* field at 60 days after treatment.

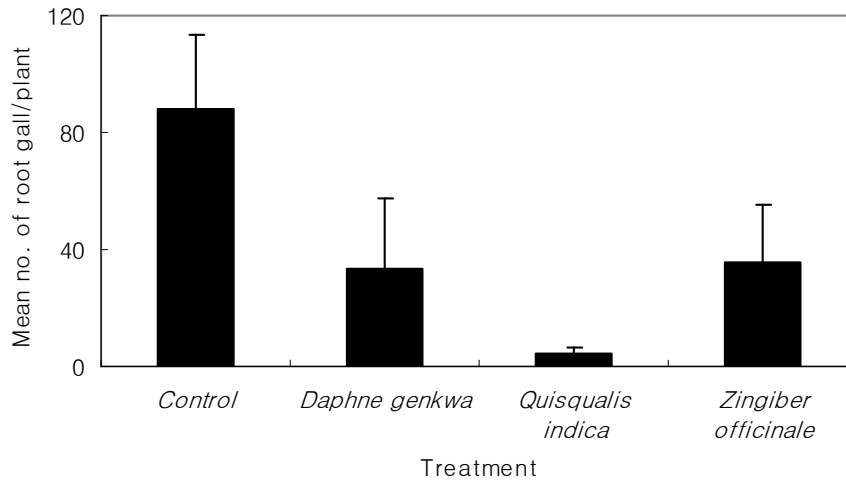


Fig. 10. Effect of herbal extract on gall of root-knot nematode in *Codonopsis lanceolata* field at 60 days after treatment.

#### 나. 인삼 재배지 뿌리혹선충 방제 실험

인삼 재배지에서 한약제 추출물의 뿌리혹선충에 대한 방제효과를 알아보기 위하여 처리 후 30일째 토양 내 뿌리혹선충 수는 사군자 처리구에서 33.5마리로 대조약제 처리구의 37.5마리와 차이가 없었으나 무처리구의 108.5마리에비해서는 현저한 밀도 감소 효과가 있었다. 60일째 조사에서는 사군자 처리구가 대조약제 처리구에 비하여 선충 밀도는 많았으나 무처리구의 112.4마리에 비해서는 3배 정도 낮은 밀도를 보였다(Fig. 11). 또한 60일째 인삼 뿌리에 형성된 혹수도 무처리구에서는 주당 0.5개가 형성된데 비하여 사군자 처리구와 대조약제 처리구에서는 혹이 형성되지 않았다.

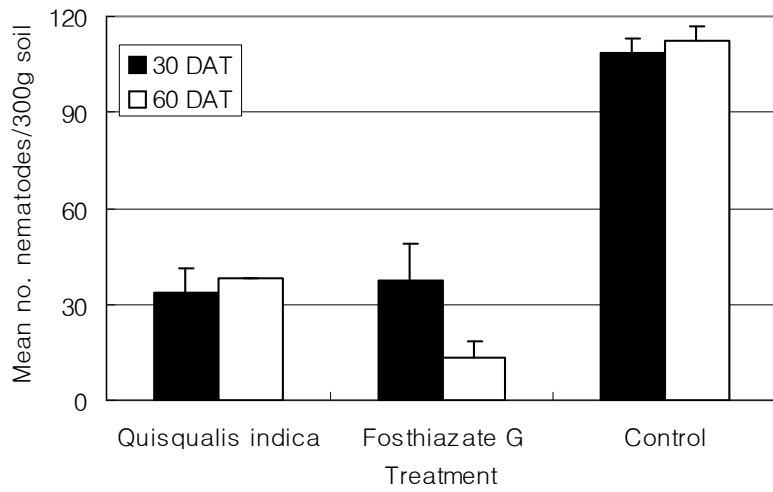


Fig. 11. Effect of herbal extract, *Quisqualis indica* on root-knot nematode in *Phnax ginseng* field at 60 days after treatment.

다. 참외 재배지 뿌리혹선충 방제 실험

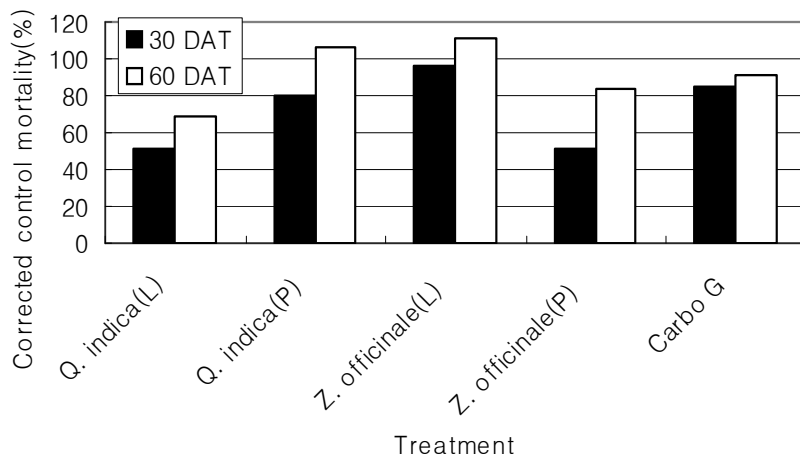


Fig. 12. Effect of herbal extracts, *Quisqualis indica* and *Zingiber officinale* on root-knot nematode in oriental melon field at 60 adys after treatment.

참외재배지에서 한약재 처리는 뿌리혹선충 밀도 감소에 크게 기여하였다. 사군자 분상 처리구에서는 처리 30일 후 무처리구 대비 80.3%의 선충 밀도 감소 효과가 있었으며 건강 액상 처리구에서는 96.8%의 억제 효과가 있었다. 처리 60일 후에는 사군자 분상 처리구와 건강 액상 처리구의 효과가 무처리 대비 100% 이상으로 매우 높게 나타나 실용성이 있을 것으로 판단되었다(Fig. 12).

### 3. 대항식물 이용 시험

대항식물 재배지에서 더덕을 이식한 결과 무처리구에 비하여 토양 내 선충 밀도가 감소하였다. 참깨 식재지에서 523마리로 다닥냉이나 만수국 재배지에 비하여 선충 밀도가 낮았으며 대조약제인 fosthiazate 입제 처리보다는 다소 높았다(Fig. 13). 더덕에 형성된 뿌리혹 지수도 대항식물 재배지의 더덕이 낮았고(Fig. 14), 뿌리무게(Fig. 15)나 뿌리길이(Fig. 16)는 무처리구와 큰 차이는 없었다.

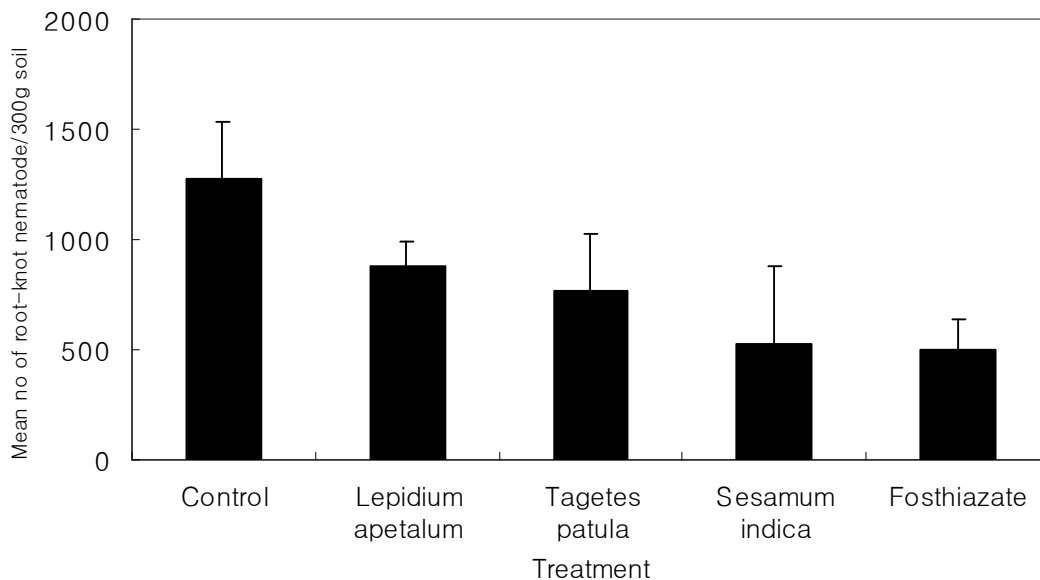


Fig. 13. Effect of antagonistic plant on number of *Meloidogyne incognita* in *Codonopsis lanceolata* field at 180 days after treatment.



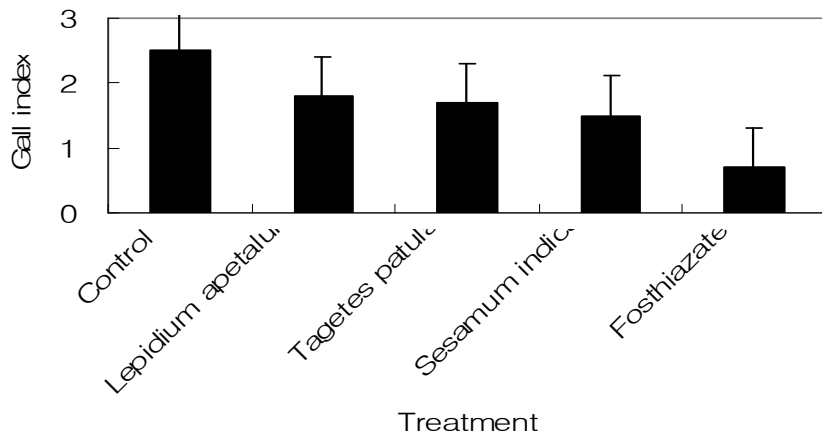


Fig. 14. Effect of antagonistic plant on gall index of *Meloidogyne incognita* in *Codonopsis lanceolata* field at 180 days after treatment. Gall index: 1; <10 galls, 2; between 10 and 50 galls, 3; between 50 and 100 galls, 4; >100 galls/plant.

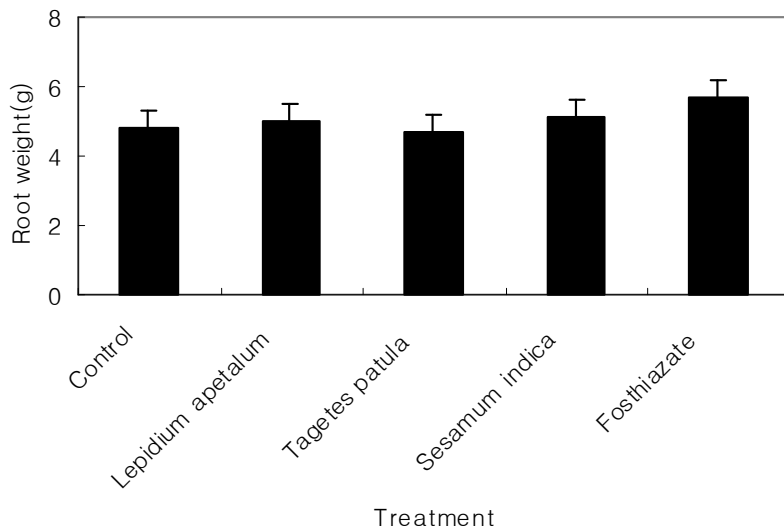


Fig. 15. Root weight of *Codonopsis lanceolata* depending on different antagonistic plant for control of *Meloidogyne incognita* in *Codonopsis lanceolata* field for 180 days after treatment.

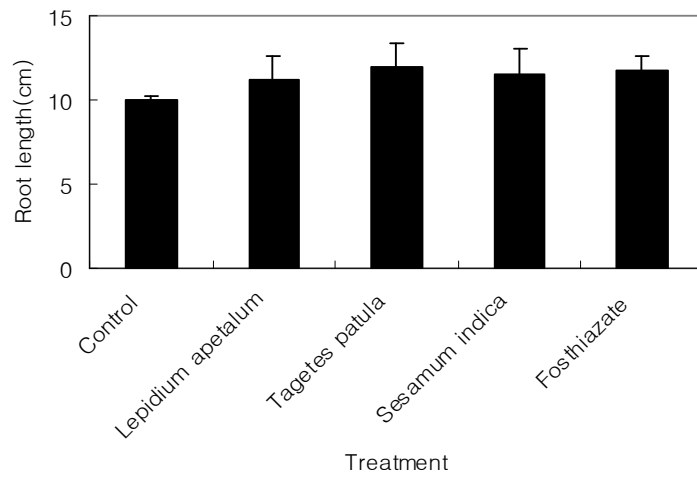


Fig. 16. Root length of *Codonopsis lanceolata* depending on different antagonistic plant for control of *Meloidogyne incognita* in *Codonopsis lanceolata* field for 180 days after treatment.

## 제 3 절 약용식물 지상부 해충 방제제 개발

### 1. 지상부 해충 방제제 개발

#### 가. 재료 및 방법

##### 1) 공시충

##### 가) 점박이응애

점박이응애는 경북 문경시에 소재한 동그라미곤충농장(주)에서 분양받은 감수성 계통으로 2006년 1월부터 상주대학교 생물응용학과 곤충학 실험실에서 온도 25 ± 1℃, 상대습도 60 - 70 %, 광주기 16L:8D의 조건하에서 약제처리 없이 누대사육하면서 이용하였다.

점박이응애의 이탈을 방지하기 위해 받드(35 × 40 × 4 cm)에 물을 담고 직경 16 cm, 높이 20 cm인 pot 4개를 두고, 각 pot에 원예용 부농상토를 담아서 강낭콩 (*Phaseolus vulgaris* var. *humilis*)을 10립씩 파종한 후, 제1 본엽이 완전히 전개되었을 때에 점박이응애를 접종하였다. 접종을 확인하고 1주일 간격으로 강낭콩 pot를 추가로 넣어주어 점박이응애를 계속 증식시켜 실험에 이용하였다.

##### 나) 복숭아혹진딧물

복숭아혹진딧물은 경북 문경시에 소재한 동그라미곤충농장(주)에서 분양받아 배추를 기주로 하여 실내에서 사육하면서 실험에 이용하였다.

##### 다) 담배거세미나방

담배거세미나방은 경북 상주지역의 밭에서 콩 잎을 가해하고 있는 야외 계통을 채집하여 실내에서 배추를 기주로 사육하면서 실험에 이용하였다.

## 2) 식물체의 선발 및 추출

활성 후보 약용식물의 선발은 신농본초경, 명의별록, 본초강목, 동의보감 등의 서적에서 살충효과가 있는 것으로 알려진 34종을 선발하여 경동시장(서울시 동대문)에서 구입하였다(Compositae 5종, Cruciferae 2종, Leguminosae 2종, Meliaceae 3종, Polygonaceae 3종, Araceae, Aspidiaceae, Caprifoliaceae, Combretaceae, Convolvulaceae, Gentianaceae, Ginkgoaceae, Lauraceae, Liliaceae, Myrtaceae, Palmac, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Simaroubaceae, Taxaceae, Thymelaeaceae, Umbelliferae, Zingiberaceae 각 1종). 또한 지방에서 살충효과가 있다고 구전되어온 약용식물 3종{된장풀(*Desmodium caudatum*)- 2004년 10월 제주도, 미치광이풀(*Scopolia parviflora*)-2006년 4월 강원도 인제, 오동나무(*Paulownia coreana*)-2006년 10월 경기도 가평}을 현지에서 채집하여 이용하였다. 이들 식물들은 꽃봉우리나 줄기, 잎, 뿌리 등의 부위를 이용하였다. 수집된 총 26과 37종의 약용식물을(Table 36) 실온에서 1-2주간 건조한 후 분쇄기(Hanil HMF-370)를 이용하여 최종 300  $\mu\text{m}$ 이하로 분말화 한 후 메탄올, 헥산, 온수, 냉수 추출법으로 추출하여 실험시료로 사용하였다.

### 가) 메탄올 추출

각각의 분말시료 100 g씩을 취하여 500 ml 삼각 플라스크에 넣고 메탄올 300 ml를 부어 잘 흔든 후에 실온 암실에 두고 정치시켰다. 48시간 후 여과지(Toyo filter No. 2, Toyo Roshi, Japan)를 사용하여 여과하여 추출물을 얻었다. 동일한 처리를 3차에 걸쳐 처리하였다. 이 추출물을 진공회전증발기(EYELA N-12, Japan)로 40°C에서 용매가 더 이상 증류되지 않을 때 까지 감압농축한 후 추출물을 얻었다.

나) hexan 추출

식물체 시료들 중 열매나 씨앗은 hexan추출법으로 추출하였다(Table 36).

Table 36. List of plant species used for methanol and hexane extraction

Family name	Scientific name	Korean name	Used part**
Araceae	<i>Acorus gramineus</i> Solander	석창포	Rh
Brassicaceae	<i>Lepidium apetalum</i> Willdenow	다닥냉이	Ro
	<i>Lepidium apetalum</i> Willdenow	다닥냉이	Rh
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japonica</i> Thunberg	인동덩굴	Fb
Combretaceae	<i>Quisqualis indica</i>	사군자	Fr
Compositae	<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	담배풀	Fr
	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	잇꽃	Fb
	<i>Inula helenium</i> L.	목향	Ro
	<i>Petasites japonicus</i> Max.	머위	T
	<i>Xanthium strumarium</i> L.*	도꼬마리	Fr
Convolvulaceae	<i>Pharbitis nil</i> Choisy*	나팔꽃	Se
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai	관중	Rh
Gentianaceae	<i>Gentiana scabra</i> var. <i>buengeri</i> Max.	용담	Ro
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i> L.	은행나무	L
Lauraceae	<i>Machilus thunbergii</i> Sieb. et Zucc	후박나무	T
Leguminosae	<i>Albizzia julibrissin</i> Duraz	자귀나무	Ba
	<i>Desmodium caudatum</i> Dc.	된장풀	L
	<i>Sophora flacescens</i> Aiton	고삼	Ro
Liliaceae	<i>Aloe ferox</i>	알로에	L
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	인도멸구슬나무	Fr
	<i>Melia azedarach</i> L.	멸구슬나무	T
	<i>Melia azedarach</i> L.*	멸구슬나무	Fr
Myrtaceae	<i>Eugenia caryophyllata</i>	정향나무	Fb
Palmac	<i>Areca catechu</i>	빈랑	T
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.	마디풀	T
	<i>Polygonum tinctorium</i> Lour	쪽	L
	<i>Rheum coreanum</i> Nakai	장군풀	Ro
Rosaceae	<i>Prunus mume</i> Sieb. et Zucc.	매실나무	Fr
Rubiaceae	<i>Rubia akane</i> Nakai	꼭두서니	P
Rutaceae	<i>Evodia officinalis</i> Dode*	오수유나무	Fr

\*Hexane extract.

\*\*Fb, flower bud; Ba, bark; Fr, fruit ; L, leaf; P, pericarp; Rh, rhizome; Ro, root; Se, seed; T, twig.

Table 36. List of plant species used for methanol and hexane extraction—continued

Family name	Scientific name	Korean name	Used part**
Scrophulariaceae	<i>Paulownia coreana</i> Uyeki	오동나무	L
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	가중나무	Rh
Solanaceae	<i>Scopolia parviflora</i> (Dunn) Nakai	미치광이풀	Ro
Taxaceae	<i>Torreya nucifera</i> Sieb. et Zucc.*	비자나무	Fr
Thymelaeaceae	<i>Daphne genkwa</i> Sieb. et Zucc.	팔꽃나무	L
Umbelliferae	<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) Dc.*	사상자	Fr
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	생강	Rh

\*Hexane extract.

\*\*Fb, flower bud; Ba, bark; Fr, fruit ; L, leaf; P, pericarp; Rh, rhizome; Ro, root; Se, seed; T, twig.

각각의 분말시료 100 g씩을 취하여 500 ml 삼각 플라스크에 넣고, 헥산 300 ml 를 부어 잘 흔든 후에 실온 암실에 두었다. 이후의 추출법은 메탄올 추출법과 동일하였다.

#### 다) 온수 추출

메탄올과 헥산 추출 시 살비활성이 높은 식물체의 시료를 대상으로 온수 추출법으로 추출하였다. 각각의 분말시료 1 g씩을 취하여 500 ml 삼각 플라스크에 넣고 증류수 100 ml를 부어 잘 흔든 후에 고압멸균기(Ac-12, Korea)를 이용하여(125℃, 1.5 기압, 10분) 멸균 한 후 거즈로 짜서 추출물을 얻었다.

#### 라) 냉수 추출

메탄올과 헥산 추출 시 살비활성이 높은 식물체의 시료를 대상으로 온수 추출법으로 추출하였다. 각각의 분말시료 1 g씩을 취하여 500 ml 삼각 플라스크에 넣고 증류수 100 ml를 넣은 후 Incubated & Refrigerated Shakers(MAX Q-4000, USA)를 이용하여 24℃에서 48시간 동안 50 rpm으로 교반시켜 추출물을 얻었다. 각 추출법으로 추출한 모든 시료는 4℃ 냉장 보관하면서 실험에 이용하였다.

### 3) 실내실험

#### 가) 점박이응애에 대한 1차 실험

각각의 시료를 4℃의 냉장고에서 꺼내어 1시간 동안 정치한 후 0.05 g씩을 100 ml 비이커에 넣고, 증류수와 Triton X-100을 첨가하여(0.1 ml/L) 1,000 ppm의 현탁액으로 만들어 생물검정시료로 사용하였다.

뚜껑 중앙에 직경 4 cm, 200 Mesh의 망이 부착되어 외·내부의 공기유통 및 습도 조절이 간편한 직경 10 cm의 petri dish에 증류수 2 ml를 묻힌 여과지(직경 9 cm, Toyo filter No. 2, Toyo Roshi, Japan) 2장을 깔고 증류수를 충분히 적신 탈지면을 petri dish주위에 둘러서 수분을 공급하는 동시에 응애의 이탈을 방지하게 하였다. 1,000 ppm으로 희석한 추출물에 과종 후 10일 된 강낭콩의 엽절편(직경 3.7 cm)을 1분간 침지시킨 뒤, 강낭콩 엽절편의 뒷면이 위로 향하도록 하여 1시간 음건시켰다. 음건시킨 엽절편은 petri dish의 중앙부분에 올려놓은 후 점박이응애 성충 20마리를 미세한 붓으로 엽절편에 접종시켰다. 무처리인 엽절편을 증류수에 침지시켜 이용하였다. 접종 후 온도 25±1℃, 상대습도 60-70%, 광주기 16L:8D의 항온항습기에 보관하였다. 처리 48시간 후에 치사유무를 조사하였으며 4반복 실시하였다.

#### 나) 점박이응애에 대한 2차 실험

1차 실험 후 활성이 우수한 13종 약용식물 추출물을 증류수와 Triton X-100을 첨가하여(0.1 ml/L) 1,000 ppm으로 희석시킨 후 2차 실험을 수행 하였으며, 실험방법은 1차 실험과 동일하였다. 단, 1차 실험은 엽절편을 시료에 1분간 침지한 반면, 2차 실험에서는 30초간 침지하였다.

다) 농도별 활성 검정

2차 실험 후 살비활성이 우수한 나팔꽃, 도꼬마리를 대상으로 반수치사농도를 알아보기 위하여 농도별(10,000, 2,500, 1,000, 760, 500, 200, 100 ppm)로 실험을 수행하였다. 실험방법은 1차 실험과 동일하게 수행하였다.

라) 온·냉수 추출물의 활성 검정

온·냉수 추출물의 활성 검정은 메탄올, hexan 추출 시료로 활성을 검정한 결과 활성이 우수한 나팔꽃, 도꼬마리의 시료를 대상으로 온·냉수 추출법으로 추출한 후 수행하였다. 100배액으로 추출 되어진 각각의 온·냉수 추출물 5 ml를 100 ml 비이커에 넣고, 증류수를 첨가하여 각각 1,000 ppm과 4,000 ppm으로 희석시켜 실험에 사용하였다. 실험방법은 1차 실험과 동일하였다.

마) 추출물 혼합 처리

살비 활성이 높은 것으로 확인 된 나팔꽃과 도꼬마리를 대상으로 서로 혼합(1:1)하여 처리하였을 때 상승효과가 있는지 여부를 알아보기 위하여 실험을 수행하였는데 혼합처리의 방법은 다음과 같았다.

- (1) 나팔꽃과 도꼬마리의 메탄올 추출물의 혼합처리 (2,500 ppm)
- (2) 나팔꽃의 온수 추출물과 메탄올 추출물과의 혼합처리 (2,000 ppm)
- (3) 나팔꽃의 냉수 추출물과 메탄올 추출물과의 혼합처리 (2,000 ppm)
- (4) 도꼬마리의 온수 추출물과 메탄올 추출물과의 혼합처리 (2,000 ppm)
- (5) 도꼬마리의 냉수 추출물과 메탄올 추출물과의 혼합처리 (2,000 ppm)

실험은 1차 실험과 동일한 방법으로 수행하였다.



#### 바) 담배거세미나방 유충에 대한 효과 검증

담배거세미나방 유충에 대한 살충 활성 검정을 위하여 학슬을 비롯한 33종의 약초 추출물을 이용하였다. 실험은 각각의 추출물을 1000배액으로 희석한 후, 콩 잎을 30초간 침지 시킨 후 음건 시켰다. Inch cube petri dish에 여과지 1장을 깔고, 살균수 1 ml를 뿌린 후 음건시킨 콩잎을 1장씩 넣고, 야외에서 채집하여 실내에 사육 중이던 담배거세미나방 유충을 1마리씩 접종하였다. 10개 petri dish를 한 반복으로 3반복 처리하였으며 매일 치사유무를 5일째까지 조사하였다.

#### 4) Pot 실험

##### 가) 점박이응애에 대한 1차 실험

실내실험에서 활성이 우수한 나팔꽃, 도꼬마리, 비자나무의 hexane 추출시료와 현재 친환경자재로 시판되고 있는 Na-no{(주)비아이지}를 1,000배액으로 희석시켜 실험을 수행 하였다. 강낭콩을 직경 6 cm, 높이 6 cm의 pot에 2립씩 파종한 뒤, 한 포기만을 제 2본엽이 완전히 전개될 때까지 키워서 강낭콩의 잎에 점박이응애 20마리를 접종한 후 30분간 정착시킨 다음 1,000 배액으로 희석한 시료를 30 cm거리에서 hand sprayer(Komax Co.)로 강낭콩 잎이 충분히 적실 정도로 5초 동안 분무하였다. 처리한 pot는 항온 항습기(온도  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 상대습도 60-70 %, 광주기 16L:8D)에 6일간 넣어둔 뒤, 점박이응애의 치사유무를 현미경하에서 조사하였다. 무처리는 증류수만을 살포하였다.

##### 나) 점박이응애에 대한 농도별 활성 검증

나팔꽃과 도꼬마리의 시료를 대상으로 1000 배액과 250배 농도에서 실험을 수행하였으며, 실험방법은 1차 실험과 동일하게 수행하였다. 점박이응애의 생사판별은 현미

경하에서 미세한 붓으로 충체를 접촉하여 반응이 없거나 몸길이 정도를 이동하지 못한 개체를 죽은 것으로 간주하여 계수하였다.

다) 복숭아혹진딧물에 대한 1차 효과 검정

복숭아혹진딧물에 대한 효과검정은 과종 후 30일 된 배추 묘종에 실험실에서 사육 중이던 복숭아혹진딧물 성충을 20마리씩 접종 한 후 각각의 추출물을 1000 배액농도로 가정용 분무기를 이용하여 살포하였다.

라) 복숭아혹진딧물에 대한 농도별 효과 검정

복숭아혹진딧물에 대한 농도별 효과검정은 1차 실험에서 효과가 좋았던 멀구슬과 나팔꽃, 사군자, 건강을 이용하여 1000 배액과 2000배액, 10000배액 농도에서 실험을 수행하였다. 검정방법은 1차 실험과 동일하게 수행하였다.

5) 야외실험

점박이응애에 효과가 높았던 도꼬마리와 나팔꽃 및 두 추출물 혼합처리에 다른 효과 검증을 국화 포장에서 수행하였다. 1m<sup>2</sup>의 시험구를 설정한 뒤 각 구에서 국화 잎 20엽을 무작위로 채취하여 사전밀도를 조사하고, 처리 5일과 10일 후에 동일한 방법으로 엽을 채취하여 점박이응애의 밀도를 조사하였다. 추출물은 1000 배액농도로 살포하였으며 무처리구는 물만 살포하였고, 대조약제로서 비페나제이트 액상수화제를 기준량 살포하였다.

나. 결과

1) 실내 효과 검정

가) 점박이응애에 대한 1차 실험

약용식물 추출물을 1,000 ppm으로 희석한 용액에 강낭콩 엽절편을 침지하여

점박이응애 성충의 치사율을 조사한 결과 비자나무(*Torreya nucifera*) 추출물 처리가 56.8 %로 가장 높았고, 팔꽃나무(*Daphne genkwa*), 도꼬마리(*Xanthium strumarium*), 나팔꽃(*Pharbitis nil*)이 각각 47.8 , 47.7 , 47.7 %의 치사율을 나타내었으며, 가중나무(*Ailanthus altissima*), 생강(*Zingiber officinale*), 멸구슬나무(*Melia azedarach*), 사군자(*Quisqualis indica*), 인도멸구슬나무(*Azadirachta indica*), 오수유나무(*Evodia rutaecarpa*), 관중(*Dryopteris crassirhizoma*), 된장풀(*Desmodium caudatum*)등이 38.7-45.9 %로 비교적 높은 치사율을 나타내었다(Table 37)(df=37, 36, F=4.71, P=0.0001).

실험에 이용한 시료들 중 팔꽃나무, 도꼬마리, 나팔꽃 씨앗은 점박이응애에 대한 활성이 처음으로 확인되었으며 된장풀의 경우도 제주지역에서 구더기 방제용으로 민간에서 이용되어 지는 식물체인데 점박이응애에 대한 활성이 비교적 높게 나타났다. 생약재 추출물을 이용한 점박이응애 활성검정은 몇몇의 연구진들에 의해 수행된 바 있는데 본 연구에서 이용한 소재와 중복되는 부분도 있었지만 효과는 상이하게 나타났다.

Kim *et al*(2005)은 1,000 ppm의 농도로 희석한 후박나무(잎), 고삼(뿌리), 인동덩굴(잎, 줄기)의 추출물을 petri dish에서 분무법으로 검정한 바 있는데, 각각 58.8, 80.1, 86.7 %의 살비율을 나타낸다고 하였고, Park *et al*(2002)은 후박나무(잎) 추출물을 2,000 ppm의 농도로 침지법으로 검정한 바 있는데 점박이응애 성충에 대한 살비율이 50 %이상이라고 하였다.

Table 37. Acaricidal activity of oriental medicinal plant extracts against *Tetranychus urticae* at 1,000 ppm using leaf dipping method\* in petri dish

Family name	Scientific name	% Corrected mortality** (mean±SD)
Araceae	<i>Acorus gramineus</i>	15.3±19.0 d-i***
Brassicaceae	<i>Lepidium apetalum</i>	13.5±10.8 d-i
	<i>Lepidium apetalum</i>	11.7±8.3 e-i
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japonica</i>	4.5±8.3 ij
Combretaceae	<i>Quisqualis indica</i>	44.1±11.4 a-c
Compositae	<i>Carpesium abrotanoides</i>	29.7±21.6 a-i
	<i>Carthamus tinctorius</i>	36.9±8.3 a-g
	<i>Inula helenium</i>	0.9±3.1 j
	<i>Petasites japonicum</i>	9.9±12.5 g-i
	<i>Xanthium strumarium</i>	47.7±16.5 ab
Convolvulaceae	<i>Pharbitis nil</i>	47.7±12.5 ab
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	38.7±3.1 a-f
Gentianaceae	<i>Gentiana scabra</i> var. <i>buergeri</i>	27.9±16.5 a-i
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	27.9±16.5 a-i
Lauraceae	<i>Machilus thunbergii</i>	13.5±14.3 e-i
Leguminosae	<i>Albizia julibrissin</i>	29.7±19.5 a-i
	<i>Desmodium caudatum</i>	38.7±6.2 a-f
	<i>Sophora flavescens</i>	18.9±5.4 b-i
Liliaceae	<i>Aloe arborescens</i>	17.1±13.6 c-i
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	42.3±13.6 a-d
	<i>Melia azedarach</i>	11.7±15.6 f-i
	<i>Melia azedarach</i>	44.1±3.1 a-c

\*Leaf disk was sucked in each extract at 1 minute.

\*\*Mortality checked at 48 hours after treatment.

\*\*\*Mean followed by the same letter are not significantly different  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test (SAS Institute, 1999).

Table 37. Acaricidal activity of oriental medicinal plant extracts against *Tetranychus urticae* at 1,000 ppm using leaf dipping method\* in petri dish

Family name	Scientific name	% Corrected mortality** (mean±SD)
Myrtaceae	<i>Eugenia caryophyllata</i>	4.5±3.1 ij***
Palmar	<i>Areca catechu</i>	13.5±14.3 e-i
Polygonaceae	<i>Persicaria tinctoria</i>	0.9±3.1 d-i
	<i>Polygonum aviculare</i>	17.1±29.8 j
	<i>Rheum coreanum</i>	6.3±3.1 h-f
Rosaceae	<i>Prunus mume</i>	38.7±34.8 a-f
Rubiaceae	<i>Rubia akane</i>	31.5±17.4 a-i
Rutaceae	<i>Evodia rutaecarpa</i>	40.5±23.6 a-e
Scrophulariaceae	<i>Paulownia coreana</i>	0.9±3.1 j
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	45.9±9.4 a-c
Solanaceae	<i>Scopolia japonica</i>	0.9±3.1 j
Taxaceae	<i>Torreya nucifera</i>	56.8±9.4 a
Thymelaeaceae	<i>Daphne genkwa</i>	47.8±11.3 ab
Umbelliferae	<i>Torilis japonica</i>	27.9±16.5 a-i
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i>	45.9±14.3 a-c
Control		0.9±3.1 j

\*Leaf disk was sucked in each extract at 1 minute.

\*\*Mortality checked at 48 hours after treatment.

\*\*\*Mean followed by the same letter are not significantly different  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test (SAS Institute, 1999).

본 실험에서는 후박나무(줄기)와 고삼(꽃)의 추출 부위도 달랐으며, 인동덩굴(뿌리)은 추출 부위는 같지만, 처리의 방법과 실험에 이용한 농도가 상이하어 직접적인 비교는 할 수 없었다. 생물검정의 방법에 따라서도 작용기작이나 해충의 섭식방법 등이 상이하기 때문에 살충효과가 다르게 나타날 수 있는데 Ahn and Cho(1992)는 용

매의 독성은 분무법 처리가 17 % (6-36 %)로 엽침지법처리의 38 % (16-55 %)보다 낮은 독성을 나타내었다고 보고한 바 있다.

한편 Lee *et al.* (2001)은 생강 추출물을 2,000 ppm으로 희석시켜 비닐하우스 내에서 포장실험 한 결과 점박이응애에 대한 살비율이 90 % 이상이라고 하였는데 본 실험에서도 45.9 %의 높은 치사율을 보였다. 식물체 추출물의 경우 식물체의 채취 시기나 가공 상태에 따라 약효가 다르게 나타날 수 있으며, 생강의 경우 추후 부위별 활성 검정이나 채취시기, 수집 장소별에 따른 활성 검정이 부가적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

은행잎은 약리작용뿐만 아니라 일부 해충에 대한 살충작용도 있는 것으로 알려져 있는 식물체로 bilobalide와 ginkgolide A, B, C 등은 버벌구의 살충성분으로 알려져 있는 물질이다 (Ann *et al.*, 1997). 그러나 본 실험에서는 8.1 %의 낮은 치사율을 보였다. 이는 대상 해충의 종류가 다른 것이 1차적인 요인으로 생각되지만, 은행잎의 채취 시기와도 관련이 있을 것으로 생각된다. Lee *et al.* (2005)은 푸른 은행잎 추출물은 200 ppm에서 분무법으로 검정한 결과 80.7 %의 살비율을 보였고, 100 ppm에서는 98.3 %의 살비율을 보였으며, 노란 은행잎 추출물의 살비율은 매우 낮게 나타났다고 하였다.

석창포는 이집트숲모기나 토고숲모기, 빨간집모기의 유충과 같은 위생곤충에 대한 살충활성이 있는 물질로 (Yang *et al.*, 2004) 알려져 있는데 점박이응애에 대해서는 낮은 치사율을 보였다.

Kwon *et al.* (1994)은 용담(뿌리) 추출물 2,000 ppm처리는 배추좀나방과 담배거세미나방 유충에 대하여 80 % 이상의 살충율을 나타내어, 나방류 유충에 대한 활성이 높은 물질로 보고 하였는데, 본 실험에서도 점박이응애에 대해 비교적 높은 치사율을 보였다.

인동덩굴(잎, 꽃)의 추출물은 살충율은 낮으나, 흰줄숲모기에 대한 기피효과는 우수

한 것으로 알려져 있는데(Kyong and Yoon, 1999) 점박이용애에 대해서도 낮은 치사율을 보였으나 추후 기피활성 유무에 대해서는 검정이 필요할 것으로 생각된다.

#### 나) 점박이용애에 대한 2차 실험

1차 실험 후 활성이 높았던 13종의 약용식물 추출물을 대상으로 엽절편의 침지시간을 달리하여 2차 실험을 수행한 결과 도꼬마리와 나팔꽃 씨앗이 각각 42.3 %와 42.3 %의 치사율을 나타내었고, 비자나무는 26.9 %의 치사율을 나타내었으며 나머지 처리에서는 1차 실험에서보다 낮은 치사율을 보였다(Table 38)(df=13, 42, F=27.85, P=0.0001).

도꼬마리와 나팔꽃 씨앗 추출물 처리를 제외하고는 대부분의 처리가 1차에 비하여 2차 실험에서 점박이용애에 대한 살비 활성이 낮게 나타났다. 1차 실험에서는 엽절편의 침지시간을 1분으로 하였으나 이 경우 일부 처리에서 엽의 일부가 수침이 되는 조직 파괴 현상이 목격되어 2차 실험에서는 침지시간을 30초로 단축시켰는데 이러한 수침 시간의 차이가 살비 활성의 차이를 유발시킨 것으로 생각된다. 반면 도꼬마리와 나팔꽃 씨앗 추출물은 침지 시간의 단축에도 불구하고, 살비 활성의 변화를 보이지 않아 이후의 실험에서는 이 두 식물체를 주로 이용하여 실험을 수행하였다.

침지시간은 활성 성분의 흡수와 이행에 영향을 미치므로 야외에서 약재를 살포할 경우에도 약액의 살포량은 성분의 흡수와 잔류에 영향을 미치는 주요 요인이다. 따라서 야외 조건에서 적용성이 높은 것을 선발하기 위해서는 가급적 단 시간 처리에서도 활성 효과가 높은 것을 선발하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

Table 38. Acaricidal activity of oriental medicinal plant extracts against *Tetranychus urticae* at 1,000 ppm using leaf dipping method\* in petri dish

Family name	Scientific name	% Corrected mortality** (mean±SD)
Combretaceae	<i>Quisqualis indica</i>	5.1±3.0 c***
Compositae	<i>Xanthium strumarium</i>	47.4±7.7 a
Convolvulaceae	<i>Pharbitis nil</i>	47.4±7.7 a
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	10.3±3.0 c
Leguminosae	<i>Desmodium caudatum</i>	2.6±0.0 cd
Leguminosae	<i>Sophora flavescens</i>	7.7±4.2 c
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	9.0±7.7 c
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	3.8±2.6 cd
Rutaceae	<i>Evodia rutaecarpa</i>	7.7±4.2 c
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	2.6±0.0 cd
Taxaceae	<i>Torreya nucifera</i>	26.9±4.9 b
Thymelaeaceae	<i>Daphne genkwa</i>	9.0±7.7 c
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i>	7.7±4.2 c
Control		0.0±3.0 d

\*Leaf disk was sucked in each extract at 30 seconds.

\*\*Mortality checked at 48 hours after treatment.

\*\*\*Mean followed by the same letter are not significantly different  $P < 0.05$  by Tukey's studentized range test (SAS Institute, 1999).

Kyong and Yoon(1999)은 고삼(뿌리) 추출물이 빨간집모기와 집파리 유충에 대해 반수치사농도가 1,600 ppm으로 위생 해충 살충제로서의 개발가능성이 충분히 있는 것으로 보고 한 바 있고, 근래 일부 친환경 방제제의 제품군에도 첨가되고 있으나 본 실험에서 점박이응애에 대한 효과는 높지 않았다.



다) 농도별 점박이응애에 대한 활성 검정

1차와 2차 실험에서 점박이응애에 대한 살비 활성이 우수한 나팔꽃과 도꼬마리의 시료를 대상으로 10,000, 2,500, 1,000, 760, 500, 200, 100 ppm으로 희석한 용액에 강낭콩 엽절편을 침지하여 점박이응애에 대한 효과를 조사한 결과는 Fig. 17, 18 과 같았다.

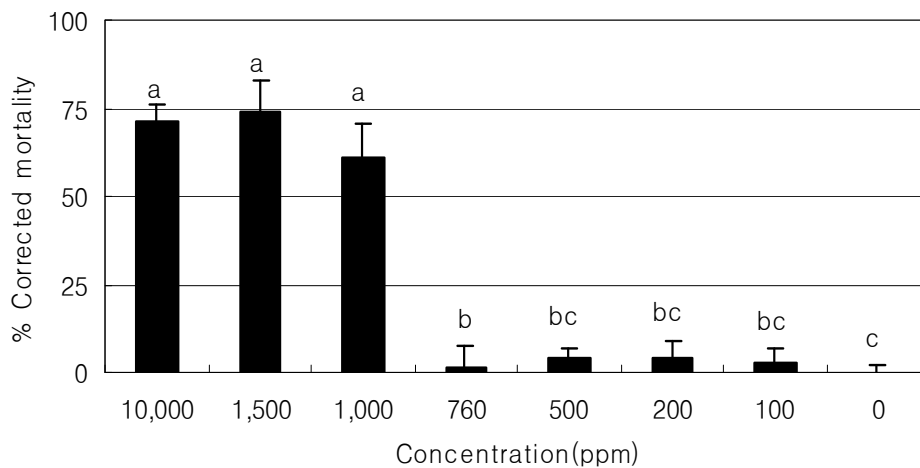


Fig 17. Acaricidal activity of hexane extract of *P. nil* against *Tetranychus urticae* at 48 h after treatment by leaf dipping method in petri dish. Bars indicate standard error of the mean. The same letter over the bars in each treatment indicates that there is no significant difference among means( $P < 0.05$ ).

나팔꽃 씨앗 추출물은 1,000 ppm까지 60 % 이상의 점박이응애 치사 효과를 보였으나 760 ppm이하의 농도에서는 살비 활성이 10 % 이하로 급감하였다(Fig. 17)( $df=7, 24, F=26.88, P=0.0001$ ). 도꼬마리 씨앗 추출물은 1,500 ppm 처리 시 까지

점박이응애에 대하여 60 % 내외의 치사율을 보였다(Fig. 18)(df=7, 24, F=64.28, P=0.0001). 그러나 760 ppm이하의 농도에서는 20 % 이하의 낮은 치사율을 보였다.

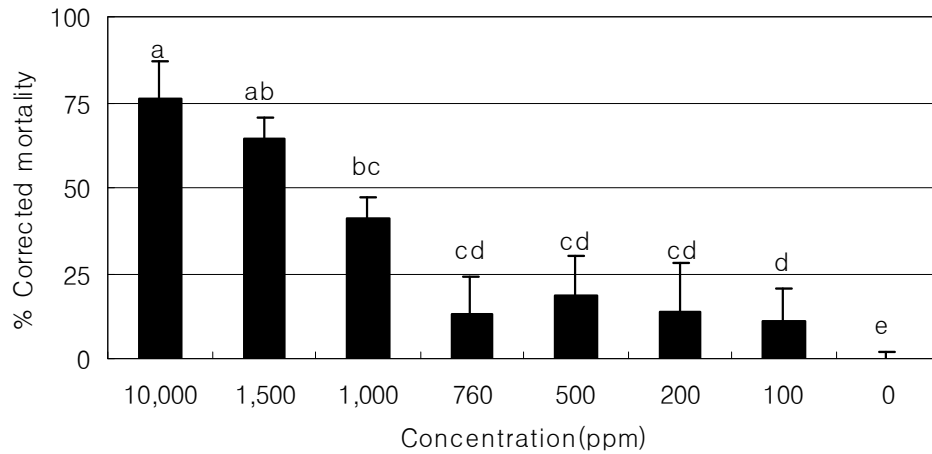


Fig 18. Acaricidal activity of hexane extract of *Xanthium strumarium* against *Tetranychus urticae* at 48 h after treatment by leaf dipping method in petri dish. Bars indicate standard error of the mean. The same letter over the bars in each treatment indicates that there is no significant difference among means(P<0.05).

식물체 추출물의 점박이응애에 대한 반수치사농도는 도꼬마리가 1,824 ppm으로 나팔꽃의 1,899 ppm와 거의 비슷하였고, LC<sub>90</sub>은 나팔꽃 씨앗이 13,190 ppm으로 도꼬마리 씨앗에 비하여 두 배 정도 낮게 나타났다(Table 39).

Table 39. Value of lethal concentration of *Tetranychus urticae* with plant extracts determined by leaf dipping method in petri dish

Plant species	LC <sub>50</sub> (95 % fiducial limit)	LC <sub>90</sub> (95 % fiducial limit)
<i>Xanthium strumarium</i>	1,899(983.9–5,777)	29,530(8,348–953,744)
<i>Pharbitis nil</i>	1,824(673.3–17,601)	13,190(3,646–24,929,852)

Plant was extract by hexane. N=80.

라) 온·냉수 추출물의 점박이응애에 대한 활성 검정

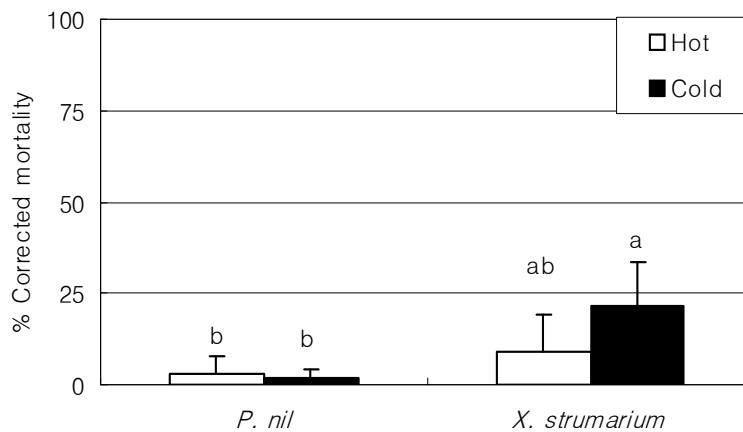


Fig 19. Acaricidal activity of cold and hot water extracts of *Pharbitis nil* and *Xanthium strumarium* against *Tetranychus urticae* at 1,000 ppm by leaf dipping method in petri dish. Bars indicate standard error of the mean. The same letter over the bars in each treatment indicates that there is no significant difference among means( $P < 0.05$ ).

메탄올과 hexan 추출 시료로 활성을 검정한 결과 활성이 우수한 나팔꽃과 도꼬마리 씨앗을 대상으로 온수와 냉수 추출법으로 추출한 후 1,000 ppm(df=4, 15, F=5.49,

$P=0.00063$ )에서 치사율을 조사한 결과는 Fig. 19와 같았다. 온수와 냉수 추출물에 대한 점박이응애의 치사율은 20 % 이하로 메탄올 추출물에 비해 현저히 낮았다.

도꼬마리 추출물의 경우 온수추출과 냉수추출 두 추출 방법별에 따른 점박이응애 치사율에 차이를 보이지 않았으나, 나팔꽃의 경우 냉수 추출물의 살비 활성이 온수 추출물에 비하여 현저히 낮게 나타났다.

마) 추출물 혼합 처리에 따른 점박이응애에 대한 효과

점박이응애에 대한 효과가 높았던 도꼬마리와 나팔꽃 추출물을 혼합하여 처리 한 결과 단독으로 처리하였을 때보다 상승효과가 있었다(Fig. 20).

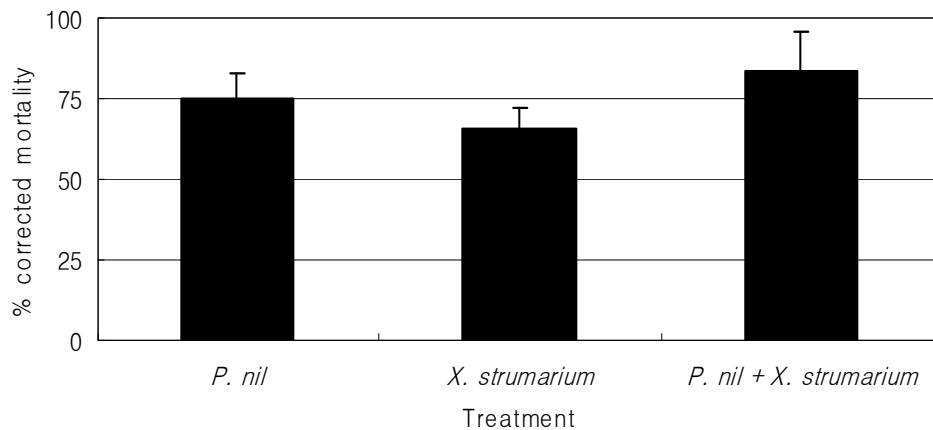


Fig 20. Acaricidal activity of extract of *Pharbitis nil* and *Xanthium strumarium* against *Tetranychus urticae* at 2,500 ppm by leaf dipping method in petri dish. Bars indicate standard error of the mean. The same letter over the bars in each treatment indicates that there is no significant difference among means( $P<0.05$ ).

따라서 야외에서 접박이응애 방제 효과를 높이기 위해서는 이들 두 식물체의 단독 처리보다 혼용처리에 대해 더 검토해야 될 것으로 생각되며, 이들 추출물의 활성을 증대 시킬 수 있는 보조제에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

냉수 추출물이나 온수 추출물에 메탄올 추출물 혼합처리 시(Fig. 21)(df=3, 12 F=0.49, P=0.6961), 살비활성이 높아져 각 2,000 ppm에서 80 % 이상의 살비활성을 보였다.

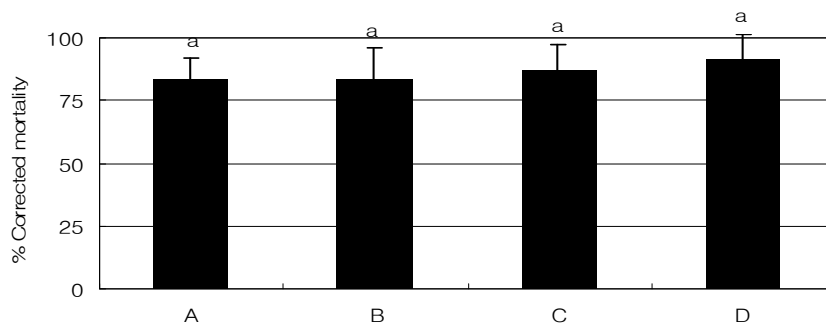


Fig 21. Acaricidal activity of oriental medicine extracts, *Pharbitis nil* and *Xanthium strumarium* against *Tetranychus urticae* at 48 h by leaf dipping method in petri dish(2,000 ppm). A; hot water extract with hexane extract of *Pharbitis nil*. B; cold water extract with hexane extract of *Pharbitis nil*. C; hot water extract with hexane extract of *Xanthium strumarium*. D; cold water extract with hexane extract of *Xanthium strumarium*. Bars indicate standard error of the mean. The same letter over the bars in each treatment indicates that there is no significant difference among means(P<0.05).

바) 담배거세미나방에 대한 방제효과

담배거세미나방 유충에 대한 약용식물 추출물의 살충 활성을 검정한 결과는 Table 40.과 같았다.

대부분의 추출물이 10% 내외의 치사율을 보여 담배거세미나방에 대한 낮은 살충 활성을 보였다. 가장 활성이 높은 식물체는 고삼과 대황으로 처리 7일 후 각각 33.3%의 치사율을 보였으며 석창포가 30%의 치사율을 보였다.

Table 40. Effect of plant extract on mortality of *Spodoptera litura* in petri dish

Treatment	% mortality	
	5DAT	7DAT
<i>Carpesium abrotanoides</i>	6.7± 11.6	10± 17.3
<i>Torreya nucifera</i>	0	0
<i>Zingiber officinale</i>	10.0± 10.0	20.0± 20.0
<i>Melia azedarach(seed)</i>	3.3± 5.77	6.7± 11.55
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	3.3± 5.8	3.3± 5.8
<i>Machgillus thunbergii</i>	10	10
<i>Rubia akane</i>	3.33± 5.77	3.33± 5.77
<i>Albizia julibrissin</i>	3.3± 5.77	3.3± 5.77
<i>Pharbitis nil</i>	6.7± 5.77	6.7± 7.07
<i>Quisqualis indica</i>	10.0± 17.32	10.0± 17.32
<i>Melia azedarach</i>	0	0
<i>Areca catechu</i>	3.3± 5.77	6.7± 5.77
<i>Daphne genkwa</i>	0	0
<i>Xanthium strumarium</i>	6.7± 11.55	6.7± 11.55

Table 40. Effect of plant extract on mortality of *Spodoptera litura* in petri dish ----- Continued

Treatment	% mortality	
	5DAT	7DAT
<i>Sophora flacescens</i>	20.0± 34.64	33.3± 57.74
<i>Gentiana scabra</i>	0	0
<i>Persicaria tinctoria</i>	3.3± 5.77	3.3± 5.77
<i>Scopolia japonica</i>	13.33± 11.55	13.33± 11.55
<i>Aloe ferox</i>	6.67± 5.77	6.67± 5.77
<i>Melia azedarach(root)</i>	13.33± 5.77	16.67± 5.77
<i>prunus mume</i>	16.67± 5.77	16.67± 5.77
<i>Ailanthus altissima</i>	13.33± 5.77	13.33± 5.77
<i>Omphalia lapidesceus</i>	6.67± 5.77	6.67± 5.77
<i>polygonum aviculare</i>	10.00± 10.00	13.33± 5.28
<i>Inula helenium</i>	3.33± 5.77	3.33± 5.77
<i>Desmodium caudatum</i>	16.67± 11.55	20.0± 17.32
<i>Torilis japonica</i>	10.0± 17.32	10.0± 17.32
<i>E팍얏 officinalis</i>	3.33± 5.77	3.33± 5.77
<i>Acorus gramineus</i>	20.0± 26.46	30.0± 36.06
<i>Gleditschia horrida</i>	10.0± 10.0	16.67± 15.28
<i>Eugenia caryophyllata</i>	13.33± 5.77	16.67± 5.77
<i>Rheum coreanum</i>	23.33± 11.55	33.33± 20.82
Control	0	0

2) Pot 실험

가) 점박이응애에 대한 1차 실험

실내실험에서 점박이응애에 대한 활성이 우수한 도꼬마리와 나팔꽃, 비자나무의 추출시료와 현재 시판되고 있는 친환경인증자재인 Na-no를 1,000 배액으로 희석시킨 후 분무법으로 비교실험 한 결과는 Fig. 27과 같았다. 대조 약제로 사용한 Na-no는 점박이응애에 대하여 100 % 치사율을 보였고, 도꼬마리, 나팔꽃은 각각 76.3 %와 71.3 %로 비자의 50.0 %에 비하여 높은 치사율 나타내었다(df=4, 15, F=172.79, P=0.0001).

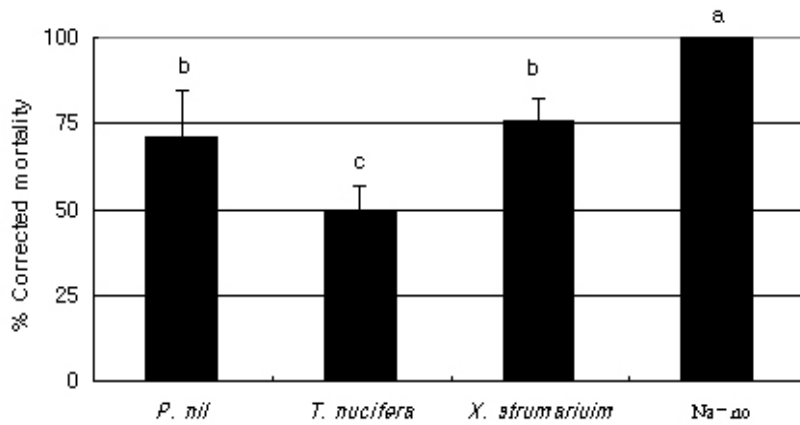


Fig. 27. Acaricidal activity of oriental medicine plant extracts, *Pharbitis nil*, *Torreya nucifera* and *Xanthium strumarium*, agrichemicals, Na-no against *Tetranychus urticae* at  $\times 1,000$  by spray method in pot. Bars indicate standard error of the mean. The same letter over the bars in each treatment indicates that there is no significant difference among means ( $P < 0.05$ ).



Pot에서 수행한 실험임에도 불구하고 두 추출물의 점박이용애에 대한 치사율은 실내실험에 비하여 다소 높았다(Fig. 27). 특히 도꼬마리 추출물의 경우 75 % 이상의 치사율을 보여 생물농약의 최소 약효 기준인 무처리 대비 50 % 이상의 효과를 보여 추후 생화학 농약으로서의 개발 가능성이 있는 것으로 생각된다.

나) 농도별 활성 검정

도꼬마리, 나팔꽃 추출물을 이용하여 250배와 1,000배의 각각 다른 농도로 희석시킨 후 분무법으로 비교실험 한 결과는 농도를 달리했음에도 불구하고, 모두 70 % 이상의 높은 치사율을 나타내었다(Fig. 28)

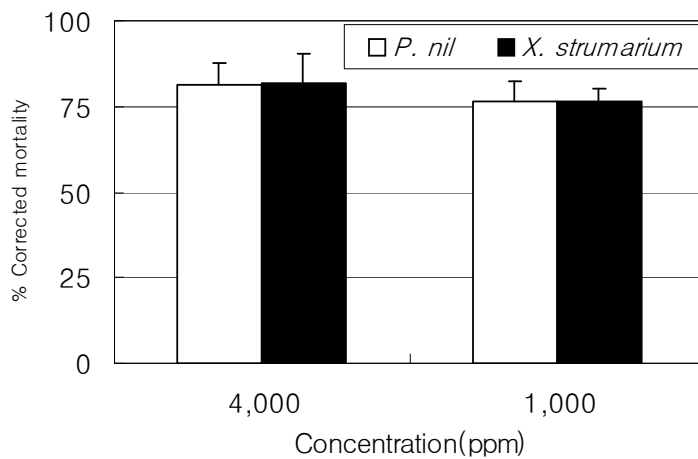


Fig. 28. Acaricidal activity of oriental medicine extracts, *Pharbitis nil* and *Xanthium strumarium* against *Tetranychus urticae* at 48 h by spray method in pot. The same letter over the bars in each treatment indicates that there is no significant difference among means( $P < 0.05$ ).

다) 복숭아혹진딧물 방제 효과

복숭아혹진딧물에 대한 21종 한약재 추출물의 살충 효과는 그림 8과 같았다. 사군자 처리구에서 보정생충율이 처리 3일째 28.8%, 5일째 20.2%, 10일째 26.3%로 가장 낮았으며 학슬과 초용담, 후박, 고련피, 흑측, 대황, 건강 처리구에서도 50% 이상의 방제가를 보였다(Fig. 29).

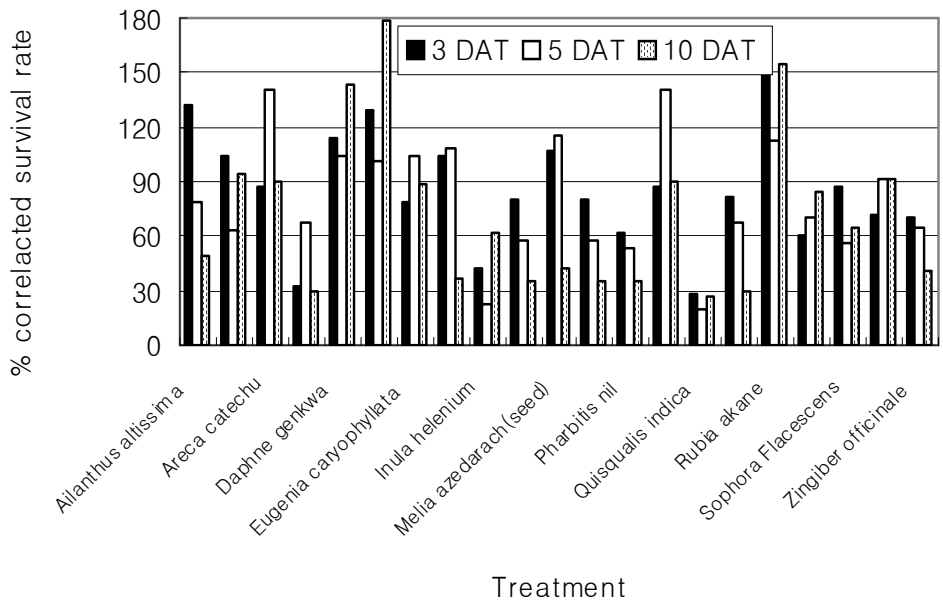


Fig. 29. Insecticidal activity of oriental medicinal plant extracts against *Myzus persicae* at  $\times 1,000$  in Chinese cabbage pot.

고련피와 흑측, 사군자, 건강 추출물 농도별 처리에 따른 복숭아혹진딧물 방제효과를 알아보기 위하여 pot에서 실험한 결과 사군자 처리에서는 1000 배액농도에서 처리 3일째부터 10일째까지 30% 이내의 생충율을 보였으며 흑측 처리에서는 처리 10일째에 모든 농도 처리구에서 30% 이내의 생충율을 보였다(Fig. 30).

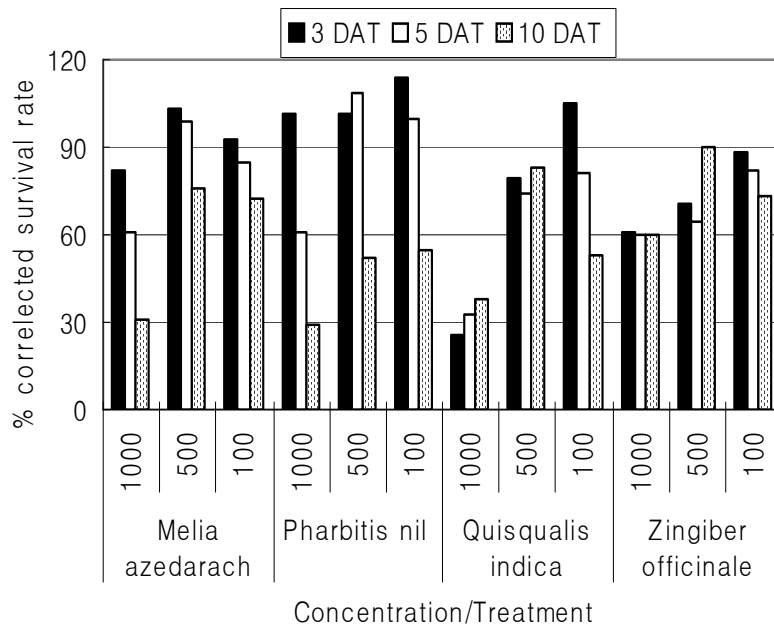


Fig 30. Insecticidal activity of medicinal herval plants against *Myzus persicae* at different concentration treatment in Chinese cabbage pot.

### 3) 약용식물 지상부 해충 방제제 현장실증 시험

#### 가) 점박이용애 방제실험

국화에서 점박이용애를 대상으로 두 식물체 추출물을 처리한 결과 나팔꽃 처리구에서는 50%의 방제가를 보였고, 도꼬마리 처리구에서는 65%의 방제가를 보였다 (Fig. 31).

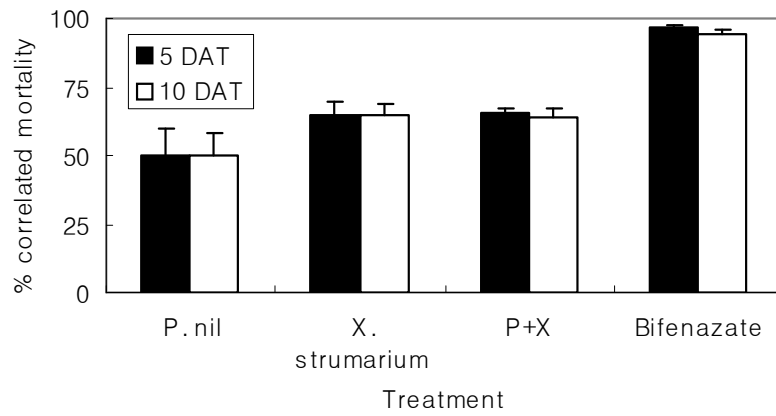


Fig. 31. Effect of herbal plant extracts *Pharbitis nil* and *Xanthium strumarium* against *Tetranychus urticae* at  $\times 1,000$  in *Dendranthema morifolium* field.

## 제 4 절 살선충 및 살충활성 물질의 안전성 조사

### 1. 살선충 및 살충 활성물질의 안전성 조사

#### 가. 비표적 동물에 대한 안전성

##### 1) 재료

##### 가) 약용식물

전자의 연구를 통해 살선충 활성이 높게 나타난 팔꽃나무(*Daphne genkwa*)와 정향(*Eugenia caryophyllata*), 사군자(*Quisqualis indica*), 생강(*Zingiber officinale*), 뽕장풀(*Desmodium caudatum*), 나팔꽃(*Phyllostachys nil*) 등 6종 약용식물을 선발하였다(Table 41). 선발된 약용식물들은 서울 경동시장의 한약 건재상에서 중국산을 구입하여 이용하였다.

Table 41. List of 6 herbal plants and their yield extracts with ethanol and hexane

Plant species	Family name	Used part	Yield(%)
<i>Daphne genkwa</i>	Thymelaeaceae	Flower bud	3.7
<i>Desmodium caudatum</i>	Leguminosae	Leaf	17.2
<i>Eugenia caryophyllata</i>	Myrtaceae	Flower	22.3
<i>Phyllostachys nil</i>	Convolvulaceae	Seed	11.4
<i>Quisqualis indica</i>	Combretaceae	Fruit	12.1
<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	Rhizome	7.0

##### 나) 식물체 추출

식물체의 추출은 전술한 방법에 의하여 추출된 것을 이용하였다.

## 다) 실험 동물

### (1) 곤충병원성 선충

곤충병원성 선충은 국내에서 시판되고 있는 *Steinernema carpocapsae* GSN-1 계통 (ScP)과 *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan 계통 (HgG)을 실험에 이용하였는데 수확한지 2주 이내의 건강한 선충을 이용하였다.

곤충병원성 선충의 기주로 사용한 꿀벌부채명나방 유충은 2005년 야외에서 채집한 야생 개체를 경상대학교 응용생물환경학과 선충실험실에서 Woodring과 Kaya (1988)의 방법을 응용하여 사육한 것을 실험에 이용하였다. 실험에 이용한 꿀벌부채명나방 체중은 180~200 mg이었다.

### (2) 누에

경상북도 농업기술원 잠사곤충사업장에서 분양받은 백옥잠을 상주대학교 부속농장 잠실에서 4령 1일째까지 뽕잎을 급상시켜 사육하여 실험에 사용하였다.

### (3) 먼지벌레

경남 진주시 가좌동의 남부산림연구소의 시험림(가좌시험림) 내에서 pit fall 트랩을 이용하여 먼지벌레를 채집하였는데 직경 9 cm의 플라스틱 용기에 부동액, 고등어등을 넣어 유인하여 채집하였다. 채집된 먼지벌레는 먹이와 함께 55 cm × 35 cm × 20 cm의 플라스틱 용기에 넣어 상온(24 ± 0.5℃)에서 사육하였다. 동종포식 및 자연치사율을 줄이기 위하여 채집한 후 2일 이내 실험에 사용하였다.

## 2) 실험 방법

### 가) 곤충병원성 선충에 미치는 영향

(1) 1차 실험: 1차 실험은 건강과 정향, 된장풀, 사군자, 팔꽃나무 추출액을 이용하여 실험하였다. 5종 약용식물 추출액을 500배와, 50배액으로 희석한 후 X-plate에 각각 3 ml씩 넣고, 각각의 cell에 곤충병원성 선충, ScP와 HgG를 1 ml에 100마리가 되게 하여 3 ml씩을 첨가하였다. 처리 후 3일째까지 매일 현미경(100X)을 이용하여 치사 유무를 조사하였다. 치사된 개체는 핀으로 건드려 반응이 없는 것을 확인한 후 치사유무를 판정하였다. 무처리구는 물만 넣고, 선충을 접종하였으며 4반복으로 처리하였다.

(2) 2차 실험: 2차 실험은 건강과 정향, 된장풀, 사군자 추출액을 이용하여 실험하였다. 4종 약용식물 추출액을 250배, 500배, 1000 배, 농도가 되게 처리하였는데 X-plate에 각각 3 ml씩 넣고, 각각의 cell에 곤충병원성 선충, ScP와 HgG를 1 ml에 100마리가 되게 하여 3 ml씩을 첨가하였다. 처리 후 3일째까지 매일 현미경(100X)을 이용하여 치사 유무를 조사하였다. 치사된 개체는 핀으로 건드려 반응이 없는 것을 확인한 후 치사유무를 판정하였다. 무처리구는 물만 넣고, 선충을 접종하였으며 4반복으로 처리하였다.

(3) 3차 실험: 3차 실험은 팔꽃나무와 정향, 사군자, 생강 추출액을 250배와 500배 농도로 희석한 후 X-plate에 각각 3ml씩 넣고, 각각의 cell에 곤충병원성 선충, ScP와 HgG를 1 ml에 100마리가 되게 접종 한 후 살균수 2 ml씩을 첨가하였다. 250배 처리구는 처리 3일후에 조사하였으며 1,000 배액 처리구는 3일째까지 매일 현미경

(100X)을 이용하여 치사 유무를 조사하였다. 치사된 개체는 핀으로 건드려 반응이 없는 것을 확인한 후 치사유무를 판정하였다. 무처리구는 물만 넣고, 선충을 접종하였으며 4반복으로 처리하였다.

#### 나) Sand column 실험

Sand column 실험은 직경 2.5 cm, 높이 3 cm 파이프의 2.5 cm 지점에 2 mm 간격의 철망을 고정시킨 용기를 이용하여 실험을 수행하였다. 살균시켜 건조시킨 모래를 살균수를 이용하여 수분을 10%로 조절한 후, 용기의 철망 아랫부분에 꿀벌부채명나방 노숙유충을 5마리 넣고, 모래를 채운 뒤, 용기 외부로 탈출을 막기 위하여 뚜껑을 끼웠다. 용기의 위부분에는 수분 10% 함유한 모래를 가득 채운 후, 용기를 한 개 더 연결시키고, 여기에도 수분 10% 함유한 모래를 가득 채웠다. 위 쪽 용기의 상부에 1,000 배액 농도로 조절한 각각의 약용식물 추출액 0.5 ml에 300마리 농도로 조절한 선충 혼합액 0.5 ml를 혼합해 넣은 뒤 sand column 위에 살포하고, 72시간 후에 sand column내 선충수와 꿀벌부채명나방의 치사유무 등을 조사하였다. 각각의 용기 내부 모래에 존재하는 선충은 Baermann 깔대기 방법으로 분리하여 살아있는 선충수를 조사하였으며 꿀벌부채명나방 유충의 치사유무를 조사한 후 유충을 해부하여 몸속에 있는 침입선충수도 조사하였다. 한 개의 용기를 한 반복으로 3반복 처리하였다.

#### 다) 누에에 미치는 영향

1,000 배액 농도로 희석한 팔꽃나무와 정향, 사군자, 생강, 도꼬마리, 나팔꽃 추출물을 한 가지 당 10-15엽이 달려있는 뽕나무에 가정용 스프레이로 살포한 후, 살포



된 수분을 제거시키기 위해 30분간 음건시켰다. 음건시킨 잎들은 모두 가지에서 떼어낸 뒤 가정용 지퍼팩에 넣은 후, 상주대학교 부속농장 잠실의 지하에 보관하였다. 무처리구는 물만 살포하여 음건시켜 이용하였으며 4령 1일째부터 10일간 하루 3번씩 급상하였는데 누에의 생육 상황을 고려하여 양을 조절하여 급상하였다. 누에의 사육은 25 cm × 30 cm 크기의 플라스틱 바구니에 신문지 두 장을 깔고, 각각의 한약재 추출물을 처리한 뽕잎을 넣고, 4령 1일째의 누에 15마리씩을 넣은 후, 번데기가 되기 전까지 한약재 추출물을 처리한 뽕잎을 급상하였다. 5령 1일째 각각의 유충 무게를 조사하였으며 고치 형성 후 고치무게와 번데기 무게를 조사하였다. 실험은 누에 15마리를 한 반복으로 3반복 수행하였다.

#### 라) 먼지벌레에 미치는 영향

한약재 추출물이 먼지벌레에 미치는 영향은 먼지벌레를 채집한 남부산림연구소 좌시험림에서 수행하였다. 스티로폼 용기(55 × 35 × 20 cm)를 토양에 5 cm 깊이로 묻은 후, 산지의 표면토양과 높이가 같도록 스티로폼 용기 내에 2-3 cm 정도의 토양을 넣었다. 토양이 들어있는 용기 내에 각 처리구 당 먼지벌레(*Synuchus* sp.) 10마리씩을 방사하고, 각 처리구 당 1,000 배액 농도로 희석한 사군자와 정향, 건강, 나팔꽃, 팔꽃나무 추출액 50 ml씩을 가정용 스프레이로 살포하였다. 무처리구는 살균수만 처리하였다. 실험은 3반복으로 실시하였으며, 치사율 조사는 처리 후 5일 동안 매일 조사하였다.

마) 지렁이에 미치는 영향

한약제 추출물이 지렁이에 미치는 영향을 알아보기 위해 인공토양을 제조하였는데, 인공토양의 조제는 500 g을 기준으로 하여 sphagnum peat 50 g, kaolin clay 100 g, 공업용모래 348.5 g, CaCO<sub>3</sub> 1.5 g을 혼합하였다. sphagnum peat의 경우 수분을 잘 흡착하므로 만들기 전에 수분함량을 보정하였다. 위 조성비율로 재료를 저울로 단 다음 3차원 혼합기로 1분간 혼합하였다. 시험 물질의 처리 시 시험물질의 성질에 따라 시험약제를 처리하는데, 시험약제가 물에 잘 녹거나 유화되는 물질이기 때문에 시험물질을 살균수에 녹여서 처리할 시험물질의 농도가 되도록 시험물질을 넣어 녹여서 바로 인공토양에 넣었다. 인공토양 0.5 kg을 토양수분 40 %로 맞추고자 할 때 탈이온수의 양은  $500 \times 0.4 = 200$  g이므로 200 ml의 살균수에 각 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, 0.03125의 처리농도에 맞게 시험물질을 넣어 녹인 다음 인공토양에 혼합하였다. 혼합 후 30분간 방치하여 증류수가 잘 스며들게 한 후 스푼으로 잘 섞어 주었다. 시험물질이 혼합된 인공토양에 처리농도별로 pH와 토양수분을 측정하였다 (10 g을 취하여 측정). 사육상에서 하루 전에 분리하여 놓은 지렁이를 10마리씩 무게를 잰 다음 각 처리 용기마다 10마리씩 넣고 난 후에 랍을 덮고 환기용으로 나무젓가락으로 구멍을 적당히 뚫었다. 각 용기의 무게를 잰 후 인큐베이터 속에 넣었으며, 시험용 유리용기는 1 L 원형 통을 사용하였다. 인큐베이터는  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 온도로 조절하였고, 상대습도는 40% 이상이 유지되게 조절하였다.

## 바) 식물에 미치는 영향

### (1) 발아에 미치는 영향

살충 및 살선충 활성을 가지는 사군자와 건강, 팔꽃나무, 도꼬마리, 나팔꽃 추출물이 식물체의 발아에 미치는 영향을 알아보기 위하여 직경 9 cm의 petri dish에 여과지 2장을 깔고, 각각의 식물체 추출물을 100 배액과 1000배액, 1000배액으로 희석한 뒤 5 ml씩을 접종하였다. 여기에 황기와 황금, 당귀, 백출, 고본 종자 100립씩을 고무 펼쳐 놓은 후 25°C 항온기에 보관하면서 매일 발아 유무를 조사하였다. 무처리는 물만 5 ml 처리하였으며 3반복으로 수행하였다.

### (2) 종근에 미치는 영향

살충 및 살선충 활성을 가지는 팔꽃나무와 사군자, 정향, 건강추출물이 식물체 종근에 미치는 영향을 알아보기 위하여 식물체 추출물을 1000배액 농도로 희석한 뒤, 1년생 더덕을 침지한 후 pot에 이식하였다. 30일 후에 성장량을 무처리구와 비교하였다.

### (3) 유묘에 미치는 영향

살충 활성을 가지는 G와 H 식물체가 식물체의 유묘에 미치는 영향을 알아보기 위하여 pot에 더덕과 도라지 씨를 파종한 후, 30일 묘로 키운 다음, 각각의 식물체 추출물을 100배로 희석한 뒤 5 ml씩을 접종하였다.

## 2) 결 과

### 가). 약용 식물 추출물이 곤충병원성 선충에 미치는 영향

#### (1) 1차 X-plate 실험

5종의 한약재 추출물 500 ppm과 50 ppm농도에서 곤충병원성 선충, *S. carpocapsae*의 생존에 미치는 영향을 조사한 결과는 그림 1과 같았다. 정향과 팔꽃나무 추출물 처리에서 생존 선충수가 가장 적었으며 건강 처리구에서는 무처리구와 큰 차이를 보이지 않았고, 된장풀은 500 ppm 2일차와 3일차 조사에서만 무처리구와

차이를 보였다.

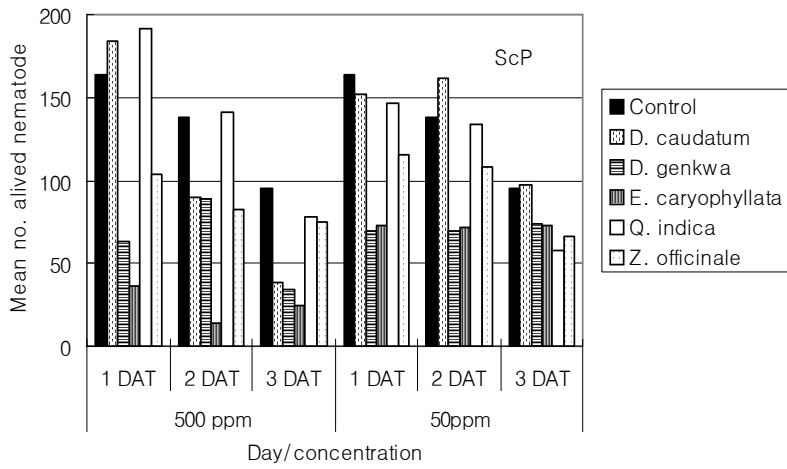


Fig. 32. Effect of herbal extract on survival of entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* in X-plate.

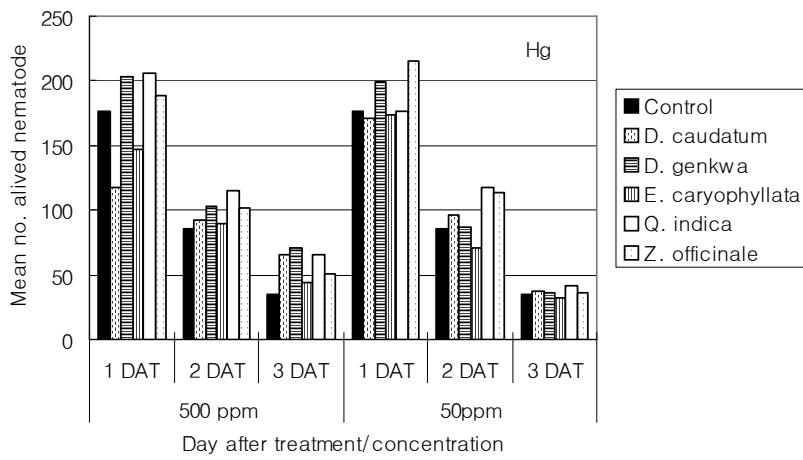


Fig. 33. Effect of herbal extract on survival of entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan in X-plate.

*Heterorhabditis* sp. Gyeongsan 계통은 *S. carpocapsae*에 비하여 처리한 한약재 추출물에 대하여 영향을 덜 받는 것으로 나타났다(Fig. 33).

(2) 2차 X-plate 실험

농도를 높인 4종의 한약재 추출물 처리에 대한 곤충병원성 선충의 치사율을 조사한 결과는 그림 34, 35와 같았다. *S. carpocapsae*의 보정사충율은 정향처리에서 가장 높았으며 사군자 처리에서 가장 낮았다(Fig. 34).

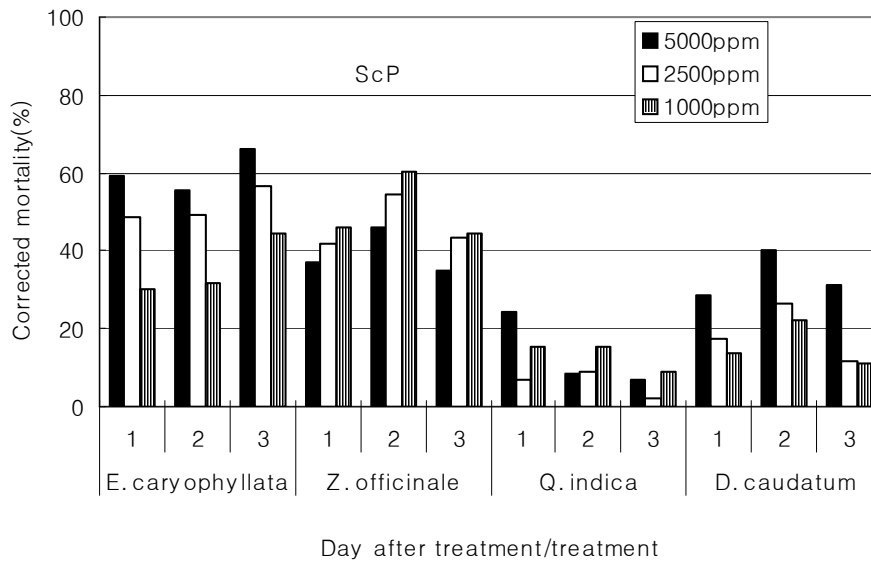


Fig. 34. Effect of herbal extract on survival of entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* in X-plate.

*Heterorhabditis* sp. Gyeongsan 계통은 사군자와 된장풀 처리에서만 처리 2일째 까지 50% 이하의 치사율을 보였고, 나머지 처리에서는 50% 이상의 치사율을 보였다(Fig. 35).

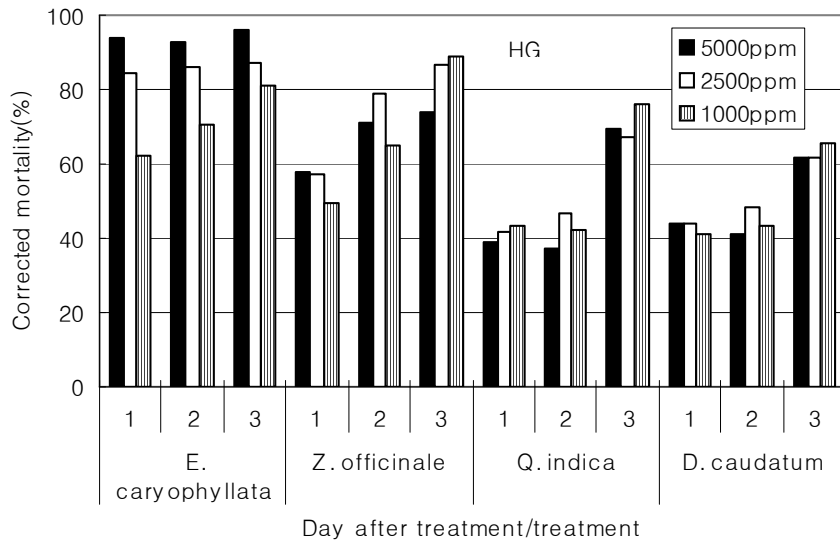


Fig. 35. Effect of herbal extract on survival of entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan in X-plate.

### (3) 3차 X-plate 실험

선발된 4종의 약용식물 추출액(Table 41)을 곤충병원성 선충에 처리한 결과, 처리 약재별에 따라 곤충병원성 선충의 생존에 미치는 영향에 차이가 있었다(Fig. 36). 4종의 약용식물 추출액을 1,000 배액의 농도로 처리했을 때, 팔꽃나무 추출액 처리구를 제외하고 모두 낮은 치사율을 보였고, 특히 ScP에 대해서는 거의 영향이

없었다. 팔꽃나무와 정향, 사군자 추출액을 500배의 농도로 처리하였을 때 매우 높은 치사율을 보였고, 팔꽃나무 추출액은 ScP와 HeG 두 종 선충에 대해 1,000 배액의 농도에서는 60%, 500 배액의 농도에서는 100%의 높은 치사율을 보였다.

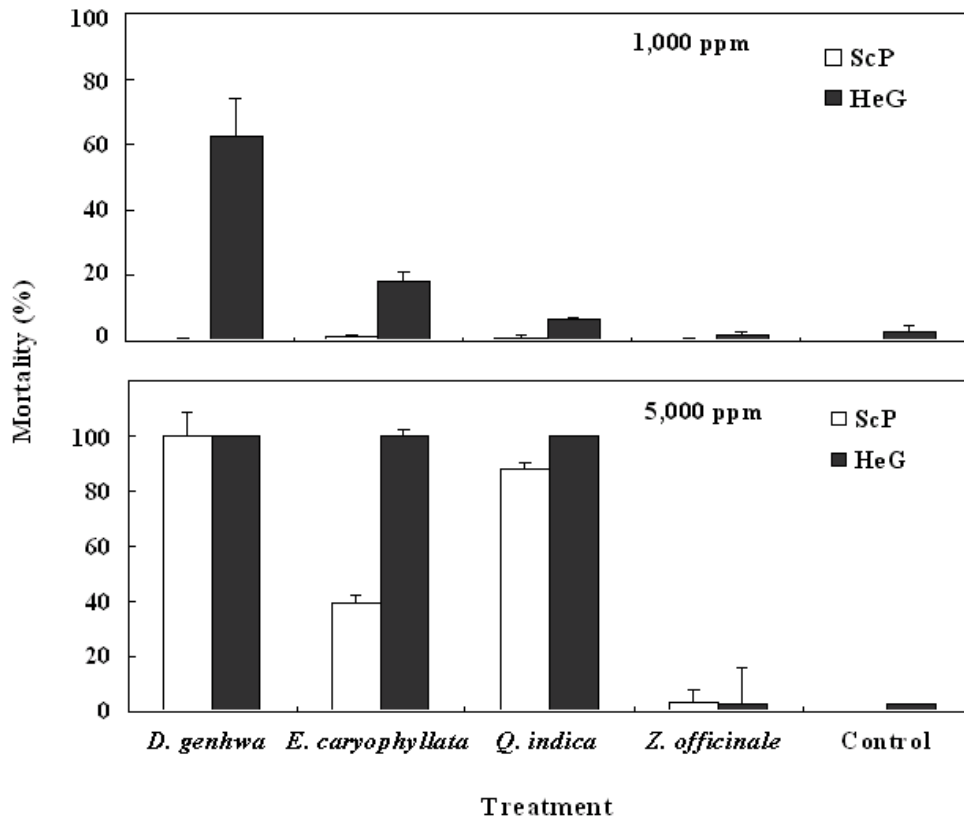


Fig. 36. Effect of herbal plant extracts of concentration of  $\times 1,000$  and  $\times 500$  on mortality of entomopathogenic nematodes, *Steinernema carpocapsae* GSN-1 strain(ScP) and *Heterorhbaditis* sp. Gyeongsan strain(HeG) for 3 days after treatment of aquatic solution in X-plate.

이(2006)의 연구에서도 팔꽃나무 추출액을 500 ppm 농도로 뿌리혹선충에 처리하였을 때 90% 이상의 높은 치사율을 보여 살선충 효과가 높다고 보고하였는데, 곤충병원성 선충에 대해서도 동일한 효과를 보였다. 사군자와 정향 추출물 처리는 1,000 배액 농도에서 낮은 치사율을 보였으나 500 배액 농도에서는 HeG에 대해 100% 치사율을 보였다. 생강 추출물은 농도에 관계없이 ScP와 HeG에 대해 큰 영향을 미치지 않았다.

ScP는 약용식물 추출물에 대해 HeG보다 상대적으로 낮은 치사율을 보였는데 이것은 선충 종에 따른 특성과 병원성 차이로 생각되며 이에 대한 자세한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

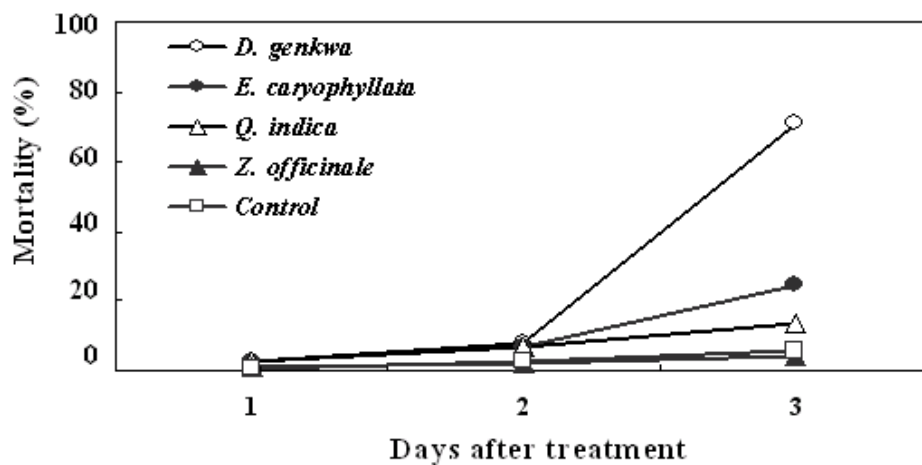


Fig. 37. Effect of herbal plant extracts of concentration of  $\times 1,000$  on mortality of entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* GSN-1 strain after 1, 2, and 3 days after treatment of aquatic solution in X-plate.



1,000 배액 농도의 약용식물 추출물을 ScP와 HeG에 처리하고 1, 2, 3일 후 선충에 대한 치사율을 조사하였다. ScP의 경우 처리 2일까지는 살선충 효과가 높지는 않았으나 처리 3일 후부터 팔꽃나무 추출물 처리구에서 살선충효과가 70%로 급격히 증가하였다. 다른 처리구에서도 살선충 효과가 나타났지만 팔꽃나무 추출물 처리구에 비해 현저히 낮았으며 모두 30% 이하의 선충 치사율을 보였다(Fig. 37).

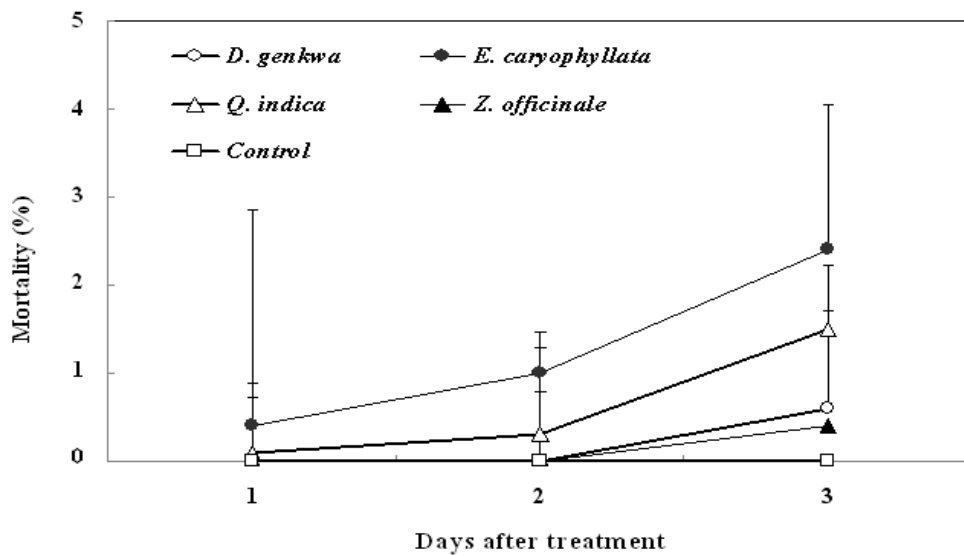


Fig. 38. Effect of herbal plant extracts of concentration of  $\times 1,000$  on mortality of entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan strain after 1, 2, and 3 days after treatment of aquatic solution in X-plate.

그러나, HeG에서는 ScP에 대해 높은 치사율을 보였던 팔꽃나무 추출물이 정향과 사군자 추출물 처리구보다도 낮은 치사율을 보였다. HeG는 정향과 사군자 추출물을

처리했을 때, 처리 후 1일째부터 살선충 효과를 보여 점차적으로 증가하였고, 생강과 팔꽃나무 처리에서는 1일과 2일에는 살충 효과가 보이지 않다가 3일부터 살충효과가 나타나기 시작하였다(Fig. 38). 그러나 HeG에 대한 치사율은 ScP와 비교하였을 때 ScP에 대한 치사율(Fig. 37)보다는 현저하게 낮아 살선충 효과가 낮음을 알 수 있었다. 특히, ScP에서 높은 살선충 효과를 보였던 팔꽃나무 추출액이 HeG에 대해서는 낮은 효과를 보인 것이 상당히 흥미로웠으며, 이것은 종간 특이성과 관계가 있을 것으로 생각되며 더 세밀한 연구가 필요하다고 생각한다.

나) Sand column 실험

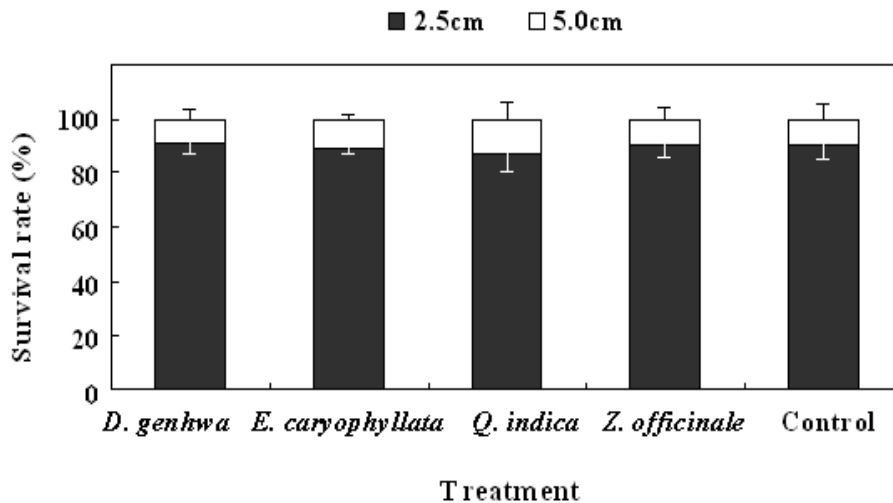


Fig. 39. Effect of herbal plant extracts of concentration of  $\times 1,000$  on survival rate of entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* GSN-1 strain after 3 days after treatment in sand column.

Sand column 내에서 토양 깊이별 선충의 생존 효과를 알아본 결과, ScP의 경우 모든 처리에서 선충의 밀도가 2.5 cm 구간에 집중되어 있었지만(Fig. 39) HeG는 두 구간 내에 분산되어 있었으며(Fig. 40) 처리 추출물의 종류에 따라 선충의 분포 위치가 차이가 있었다. ScP는 HeG와는 다르게 2.5 cm 구간에 집중적으로 분포하고 있었으며 처리구별로 큰 차이는 없었다(Fig. 39). 특히 ScP는 토양에서 토양의 깊이가 깊을수록 선충의 수가 감소하는 것으로 보고되었는데(추 등, 2002), 본 연구의 sand column 실험에서도 HeG는 전 구간에 분산되어 있는 반면, ScP는 2.5 cm 구간에 집중되어 있었다.

HeG의 분포는 팔꽃나무와 사군자 추출물 처리구에서는 5.0 cm 구간보다 2.5 cm 구간에 선충이 약간 더 존재했으며, 정향 추출물 처리구에는 반대로 5.0 cm 구간에 더 많이 존재하였다(Fig. 40). 그러나 Fig. 4의 ScP 처리와는 달리 분포의 차이가 뚜렷하지는 않았다. 생강 추출물 처리구는 두 구간 내에 고루 분포되어 있었고, 무처리와 비슷하였다. 이 결과로 ScP는 토양 이동성이 낮아 얕은 층의 토양에 주로 분포하는 반면, HeG는 토양의 이동성이 높아 토양층 내에 고루 분포하는 것을 알 수 있었다.

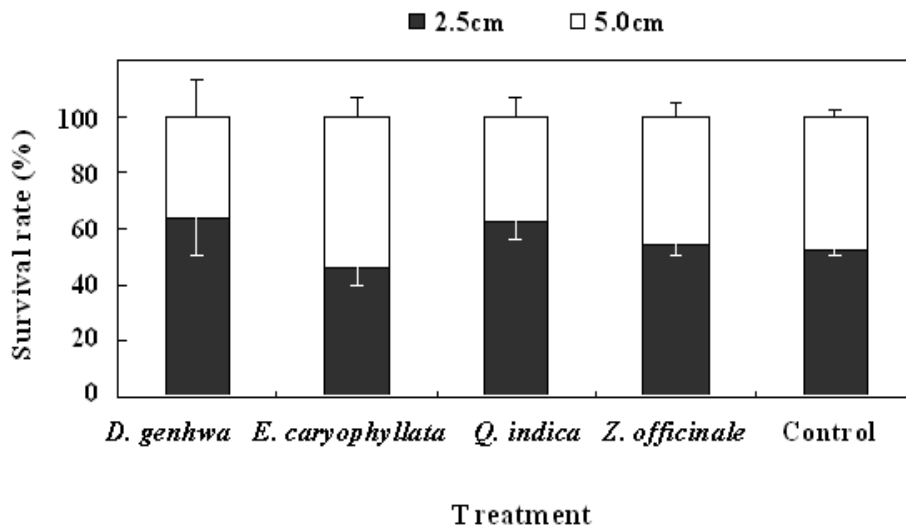


Fig. 40. Effect of herbal plant extracts of concentration of  $\times 1,000$  on survival rate of entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan strain after 3 days after treatment in sand column.

Sand column내에서 선충에 의한 꿀벌부채명나방 유충의 치사율을 조사한 결과, Fig. 41과 같이 HeG보다 ScP에서 치사율이 높았으나 약용 식물 추출물 처리간에는 큰 차이는 보이지 않았다. 반면, HeG에서는 처리구별로 꿀벌부채명나방 유충의 치사율에 차이를 보였다. 사군자와 생강 추출물 처리구는 무처리와 큰 차이는 없었으나 정향 처리구에서는 3배 이상 낮은 치사율을 보였다.

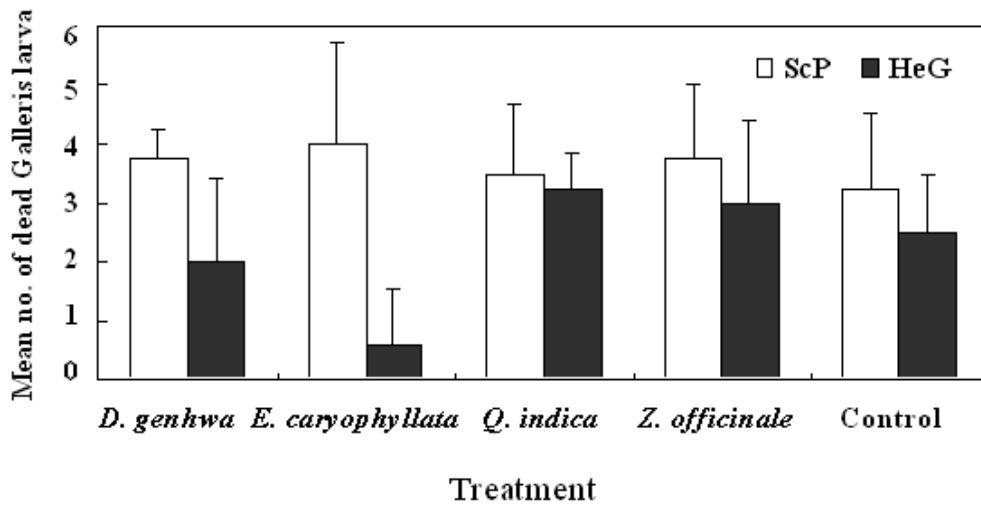


Fig. 41. Effect of herbal plant extracts concentration of  $\times 1,000$  on the establishment of entomopathogenic nematodes, *Steinernema carpocapsae* GSN-1 strain(ScP) and *Heterorhbaditis* sp. Gyeongsan strain(HeG) in *Galleria mellonella* larva, at 3 days after treatment.

또한 꿀벌부채명나방 유충 속에 침입한 선충의 수를 조사한 결과, HeG는 무처리와 큰 차이를 보이지 않았으며 추출물간에도 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 ScP의 경우 HeG보다 유충속에 침입한 선충의 수가 많았으며, 생강과 팔꽃나무 처리에서는 꿀벌부채명나방 유충 체내에 침입한 선충의 수가 무처리보다도 많았다(Fig. 42). 전체적으로 꿀벌부채명나방 유충 치사율과 침입 선충을 조사한 결과, ScP가 HeG보다 높은 침입력과 병원성을 갖고 있었다. 곤충병원성 선충의 병원성은 선충의 종류, 저장온도나 저장기간에 따라 차이가 있을 수 있는데(Lewis, 1995), 우리나라 곤충병원성 선충 중 포천산 *Steinernema* sp.는 노랑털알락나방 유충에 대해 높은 병원성을

보였으며 함양산 *Heterorhabditis* sp.는 이화명나방 유충에 대해 병원성이 높았다 (추, 1995). 꿀벌부채명나방 유충 속에 침입한 선충의 수는 HeG보다 ScP의 분리율이 약 2~3배정도 더 높았다. 꿀벌부채명나방 유충에 대한 ScP의 침입력에는 온도와 접종농도가 크게 영향을 미치는데 24~30℃에서는 유충 체내에서 증식되어 탈출하는데 소요되는 기간이 5일 내외로 매우 짧다. 300마리 농도로 접종할 경우, 꿀벌부채명나방 10분만에 유충을 침입한다(추 등, 2002).

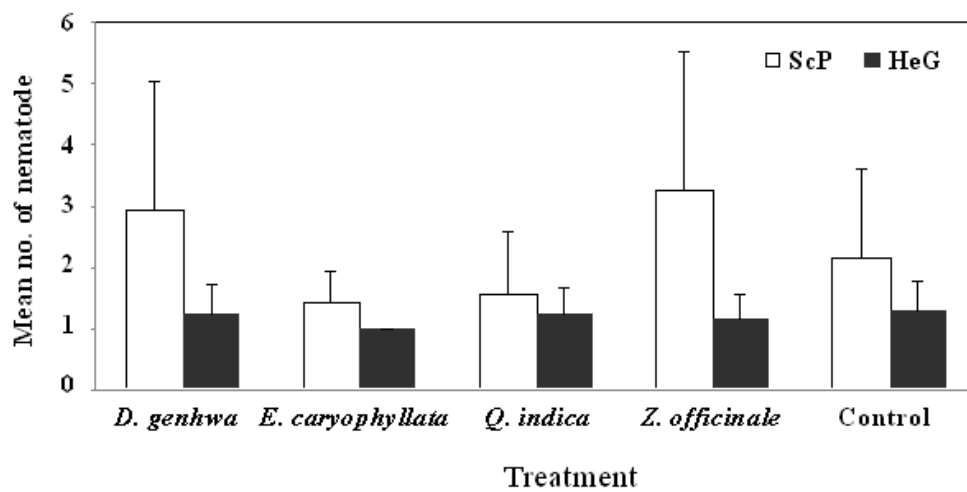


Fig. 42. Effect of herbal plant extracts concentration of  $\times 1,000$  on the development of entomopathogenic nematodes, *Steinernema carpocapsae* GSN-1 strain(ScP) and *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan strain(HeG) in *Galleria mellonella* larva, at 3 days after treatment.

다) 약용식물 추출물이 누에에 미치는 영향

약용식물 추출물이 누에의 생존에 미치는 영향은 다양하였는데, 사군자 처리에서는 처리 10일째까지 치사되는 누에가 없었으나 팔꽃나무는 급상 3일후부터 20%의 치사율을 보였고, 5일째에는 73.3%, 10일째에는 모든 누에가 치사되었다. 정향이나 생강 추출물 처리에서는 처리 10일째까지 2.2%의 낮은 치사율을 보여 무처리와 차이가 없었다(Fig. 43).

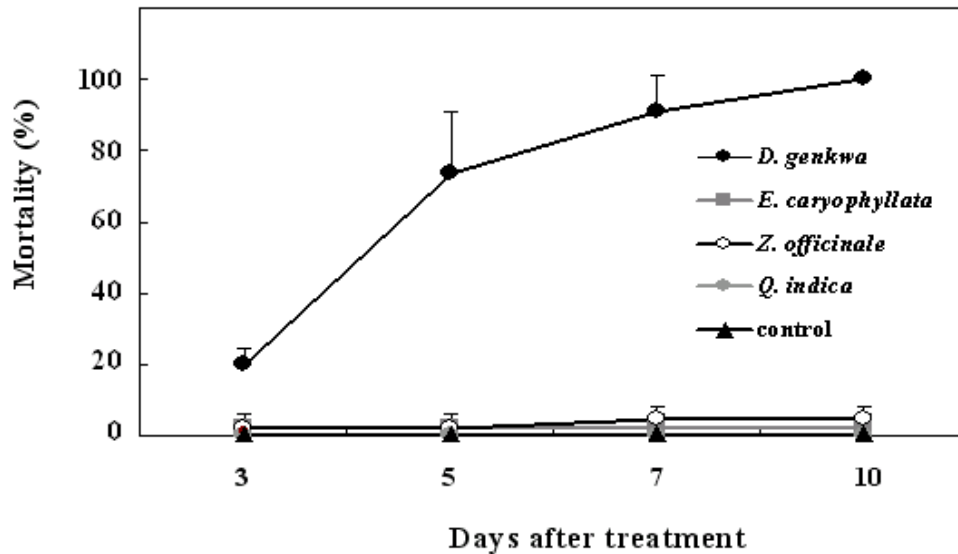


Fig. 43. Mortality of silkworm reared on herbal plant extracts treated mulberry leaves concentration of  $\times 1,000$ .

5령 1일째 누에의 체중은 팔꽃나무 추출물을 처리한 병잎 급상 처리에서만 0.2 g 내외로 무처리와 차이를 보였으며, 다른 추출물 처리구에서는 차이를 보이지 않았다 (Fig. 44). 특히 팔꽃나무 추출액 처리구 누에는 처리 3일째부터 치사하는 개체가 나타나기 시작해 처리 10일만에 처리구의 모든 개체가 치사되었다. 이것은 팔꽃나무 추출물이 선충뿐만 아니라 누에와 같은 나방과 유충에도 살충력을 보이는 것을 알 수 있었다.

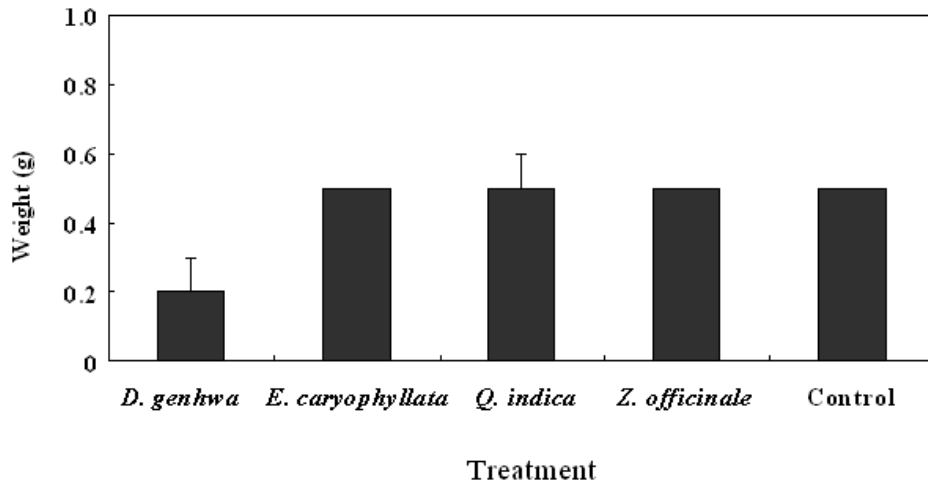


Fig. 44. Larval weight of silkworm reared on herbal plant extracts treated mulberry leaf concentration of  $\times 1,000$ .

누에고치 무게를 측정한 결과, 사군자와 정향 추출물 처리구에서는 무처리와 비교하여 고치 무게가 약간 높았고, 생강 추출물 처리구는 무처리와 거의 동일하였다 (Fig. 45). 번데기의 무게도 고치 무게와 거의 비슷한 패턴을 보였다. 추출물 처리구 모두 무처리보다 약간 높은 무게를 보였지만 큰 차이는 보이지 않았다 (Fig. 46). 팔꽃나무 추출물 처리구 누에의 경우 모든 개체가 치사되어 고치를 형성할 수 없었기 때문에 고치와 번데기의 무게를 측정할 수 없었다. 이상의 결과로 팔꽃나무 추출물은 누에에 매우 높은 독성을 보이므로 누에를 키우는 곳 주변에서의 살포는 주의해야 할 것으로 생각된다.



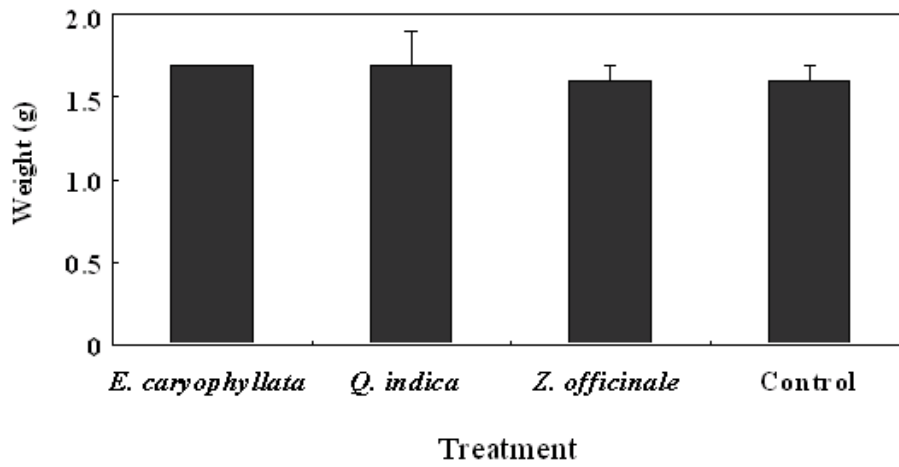


Fig. 45. Weight of silkworm cocoon reared on herbal plant extracts treated mulberry leaf concentration of  $\times 1,000$ .

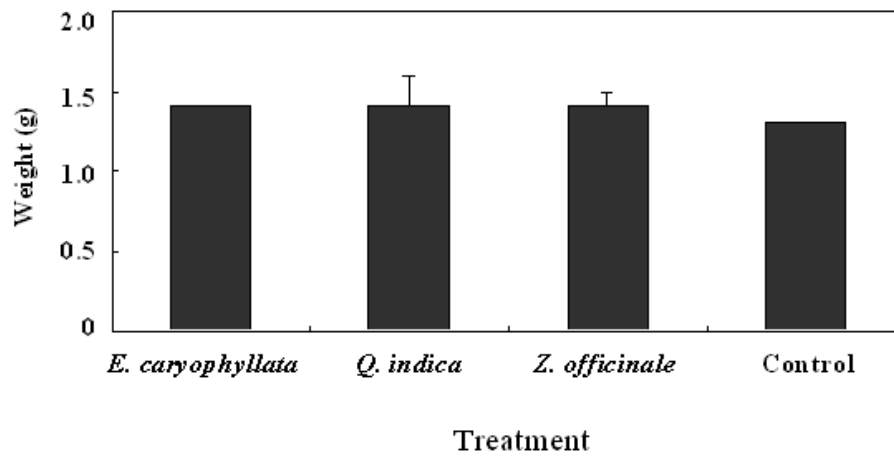


Fig. 46. Weight of silkworm pupa reared on herbal plant extracts treated mulberry leaf concentration of  $\times 1,000$ .

라) 약용식물 추출물이 먼지벌레에 미치는 영향

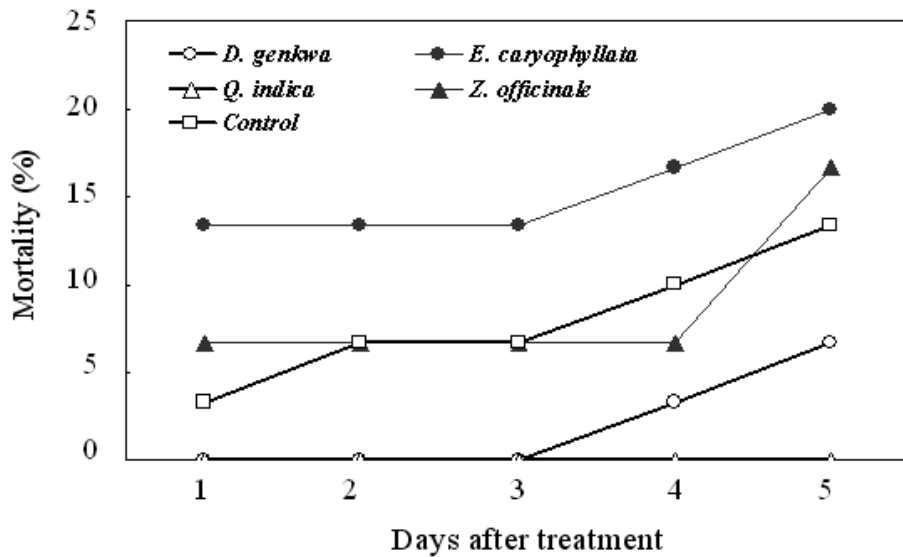


Fig. 47. Mortality of ground beetle following exposure to herbal plant extracts at concentration of  $\times 1,000$  in pot.

정향 추출물 처리구는 처리 1일 후부터 10% 이상의 치사율을 보였으며 점차 증가하여 5일후에는 20%의 치사율을 보였다(Fig. 47). 물을 처리한 무처리구에서도 약 7~13%의 살충율을 보였으며 생강 추출물 처리구는 무처리와 비슷한 살충율을 보였다. 반면에 곤충병원성 선충과 누에에 높은 살충 효과를 보인 팔꽃나무 추출물 처리구의 살충율은 매우 낮았으며 사군자 추출물 처리구에서는 치사된 개체가 전혀 없었다. 정향 추출물은 곤충병원성 선충과 누에에 큰 독성을 보이지 않았으나 환경지표종인 먼지벌레에 대해 비교적 높은 살충 효과를 보였으나 지속성이나 야외 조건에서 미치는 영향은 추후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

마) 지렁이에 미치는 영향

지렁이 처리 후 14일째, 한약제 추출물이 지렁이에 미치는 영향을 조사하였는데, 그 결과는 Table 42.와 같았다.

Table 42. 지렁이 처리 2주후 지렁이 생존수

농 도	사군자	완화	흑축	건강	창이자
0.5	10/10	2/10	10/10	9/10	8/10
0.25	9/10	7/10	9/10	8/10	10/10
0.125	10/10	6/10	10/10	10/10	8/10
0.0625	10/10	10/10	8/10	8/10	7/10
0.00625	9/10	9/10	10/10	7/10	8/10
Control	9/10				

Table 42.에서 보는 바와 같이, 사군자, 흑축, 생강, 창이자는 지렁이에 커다란 영향을 미치지 않았다. 하지만 완화의 경우에는 지렁이에 높은 유해성을 나타내었다.

바) 식물에 미치는 영향

(1). 발아에 미치는 영향

살충 및 살선충 활성을 가지는 사군자와 건강, 팔꽃나무, 도꼬마리, 나팔꽃 추출물이 약용식물의 발아에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험한 결과는 Table 1과 같았다.

한약재의 종류에 따라 추출물 처리에 의한 발아정도에 차이를 보였다. 황기의 경우 한약재 추출물을 처리할 경우 사군자 10,000 ppm처리를 제외하고는 무처리구에 비하여 발아율이 향상되는 결과를 보였으며 황금의 경우도 황기와 동일한 경향을 보였다. 특히 황금은 사군자 10,000 ppm 처리구에서는 발아가 전혀 되지 못하였다. 당귀는 창이자 처리에서 무처리구에 비하여 발아율이 다소 저조하였으며 백지는 모든 처리구에서 무처리구에 비하여 발아율이 높았다. 고본은 사군자와 건강 처리구에서 발아율이 다소 낮게 나타났다. 팔꽃나무 추출액은 실험에 이용한 한약재 씨앗의 초기 발아율을 전반적으로 향상시키는 효과가 있었다.

Table 43. Effect of herbal extract on germination of herbal plant in petri dish

Plant name	Herbal extract	Con. (ppm)	% germination				
			10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT	
A. <i>membra naceus</i> (황기)	<i>Q. indica</i>	10,000	20.3±19.7	22.3±17.9	24.0±17.3	24.0±17.3	
		1,000	49.3±17.6	53.7±21.1	57.0±21.1	59.7±20.1	
		100	50.7±4.5	58.7±7.0	61.7±7.4	64.0±6.2	
	<i>Z. officinale</i>	10,000	70.7±15.5	71.3±15.7	71.3±15.7	71.3±15.7	
		1,000	59.7±12.9	63.0±12.8	65.7±15.5	66.3±15.5	
		100	56.3±3.5	61.7±4.7	64.7±6.1	66.3±4.7	
	<i>D. genkwa</i>	10,000	44.3±10.0	52.3±6.5	58.0±5.3	58.7±6.1	
		1,000	58.3±9.0	65.7±10.4	68.7±11.0	69.7±11.8	
		100	54.0±2.6	68.3±5.0	71.7±3.1	72.0±2.6	
	<i>P. nil</i>	10,000	34.0±17.3	42.3±21.1	47.7±23.2	49.3±23.0	
		1,000	58.0±9.5	64.0±11.8	70.0±10.1	72.0±9.5	
		100	49.7±7.6	54.3±7.5	57.0±8.5	58.3±6.8	
	<i>X. strumarium</i>	10,000	53.3±6.8	57.0±3.6	59.3±2.5	60.3±3.2	
		1,000	52.7±11.7	58.0±9.5	60.0±10.4	60.7±10.8	
		100	49.3±12.1	58.0±17.3	60.0±18.4	60.7±18.7	
	Control		39.3±8.3	46.3±9.6	48.3±11.0	49.0±11.0	
	S. <i>baicalen sis</i> (황금)	<i>Q. indica</i>	10,000	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
			1,000	5.7±3.5	7.0±3.6	7.0±3.6	7.0±3.6
100			6.0±1.0	6.0±1.0	6.0±1.0	6.0±1.0	
<i>Z. officinale</i>		10,000	10.7±1.2	11.3±2.3	11.3±2.3	11.3±2.3	
		1,000	14.7±5.5	14.7±5.5	14.7±5.5	14.7±5.5	
		100	17.7±2.1	18.3±3.2	18.3±3.2	18.3±3.2	
<i>D. genkwa</i>		10,000	10.0±8.5	10.0±8.5	10.0±8.5	10.0±8.5	
		1,000	14.3±5.0	14.3±5.0	14.3±5.0	14.3±5.0	
		100	9.3±2.5	9.3±2.5	9.3±2.5	9.3±2.5	
<i>P. nil</i>		10,000	3.7±2.9	4.3±2.5	4.3±2.5	4.3±2.5	
		1,000	13.0±5.2	13.0±5.2	13.0±5.2	13.0±5.2	
		100	10.7±5.7	10.7±5.7	10.7±5.7	10.7±5.7	
<i>X. strumarium</i>		10,000	4.7±1.5	4.7±1.5	4.7±1.5	4.7±1.5	
		1,000	8.3±7.6	8.3±7.6	8.3±7.6	8.3±7.6	
		100	2.7±3.8	5.7±6.7	5.7±6.7	5.7±6.7	
Control			3.3±2.9	4.3±3.8	4.3±3.8	4.3±3.8	

Table 43. Effect of herbal extract on germination of herbal plant in petri dish

Plant name	Herbal extract	Con. (ppm)	% germination			
			10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT
<i>A. gigas</i> (당귀)	<i>Q. indica</i>	10,000	0.7±1.2	44.0±19.2	56.7±13.4	59.3±14.6
		1,000	2.0±3.5	48.7±16.5	45.7±12.5	50.0±13.9
		100	5.7±5.5	39.0±1.7	47.7±3.2	49.7±2.5
	<i>Z. officinale</i>	10,000	12.3±6.4	54.3±14.2	59.7±14.5	61.0±15.6
		1,000	7.7±5.5	45.3±12.6	49.3±11.2	50.7±9.7
		100	13.3±5.5	52.7±10.4	60.3±8.0	62.0±8.5
	<i>D. genkwa</i>	10,000	3.3±4.2	42.7±12.9	50.0±12.5	53.3±16.9
		1,000	4.3±5.1	40.7±2.3	50.7±2.3	55.3±4.5
		100	17.3±2.9	50.7±4.9	54.7±5.8	56.0±5.2
<i>P. nil</i>	10,000	0.0±0.0	50.0±7.55	56.3±6.0	58.3±5.0	
	1,000	8.7±4.0	55.3±6.4	62.0±7.0	65.0±6.9	
	100	3.3±0.6	42.0±11.0	48.7±9.0	51.7±8.6	
<i>X. strumarium</i>	10,000	7.0±2.6	40.0±2.6	45.7±1.2	47.7±8.0	
	1,000	8.3±7.6	37.0±1.7	47.3±2.1	49.7±3.1	
	100	4.3±7.5	45.7±5.0	53.3±4.5	55.0±5.0	
Control			5.0±5.0	47.7±7.1	58.3±7.1	60.0±5.6
<i>A. dahurica</i> (백지)	<i>Q. indica</i>	10,000	0.0±0.0	3.7±2.3	6.3±3.1	6.3±3.1
		1,000	0.0±0.0	1.0±1.7	2.0±1.7	2.0±1.7
		100	0.0±0.0	4.0±2.0	6.3±2.1	6.3±2.1
	<i>Z. officinale</i>	10,000	0.0±0.0	5.7±2.1	6.7±2.9	7.3±3.2
		1,000	0.0±0.0	7.7±0.6	9.0±2.6	9.3±2.3
		100	0.0±0.0	5.0±1.7	5.3±1.2	5.3±1.2
	<i>D. genkwa</i>	10,000	0.0±0.0	1.7±2.1	3.0±2.0	3.0±2.0
		1,000	0.0±0.0	2.7±2.1	3.7±2.1	4.0±2.6
		100	0.0±0.0	8.7±1.2	9.7±1.5	9.7±1.5
<i>P. nil</i>	10,000	0.0±0.0	7.3±7.6	9.3±9.5	9.7±10.0	
	1,000	0.0±0.0	4.7±3.2	5.3±3.1	5.7±3.5	
	100	1.0±1.7	8.0±2.0	8.7±1.5	9.3±1.5	
<i>X. strumarium</i>	10,000	0.0±0.0	6.3±2.5	8.3±1.2	9.0±0.0	
	1,000	0.0±0.0	6.0±4.0	7.0±3.6	7.0±3.6	
	100	0.3±0.6	5.0±3.5	9.3±4.0	10.3±4.7	
Control			0.0±0.0	0.7±0.6	2.0±1.7	2.0±1.7

Table 43. Effect of herbal extract on germination of herbal plant in petri dish

Plant name	Herbal extract	Con. (ppm)	% germination			
			10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT
<i>L. tenuissimum</i> (고분)	<i>Q. indica</i>	10,000	0.0±0.0	15.7±9.6	16.0±10.1	16.0±10.1
		1,000	4.3±7.5	13.7±7.0	14.0±7.0	14.0±7.0
		100	6.0±8.7	11.3±6.0	11.7±5.5	11.7±5.5
	<i>Z. officinale</i>	10,000	8.0±2.6	13.7±2.9	14.0±2.6	14.0±2.6
		1,000	0.3±0.6	6.3±6.7	6.3±6.7	6.3±6.7
		100	11.7±4.2	17.3±7.2	17.3±7.2	17.3±7.2
	<i>D. genkwa</i>	10,000	5.7±4.9	22.3±5.5	22.3±5.5	22.3±5.5
		1,000	4.0±1.7	18.0±6.9	18.0±6.9	18.0±6.9
		100	8.0±4.4	15.3±4.5	16.0±3.6	16.0±3.6
	<i>P. nil</i>	10,000	0.0±0.0	16.7±13.9	17.0±14.4	17.0±14.4
		1,000	9.7±2.1	16.3±3.5	16.7±3.5	16.7±3.5
		100	15.3±8.5	19.7±10.2	20.0±9.6	20.0±9.6
<i>X. strumarium</i>	10,000	14.3±7.4	19.7±5.9	20.3±6.4	20.3±6.4	
	1,000	17.3±15.3	21.3±12.5	21.7±12.7	21.7±12.7	
	100	11.0±18.2	20.7±11.7	20.7±11.7	20.7±11.7	
Control			6.0±7.2	20.7±4.5	20.7±4.5	20.7±4.5

## (2) 종근 및 유묘에 미치는 영향

살충 및 살선충 활성을 가지는 팔꽃나무와 사군자, 정향, 건강추출물 처리는 식물체 성장에는 큰 영향을 미치지 않았다. 뿌리 길이는 정향나무와 생강 처리의 경우 무처리에 비하여 생장량이 증가 하였으나 큰 차이를 보이지 않았다. 뿌리 무게의 경우도 사군자 처리구에서 무처리에 비하여 50% 높아 졌으나 타 처리의 경우 큰 차이를 보이지 않았다(Table 44). 또한 유묘에도 커다란 영향을 미치지 않았다.

Table 44. Effect of oriental medicinal plant extract on root growth and weight of *Lycopersicon esculentum* in pot at 30 days after treatment

Medicinal plant	Root length(cm)±SE		Root weight(g)±SE	
	Treated	Untreated	Treated	Untreated
<i>Daphne genkwa</i>	11.4±1.8	11.6±1.5	0.07±0.01	0.07±0.01
<i>Eugenia caryophyllata</i>	10.4±0.4	8.8±1.2	0.07±0.01	0.08±0.01
<i>Quisqualis indica</i>	9.3±0.9	9.3±1.2	0.08±0.01	0.05±0.01
<i>Zingiber officinale</i>	9.4±1.0	8.9±0.5	0.06±0.01	0.06±0.01

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1. 연차별 연구목표 및 달성도

구 분	주요 개발 내용 및 범위	달성도(%)
1차년도 (2005-2006)	약용식물 자생지 입지환경 조사	100
	약용식물 천적자원 조사	100
	약용식물 발생 해충 조사	100
	살선충활성 물질 조사	100
	대항식물 이용기술 개발	100
	지상부 해충 방제제 개발	100
2차년도 (2006-2007)	약용식물 자생지 입지환경 조사	100
	약용식물 천적자원 조사	100
	약용식물 발생 해충 조사	100
	약용식물 발생 해충 및 천적조사	100
	살선충 활성 물질 pot 및 야외 적용 시험	100
	살선충 활성 물질의 안전성 조사	100
	약용식물 지상부 해충 방제제 안전성 검증	100
	약용식물 지상부 해충 방제제 현장 실증 시험	100
살선충, 살충 활성물질 제제화	100	
3차년도 (2007-2008)	약용식물 적정 생육지 모델 설정	100
	천적 자원 대량 증식 연구	100
	천적 자원 현장 적용 시험	100
	살충제 제제화	100
	살충제 상품화	100
	대항식물 실증시험	100
	약용식물 지상부 해충 방제제 제제화	100
	약용식물 지상부 해충 방제제 상품화	100

## 2. 관련분야 기술발전예의 기여도

### 가. 기술적 측면

#### 1) 약용식물 자원화를 위한 재배 적지 규명

가) 자생지 생육 환경에 대한 입지환경 조사를 통해 약용식물 자원의 분포와 생물 자원 확보

나) 약용식물 생육환경 조사를 통해 재배 적지를 규명

#### 2) 약용작물 문제 해충 및 천적 자원 조사

가) 약용작물 집단 재배 시 문제화 될 수 있는 해충의 생태규명으로 환경친화적 관리를 위한 기초 자료 보급

나) 유용 토착 천적 자원 확보 및 적용기술 개발

#### 3) 환경친화적 약용작물 뿌리혹선충 방제제 개발

가) 난 방제 해충의 하나인 뿌리혹선충 방제법 개발

나) 약용식물 활용도 제고

다) 길항선충 자원 재배 기술 및 이용기술 개발

라) 살선충제 상용화 기술 개발

#### 4) 환경친화적 약용작물 살충제 개발

가) 살충 활성 식물체 이용 기술 개발

나) 약용식물 식엽성 해충의 환경친화적 방제를 위한 방제시기, 처리횟수, 처리 방법 규명

다) 살충제 상용화 기술 개발

#### 5) 약용작물의 환경친화형 해충 방제 기술 개발

#### 6) 생물농약 및 친환경농자재 신 기술 개발

### 나. 경제 · 산업적 측면

1) 약용작물의 안전성 확보를 통한 경쟁력 증가로 소득 증대 기여

2) 약용식물의 신 기능성 확보로 새로운 부가가치 창출

3) 약용식물 재배 적지 기술 확보로 경작지 확대



- 4) 농산촌의 경지 활용도 증대 및 수도작 대체 작물 개발
- 5) 약용작물의 새로운 가공법 개발로 신 산업 창출
- 6) 뿌리혹선충 방제로 약용작물의 수량증대에 기여 농가 소득 향상
- 7) 약용작물 환경친화적 방제에 대한 원천기술 확보로 유사 제품의 수입 대체 효과
- 8) 생물농약 산업의 활성화
- 9) 소비자의 인지도 개선으로 판매 상승 효과 유발
- 10) 우리 한약제에 대한 대외인지도 증대로 간접 홍보 효과 유발
- 11) 웰빙 및 바이오산업 부흥에 기여

### 3. 주요 연구 성과물

#### 가. 논문

1) 약용식물 전시포에 발생하는 곤충의 종류와 발생시기. 한국약용식물학회지. 15권 6호. 2007년 10월

2) Evaluation of some plant extracts for their nematocidal efficacies against juvenile of *Meloidogyne incognita*. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2008년 6월

#### 나. 학술발표

1) 벼멸구와 작은뿌리파리에 대한 식물 추출 조성물의 살충효과 검증. 2006년도 한국응용곤충학회 춘계 학술발표회. 금호충무마리나리조트. 2006년 5월 12일

2) 약용식물에 발생하는 해충에 관한 연구. 2006년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 서울 aT센터 3층. 2006년 9월 29일

3) 약용식물 추출물의 점박이응애(*Tetranychus urticae*)에 대한 살비활성. 2006년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 서울 aT센터 3층. 2006년 9월 29일

4) 자생약용식물에 발생하는 식물기생성선충에 관한 연구. 2006년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 서울 aT센터 3층. 2006년 9월 29일

5) 오이에서 식물추출 조성물을 이용한 목화진딧물의 친환경적 방제. 2006년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 서울 aT센터 3층. 2006년 9월 29일

6) Screening of sudanese Plant Extracts for their Nematicidal Activity against *Meloidogyne incognita* Juveniles. 2007년도 한국응용곤충학회 춘계 학술발표회. 무주 리조트. 2007년 5월 18일.

7) 살선충 및 살충활성을 가지는 몇가지 한약제 추출물이 누에에 미치는 영향. 2007년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 경기도 양평군남한강연수원 . 2007년 10월 19일.

8) 살선충활성을 가지는 몇 가지 식물체 추출물이 곤충병원성 선충의 생존과 병원성에 미치는 영향. 2007년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 경기도 양평군남한강연수원 . 2007년 10월 19일.

9) Biocontrol of *Bursaphylenchus xylophilus* Using Essential Oils. 2007년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 경기도 양평군남한강연수원 . 2007년 10월 19일.

10) Management of *Bursaphylenchus xylophilus* Using Herbal Extract. 2007년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 경기도 양평군남한강연수원 . 2007년 10월 19일.

11) Towards Organic Agriculture through controlling *Meloidogyne incognita* Using Herbal Powders. 2007년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 경기도 양평군남한강연수원 . 2007년 10월 19일.

12) Inhibition of *Meloidogyne incognita* Eggs Hatching Using herbal Extracts. 2007년도 한국응용곤충학회 추계 학술발표회. 경기도 양평군남한강연수원 . 2007년 10월 19일.

다. 특허

- 1) 천연 식물 추출물 및 이를 포함하는 해충 방제용 조성물
  - 출원번호: 10-2007-0013206 등록일자 : 2008. 5. 25.
  - 발명자 : 이동운, 추호렬, 이정수, 함은혜, 이상명, 최성환

라. 전시 등 홍보

- 1) 2006년 10월 3일 경상대학교 69동에서 개최된 농업생명과학대학 바이오누리전시회에 살충, 살선충활성 추출물 전시

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 1. 활용분야

- 가. 약용작물 해충의 환경친화형 방제 시스템 활용
- 나. GAP 농산물 생산 시책 수립에 활용
- 다. 국내 토착 생물종의 산업화 모델로 활용
- 라. 기술농업, 환경농업에 대한 일반인들의 인식 제고에 활용
- 마. 환경보호가 필요한 상수원보호지역 등의 해충 방제에 우선 활용 가능
- 바. 생물농약 산업 활성화에 활용
- 사. 생식 전용 약제 생산에 활용

### 2. 활용유형 및 활용방안

- 가. 살선충 활성과 살충성 및 섭식저해 능력이 우수한 주요 식물 및 천연물의 적극 활용
- 나. 약용작물 뿌리혹선충과 지상부 해충의 환경친화형 방제 모델개발로 대농민 지도 자료 활용
- 다. 친환경 재배 약초 인증화와 상품화
- 라. 일반인을 대상으로 친환경 농법 및 농산물 홍보

### 3. 현장보급 방안 및 산업화 계획 방안

- 가. 주요 유기농업 단체나 친환경 독농가를 대상으로 실증 시험포지를 확대하고 지속적인 교육과 홍보를 통해 약용작물 해충 방제 메뉴얼화
- 나. IPM전문 회사를 대상으로 적용 방법 및 주요 상품화 기술 이전
- 다. 농업기술원의 대 농민 교육과 지도사업 자료로 활용
- 라. 실용적인 환경친화적 해충방제의 이론과 실제를 독농가의 현장교육에 활용하고 뿌리혹선충 방제의 실증 사례를 제시함으로써 교육 효과 증대

## 제 6 장 연구 개발 과정에서 수집한 해외과학기술 정보

연구 과제 수행 중에 수집한 해외의 정보는 대체의학으로 한방산업의 시장규모 확대와 한방산업과 연관성이 있는 기능성식품산업, 기능성화장품사업, 건강의료생명공학산업, 의료기기산업, 보건의료관광산업 등의 증가와 관련하여 세계적으로 문제가 되는 뿌리혹선충(*Meloidigyne* sp.)을 방제하기위해 화학적 방제법을 벗어나 약용식물 추출물을 이용한 방제로의 접근에 대한 연구들이 수행된 것이었다. 즉 뿌리혹선충에 대해 살선충효과를 가지는 약용식물을 탐색하거나 이용하여 방제를 시도하고 있다. 따라서 향후 우리나라도 다양한 한국의 약용식물을 이용하여 작물에 피해를 주는 해충에 대한 살충 및 살선충 효과를 가지는 약용식물을 탐색하거나 효과를 검증하는 연구를 해야 할 것으로 생각된다. 또한 한방 연관 산업의 시장규모에서 바이오 산업에 관하여 미국, 유럽, 일본이 전체 시장의 90% 차지하고 있었다. 그리고 중국은 전역에 600개의 한약재 재배단지를 조성하고, 2002년 6월부터 GAP 기준을 도입하여 경쟁력 있는 전략산업으로 육성하고 있었다. 따라서, 중국도 머지않아 한방 연관 산업의 시장에서 상당히 비중있는 국가로 떠오를 것으로 예견된다.

OECD와 WTO 체제하에서 안전농산물의 생산으로 생산성과 농가소득의 증가를 도모하기 위해 지속농업(Sustainable agriculture) 및 친환경농업(Environment - friendly agriculture)이 전 세계 적으로 확대 실행되고 있다. 그러므로 우리나라도 고품질 안전 한약재의 생산을 통해 부가가치를 제고하기 위해서는 GAP(good agriculture practices) 도입이 요구된다.

## 제 7 장 참고문헌

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265~267.
- Ahn SB, SH Lee, WS Cho (1990) The insect pest species on the composite herb plants and their damages. Res. Rept. RDA(C. P). 32: 26-31.
- Ahn, K.S., S.Y. Lee, K.Y. Lee, Y.S. Lee and G.H. Kim. 2004. Selective toxicity of pesticides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and control effects of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* by predatory mite and pesticide mixture on rose. Korean J. Appl. Entomol. 43(1): 71-79.
- Ahn, Y.J. and K.,Y. Cho. 1992. Establishment of bioassay system for developing new insecticides I. Effects of organic solvents on the toxicity against insects. Phytotoxicity and solubility of compound. Korean J. Appl. Entomol. 31(2): 182-189.
- Ahn, Y.J., Y.J. Kim and J.K. Yoo 2001. Toxicity of the herbicide glufosinate-ammonium to predatory insects and mites of *Tetranychus urticae* under laboratory conditions. J. Econ. Entomol. 94: 157-161.
- Ahn, YJ., J.K. Yoo, J.R. Cho, J.O. and S.C. Lee. 1996. Moon evaluation of effectiveness of AC303630 and flucycloxuron mixture against *Tetranychus urticae*(Acari: Tetranychidae) under laboratory and field conditions. Appl. Entomol. Zool. 31: 67-73.
- Alam, M.M. 1993. Bioactivity against phytonematodes. *In*: Randhawa, N.S. and Parmar, B.S. (Eds.). Neem research and development. Society of Pesticide Science, New Delhi, India pp. 123-143.
- Ali, L. A. Z. 2004. Preliminary Investigation on the efficacy of usher plant

- leaves *Calotropis procera* Ai. Against Bollworms *Helicoverpa armigra* (Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae). M. Sc. Thesis, University of Kharatoum. Sudan, Pp.55.
- Alm, S. R., T. Yeh, J. L. Hanula and R. Georgis. 1992. Biological control of Japanese, oriental, and turfgrass ataenius beetle(Coleoptera: Scarabaeidae) larvae with entomopathogenic nematodes(Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae). J. Econ. Entomol. 85(5): 1660–1665.
- Ameer–Zareen, M. and Zaki, J. and Javed, N. 2003. Nematicidal activity of ginger and its effect on the efficacy of *Pasteuria penetrans* for the control of root–knot nematodes on tomato. *Asian Journal of Plant Sciences* 2:858–860.
- Asda, M. 1978. Genetics and biochemicals mechanism of acaricide resistance in phytophagous mites. J. Pestic. Sci. 3: 61–68.
- Bae KH (2000) Medicinal plants of Korea. 653pp. Kyo–Hak Publishing Co., Ltd. Seoul.
- Bae, K.H. 1999. The medicinal plants of Korea. Kyo–hak Publishing Co.
- Bailey, P. 1979. Effect of late season populations of twospotted spider mite on yield of peach. J. Econ. Entomol. 72: 8–10.
- Belcher, J.V and R.S. Hussey. 1977. Influence of *Tagetespatula* and *Arachis hypogaea* on *Meloidogyne incognita*. Plant Dis. Repr. 61: 525~528.
- Bello, L., Chindo, P., Marley, P. and Alegbeijo, M. 2006. Effect of some plant extracts on larval hatch of the root–knot nematodes, *Meloidogyne incognita*. *Archives of Phytopathology and Crop Protection* 39: 253–257.



- Birch, A.N.E., W.M. Robertson and L.E. Fellows. 1993. Plant products to control plant parasitic nematodes. *Pestic. Sic.* 39: 141~145.
- Bridge, J. and Page, S. L. J. 1980. Estimation of root-knot nematodes infestation level on root using rating chart. *Tropical Pest Management* 26:296-298.
- Bynum, E.D., JR., T.L. Archer and F.W. Plapp, JR. 1997. Comparison of Banks grass mite and twospotted spider mite: responses to insecticides alone and in synergistic combinations. *J. Econ. Ectomol.* 90(5): 1125-1130.
- Campbell, F.J., K.N. Mobley, and R.P. Marini. 1990. Growing conditions influence mite damage on apple and peach leaves. *Hortscience* 25: 445-448.
- Carter, C. C. and Sasser, J. N. 1982. Research on the integrated crop protection system with emphasis on the root-knot nematodes (*Meloidogynespp.*) affecting economic food crops in developing nations. International *Meoidogyne* Project (IMP) contract No. AID/ta-c-1234. A cooperative publication of the department of plant pathology North Carolina State University and United States Agency for International Development.
- Castagone-Sereno, P., Vanlerberghe-Masutti, F. and Leroy, F. 1994. Genetic polymorphism between and within *Meloidogyne* species detected with RAPD markers. *Genome* 37: 904-909.
- Cayrol, J. C., Djian, C. and L. Pijarowski. 1989. Study on the nematicidal properties of the culture filtrate of the nematophagus fungus *Paecilomyces liacinus*. *Revue de Nematologie* 12: 331-336.
- Chen, C.C., Y.J. Dong, L.L. Cheng and R.F. Hou. 1996. Deterrent effect of neem seed kernel extract on oviposition of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in guava. *J. Econ. Entomol.* 89(2): 462-466.
- Cheon, G.S. 2005. Comparison of Toxicity of four acaricides to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* and the twospotted spider

- mite, *Tetranychus urticae* and secondary toxicity of acaricides to *A. Womersleyi*. Master's thesis, Sunchon national university, Department of applied biology.
- Cho SR (2005) Environmental friendly control of caterpillars occurring on leaf vegetables in greenhouse with entomopathogenic nematodes. Ph. D. thesis, Gyeongsang National University. 120pp.
- Cho, J.R., Y.H. Choi, N.J. Park and K.Y. Cho. 1993. Comparative toxicities of selected acaricides against the twospotted spider mite to establish the screening system for new acaricidal chemical compounds. Korean J. Appl. Entomol. 32(2): 123–128.
- Cho, J.R., Y.J. Kim, Y.J. Ahn, J.K. Yoo and J.O. Lee. 1995. Monitoring of acaricide resistance in field-collected populations of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 34: 40–45.
- Cho, M.P., B.C. Lee, D.S. Kim, H.Y. Jeon, M.S. Yiem and J.W. Lee. 2000. Distribution of plant-parasitic nematodes in fruit vegetable production areas in Korea and identification of root-knot nematodes by enzyme phenotypes. Korean J. Appl. Entomol. 39: 123~129.
- Cho, M.R. 2001. Researches on biological control of plant parasitic nematodes by *Pasteuria* spp. Trends in Agriculture and Life Sciences 1: 59~62.
- Cho, M.R., S.Y. Na and M.S. Yim. 2000. Biological control of *Meloidogyne arenaria* by *Pasteuria penetrans*. Asia-Pacific Entomol. 3(2): 71~76.
- Cho, M.R., Y.G. Lee, J.S. Kim and D.L. Yoo. 2006. Occurrence of plant-parasitic nematodes in major potato production areas and PCR Identification of root-knot nematodes. Korean J. Appl. Entomol. 45(1): 79~85.
- Choi, W.I., S.G. Lee, H.M. Park and Y.J. Ahn. 2004. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae*(Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis*(Acari: Phytoseiidae). J. Econ. Entomol. 97(2):

553-558.

- Choi, W.S., H.S. Lee, S.K. Lee and J.D. Park. 2002. Insecticidal activities of extracts of several *Eucalyptus* spp. from Australia. Korean Forest Society, 209.
- Choi, Y.E and S.D. Park. 1991. Biological control of root-knot nematodes on medicinal herbs. Res. Rept. RDA. 34: 149-154.
- Choi, Y.E. 2001. Nematoda(Tylenchida, Aphelenchida). N. I. A. S and Tech. pp.113~120.
- Choi, Y.Y. 1982. Plant nematology. Heangmun-sa. pp.58~68.
- Choi, Y.Y. 1996. Nematodes in Korea. Ilil-sa. pp.180~189.
- Choi. Y.E and H.Y. Choo. 1978. A study on the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) affecting economic crops in Korea. Korean J. Plant Prot. 17: 89~98.
- 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 melone in Plantic film house. RDA. J. Agri. Sci. 38(2): 401~407.
- Choo HY, KS Woo, PJ Shea, YD Park (1992a). Phytophagous insect fauna of Dicotyledoneae (Tracheophyta: Angiospermae) weeds. Korean J. Appl. Entomol. 31: 496-508.
- Choo HY, KS Woo, PJ Shea, YD Park (1992b). Phytophagous insects associated with Compositae (Campanulales: Dicotyledoneae). Korean J. Appl. Entomol. 31: 509-515.
- Choo, H. Y., H. H. Kim, D. W. Lee and Y. D. Park. 1996. Microbial control of fly maggots with entomopathogenic nematodes and fungus in outhouses of farmhouses. Korean J. Appl. Entomol. 35: 80-85.
- Choo, H. Y., S. M. Lee, B. K. Chung, Y. D. Park and H. H. Kim. 1995. Pathogenicity of Korean entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) against local agricultural and forest insect pests. Korean J. Appl. Entomol. 34: 314-320.

- Choo, H.Y., H.K. Kim, J.C. Park, S.M. Lee and J.I. Lee. 1987. Studies on the patterns of plastic film house, their growing conditions, and diseases and pests occurrence on horticultural crops in southern part of Korea. Insects and nematodes associated with horticultural crops and effect of nursery soil conditions on the infection of root-knot nematode. *Korean J. Plant Prot.* 26: 195–201.
- Chun, J.C., S.E. Kim, J.C. Kim and K.Y. Cho. 1999. Identification of natural insecticidal compound in medicinal plants against diamondback moth. *The Korean Journal of Pesticide Science* 3(1): 13–19.
- Chung YJ, BY Lee, BH Byun (1995) A list of insect pests of trees and shrubs in Korea. 360pp. Gaemunsa. Seoul.
- Chungbuk National University, College of Agriculture, Life and Environment Sciences. 2005. Search and development of a control agent from essential oils and monoterpenes against insect pests. Ministry of Agriculture and Forestry.
- Cowles, R.S., E.A. Cowles, A.M. Medermotf and D. Ramoutar. 2000. "Inert" formulation ingredients with activity. toxicity of trisiloxane surfactant solutions to twospotted spider mites. *J. Econ. Entomol.* 93(2): 180–188.
- Coxa, J. C., McCartya, L. B., Torleb, J. E., Lewis, S. A. and Martine, S. B. 2006. Suppressing sting nematodes with *Brassica* sp. and spotted spurge extracts. *Agronomy Journal* 98: 962–967.
- Croft, B.A., S.C. Hoyt and P.H. Westigard. 1987. Spider mite on fruits, revised: organotin and acaricide resistance management. *J. Econ. Entomol.* 80: 304–311.
- Dentener, P.R., S.E. Lewthwaite, J.H. Maindonald and P.G. Connolly. 1998. Mortality of twospotted spider mite after exposure to ethanol at elevated temperatures. *J. Econ. Ectomol.* 91(3): 767–772.

- Duke, S. O. 1990. Natural pesticides from plants. P. 511–517. *In*: J. Janick and J. E. Simon (Eds.). *Advances in new crops*. Timber Press, Portland, OR.
- Eisenback, J. D. and Hirschmann, H. 1991. Root–not nematodes: *Meloidogyne* species and races. *In*: *Manual of agricultural nematology* pp. 191–274. Ed W. R. Nickle. New York,
- Elbadri, G. A. A.; Lee, D. W. Park, J. C., and Choo, H. Y. 2007. Screening of Sudanese plant extracts for their nematicidal activity against *Meloidogyne incognita* Juveniles. Korean Society of Entomology, Spring Conference, 17–19, May, 2007, Muju, Korea.
- Elbadri, G.A.A., D.W. Lee, J.C. Park, H.B. Yu, and H.Y. Choo 2007. Inhibition of *Meloidogyne incognita* egg hatching by Herbal extracts. Korean Entomological Society Symposium, Yangpyeong, S. Korea, 18 – 19, Oct., 2007.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis* (3rd ed.), Cambridge University Press, London.
- Francisca C., D. A. Krupa and Richard A. D. 1996. Susceptibility of populations of twospotted spider mites from Florida, Holland, and the Canary Islands to abamectin and characterization of abamectin resistance. *J. Econ. Entomol.* 89(3): 594–601.
- Gaugler, R. and D. Molloy. 1981. Instar susceptibility of *Simulium vittatum* (Diptera: Simuliidae) to the entomogenous nematode *Neoplectana carpocapsae*. *J. Nematol.* 13:1–5.
- Gaugler, R. and H. K. Kaya. 1990. *Entomopathogenic nematodes in biological control*. CRC Press. Boca Raton, FL. 365 pp.
- Gyeongsangbukdo. 2004. Development of oriental medicine industry and the future. 428.pp.
- Hall, F.R. and D.C. Ferree. 1975. Influence of twospotted spider mite populations on photosynthesis of apple leaves. *J. Econ. Entomol.* 68: 517–520.

- Han, S. C., Y. G. Kim and B. J. Lee. 1996. Biological control of vegetable insect pests with entomopathogenic nematodes. *Korean J. Soil Zoology* 1: 81–88.
- Harborne, J. B. 1993. Introduction to ecological biochemistry(4th ed.). Academic Press, London.
- Hewlett, T.E and A.C. Tarjan. 1983. Synopsis of the genus *Meloidogyne Goeldi*, 1887. *Nematropica* 13: 79~102.
- Hiremath, I. G., Y.J. Ahn, S.I. Kim, B.R. Choi and J.R. Cho. 1995. Insecticidal and acaricidal activities of african plant extracts against the brown planthopper and two-spotted spider mite. *Korean J. Appl. Entomol.* 34(3): 200–205.
- Ho, C.C. 2000. Spider mite problems and control in Taiwan. *Exp. Appl. Acarol.* 24: 453–462.
- Hong, S.C., Y.W. Kim, J.H. Park, S.H. O, D.H. Lee and J.S. Kim. 2005. The coloured flora practical use in Korea. *Dongamunhaw-sa.* 711.pp.
- Husan-Bano, Siddiqui, I. A.; Ahmed, W. and Ehteshamul-Hague, S. 1999. Effect of some medecinal plants of *Meloidogyne javanica*, root-knot nematodes. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 2:1364–1365.
- Jain, R.K., Dabur, K.R. and D.S. Gupta. 1994. Assessment of available losses in field due to root knot nematodes *Meloidogyne incognita* in a fewer vegetable crops. *Indian J. Nematol.* 24: 181 –184.
- James, D.G and T.S. Price. 2002. Fecundity in twospotted spider mite is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *J. Econ. Entomol.* 95(4): 729–732.
- Jatala, P. 1980. Biological control of plant-parasitic nematode. *ann. Rev. Phytopathol.* 24: 453~489.
- Jeon HY, DS Kim, MR Cho, MS Yiem, JS Chang (2000) Recent status of major fruit tree pest occurrence in Korea. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41: 607–612.
- Jeong, M.J., S.S. Jang, H.K. Kim, C.S. Park and H.Y. Choo. 1993. Evaluation

- for biocontrol potentials of nematophagous fungi against root-knot nematode. Korean J. Appl. Entomol. 32(4): 382~388.
- Jepson, S. B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK, C. A .B, International.
- Jung, D.C. and S.C. Han. 2004. Biological control of the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla* in the fields of *codonopsis lanceolata*. Korean J. Appl. Entomol. 43(1): 27~34.
- Kaya, H. K. 1985. Susceptibility of early larval stages of *Pseudaletia unipuncta* and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae). J. Invertebr. Pathol. 46:58-62.
- Khan, Z., S.D. Park, Y.S. Shin, I.K. Yeon and S.K. Bae. 2003. Control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on okra by a neem tree product and urea. Korean Journal of Soli Zoology 8(1-2): 23-26.
- Kim JB, DS Kang, TS Kim, WK Shin, YS Lee (1994) Studies on the life history of *Nysius plebejus* distant (Hemiptera: Lygaeidae) an insect pest of Chrysanthemum. Korean J. Appl. Entomol. 33: 56-59.
- Kim JH (1998) The Odonata and Orthoptera, etc. of Korea in color. 479pp. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd. Seoul.
- Kim KW (1991) Pattern of ginseng damage by Korean black chafer (*Holotrichia diomphalis* Bates) in spring. Korean J. Appl. Entomol. 30: 174-179.
- Kim KW (1994) Surveys on ginseng damage by insect and other animal pests. Korean J. Appl. Entomol. 33: 237-241.
- Kim KW, SS Kim, JS Hyun (1986a) External morphology and species components of the white grub collected from ginseng field and its neighbouring fallows. Korean J. Plant Prot. 24: 179-182.
- Kim SH, IS Kim, MH Lee (1986b) Colonizing aphid species and their seasonal fluctuation in some vegetable crops. Korean J. Plant Prot. 25: 129-132.

- Kim TH, GY Lim, JS Kwak, CS Kim, KH Choi, J Kim (2000) Bionomics of *Tropidothorax cruciger*(Motschulsky) on *Cynanchum wilfordii* Hemsley in Chinan, Chonbuk province. Korean J. Appl. Entomol. 39: 165–169.
- Kim, D. I.; Park, J. D; Kim, S. G; Kuk, H.; Jang, M. J. and Kim, S. S. 2005. Screening of some crude plant extracts for heir acaricidal and insecticidal efficacies. *J. Asia–Pacific Entomol.* 8: 93–100.
- Kim, D.G., M.B. Kim, H. Kim, J.H. Kim, J.P. Lim and S.H. Hong. 2004. Herbal medicinal pharmacognosy. pp. 198.
- Kim, D.I. 1994. Ecological characteristics of *Tetranychus kanzawai* and *Amblyseius longispinosus* in integrated pest management of tea. Ph.D. dissertation, Chonnam National University 74.
- Kim, D.I., C.H. Paik, J.D. Park, S.S. Kim and S.G. Kim. 2000. Relative toxicity of NeemAzal–T/S to the predacious mite, *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae) and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Korean J. Apple. Entomol. 39(1): 53~58.
- Kim, D.I., Park, J.D., Kim, S.G., Kuk, H., Jang, M.J. and S.S. Kim. 2005. Screening of some crude plant extracts for heir acaricidal and insecticidal efficacies. *J. Asian Pacific Entomol.* 8(1): 93–100.
- Kim, D.J. and K.J. Choi. 2001. Effects of Incorporation metod of nematicides on reproduction of *Meloidogyne arenaria*. Korean J. Appl. Entomol. 40(1): 89~95.
- Kim, D.S., J.H. Lee. 1993. Functional response of *Amblyseius longispinosus* to *Tetranychus urticae*: effects of prey density, distribution, and arena size. Korean J. Appl. Entomol. 32: 61–67.
- Kim, G.H., S. Chol, B.Y. Jang, N.J. Park and K.Y. Cho. 1995. Stability of dicofol resistance of the two–spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. Korean J. Appl. Entomol. 34: 176–183.
- Kim, G.H., S. Chol, N.J. Park and K.Y. Cho. 1994. Inheritance if resistance in dicofol – selected strain of the two–spotted spider mite,



- Tetranychus urticae* Koch, and its cross resistance. Korean J. Appl. Entomol. 33: 230–236.
- Kim, H.H., H.Y. Choo, C.G. Park, J.J. Lee and D.Y. Jeong. 1998. Antagonistic plant survey for the biological control of root-knot nematodes in greenhouses. Korean J. Appl. Entomol. 37(1): 91~95.
- Kim, H.H., H.Y. Choo, C.G. Park, S.M. Lee and J.B. Kim. 1998. Biological control of the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla* with plant extract. Korean J. Appl. Entomol. 37: 199~206.
- Kim, H.H., H.Y. Choo, M.R. Cho, H.Y. Jeon, M.S. Yiem and P.J. Ha. 2002. Effect of entomopathogenic nematodes on egg mass formation by the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*. Korean J. Appl. Entomol. 41(3): 225~231.
- Kim, H.Y, H.J. Choi, S.H. Lim, S.J. Heo, S.S. Han, D.S. Kim, K.H. Hwang and S.M. Kim. 2003. Herbicidal activity of Korean native plants (1). The Korean Journal of Pesticide Science 7(4): 248–257.
- Kim, J.B. 2005. Pathogen, insect and weed control effects of secondary metabolites from plant. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 48(1): 1–15.
- Kim, J.I., and S.C. Han. 1988. Effect of solarization for control of root-knot nematode(*Meloidogyne spp.*) in vinyl house. Korean. J. Apple. Entomol. 27(1): 1~5.
- Kim, M.S., Y.S. Lee, D.B. Khoa, H.Y. Kim, H.J. Choi, S.H. Lim, S.J. Heo, S.B. Kwon, D.S. Park, S.S. Han and S.M. Kim. 2004. Herbicidal activity of Korean native plants (2). The Korean Journal of Pesticide Science 8(3): 220–230.

- Kim, N.I., S.D. Won and I.S. Yeo. 1999. DongUiBoGam reading to one books. DeulNyeok. pp. 1087.
- Kim, S.S., D.I. Kim and S.C. Lee. 1993. Joint toxic action of acaricide mixtures to the field-collected strain of *Tetranychus urticae*(Acarina: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 32(3): 176-183.
- Kim, Y.,J., H.S. Lee, S.W. Lee, G.H and Y.J. Ahn. 1999. Toxicity of tebufenpyrad to *Tetranychus urticae* and *Amblyseius womersleyi* under laboratory and field conditions. J. Econ. Entomol. 92(1): 187-192.
- Kong, J. O.; Lee, S. M.; Moon, Y. S.; Lee, S. G. and Ahn, Y. J. 2007. Nematicidal activity of Cassia and Cinnamon oil compounds and related compounds toward *Bursaphelenchus xylophilus*(Nematoda: Parasitaphelenchidae). *Journal of Nematology* 39: 31-36.
- Korean society for the medicinal plant research. 2004. Botany medicinal a synthesis. Hakchang-sa. 331.pp.
- Kovach, J. and C.,S. Gorsuch. 1985. Effect of *Tetranychus urticae* populations on peach production in South Carolina. J. Agric. Entomol. 2: 46-51.
- Kwak JS (2004) Medicinal plant production circumstance for production of hier value added herbs. pp. 1-84. In Catholic University of Daegu, Future and rearing of medicinal plant industry - Cultivation and production. 428pp. Gyeongsangbukdo.
- Kwon, G.M., Y.I. Lee, S.W. Lee and K.H. Choi. 1998. Development and prey consumption of phytoseiid mites, *Amblyseius womersleyi*, *A. fallacis*, and *Typhlodromus occidentalis* under controlled environments. Korean J. Appl. Entomol. 37(1): 53-58.
- Kwon, J.H., Y.J. Ahn, H.W. Kwon, K.S. Jang and K.Y. Cho. 1994. Larvicidal and antifeeding activities of oriental medicinal plant extracts against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutoidae) and *Spodoptera litura*(Lepidoptera: Noctuidae). Korean J. Appl. Entomol. 33(4):

225–229.

- Kwon, Y.H. 1977. Medicinal plant. Junwan munhaw-sa. 184pp.
- Kyung, S.H and Y.H. Yoon. 1999. Insecticidal activity of native plant extracts *Culix pipiens pallens* and *Musca domestica*. The Korean Journal of Pesticide Science 3(1): 46–50.
- Kyung, S.H. and Y.H. Yoon, 2000. Repellent activity of methanol extracts of native plants against *Aedes albopictus* and *Blateria germanica*. The Korean Journal of Pesticide Science 4(2): 18–20.
- Lee BY, YJ Chung (1997) Forest and tree insect pests in Korea. 458pp. Sungandang. Seoul.
- Lee CB (1979) Illustrated flora of Korea. 990pp. Hyeongmunsa. Seoul.
- Lee MH, KM Choi, MJ Han, SB Ahn, SW Lee, JY Choi, DR Choi (1994) Color atlas of insect pests in medicinal plants. 214pp. Sammiinsaesa. Seoul.
- Lee, H. S., Choi, G. J., Cho, K. Y., Lee. S. G. and Ahn, Y. J. 2000. Fungicidal and insecticidal activities of various grain extracts against five insect pests and six phytopathogenic fungi. *The Korean Journal of Pesticide Science* 4: 7–14.
- Lee, H. S., Kim, B. S., Kim, T. H., Cho, K. Y. and Ahn, Y. J. 1998. Fungicidal activities of leguminous seed extracts toward phytopathogenic fungi. *The Korean Journal of Pesticide Science* 2: 21–27.
- Lee, I.H., M.S. Seol and J.D. Park. 2005. Repellent and pesticidal effect of *Ginkgo biloba* Leaces extracts on the *Tetranychus urticae*, *Aphi gossypii* and *Myzus persicae*. J. Korean Soc. Appl. Biol. Cem. 48(2): 150–154.
- Lee, J.K., D.G. Kim and Y.K. Lee. 2000. Comparison of predacity of nematode predatory fungi against *Meloidogyne incognita*. Korean J. Appl. Entomol. 39(2): 111~115.
- Lee, J.S. 2002. Soil management in protected horticulture. Rural

Development Administration. pp.187

- Lee, S.G., Ahn, Y.J., Park, J.D., Kim, J.C., Cho, K.Y. and H.N. Lee. 2001. Fungicidal activity of 46 plant extracts against rice sheath blight, tomato late blight, cucumber gray mold, barely powdery mildew and wheat leaf rust. The Korean Journal of Pesticide Science, 5: 18–25.
- Lee, S.G., B.S. Park, S.E. Lee, J.G. Son, C. Song and H.S. Lee. 2001. Toxicity of various fruit tree extracts to five agricultural and four stored-product arthropoda pests. The Korean Journal of Pesticide Science 5(4): 27–32.
- Lee, S.G., J.D. Park, C. Song, K.Y. Cho, S.G. Lee, M.K. Kim and H.S. Lee. 2001. Insecticidal activities of various vegetable extracts against five agricultural insect pests and four stored-product insect pests. The Korean Journal of Pesticide Science 5(2): 18–25.
- Lee, S.W. 1990. Studies on the pest status and integrated mite management in apple orchards. Ph.D. dissertation, Seoul National University, Suwon.
- Lee, S.Y., J.S. Yoo, S.J. Moon, S.G. Lee, C.S. Kim, S.C. Shin and G.H. Kim. 2003. Fumigant and repellency effects of terpenes against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*(Acari: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 42(3): 249–255.
- Lee, Y.I., G.M. Kwon, S.W. Lee, H.K. Ryu and O.H. Ryu. 1997. Density fluctuation of *Tetranychus urticae* and three predatory mite species by the differently infested levels. Korean J. Appl. Entomol. 36: 237–242.
- Lee, Y.S., K.H. Kim, M.S. Kim, S.H. Lim, S.S. Han, S.M. Kim, S.J. Heo, H.J. Choi, H.Y. Kim and S.B. Kwon. 2005. Original articles: pest control; herbicidal activity of Korean native plants (3). The Korean Journal of Pesticide Science 9(2): 173–181.
- Lee, Y.S., M.H. Song, K.S. Ahn, K.Y. Lee, J.W. Kim and G.H. Kim. 2003. Monitoring of acaricide resistance in twospotted spider mite populations from rose greenhouses in Korea. J. Asia-Pacific Entomol.

- 5: 237–240.
- Lim, J.R. 2005. Phytonematode damages on roots of *Codonopsis lanceolata* and selection of medicinal plants to suppress occurrence of *Meloidogyne hapla*. Chonbuk graduate school a doctoral thesis. pp.38~47.
- Lim, S.H., Y.Z. Zhu, 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*. Kor. J. Pestic. Sci. 8(4): 353~357.
- Martinson, T.E., T.J. Dennehy, J.P. Nyrop and W.H. Reissig. 1991. Field measurements of selection for two-spotted spider mite resistance to dicofol in apple orchards. Korean J. Econ. Entomol. 84: 7–16.
- McNab, S.C. and P.H. Jerier. 1993. Flowering, fruit set, and yield response of 'Bartlett' pear to leaf-scorch damage by twospotted spider mite. J. Econ. Entomol. 86: 486–493.
- Medicinal plant research society in Korea (2005) Herbal medicines. 360pp. Medicinal plant research society in Korea. Hackchangsa. Seoul.
- Menna, S. and Melakeberhan, H. 2006. Comparative efficacy of oil seed radish and tomato root exudates on hatching of *Meloidogyne hapla*. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6: 485–489.
- Meyer, S.L.F., Zasada, I.A., Roberts, D.P., Vinyard, B.T., Lakshman, D.K., Lee, J.K., Chitwood, D.J. and L. Carta. 2006. *Plantago lanceolata* and *Plantago rugelii* extracts are toxic to *Meloidogyne incognita* but not to certain microbes. *Journal of Nematology*, 38: 333–338.
- Mitchell, R. 1973. Growth and population dynamics of a spider mite (*Tetranychus urticae* K., Acarina: Tetranychidae). *Ecology* 54: 1349–1355.
- Morris, M.A., R.E. Berry and B.A. Croft. 1999. Phytoseiid mites on peppermint and effectiveness on *Neoseiulus fallacis* to control *Tetranychus urticae* in arid growing regions. *J. Econ. Entomol.* 92(5):

- 1072–1078.
- Mun, G.S. 1984. Utilization and component of medicinal plant. Ilwalseogak. 755.pp.
- Musabyimana, T. and Saxena, R. C. 1999. Efficacy of neem seed derivatives against nematodes affecting banana. *Phytoparasitica* 27: 43–49.
- Nam SH (1996) The insect of Korea in color. 519pp. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd. Seoul.
- Netscher, C. and Sikora, R. A. 1991. Nematodes parasites of vegetables. *In*: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. M. Luc, R.A. Sikora, & J. Bridge (Eds.). CAB International.
- Nickle, W. R. 1984. Plant and insenct nematodes. Marcel Dekker, Newyork and Basel. pp. 628–890.
- Nickle, W. R. 1991. A manual of agricultural nematology. New York, Marcel Dekker, Inc. 1035 pp.
- Oka, Y., Daniel, B.H.B. and Y. Cohen. 2001. Nematicidal activity of powder and extracts of *Inula viscosa*. *Nematology*, 3: 735–742.
- Onifade, A. K. 2007. Effect of essential oils from five *Ocimum* sp. on the pathogenicity of *Pratylenchus brachyurus* (Godfery) in tomato. *Agricultural Journal*2: 185–191.
- Opit, G.P., D.C. Margolied and J.R. Nechols. 2003. Within-plant distribution of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, on *Ivy Geranium*: Development of a Presence–Absence Sampling Plan. *J. Econ. Entomol.* 96(2): 482–488.
- Orion, D., Kritzman, G., Meyer, S. L. F., Erbe, E. F. and Chitwood, D. J. 2001. A role of the gelatinous matrix in the resistance of root-knot nematodes(*Meloidogyne* spp) eggs to microorganisms. *Journal of Nematology* 33: 203–207.
- Osman, A. A and Viglierchio, D. 1988. Efficacy of biologically active agents as nontraditional nematicides for *Meloidogyne javanica*. *Revue Nematol.* 11: 93–98.

- Paik, C.H and S.S. Kim. 1996. Relative toxicity of fenpyrosimate to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi*(Acarina: Phytoseiidae) and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*(Acarina: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 35(3): 266–272.
- Pandey, R. 2000. Additive effect of three organic materials and some nematicides on the reproduction of *Meoidogyne incognita* and yield of *Mentha arvensis*. *Nematropica* 30:155–160.
- Pandey, R. and Kalar, A. 2005. Chemical activators: a novel and sustainable management approach for *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood in *Chamomilla recutita* L. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 38: 107–111.
- Park SD, SM Lee (1994) The cultivation and export of major medicinal crops in Korea. *J. Oriental Bot. Res.* 7: 177–182.
- Park SD, YD Choo, GC Jung, SD Park, DW Choi, YE Choi (1992) Nematodes associated with medicinal herbs. *Korean J. Appl. Entomol.* 31: 396–415.
- Park, C.G., M.H. Lee, J.K. Yoo, J.O. Lee and B.R. Choi. 1995. Relative Toxicity of abamectin to the predatory mite *Amblyseius womersleyi* schicha and twospotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Korean J. Appl. Entomol.* 34(4): 360–367.
- Park, I. K., Lee, S. G., Park, J. D., Shin, S. C. and Ahn, Y. J. 2003. fungicidal activity of domestic plant extracts against six major phytopathogenic fungi. *The Korean Journal of Pesticide Science* 7: 83–91
- Park, I.K., J.D. Park, C.S. Kim, S.C. Shin, Y.J. Ahn, S.C. Park and S.G. Lee. 2002. Insecticidal and acaricidal activities of domestic plant extracts against five major arthropod pests. *The Korean Journal of Pesticide Science* 6(2): 272–278.
- Park, I.K., Park, J.Y., Kim, K.H., Choi, K.S., Choi, I. H., Kim, S.H. and S.C. Shin. 2005. Nematicidal activity of plant essential oils and components

- from garlic (*Allium sativum*) and cinnamon (*Cinnamomum verum*) oils against the pine wood nematodes (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Nematology*, 7: 767–774.
- Park, I.K., S.G. Lee, J.D. Park, S.C. Shin and Y.J. Ahn. 2003. Fungicidal activity of domestic plant extracts against six major phytopathogenic fungi. *The Korean Journal of Pesticide Science* 7(2): 83–91.
- Park, S.D., D.C. Yeon, K.C. Jung, S.D. Park, D.W. Choi and Y.E. Choi. 1992. Nematodes associated with medicinal herbs. *Korean. J. Appl. Entomol.* 31: 396~415.
- Park, S.D., S.D. Park, T.Y. Kwon, B.S. Choi, W.S. Lee and Y.E. Choi. 1995. Study on integrated against root-knot nematode of fruit vegetables (Oriental melon and cucumber) in vinyl house. *Korean J. Appl. Entomol.* 34(1): 75~81.
- Park, S.D., Y.D. Choo, K.C. Jung, Y.G. Sim and Y.E. Choi. 1993. Field application of egg and larval parasitic fungi and chemicals for controlling root-knot nematodes on some medicinal herb. *Korean J. Appl. Entomol.* 32(1): 105~114.
- Park, S.D., Z. Khan, J.C. Kim, B.S. Choi and T. Kim. 1998. Incidence, and identification of three root-knot nematode species occurring in the medicinal herbs. *Korean J. Plant. Pathol.* 14: 603~605.
- Piotte, C., Castagnone-Sereno, P., Uijhof, J., Abad, P., Bongiovanni, M. and Dalmaso, A. 1992. Molecular characterization of species and populations of *Meloidogyne* from various geographic origins with repeated DNA homologous probes. *Fundamental of Applied Biology* 15: 271–276.
- Poinar, G. O. Jr. and R. G. Hislop. 1981. Mortality of mediterranean fruit fly adults (*Ceratitidis capitata*) from parasitic nematodes (*Neoaplectana* and *Heterorhabditis* spp.). *Med. Sci.* 9:641–645.
- Poinar, G. O. Jr., J. S. Evans and E. Shjuster. 1983. Field test of the entomogenous nematode, *Neoaplectana carpocapsae*, for control of corn



- rootworm larvae(*Diabrotica* sp. Coleoptera). *protecion Ecol.* 5: 337–342.
- Prakash, A and J. Rao. 1997. *Botanical pesticides in agriculture.* 461, CRC Press, Inc, Boca Raton.
- Pye, A. E. and M. Burman. 1978. Neoaplectanan carpocapsae infection and reproduction in large pine weevil larvae, *Hylobius abietis*. *Exp. Parasitol.* 46:1–11.
- Raguraman, S., and R.P. Singh. 1999. Biological effects of neem(*Azadirachta indica*) seed oil on an egg parasitoid, *Trichogramma chilonis*. *J. Econ. Entomol.* 92(6): 1274–1280.
- Raworth, D.A. 1989. Towards the establishment of an economic threshold for the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* on red raspberry, *Rubus idaeus*. *Acta Hort.* 262: 223–226.
- Raworth, D.A. and S.J. Clements. 1996. Plant growth and yield of red raspberry following primocane defoliation. *Hort. Sci.* 31: 920–922.
- Rural Development Administration (1995) *Stand survey methods in agricultural research.* Rural Development Administration, Korea. 603pp.
- Sadras, V.O. and L.J. Wilson. 1997. Growth analysis of cotton crops infested with spider mites, II. Partitioning of dry matter. *Crop Sci.* 37: 481–491.
- Sadras, V.O., L.J. Wilson and D.A. Lally. 1998. Water deficit enhanced cotton resistance to spider mite herbivory. *Ann. Bot.* 81: 273–286.
- Sances, F.V., J.A. Wyman, I.P. Ting, R.A. van Steenwyk and E.R. Oatman. 1981. Spider mite intersections with photosynthesis, transpiration and productivity of strawberry. *Environ. Entomol.* 10: 442–448.
- Santo, G.S., J.H. O'Bannon, A.M. Finley and A.M. Golden. 1980. Occurrence and host range of a new root-knot nematode(*Meloidogyne chitwoodi*) in the Pacific Northwest. *Pl. Dis.* 64: 951~952.
- SAS institute 2004. Onlinedoc, version 8.01. *Statistical analysis System* Institute Cary, NC, USA.

- SAS Institute Inc. 1996. "SAS 6.11 for Windows." SAS Institute, Cary, NC.
- SAS Institute. 1990. SAS user guide basis. Cray, North Carolina, USA.
- SAS Institute. 1999. SAS OnlineDoc, version 8. SAS Institute, Cary, NC.
- 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.442.
- Satti, A. R. and Nasr, O. E. 2006. Effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss)seed powder and aqueous extract on the control of some major foliage insect pests of eggplant. *Abuhuth* 10: 1–16.
- Satti, A. A., Bashir, N.H.H.; Elkhider, E. and O.E. Naser. 2003. Effect of neem seeds kernels and "handal" extracts on muskmelon pests complex. University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences, 11: 40 – 58.
- Schmutterer, H. and R.P. Singh. 1995. List of insect pests susceptible neem products: *In*: Schmutterer, H. (Ed.). The neem tree *Azadirachta indica* A. Juss and other Meliaceae plants: source of unique natural products for integrated management, medicine, industry and other purposes. VCH, Weinheim, Germany, pp. 326–365.
- Selvan, S., R. Gaugler and J. F. Compbell. 1993. Efficacy of entomopathogenic nematode strains against *Popilla japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae. *J. Econ. Entomol.* 86(2): 353–359.
- Seo, S.G. and S.S. Kim. 2000. Comparative toxicity of some pesticides to the predatory mites, *Amblyseius womersleyi*, *A. eharai*(Acarina: Phytoseiidae) and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*(Acarina: Tetranychidae). *The Korean Journal of Pesticide Science* 4(4): 40–47.
- Shaukat, S. S. and Siddiqui, I. A. 2001. Nematicidal activity of some weed extracts against *Meloidogyne javanica* (Treub.) Chitwood. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4:1251–1252.
- Shi, G.L., L.L. Zhao, S.Q. Liu, H. Cao, S.R. Clarke and J.H. Sun. 2006. Acaricidal activities of extracts of *Kochia scoparia* against

- Tetranychus urticae*, *Tetranychus cinnabarinus*, and *Tetranychus viennensis*. J. Econ. Entomol. 99(3): 858–863.
- Shim JY, JS Park, WH Paik, YB Lee (1977) Studies on the life history of green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera). Kor. J. Pl. Prot. 16: 139–144.
- Shin HY, DW Lee, HY Choo, DC Chung (2002) Insect pests of major medicinal crops in Gyeongnam province. J. of Agriculture & Life Sciences. 36: 83–93.
- Shurtleff, M.C and C.W. Averre. 2000. Diagnosing plant diseases caused by nematodes. APA Press. St. Paul. 187.pp.
- Sill, W.H.J.1982. Plant protection an integrated interdisciplinary approach. The Iowa State University press, Ames, Iowa, 291 pp.
- Simpson, K.W. and W.,A. Connell. 1973. Mites on soybeans: moisture and temperature relations. Environ. Entomol. 2: 319–323.
- Snyder, J.C., R.R. Thacker and X. Zhang. 2005. Genetic transfer of a two-spotter spider mite repellent in tomato hybrids. J. Econ. Entomol. 98(5): 1710–1716.
- Son CK, SG Park, YH Hwang, BS Choi (2000) Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. Korean J. Crop Sci. 45: 405–410.
- Song, C., G.H. Kim, S.J. Ahn, N.J. Park and K.Y. Cho. 1995. Acaricide susceptibilities of field-collected populations of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* from apple orchards. Korean J. Appl. Entomol. 34(3): 328–333.
- Stacey, D.L., I.J. Wyatt and R.J. Chambers. 1985. The effect of glasshouse red spider mite damage on the yield of tomatoes. J. Hort. Sci. 60: 517–523.
- Stumpf N. and R. Nauen. 2001. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae*. J. Econ. Entomol. 94(6):

1577–1583.

- Takafuji, A., A. Ozawa, H. Nemoto and T. Gotoh. 2000. Spider mites of Japan: their biology and control. *Exp. Appl. Acarol.* 24: 319–335.
- Van Lenteren, J.C. 1986. Parasitoids in greenhouse: Successes with seasonal inoculative release systems, in insect parasitoids, Eds. J.K. Waage and D.J. Greathead, Academic Press, New York. 341–374.
- Viaene, N.M. and G.S. Abawi. 1998. Management of *Meloidogyne hapla* on lettuce in organic soil with Sudangrass as a cover crop. *Plant Disease*, 945–952.
- Villani, M. G. and R. J. Wright. 1988. Entomogenous nematodes as biological control agents of European chafer and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae infesting turfgrass. *J. Econ. Entomol.* 81(2): 484–487.
- Villanueva, R.T., and J.F. Walgenbach. 2006. Acaricidal properties of spinosad against *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* *J. Econ. Entomol.* 99(3): 843–849.
- Walsh, D. B., F. G. Zalom, D. V. Shaw and N. C. Welch. 1996. Effect of strawberry plant physiological status on the translaminar activity of avermectin b and its efficacy against the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 89(5): 1250–1253.
- Wilson, L.J. 1994. Resistance of okra–leaf cotton genotypes to twospotted spider mite. *J. Econ. Entomol.* 87: 1726–1735.
- Wilson, L.T., P.J. Trichilo and D. Gonzalez. 1991. Spider mite infestation rate and initiation: effect on cotton yield. *J. Econ. Entomol.* 84: 593–600.
- Woodring, J. L., and H. K. Kaya. 1988. Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes: A Handbook of Biology and Techniques. Arkansas Agricultural Experiment Station. Southern Cooperative Series, Bulletin 331.
- Wook, K.H., Ahn, Y.J. and J.H. Kweon. 1994. Larvicidal and antifeeding

- activities  
of oriental medicinal plants extracts against *Plutella xylostella* and  
*Spodoptera litura*. Agricultural Chemistry and Biochemistry, 37:  
503–508.
- Wright, B., J. Campbell and G. Hein. 1996. Management of spider mites in corn.  
<http://entomology.unl.edu/pmguides/spdmites.htm>.
- Wyman, J.A., E.R. Oatman and V. Voth. 1979. Effects of varying twospotted  
spider mite infestation levels on strawberry yield. J. Econ. Entomol.  
72: 747–753.
- Xuemei Yang, David C. Margolies, Kun Yan Zhu and Lawrent L. Buschman.  
2001. Host plant–induced changes in detoxification enzymes and  
susceptibility to pesticides in the twospotted spider mite. J. Econ.  
Entomol. 94(2): 381–387.
- Yang, K.J., E.S. Doh and K.H. Kim. 1996. Screening and utilization of  
antagonistic plants to control northern root–knot nematode in ginseng  
fields. Korean J. Ginseng Sic. 20: 331~338.
- Yang, X, L.L. Buschman, K.Y. Zhu and D.C. Margolies. 2002. Susceptibility  
and detosifying enzyme activity in two spider mite species after  
selection with three insecticides. J. Econ. Entomol. 95(2): 399–406.
- Yang, Y.C., I.K. Park, E.H. Kim, H.S. Lee and Y.J. Ahn. 2004. Larvicidal  
activity of medicinal plant extracts against *Aedes aegypti*, *Ochlerotatus  
togo*, and *Culex pipiens pallens* (Diptera : Culicidae). J. Asia–Pacific  
Entomol. 7(2): 227–232.
- Yassin, A. M. 1984. Root–knot nematodes problems on vegetables in the  
Sudan. *Acta Hort.* 143: 407–416.
- Yassin, A. M., Elamin, E. M. and Decker, H. 1992. The Impact of plant  
parasitic nematodes on major food crops in the Sudan. In: The biology  
and control of nematodes pests of food crops in Africa.
- Yassin, A.M. 1984. Root–knot nematodes problems on vegetables in the  
Sudan. *Acta Hort.* 143:407–416.

- Yu, J.S., D.K. Seo, E.H. Kim, J.B. Han, K.S. Ahn and G.H. Kim. 2005. Inheritance and cross resistance of bifenthrin resistance in twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Korean J. Appl. Entomol. 44(2): 151-156.
- Yu, J.S., J.S. Bae, D.K. Shin and G.H. Kim. 2005. Repellency of the constituents of caraway oil, *Carum carvi* against *Tetranychus urticae*. Korean J. Appl. Entomol. 44(2): 161-164.
- Zasada, I. A., Klassen, W., Meyer, S. L. F. Codallo, M. and Abdul-Baki, A. A. 2006. Velvet bean (*Munca pruriens*) extracts; impact on *Meloidogyne incognita* survival and on *Lycopersicon esculentum* and *Lactuca sativa* germination and growth. *Pest management Sciences* 62: 1122-1127.
- Zasada, I.A., H. Ferris and L. Zheng. 2002. Plant source of chinese herbal remedies: laboratory efficacy, suppression of *Meloidogyne javanica* in soil, and phytotoxicity assays. *Journal of Nematology* 34(2): 124-129.
- Zwick, R.W., G.,J. Fields and W.M. Mellenthin. 1976. Effects of mite population density on 'Newtown' and 'Goldes Delicious' apple tree performance. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 101: 123-125.
- 남중희, 마영일. 2000. 여러나라 곤충의 자원화와 그 이용. 서울대학교출판부.
- 박경훈, 박연기, 이희동, 박병준, 주진복, 손봉희, 강필돈, 김미자, 성수일. 2004. 뽕 잎 및 대기 중 누에영향물질 모니터링 및 독성조사. *Korean J. Seric. Sci.* 46(2):58-64.
- 배기환. 2000. 한국의 약용식물. 교학사. 653pp.
- 小林則夫. 1995. 새로운 계통의 농약에 의한 누에의 피해방지. *잠사과학과 기술.* 34(7).
- 연화순, 박중균, 이동운, 정구민. 2005. 갑장산의 보행성 딱정벌레류 분포에 관한 연구. *한국잔디학회지* 19(1): 47-55.
- 육잠연구소. <http://www.niast.go.kr/silkworm/>.
- 이상명, 이동운, 추호렬, 김도완, 김준범. 1997. 농림해충에 대한 곤충병원성 선충의 병원성. *Korean J. Soil Zoology* 2(2): 76-82.

- 이영근, 조용섭, 임중성. 1975. *Bacillus thuringiensis* var. *alesti*로부터 분리된 독소의 성장과 누에에 대한 독성. *Seri. J. Korea*. 17(1): 55-60.
- 이정수. 2006. 당근뿌리혹선충(*Meloidogyne hapla*)에 대한 한방식물체의 살선충 효과. 상주대학교 대학원 석사학위논문.
- 추호렬, 이동운, 윤희숙, 이상명, 항 다오 싸이. 2002. 온도 및 농도가 곤충병원성 선충, *Steinernema carpocapsae* 포천 계통(Nematoda: Steinernematidae)의 병원성과 증식에 미치는 영향. *한국응용학회지* 41(4):269-277.
- 추호렬, 이상명, 정부근, 박영도, 김형환. 1995. 한국산 곤충병원성 선충(Steinernematidae와 Heterorhabditidae)의 지역농림해충에 대한 병원성. *한국응용곤충학회지* 34(4):314-320.
- 한국약용식물연구회. 2005. 약용식물학. 학창사. 331pp.
- 한상미, 이광길, 여주홍, 권해용, 우순옥, 이용우, 백하주, 한명세. 2003. 누에를 이용한 곤충병원성 선충의 검색 및 배양. *Korean J. Seric. Sci.* 45(2):103-107.
- 한상미, 한명세. 1999. 남한 토양에서 곤충병원성 선충의 분리. *한국생태학회지* 22(5):255-263.
- 한상미, 한명세. 1999. 토양과 곤충 사체로부터 곤충병원성 선충의 분리 및 동정. *Korean J. Environ. Biol.* 17(3):321-330.