

최 종
연구보고서

식물체 유래 환경친화형 저장물 해충 방제제
개발에 관한 연구

Research on development of ecofriendly
control agents derived from plants against
stored products insect pests

연구기관

서울대학교 농업생명과학대학
우석대학교 생명자원과학부

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “식물체 유래 환경친화형 저장물 해충 방제제 개발에 관한 연구” 과제 의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 12월 일

주관연구기관명 : 서울대학교

총괄연구책임자 : 안 용 준

세부연구책임자 : 안 용 준

연 구 원 : 장 규 식

연 구 원 : 이 은 해

연 구 원 : 이 현 경

협동연구기관명 : 우석대학교

협동연구책임자 : 조 형 찬

요 약 문

I. 제 목

식물체 유래 환경친화형 저장물해충 방제제 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

저장물이라 함은 미곡 및 가공물을 포함한 식량, 식용가능한 모든 식품, 기타 한약재, 목재, 의류 등을 포괄하는 개념으로 저장물에 발생한 저장물해충의 방제는 인간의 식용과 직접적인 관련이 있어 적절한 방제법을 모색하기가 난해하다. 현재 공시되어 사용 중인 포스핀(PH_3)과 메틸브로마이드(CH_3Br)의 반복사용으로 브롬잔류미 출현 및 저항성 해충의 발달(일본의 경우 거릿쌀도둑거저리의 저항성 계통이 감수성 계통에 비해 15.7배나 강함) 등의 문제가 대두되고 있고 또한 저항성 해충의 방제력 극대화를 위해 훈증시간의 연장은 잔류 및 대기오염의 위험도를 더욱 증대시키는 역효과를 유발하였다. 메틸브로마이드내 브롬은 인체 독성이 강하고, 소량 흡입시에도 체내축적이 이루어져 만성중독 유발성이 높으며 또한 플라스틱·페인트를 용해시키고 다습지에서는 알루미늄·마그네슘·철 등의 부식성을 일으킬 수 있다. 게다가 오존층 파괴의 주범으로 대체원제 개발이 시급한 실정이다.

건강에 대한 관심이 고조되면서 특히, 한방 의학에 대한 의존도가 급증하고 있고 그에 따라 중국, 일본, 동남아시아에서 국내로 유입되는 한방식물체의 수입량이 증가하고 있다. 국내산 한방식물체들의 공급부족으로 인한 이러한 수입량 증대는 약재 식물체들의 상대적인 보관 및 유통시 여러 가지 문제점들을 야기하고 있으나, 아직까지 이에 대한 정확한 실태조사나 저장 한약재 관련 곤충들에 대한 연구가 전무한 실정이다. 따라서 수입산 식물체들의 합리적인 관리 및 관련된 해충군들의 실태를 조사하여, 향후 이들 해충들에 의해 야기될 수 있는 피해를 줄이고 효율적인 유통관리 체계를 마련할 수 있도록 하기 위한 기초 연구가

필요하다.

새로운 저장물해충 방제제에 대한 요구에 부합하여 선진국에서는 일찍이 식물체가 함유한 극미량의 2차 대사산물들이 곤충에 보이는 특이적인 활성물질을 찾고자 하는 연구가 수행되어졌고 그 성과 또한 많지만, 그들이 이러한 물질탐색을 위해 쌓아온 생물검정법과 분리기술에 대해 보호하고 있고, 국내에 있어서도 아직까지 이 같은 분야에 대한 투자 및 인력이 절대적으로 부족하며, 특히 저장물해충에 대한 식물체 유래 생리활성물질에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 대학 및 극소수의 연구소에서 특정 저장물해충에 대해서만 한정된 연구가 진행되고 있다. 근래들어 집중하고 있는 수입 농산물의 국내유입 및 유통으로 인한 곡물, 농산가공식품, 청과 및 한약재를 포함한 특용작물을 가해하는 해충에 대한 연구 및 정보가 부족하여 관련 연구를 수행하는데 있어서 어려움이 있다. 그리고 대다수 저장물해충은 광범위한 분포를 보이기 때문에 수입시 곡류 및 농산가공식품을 통해 유입될 수 있는 가능성이 높음에도 불구하고 체계적인 연구 부족으로 효율적인 관리가 되지 않고 있었던 것이 사실이다. 따라서 본 연구는 이러한 문제들을 해소하고 이 분야의 기초연구 발전을 위한 모티브를 제공하기 위해 수행하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 환경친화적인 저장물해충 방제제 개발과 저장물 특히, 국내산·수입산 저장 한방재 관련 곤충들의 실태조사에 연구목표를 두고 수행되었다.

환경친화적인 저장물해충 방제제를 개발하기 위해 42종의 한방식물체를 선별하여 살충·행동제어 활성을 조사하였다. 5종의 저장물 해충인 쌀바구미(*Sitophilus oryzae* L.) 성충, 권연벌레(*Lasioderma serricornis* F.) 성충, 팥바구미(*Callosobruchus chinensis* L.) 성충, 화랑곡나방(*Plodia interpunctella* H.) 유충, 애수시렁이(*Attagenis unicolor japonicus*) 유충을 대상으로 하여 이들 식물체의 살충활성을 검정한 결과, 겨자(*Brassica juncea* (L.) Czern. et Coss), 회향(*Foeniculum vulgare* Miller), 그리고 석창포(*Acorus gramineus* Soland.)가 매우 높은 활성을 보였다.

겨자유의 활성본체를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피(SiO₂ open column chromatography)를 이용하여 분리하였고 HPLC로 정제하였으며, ¹H-NMR, ¹³C-NMR, MS spectrometer 등을 이용하여 살충활성물질을 동정하였다.

또한 높은 살충활성을 보인 회향 메탄올 추출물을 극성이 다른 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 물을 이용하여 순차분획하였으며, 생물검정을 통해 활성이 있는 분획층을 다시 실리카겔 칼럼 크로마토그래피를 이용하여 최종적으로 분리하였으며, HPLC로 정제하였고 ¹H-NMR, ¹³C-NMR, ¹H-¹H COSY와 DEPT-NMR을 이용하여 동정하였다.

다음으로 석창포 메탄올 추출물의 살충활성 물질을 분리하였으며, 회향과 동일한 방법으로 활성본체를 분리, 동정하였다.

겨자유, 회향, 석창포 메탄올 추출물로부터 분리한 살충활성 물질들에 대해 각 공시충 별로 농도 실험을 수행하였으며, 살충활성물질의 살충활성 기작을 조사하였다. 또한 이들 활성물질들의 물벼룩에 대한 독성을 수행하였다.

저장 한약재관련 해충의 분류체계를 확립하고자 저장한약재 해충의 분류학적 위치에 따른 저장 한약재관련 해충의 계통, 해충의 형태와 생태, 해충의 과(Family)와 종(species)의 검색표(key)와 검색그림(pictorial key), 한약재의 피해에 따른 저장해충 검색방법, 저장 한약재별 해충을 조사하고 그에 따른 피해 양상과 관련해충을 도감화하였으며, 그리고 한약식물의 사용부위별에 따른 가해 해충을 조사하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 저장물해충에 대한 살충활성물질 동정 및 작용기작 구명

42종의 한방식물체를 선별하여 메탄올 추출물과 정유를 얻었으며, 각 식물체의 수율을 조사하였다. 이 42종의 한방식물체를 5종의 주요 경제적인 저장물해충에 대해 살충활성 검정을 실시하였다. 권연벌레 성충에 대해서는 회향(*F. vulgare*), 계피(*C. cassia*), 대회향(*I. verum*), 겨자유(*B. juncea*, mustard oil), 양고추냉이유(*C. aroracia*, horseradish oil), 석창포(*A. gramineus*)가 높은 살충활성

을 보였으며, 쌀바구미 성충에 대해서는 계피, 계심유, 겨자유, 양고추냉이유, 육계(*C. sieboldii*), 창포(*A. calamus* var. *angustatus*), 석창포, 백초향(*A. rugosa*), 회향 등이 높은 살충활성을 보였다. 팔바구미 성충에 대해서 계피, 육계, 대회향, 정향(*E. caryophyllata*), 후추(*P. nigrum*), 회향, 겨자유, 양고추냉이유, 석창포 등이 높은 활성을 보였다. 하지만 화랑곡나방 유충에 대해서는 겨자유와 양고추냉이유만이 높은 살충활성을 나타냈다. 애수시렁이 유충은 본 연구에서 이용한 방향성 식물체들에 대해 가장 강한 저항성을 보였는데, 겨자유와 양고추냉이유만이 비교적 높은 살충활성을 보였고, 다른 식물체에서는 특이할만한 살충활성을 보이지 않았다. 저장물 뿐 아니라 문화재에 피해를 입히는 중요한 종인 애수시렁이 유충에 대해서는 살충활성 보다는 행동제어 특성을 보이는 식물체를 탐색하기 위해 연구를 수행하였는데, 천궁(*C. officinale*), 편늬(*G. barbata*), 자단향(*T. amurensis*), 축초(*Z. piperitum*), 정향(*E. aromatica*), 영릉향(*L. foenum-gaecum*), 삼내자(*V. unijuga*) 등이 비교적 높은 섭식저해 활성을 보였다.

이상의 스크리닝 결과를 바탕으로 공시충들에 대해 높은 살충활성을 보인 식물체인 겨자유(*Brassica juncea* (L.) Czern. et Coss), 회향(*Foeniculum vulgare* Miller), 석창포(*Acorus gramineus* Soland.)의 살충활성 물질을 분리, 정제하였다.

겨자유로부터 살충활성물질을 분리하여 구조를 동정한 결과, 뷰틸이소시오시아네이트(butyl isothiocyanate)와 알릴이소시오시아네이트(allyl isothiocyanate)로 확인되었고, 회향의 살충활성물질은 fenchone, estragole, anethole로 동정되었으며, 석창포는 α -asarone과 β -asarone이 살충활성 물질임을 알 수 있었다. 식물체로부터 분리한 위의 물질들에 대해 작용기작을 알아보는 실험을 통해, 이 물질들은 접촉보다는 훈증에 의해 살충활성을 나타낸다는 것을 확인하였다.

또한 식물체로부터 분리한 살충활성물질에 대하여 물벼룩 독성실험을 수행한 결과, 저장물해충에 대해서는 높은 살충활성을 보였음에 반해 물벼룩에 대해서는 기존의 살충제보다 비교적 낮은 독성을 보였으므로 앞으로 대체제로 이용하는 데 있어서 저독성 살충제로 개발이 가능할 것으로 생각된다.

나. 저장한약재관련 해충분류체계

150여종의 저장한약재를 통하여 관련 해충을 조사하였다. 광물이 한약재로 이용되는 경우를 제외하고는 대부분 해충이 조사되었다.

저장한약재 해충은 딱정벌레목 9과 18종, 나비목 1과 4종, 다듬이벌레목 1과 1종, 거미목 1과 1종으로 4목 12과 24종이 조사되었으며, 다양성에 있어서는 일반 저장곡물해충보다는 단순하였다. 저장한약재의 해충은 권연벌레가 우점종으로 조사되었다. 식물이 한약재로 이용되는 부위별에 따른 피해는 뿌리부위의 피해가 가장 심한 편이며, 전초부위는 피해가 가장 적게 나타났다. 한약재의 피해 양상은 한약재에 구멍이 많이 나 있거나 양에 있어서 많이 감소하였고, 한약재의 표피는 굵은 것 같이 얇게 얇아 먹은 흔적이 있으며, 분진이 일어 날 정도로 가루가 많이 발생하였고, 그리고 한약재의 원 형태적 특징이 파괴되었다.

이를 기초로 하여 저장한약재관련 해충들의 분류체계와 저장한약재관련 곤충과 한약재의 피해양상을 도감화하는데 기초자료를 얻었다.

2. 활용에 대한 건의

가. 애수시렁이는 의복류, 건어물 및 서적 등 문화재로서 중요한 가치를 갖는 사료(史料)들에서 빈번히 발생하는 저장물해충이다. 따라서 이러한 해충으로부터 문화재를 보호/관리하기 위해서는 발생이 확인된 후, 방제제를 처리하는 것 보다 미리 이들의 침입을 차단할 수 있는 방법을 고려함이 타당하다. 따라서 본 연구를 통해 밝혀진 수종 식물체 추출물을 문화재 보관시 함께 처리하여 이들의 침입을 예방하는데 활용할 수 있다고 본다.

나. 석창포, 회향 및 겨자유가 저장물해충에 대해 높은 살충활성을 나타냈고 그들의 살충활성 본체가 동정되었으며, 이들 물질의 기작이 훈증독임을 밝혔다. 따라서 이들 후보군들에 대한 적절한 제형을 통해 야외시험을 적용할 필요성이 있다. 그 효율성을 극대화시키기 위해 물질들의 훈증력이 어느정도 농도에서 어느정도의 면적 또는 공간을 방제할 수 있는지에 대한 연구가 필요하다.

다. 한약재에서 발생할 수 있는 저장물해충들에 대한 검색기술의 확립은 한약재 수입시 유입될 수 있는 해충들을 검역하는데 활용될 수 있다.

라. 한약재의 수입과 국내산 한약재의 보관 및 유통시 저장한약재관련 해충을 관리하는데 활용될 수 있다. 특히 건재상과 같은 곳에서 한약재를 관리하는데 실용적으로 활용될 수 있으리라 생각된다.

SUMMARY

I. Title

Development of eco-friendly control agents derived from plants against stored product insect pests

II. Purpose and background of research

Stored products include cereals, processed goods, edible foods, lumbers, clothes and many oriental medicines. We have difficulty in seeking a proper management method against insects invading these stored products because they was directly connected with human's food. Over several decades, the control of stored-product insect pests has been through the development of liquid insecticides such as organophosphates and pyrethroids and gaseous insecticides such as methyl bromide and phosphine, which are still the most effective for the protection of stored food, feed stuffs and other agricultural commodities from insect infestation. Although effective, their repeated use for decades has disrupted natural biological control systems, led to resurgence of stored-product insect pests, sometimes resulted in the development of resistance, had undesirable effects on non-target organisms and fostered environmental and human health concerns. Especially methyl bromide used worldwide will be prohibited in the near future because of its ozone depletion potential and high toxicity to mammals. These problems have highlighted the need to develop new types of selective insect-control alternatives with fumigant action or contact one.

Many plant extracts and essential oils may be an alternative source of stored-product insect-control agents because they constitute a rich source of bioactive chemicals and many of them are largely free from adverse effects. Much effort has, therefore, been focused on plant-derived materials as

potential sources of commercial insect-control agents or as lead compounds. In a developed country, plant derived secondary metabolites are most important area for searching for the new types of stored product insect control agents.

However developed countries have not opened a bioassay method or isolation techniques of natural products. In addition, domestic research about natural products derived from plants as a control agent against them as well as systematic study to stored product insect pests occurring on medicinal plants traditionally used for pharmacological therapy is little or no, and provided fund and more many researchers need to involve in this area. Therefore this research is very meaningful.

III. Contents and bounds of research and development

To develop ecofriendly stored product insect pests control agents, 42 specie oriental medicines was selected. The plants extracts were tested to evaluate their insecticidal activities against economically important stored insects such as rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) adult, cigarette beetle (*Lasioderma serricornis* F.) adult, adzuki bean weevil (*Callosobruchus chinensis* L.) adult, indianmeal moth (*Plodia interpunctella* H.) larvae, and carpet beetle (*Attagenus unicolor japonicus*) larvae. The most high insecticidal activity were observed in mustard oil (*Brassica juncea* (L.) Czern. et Coss), *Foeniculum vulgare* Miller, and *Acorus gramineus* Soland.

Active constituents of mustard oil were separated by column chromatography and identified by analysis instruments such as ¹H-NMR, ¹³C-NMR, and MS spectrometer. And methanol extract of *F. vulgare* fruit were sequentially partitioned into hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol, and water. Insecticidal active components with bioassay were separated and isolated by column chromatography and HPLC, and identified by using

^1H -NMR, ^{13}C -NMR, ^1H - ^1H COSY, and DEPT-NMR. In addition, active constituents of *A. gramineus* rhizome were isolated and identified using similar techniques. The isolated or purified compounds of mustard oil, *F. vulgare*, and *A. gramineus* were evaluated responses of tested insects according to concentration and their mode of action was also tested. Especially β -asarone originated from *A. gramineus* rhizome was carried out toxicity test against *Daphnia magna*.

To effectively classify insect pests occurring on stored medicinal plants, their systemic status, morphology and ecology, a key reference or pictorial key of the Family and species, comparative methods according to damage of medicinal plant species, and insect pests occurring on stored products were studied. In addition, damage aspects happened by their occurrence and insect pests were illustrated.

IV. Results and suggestions of application of research and development

1. Results of Study

a. Identification of insecticidal components against stored products insect pests and their mode of action

The extracts from *Foeniculum vulgare* fruit, *Cinnamomum cassia* bark, *Illicium verum* fruit, *Brassica juncea* oil, *Cochleria aroracia* oil, *Acorus gramineus* rhizome, *Cinnamomum sieboldii* bark, *Acorus calamus* var. *angustatus* rhizome, *Agastachea rugosa* bud, *Eugenia caryophyllata* bud and *Piper nigrum* fruit showed potent insecticidal activity. Especially, high insecticidal activity against cigarette beetle (*Lasioderma serricornis*) adults was observed in *F. vulgare* fruit, *C. cassia* bark, *I. verum* fruit, *B. juncea* oil, *C. aroracia* oil, *A. gramineus* rhizome. *C. cassia* bark, *B. juncea* oil, *C. aroracia* oil, *C. sieboldii* bark, *A. calamus* var. *angustatus* rhizome, *A. rugosa* bud, *E. caryophyllata* bud and *F. vulgare* fruit showed strong insecticidal

activity against rice weevil (*Sitophilus oryzae*) adults. Also high insecticidal activity against adzuki bean weevil adults was observed in *C. cassia* bark, *I. verum* fruit, *E. caryophyllata* bud, *F. vulgare* fruit, *B. juncea* oil, *C. aroracia* oil, *C. sieboldii* bark, and *A. gramineus* rhizome. However, in carpet beetle larvae and lepidopteran larvae, only *B. juncea* oil and *C. aroracia* oil showed potent insecticidal activity and the other plants did not show a significant activity.

In antifeeding test against *A. unicolor japonicus* larvae, *Cnidium officinale* root, *Gentianopsis barbata* whole plant, *Tilia amurensis* bark, *Zantoxylum piperitum* fruit, *Eugenia caryophyllata* bud, *Lysimachia davurica* whole plant, and *Vincia unijuga* seed showed high antifeedant activity.

Among plants having high activity, an active constituents of *F. vulgare* fruit, *B. juncea* oil, and *A. gramineus* rhizome showing relatively broad spectrum was isolated and classified, and their mode of action was elucidated. Fenchone, estragole, and anethole were identified from *F. vulgare* fruit and butyl isothiocyanate and allyl isothiocyanate were identified from *B. juncea* essential oil. In addition, α -asarone and β -asarone were identified from *A. gramineus* rhizome. These active compounds are likely to produce their insecticidal activity against stored products insects by means of fumigant action. Therefore they are adequate to be applied to a close space such as green house, storage house or food stack etc. Especially β -asarone from *A. gramineus* rhizome did not produce a toxicity to *D. magna* at 10 ppm.

b. Systemic classification of insect pests occurring on stored medicinal plants

Stored medicinal plants of 150 species distributed domestically were searched and insect pests related with them were also studied. Most medicinal plants except for minerals among herbs used for traditionally

pharmacological remedy were damaged by insect pests. The occurring arthropodal pests were 18 species of 9 Family belonging to Coleoptera, 4 species of 1 Family belonging to Lepidoptera, 1 species of 1 Family to Psocoptera and 1 species of Arachnida. The species diversity was more simple than insect pests observed in stored products such as serials. Especially major insect pest was the cigarett beetle, *Lasioderma serricorne*. Damage was serious in root than the other ones with respect to the used plant parts. Based on these study, basic data to illustrate damaged aspects of medicinal plants and stored products insect pests were obtained.

2. Suggestions of application

a. Black carpet beetle, *A. unicolor japonicus* is considered as a general invader damaging a variety of dead animals, animal products such as wool, silk, leather, fur, pet hair and feathers and silkworm cocoons. Their economic importance as insect pests is that they primarily occur on fabrics in the valuable articles in museum. Therefore, a repellent effect against the pests can be achieved by adding a plant extract to a box or container containing the historical articles.

b. *F. vulgare* fruit, *B. juncea* oil, and *A. gramineus* rhizome showed high insecticidal activity against stored products insect pests. So, their active constituents were isolated and identified and also their mode of action was evaluated. The active compounds all showed fumigant action. An appropriate formulation able to completely respect characteristics of the active compounds must be further studied. Also the candidate formulation should be applied to field conditions.

c. A product resulted from this research can play an important role in quarantining stored products insects occurring in oriental medicinal plants when they were traded.]

d. When medicinal plants are imported, stored or traded, these results will be used for manage insect pests occurring in them. Especially dried medicinal herb stores will be used for treating the medicinal plants.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction.....	18
Section 1. Background of the Research.....	18
Section 2. Necessity of the Research.....	21
Section 3. Goal and contents of the Research.....	25
Chapter 2. Present status of technique development in domestic-international.....	27
Section 1. Present status of domestic technique development	27
Section 2. Present status of international technique development	28
Chapter 3. Contents and Results of the Research	29
Section 1. Development of ecofriendly control agent derived from plants	29
Section 2. Identification and classification of insect pests related with stored medicinal plants	93
Chapter 4. Achievement and devotion	238
Section 1. Development of ecofriendly control agent derived from plants.....	238
Section 2. Identification and classification of insect pests related with stored medicinal plants	240
Section 3. Devotion for related areas.....	241
Chapter 5. Application plan of research results	243
Chapter 6. International information collected during study period	245
Chapter 7. Cited references	257

목 차

제 1 장 서 론	18
제 1 절 연구의 배경	18
제 2 절 연구의 필요성	21
제 3 절 연구의 목표 및 내용	25
제 2 장 국내외 기술개발 현황	27
제 1 절 국내 기술개발 현황	27
제 2 절 해외 기술개발 현황	28
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	29
제 1 절 제 1 세부과제 내용 및 결과	29
1. 1차년도 내용 및 결과	29
2. 2차년도 내용 및 결과	51
3. 3차년도 내용 및 결과	81
제 2 절 제 2 세부과제 내용 및 결과	93
1. 저장한약재 해충의 분류학적 위치	94
2. 저장한약재 해충의 계통	97
3. 저장한약재 해충의 분류 및 특징	98
4. 저장한약재에서 발생하는 해충	105
5. 저장한약재 해충의 과(Family) 검색표(key)와 검색그림(pictorial key)	129
6. 저장한약재 해충의 종(species) 검색표(key)와 검색그림(pictorial key)	133
7. 한약재의 피해에 따른 저장해충 검색방법	137
8. 저장한약재별 해충	139

9. 저장한약재 해충에 의한 피해 및 형태.....	192
10. 저장한약재 해충 사진.....	233
11. 저장한약재 부위별 피해 해충.....	236
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도.....	238
제 1 절 식물체유래 환경친화형 저장물해충 방제제 개발	238
제 2 절 저장 한약재 관련 곤충의 분류 및 동정	240
제 3 절 관련 분야에의 기여도.....	241
제 5 장 연구개발결과의 활용계획.....	243
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	245
제 7 장 참고문헌	257

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경

식물체로부터 유래한 환경친화형 저장물해충 방제제를 개발하는데 있어, 최근 국내외의 저장물해충 방제제 개발을 위한 연구현황은 거의 전무한 실정이다. 지난 15년 간의 연구를 통해 국내에서는 살충제 1개, 제초제 1개, 살균제 1개 등 총 3개의 합성 신농약을 개발하였다. 이들 개발을 통하여 전통적인 합성기술과 농약 스크리닝의 초기단계와 진전단계 기술은 한국화학연구소를 필두로 하여 선진국 수준에 진입하였다고 생각된다.

그리고 환경친화형 저장물해충 방제제를 개발하기 위해 서울대학교와 벤처기업인 (주)내추로바이오텍 그리고 BIG 등이 연구를 하고 있다. 내추로바이오텍의 경우 식물체에서 유래한 천연물질 또는 천연물 자체를 이용하여 위생해충, 농업해충, 산림해충, 저장물해충, 온실해충 등에 대한 환경친화적인 무독성 제어제 그리고 토양이나 식물체내 미생물을 분리하여 원예작물 가해 병원균에 길항작용을 하는 미생물을 탐색하고 분자생물학적 기법을 이용·억제기작 연구 및 생성물질 분석을 통한 생물농약 개발에 관한 연구를 진행하고 있다.

또한 농약개발에 선도물질로 이용하고자 천연물질에 대한 연구도 많은 학자들에 의해 활발하게 연구되고 있는데, 국내의 신농약개발을 위한 스크리닝 체계의 기술수준은 한국화학연구소 농약스크리닝 연구팀의 수준이 대표적이며, 대학은 물론 관련기업의 연구원들을 교육하거나 선도하고 있는 실정이다.

관련 기업으로는 LG화학, 동부한농(주), (주)경농 등이 있으며, 이들 기업에서도 신 농약개발을 위한 투자와 스크리닝에 대한 시설확보와 기술개발에 대한 의지를 보여주고 있지만, 농약업계 전반적으로는 아직도 신 농약 개발에 대한 투자가 미미한 실정이다.

이 과제의 총괄책임자가 소속된 서울대학교 농생명공학부 생리활성천연물연구실은 다년간에 걸쳐 살충활성물질을 비롯한 식물체 기원, 특히 약리활성에 대한 과학적인 자료가 부족한 한방식물체의 생리활성물질을 분리하고 동정하는 기

술을 갖추고 있지만, 지금까지는 저장물 관련 저장물해충에 대한 생태와 소수의 방제법들과 지극히 기초적인 유충분류에 관한 연구들이 이루어졌을 뿐이다. 또한 식물체 기원 화합물을 이용한 방제제 개발이나 저장 한약재 가해충들의 분류에 대한 연구 자료는 전무한 실정이다.

국외에 있어서는 국내보다는 더 활발한 연구가 이루어지고 있으며, 천연물에 근간한 해충방제제 개발 성공 사례를 보면, 북미지역의 경우 미국과 캐나다의 벤처기업인 EcoSMART Technologies와 Mycotech Corporation은 식물체 정유에 근간한 살충제를 개발함으로써 급격히 성장한 기업이 되었는데, 이들은 cinnamon oil에 근간한 CinnamiteTM와 ValeroTM를 개발하였고 rosemary oil에 근간해서 제형화한 EcoPCOTM과 BiognicTM 그리고 HexacideTM을 개발하여 시판하고 있다(Isman, 2001). 또한 개발도상국에서의 성공사례로는 네팔의 경우를 들 수 있는데, 네팔은 자연 지리적으로 국토의 85%가 산림지역으로 우리나라와 매우 흡사한 국가이다. 따라서 네팔정부는 산림의 효율적인 이용을 위해 적극적인 지원을 실시하여 설립한 벤처기업인 HPPCL을 통해 네팔정부와 국제기구인 UNDP, UNIDO, FAO 등의 연구 성과를 바탕으로 산림자원 중 임산자원으로서 이용가능한 한방식물체 29종과 허브식물 13종, 그리고 상업화된 제충국 1종 등 43종을 선정한 후, 시장성 조사와 상업화 가능성·확보 기술 등 다양한 평가를 거쳐 최종적으로 자생 혹은 외국에서 들여온 허브 식물체들을 국유림 또는 사유림에 식재하여 관리하고 허브의 정유 (대개는 화장품과 향료산업에 가장 많이 이용됨)를 추출하여 수출함으로써 네팔의 대표적인 수출기업으로 성공하게 되었다(산업자원부, 2002).

현재 몇몇 식물체유래 정유를 이용하여 화장품이나 식품 첨가제 또는 향료나 방향제로 널리 쓰이고 있고, 곤충의 기피제와 방해물 (citronella)로 이용하기 위한 연구가 수행되고 있는데, 이는 정유에 함유된 화합물들의 분자량이 매우 작고 휘발성이 높아 곤충 기문을 통한 살충효과를 기대할 수 있기 때문이다.

세계 농약시장은 과거에는 매우 급격히 성장하여 왔으나, 1990년 들어 다소 둔화되는 양상을 보여주고 있으며, 최근에 들어서 농약시장의 성장률이 둔화되고 있는 원인은 미국, 서유럽 및 일본 등 주요 농약시장이 성숙되었기 때문이고 또

한 전 세계적으로 경지면적의 증가가 없는 것을 들 수 있다. 그리고 환경문제가 표면화되면서 유럽 및 미국 등 선진국에서 농약의 절대 사용량을 규제하고 있기 때문에 더욱더 저독성 환경친화형의 선택성 약제에 대한 수요가 증가할 것으로 생각된다.

또한 중국, 브라질, 인도 등 인구가 많은 나라들에서 농약 시장의 규모가 급속하게 확대되고 있기 때문에 2000년도부터는 1996년도 세계농약시장 규모로 회복할 것으로 예상되며 그 후 시장은 안정적으로 증가하게 되어 2003년부터는 실질성장률이 3-4% 수준을 유지하게 되고 총매출액 규모도 증가하여 2013년도에는 436억 달러 규모의 시장이 형성될 것으로 예상되고 있다(농약과학소식, 2000).

유럽과 북미지역의 경우 화학합성 살충제의 인체에 미치는 영향과 환경적인 영향에 대해 대중적인 관심은 매우 높은데 반해 천연물 유래의 pyrethrum을 기본으로 하는 식물체유래 살충제들이 전 세계 살충제 시장의 1%도 차지하고 있지 못한 실정인 것에 비해 미국은 1996년 Food Quality Protection Act를 발효하여 현재 사용 중인 살충제 중 독성이 높은 유기인제나 카바메이트제의 재평가를 통해 사용 규제에 들어갈 것으로 생각되기 때문에 살충제 대체제 개발 시장은 저장물해충 방제제 뿐만 아니라 모든 살충제들에 대해 적용될 수 있을 것으로 생각된다(EPA, 1996).

따라서 대체제 개발 분야에 대한 각국의 관심과 대중적인 인지로 볼 때 식물체에서 유래한 정유와 같은 휘발성 화합물을 천연살충제로 이용함으로써 저장물해충 방제제로서 사용 금지될 메틸브로마이드를 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

하지만 선진각국의 물질 자원 보호책으로 그들이 확보한 검정법의 Know-How를 이전하기를 회피하는 경향이 강하고 특히 고수준의 기술도입의 경우에는 막대한 기술료를 요구하고 있어 국내 경제성을 고려할 때 부담이 크고, 또한 원제수입으로 인한 국내 관련 산업계의 기술발달을 꺾을 수 없다. 그리고 국내 유용자원과 기술을 이용하여 환경친화적인 방제원을 개발함으로써 특허권을 획득하여 오히려 선진국에 수출할 수 있어 국내 연구진에 의한 연구개발이 요구된다.

제 2 절 연구의 필요성

1. 기술적 측면

세계적으로 하나의 신농약을 개발하는데 10~12년의 기간이 소요되며 한사람의 합성 전문가가 합성할 수 있는 화합물 수는 연간 1,800개임을 고려하면 성공 확률도 시간이 지남에 따라 감소되고 개발비용 역시 상승하고 있다 (500~700억원). 신농약을 개발하는데 소요되는 경비는 항목별로 다소 차이를 보이지만 스크리닝·포장실험과 같은 생물학 분야, 합성·공정개발과 같은 화학 분야 및 생물독성 시험 등의 순서대로 연구개발비가 많이 소요되고 있는 실정이다(산업자원부, 2002).

식물체 유래 화합물로서 해충 방제제로 실용화된 사례로는 천연 피레스린, 로테논, neem tree (azadirachtin), 니코틴, physostigmine에 근간한 카바메이트, 곤충생장저해물질로서 juvabione 등을 들 수 있고, 특히 근래에 들어서는 식물체 정유에 함유된 유효성분을 이용하여 CinnamiteTM, ValeroTM, EcoPCOTM, BioganicTM, HexacideTM 등 다양한 제품들이 개발되었다(Isman, 2000). 이와 같이 유해생물제어제로서 식물체의 이용성은 화합물 자체의 이용성 뿐만 아니라 그 천연산물 자체로서도 응용성이 넓기 때문에 연구대상으로 매우 유용한 자원이다.

이러한 천연자원을 환경친화형 저장물해충 제어제로 이용하기 위해서는 임의적으로 무작위적인 채집방법에 의존하던지, 고문헌에 소개된 생리활성에 근간하여 채집하는 방법이 있는데 전자의 경우는 제어제 발견확률이 23.9%인데 반해 후자의 경우는 41.2%로 더 높은 발견 가능성을 갖으며, 천연자원 분포지의 경우에서도 식물상이 풍부한 아열대지역에 분포하는 천연자원을 이용할 경우 온대지역 보다 더 높은 발견확률(17.8%)을 보이므로 국내 천연자원을 이용할 경우 제주도나 서남지역의 도서지역에 분포하는 식물상을 대상으로 할 경우 그 개발확률이 증가할 것으로 생각된다.

따라서 1차년도와 2차년도 연구개발을 통해 활성이 우수한 식물체로 확인된 식물체와 정유들의 활성물질 또는 식물체 추출물 및 정유 자체를 제형화 할 수 있는 여건의 조성이 필요하며, 제형화를 고려할 때 저장물해충의 특성상 잔류독

성을 이용하기 보다는 훈증제로 이용할 수 있는 제형이 합리적이라 생각된다.

2. 경제·산업적 측면

선진국에서는 일찍이 식물체가 함유한 극미량의 2차 대사산물들이 곤충에 보이는 특이적인 활성물질을 찾고자 하는 많은 연구가 수행되었으며 그 성과 또한 많지만, 그들이 이러한 물질탐색을 위해 쌓아온 생물검정법과 분리기술에 대해 know-how로서 보호하고 있기 때문에 기술 이전이 힘든 실정이다. 또한 국내의 경우, 아직까지도 이 같은 분야에 대한 투자 및 인력이 절대적으로 부족하며, 특히 저장물해충에 대한 식물체유래 생리활성물질에 대한 연구는 거의 전무하고 저장물해충의 사육체계조차도 미진한 실정이며, 대학 및 극소수의 연구소에서 특정 저장물해충에 대해서만 연구가 진행되고 있다. 최근 들어 점진적으로 증가하고 있는 수입농산물의 국내유입 및 유통으로 인한 곡물, 농산가공식품, 청과 및 한약재를 포함한 특용작물을 가해하는 해충에 대한 연구 및 정보도 부족하며, 체계적인 관리조차도 미흡하며, 문제는 대다수 저장물해충이 세계적인 공통해충으로 수입 시 곡류 및 농산가공식품을 통해 유입 가능성이 높음에도 불구하고 체계적인 연구 부족으로 효율적인 관리가 되지 않고 있다.

세계 농약시장에서 차지하는 국내 농약시장의 비중을 보면 1999년도 시장규모로 볼 때 세계 12위로 결코 적지 않은 시장을 형성하고 있다. 이런 환경에서 국내 농약 산업은 신물질의 적극적인 개발, 신제형 개발 등을 통한 발전을 거듭하게 되었고 다국적 기업인 Novartis, Bayer, Aventis 사를 포함한 일부 회사들이 국내 농약 회사를 인수하는 등 국내 완제품시장에 진출하기 시작했다. 따라서 국내 농약 제조회사들은 다국적 기업과 경쟁하여 살아남기 위해서 내부의 경쟁력을 제고시켜야 할 시기에 도달했다고 판단되어 진다.

우리나라 농약시장은 꾸준히 늘어날 것으로 보여, 2003년에는 완제품으로 1조 천억 원, 2013년도에는 2조 원의 시장이 형성되어 고수익의 정밀화학 산업으로 그 위치를 굳힐 것으로 전망되고 있으며 수출도 향후 신물질의 개발에 힘입어 연평균 10% 이상 증가할 것으로 예상되며, 특히 동남아시아 및 일본 등에 수출하여 외화 획득의 중요한 역할을 할 것으로 전망되고 있다. 또한 2002년도부터는

적어도 국산 신물질이 3-4개 정도에 이르기 때문에 국내 수입 원제를 대체할 수 있을 것으로 기대됨과 동시에 외화 획득의 선봉자로서 그 역할을 할 수 있을 것으로 예상된다(농약과학소식, 2000).

1992년까지 농약 제제업은 외국회사의 국내진출이 법으로 금지되었으나 시장 개방화 추세로 인해 1993년부터 허용됨으로써 현재 AgrEvo와 Bayer, Novartis, Rhone-Poulence 등이 제제사를 인수해 국내에 직접적인 판매망을 확보하는 실정을 비춰볼 때 국내 농약산업의 취약성을 알 수 있다.

국내 농약 시장은 원제와 완제품으로 나뉘지는데 원제와 완제품을 합하여 비교해보면 1990년도에 들어오면서 농약의 사용량이 급격히 증가하여 5,018억원, 그리고 IMF 시대 들어간 1997에는 오히려 15% 이상의 외적 증가가 이뤄져서 9,121억 원이 되었고 1999년도에는 11,600억 원에 달하는 등 고도성장을 하였다. 이런 추세는 성장률이 감소되었던 세계 농약 시장의 추세와 달리 오히려 높은 성장을 하고 있다는 것으로 보아 국내 농약시장의 발전 잠재력을 보여준다.

3. 사회·문화적 측면

2000년 현재 세계 인구는 61억 2천7백만 명으로 매년 8천만 명씩 증가하고 있으며, 2010년에는 70억 명을 넘어설 것으로 추정되고 있으나, 획기적인 식량증산 방법이 없어 전 세계적으로 식량생산 증가율은 감소하는 추세이다. 따라서 안정적인 식량증산 및 수급 대책이 정부와 학계 그리고 산업계의 유기적인 연계를 통해 마련되어야 한다. 식량증산의 필요성이 시급함에도 불구하고 택지개발 및 토양침식에 따른 절대농지의 감소, 농업인구의 감소, 환경의 오염 등을 극복하기 위하여 과학의 발달로 단위면적당 소출량을 늘려간다고 하더라도 인구증가를 따라가지 못한다. 또한 전 세계적으로도 경작면적은 10.5억 ha로서 인구 40억을 기준으로 할 때 1인당 경작면적은 0.3 ha에 불과하다. 즉 절대경지 면적의 제한성으로 인해 그 생산성에는 상대적인 한계치가 존재하게 된다. 우리나라의 경지면적의 비율은 1992년 전국토의 20.8%에서 1996년 19.6%로 감소하였으며(농약연보 '97), 농업인구의 비율은 1990년에 15.5%였는데, 2000년에는 8%로 감소하였고, 2010년에는 5%로 감소될 것으로 추정된다.

최근 들어 환경문제의 관심이 고조됨에 따라 환경 친화적인 생물농약의 개발이 가속화되어 화학농약 시장을 잠식 내지는 별도의 시장으로 확대될 것으로 예상된다. 또한 세계적으로 고품질의 식량에 대한 요구가 증가하게 되어 이에 필요한 농약의 사용이 꾸준히 증가될 것이고 각국의 농업여건 즉 미국의 농업법안 및 EU 지역의 공동농업 정책이 농약사용을 증가시킬 것으로 예상되며 동남아시아와 남미지역의 경제가 회복됨에 따라 농약시장은 꾸준히 증가될 것으로 예상된다.

국내 농약산업의 기술 수준에 대한 세계적인 인식은 상당히 높은 것으로 평가받고 있음에도 불구하고 국내 기업이 제품을 생산하여 수출하지 못하는 이유는 제품을 수출하기 위해서는 각국 정부에 원제 등록을 할 때 요구되는 GLP 인증 안전성 자료를 확보하지 못하는 데에 있다. 그러므로 우리나라 농약이 외국에 등록될 수 있도록 국제적 GLP 기준에 독성, 안전성 시험 지원기금을 마련하여야 하며, 이를 통하여 국산 농약 원제가 해외로 수출될 수 있도록 해야 한다. 또한 국내 농약 제조회사들도 해외로 완제품을 수출할 수 있도록 제제 기술개발을 고도화하여야 한다고 생각된다.

메칠브로마이드를 포함한 브롬계의 훈증은 잔류, 발암 등의 위험성이 높아 2000년대부터는 사용 금지될 예정인데, 고독성 농약인 메칠브로마이드(훈증제)와 인화늄(정제)의 사용으로 인한 급성흡입독성(각각 치사농도는 0.63 mg/air L, 770 mg/m³)이 그 주요 이유 중에 하나이다. 저장물해충의 피해는 생산물이나 가공물(예, 식품, 과자류 등)의 직접적인 손실량과 일치되고 간접적으로는 1마리 해충의 유입으로도 제품의 상품가치를 저하시켜 기업, 크게는 수출국가의 이미지도 손상을 줄 수 있으며, 이들 대다수의 저장물해충은 검역대상해충으로 건과, 건채, 건과, 곡류, 구근류, 두류, 목재, 종자, 한약재, 섬유 및 기타 기호식품, 박류 심지어는 양조식품(간장, 된장)까지 가해하는 특성을 보인다. 또한 진흥청 자료에 의하면 민원 중에서 저장물 해충에 대한 민원이 차지하는 비율이 점차 증가하는 추세를 나타내고 있어 무공해 식물성 살충제의 개발이 시급하다고 생각된다.

제 3 절 연구의 목표 및 내용

저장물해충에 대해 42종의 한방식물체 추출물들의 스크리닝을 통해, 살충활성을 갖는 식물체를 선발하고, 그 중 살충활성을 갖는 식물체로부터 살충활성물질을 분리·정제하여 환경친화적인 새로운 저장물해충 방제제 개발을 목표로 수행하였다.

1차년도에는 살충활성 및 섭식저해활성을 갖는 식물체를 선발하기 위해 고문헌에 수재된 한약재들을 대상으로하여 그 후보군들을 선택하여 메탄올 추출을 통해 그 조추출물 시료를 확보하였다. 확보한 42종 한방식물체의 살충활성을 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*) 유충, 쌀바구미(*Sitophilus oryzae*) 성충, 팥바구미(*Callosobruchus chinensis*) 성충, 권연벌레(*Lasioderma serricorne*) 성충, 애수시렁이(*Attagenius unicolor japonicus*) 유충 등 5종 저장물해충 공시충에 대해 검정하였고, 애수시렁이 유충의 경우는 섭식저해활성을 검정하였다. 사용한 실내 검정법은 여지확산법과 섬유확산법에 주로 의존하였다.

2차년도에는 화랑곡나방 유충, 쌀바구미 성충, 팥바구미 성충, 권연벌레 성충, 애수시렁이 유충 등 5종 저장물해충에 대해 1차년도의 스크리닝 결과를 바탕으로 하여 살충활성이 우수한 회향(*F. vulgare*) 열매 추출물과 겨자유(mustard oil)를 선발하였으며, 이들로부터 살충활성 물질을 정제하여 동정하는데 주요 연구 목표를 두었다. 분리과정에서 수득된 활성층들을 빠르게 선별하기 위해 5종의 공시충을 사육실내에서 계대 사육함으로써 생물검정의 효율성을 꾀하였다. 1차 년도에서 확립한 여지확산법에 근간하여 2차 년도에 계획한 살충활성 식물체의 활성본체를 회향 열매 추출물에서 3종 그리고 겨자유에서 2종 모두 5종의 활성본체를 정제·동정하였다. 또한 5종 활성본체의 작용기작에 관한 연구를 수행하여 그들의 독성발현이 접촉독 보다는 훈증독 작용에 기인함을 밝혔다.

3차년도에는 1차년도 스크리닝 결과를 통해, 겨자유, 회향과 함께, 높은 활성을 보였던 석창포(*A. gramineus*)에 대해 살충활성분리를 수행하였다. 석창포의 메탄올 추출물을 회향과 동일한 방법을 통해 살충활성물질을 분리, 동정하였으며 그 결과 2종의 살충활성물질을 확인하였다. 석창포 유래 살충활성물질에 대해 농

도실험과 작용기작 실험을 통해 훈증독에 의해 저장물해충을 제어함을 확인하였다.

또한 석창포 유래 살충활성물질들의 물벼룩에 대한 독성을 검정한 결과, 일반 합성살충제에 비해 비교적 낮은 독성을 보임을 알 수 있었다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내 기술개발 현황

국내에서는 지난 15여 년간의 연구를 통하여 살충제 1개, 제초제 1개, 살균제 1개 등 총 3개의 합성 신농약을 개발하였다. 이들의 개발을 통하여 전통적인 합성기술과 농약 스크리닝 초기단계와 진전단계 스크리닝 기술은 한국화학연구소를 필두로 하여 선진국 수준에 진입하였다고 생각된다.

환경친화형 저장물해충 방제제를 개발하기 위한 연구는 서울대학교와 벤처기업은 (주)내츄로바이오텍 그리고 BIG 등을 들 수 있는데, 내츄로바이오텍의 경우 식물체에서 유래한 천연물질 또는 천연물 자체를 이용하여 위생해충, 농업해충, 산림해충, 저장물해충, 온실해충 등에 대한 환경친화적인 무독성 제어제 그리고 토양이나 식물체내 미생물을 분리하여 원예작물 가해 병원균에 길항작용을 하는 미생물을 탐색하고 분자생물학적 기법을 이용·억제기작 연구 및 생성물질 분석을 통한 생물농약 개발에 관한 연구를 진행하고 있다.

또한 농약개발에 선도물질로 이용하고자 천연물질에 대한 연구도 많은 학자들에 의해 활발하게 연구되고 있는데, 국내의 신농약개발을 위한 스크리닝 체제의 기술수준은 한국화학연구소 농약스크리닝 연구팀의 수준이 대표적이며, 대학은 물론 관련기업의 연구원들을 교육하거나 선도하고 있는 실정이다.

LG화학, 동부한농(주), (주)경농 등에서도 신 농약개발을 위한 투자와 스크리닝에 대한 시설확보와 기술개발에 대한 의지를 보여주고 있지만, 농약업계 전반적으로는 아직도 신 농약 개발에 대한 투자가 미미한 실정이다.

신청과제의 총괄책임자가 소속된 서울대학교 응용생물화학부내 생리활성천연물연구실은 다년간에 걸쳐 살충활성물질을 비롯한 식물체 기원, 특히 약리활성에 대한 과학적인 자료가 부족한 한방식물체의 생리활성물질을 분리하고 동정하는 기술을 갖추고 있으며, 미곡관련 저장물 해충에 대한 생태와 소수의 방제법들 그리고 지극히 기초적인 유충분류에 관한 연구들이 이루어졌으나, 식물체 기원 화합물을 이용한 방제제 개발이나 저장 한약재 가해충들의 분류에 대한 연구 자료

는 전무한 실정이다.

제 2 절 국외 기술개발 현황

천연물에 근간한 해충 방제제 개발 성공 사례를 보면, 북미지역의 경우 미국과 캐나다의 벤처기업인 EcoSMART Technologies와 Mycotech Corporation은 식물체 정유에 근간한 살충제를 개발함으로써 급격히 성장한 기업이 되었는데, 이들은 cinnamon oil에 근간한 CinnamiteTM와 ValeroTM를 개발하였고 rosemary oil에 근간해서 제형화한 EcoPCOTM과 BiognicTM 그리고 HexacideTM을 개발하여 시판하고 있다. 또한 개발도상국에서의 성공사례로는 네팔의 경우를 들 수 있는데, 네팔은 자연지리 적으로 국토의 85%가 산림지역이기 때문에, 산림의 이용을 위해 네팔정부의 적극적인 지원을 통해 설립된 벤처기업인 HPPCL은 네팔정부와 국제기구인 UNDP, UNIDO, FAO 등의 연구 성과를 바탕으로 산림자원 중 임산 자원으로서 이용 가능한 한방식물체 29종과 허브식물 13종 그리고 상업화된 제충국 1종 등 43종을 선정한 후, 시장성 조사와 상업화 가능성·확보 기술 등 다양한 평가를 거쳐 최종적으로 자생 혹은 외국에서 들여온 허브 식물체들을 국유림 또는 사유림에 식재하여 관리하고 허브의 정유(대개는 화장품과 향료산업에 가장 많이 이용됨)를 추출하여 수출함으로써 네팔의 대표적인 수출기업으로 성공하게 되었다.

현재 몇몇 식물체유래 정유를 이용하여 화장품이나 식품 첨가제 또는 향료나 방향제로 널리 쓰이고 있고, 곤충의 기피제와 방해물 (citronella)로 이용하기 위한 연구가 수행되고 있는데, 이는 정유에 함유된 화합물들의 분자량이 매우 작고 휘발력이 높아 곤충 기문을 통한 살충효과를 기대할 수 있기 때문에 앞으로도 많은 연구가 이루어 질 것으로 생각된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 식물체유래 환경친화형 저장물해충 방제제 개발

1. 1차년도 실험방법 및 결과

가. 1차년도 실험 방법

1) 식물체 확보

한방식물체 백지를 포함한 37종은 서울 청량리 경동시장 한약방에서 구입하였고, 겨자유를 포함한 5종의 정유는 시그마에서 구입하였다. 한국(溫陽民俗博物館學藝研究室 編, 1302年阿彌陀佛腹藏物의 調查研究, 1991; 科學百科事典出版社 編, 藥草의 成分과 利用, 일월서각, 1991), 중국(潘吉星, 中國造紙技術史稿, 北京文物出版社, 1979; 錢存訓著·宇都木章 外譯, 中國古代書籍史, 法政大學出版局, 1986; 森八郎, 藥香의 防蟲效果, 保存科學 14, 1975; 上海科學技術出版社·小學館 編, 中藥大辭典 2, 小學館, 1985), 일본(寺島良安著·島田勇雄 外譯, 和漢三才圖會 7, 東洋文庫, 平凡社, 1987; 古事類苑 48, 吉川弘文館, 1970; 渡辺武, 正倉院寶庫의 藥物, 書陵部紀要 7, 1956; 朝比奈泰彦 編, 正倉院藥物, 植物文獻刊行會, 1955)에서 고대로부터 전승되어 온 방향성이 강하거나, 살충효과를 나타내는 식물체로 알려진 종들만을 공시식물체로 선별하였다. 이들 식물체들을 건조시킨 후 마쇄하여 분말로 만들고 나서, 각각의 분말로 50 g씩을 취하여 500 ml Erlenmeyer flask 에 넣고, 메탄올 300 ml를 부어 잘 흔들어 준 후에 실온 암실 하에 방치하였다. 2일 후 감압여과하고 회전진공농축기로 40℃에서 감압 농축하여 메탄올 조추출물을 얻어 이것을 생물검정에 이용하였다.

2) 공시충 확보 및 생물검정

본 연구에서 화랑곡나방(*P. interpunctella*) 유충, 쌀바구미(*Sitophilus oryzae* L.) 성충, 팥바구미(*Callosobruchus chinensis* L.) 성충, 권연벌레(*Lasioderma serricorne* Fab.) 성충을 비롯한 문화재와 의류해충으로 가장 중요시되는 애수시렁이(*A. unicolor japonicus*) 유충 등 5종 저장물해충을 공시충으로 이용하였다. 또한 2차 년도에는 화랑곡나방과 그 기주범위가 비슷하고 전세계적인 해충인 줄

알락명나방(*Cadra cautella*)을 확보하여 검정에 이용하였으나, 스크리닝에서는 본충을 이용하지 않았다. 이는 동일한 나비목 해충인 화랑곡나방과 매우 유사한 생태적 특성을 갖고 있었기 때문에 스크리닝은 화랑곡나방 유충만으로 충분하다고 판단하였다.

쌀바구미는 플라스틱 사육 상자(20 x 10 x 10 cm)내에 현미(*Oryza sativa* L.)를 먹이로 제공하였고, 팔바구미는 플라스틱 사육 상자(26 x 30 x 20 cm) 내에 팥(*Phaseolus angularis* W.F. Wight)을 먹이로 공급하면서 사육하였다. 그리고 권연벌레는 국내 여러 장소에서 채집되어 실험실에서 4년 이상 사육된 감수성 계통을 이용하였는데, 플라스틱 사육 상자(20 x 10 x 10 cm) 내에 밀 95%, 효모 5%로 구성된 인공사료를 조제하여 사육하였다. 화랑곡나방은 플라스틱 사육 상자(26 x 30 x 20 cm)에 땅콩(*Arachis hypogaea* L.)을 먹이로 공급하여 사육하였다. 애수시렁이 유충은 건조시킨 가다랭이 70%, 효모 30%로 구성된 혼합물을 20 x 20 x 15 cm의 사육상자에 넣어 사육하였다. 모든 충들은 온도 $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 상대습도 (relative humidity, RH) 50-60%, 명암 16:8 (L:D) h의 조건에서 유지하였다. 특히 딱정벌레목의 해충인 쌀바구미와 팔바구미는 한국화학연구소에서 분양받은 것이며, 권연벌레는 한국화학연구소 그리고 애수시렁이는 일본 소화여자대학교에서 분양받은 계통이다. 또한 화랑곡나방은 고려대학교 곤충학과로부터 분양받은 계통을 이용하였다.

저장물해충에 대한 살충 및 혼증활성의 검정은 여지확산법을 이용하였는데, 시료 50 mg을 취하여 메탄올 100 μl 에 녹여 여지(직경 5 cm)에 흡지시킨 후, 용매는 휘발시키고 나서 물질을 처리한 그 여지를 검정용 페트리디쉬에 넣었다. 여지 위에 활력이 우수한 저장물해충 성충 또는 유충을 10개체씩 또는 20개체씩 방사하였고, 결과를 24시간 또는 그 이상 동안 조사하였다. 모든 실험은 3반복 이상 행해졌으며 페트리디쉬의 뚜껑은 곤충들의 탈출을 방지하기 위해 덮어 두었다. 이상의 1차 스크리닝 결과 활성이 우수한 식물체는 10 mg 수준으로 농도를 낮춰 활성물질 탐색을 위한 대상 식물체의 선정 실험을 진행하였다.

그리고 애수시렁이 유충에 대한 섭식저해 혹은 기피활성 검정은 3 x 3 cm의 울 모슬린 섬유에 원하는 시료(50, 25, 10 mg)를 취하여 메탄올 100 μl 에 녹여

흡착시킨 후, 용매는 휘발시키고 삼각플라스크 (250 ml)에 넣고, 여기에 반복별 10개체 (49 mg/10개체 유충) 이상 3반복 이상으로 하여 공시충을 방사하고 나서 플라스크 입구는 알루미늄 호일로 밀폐하였다. 결과는 살충활성의 경우 처리 1, 2, 3, 4주 후에, 섭식저해의 경우는 4주후에 섭식천의 무게 또는 섭식면적을 계산하여 다음 식 1에 근간하여 산출하였다.

식 1) AI (섭식저해지수, %) = 대조구의 섭식량(면적)-처리구의 섭식량(면적)/대조구의 섭식량(면적) \times 100.

3) 통계처리

평균과 표준편차는 ANOVA 분석을 통해서 구했고, 각 평균간의 유의성 검정은 Scheffe 검정을 이용하였다(SAS Institute, 1994).

4) 살충성분의 곤충활성 기작

활성화합물들은 공시충에 따라 각기 적절한 농도를 선정하여 접촉독 혹은 훈증독 유무를 판별하였다. 시료 적정량을 메탄올 100 μ l에 녹여 스크리닝에서 사용한 동일한 크기의 여지에 마이크로피펫을 이용해 처리한 후, 후드에서 20초 동안 건조시켰다. 10-20개체의 저장물해충을 미리 다이어트컵(직경 3.6 cm, 높이 4 cm)에 방사하고, 그 입구는 60-메쉬 천으로 밴딩함으로써 공기의 자유로운 유출은 허락하면서도 그 천위에 놓여질 여지(물질)와의 직접적인 접촉을 방지하였다. 이 컵을 더 큰 플라스틱 용기(직경 4.7 cm, 높이 8.4 cm)에 넣고 물질이 처리된 각각의 여지를 그 안쪽의 다이어트컵 상단(천위)에 올려 놓고, 그 입구를 뚜껑으로 완전히 밀폐한 실험구 A와 그 입구를 60-메쉬 천으로 밴딩하여 외부 공기의 자유로운 출입을 가능케한 실험구 B로 구별하였다. 또한 충이 여지에 처리된 물질과 자유롭게 접촉할 수 있도록 큰 플라스틱 용기(직경 4.7 cm, 높이 8.4 cm)에 10-20개체의 성충을 방사하고 여지를 넣어주어 그 뚜껑을 완전히 밀폐한 실험구 C와 천으로 밴딩하여 공기의 자유로운 출입을 가능케한 실험구 D로 구분하였다. 모든 검정은 3반복 이상으로 실시하였다. 24시간 후에 미세한 붓을 이용해 스크리닝시와 동일한 방법으로 그 사충 유무를 판별하였으며, 통계처리 역시 동일하

게 하였다.

나. 1차년도 실험 결과

1) 공시충 및 식물체 확보

본 연구에서 이용한 5종의 저장물해충은 어떤 살충제의 도태 없이 본 연구실에서 확립한 실내사육법을 통해 각 충에 맞춰 실내에서 사육하여 생물검정용으로 사용하였다. 연구에 이용한 한방식물체의 목록 및 수율 그리고 정유에 관한 정보를 table 1에 제시하였다.

Table 1. Plant species tested

	Test material	Family name	Tissue collected ^a	Yield (%) ^b
백지	<i>Angelica dahurica</i> Benth. et Hook.	미나리아과 Apiaceae	Ro	17.7
천궁	<i>Cnidium officinale</i> Makino	미나리아과 Apiaceae	Rh	10.0
회향	<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	미나리아과 Apiaceae	Fr	4.9
창포	<i>Acorus calamus</i> var. <i>angustatus</i> Bess	천남성과 Araceae	Rh	10.1
석창포	<i>Acorus gramineus</i> Soland.	천남성과 Araceae	Rh	9.5
자작나무	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> Hara	자작나무과 Betulaceae	Ba	5.2
자초	<i>Lithospermum erythrorhizon</i> L.	지치과 Boragianaceae	Wp	56.8
유향	<i>Boswellia carterii</i> Birdw	유향 Burseraceae	Re	88.8
쑥	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> Hara	국화과 Compositae	Wp	6.6
망초	<i>Erigeron canadensis</i>	국화과 Compositae	L	0.3
목향	<i>Inula helenium</i> L.	국화과 Compositae	Ro	16.3

(Continued)

	Test material		Family name	Tissue collected ^a	Yield (%) ^b
겨자	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern. et Coss.	십자화과	Cruciferae	Eo	-
양고추냉이	<i>Cochleria aroracia</i> L.	십자화과	Cruciferae	Eo	-
마	<i>Dioscorea batatas</i> Decaisne	마과	Dioscoreaceae	Rh	2.4
조협	<i>Gleditsia horrida</i> Makino	콩과	Fabaceae	Fr	17.3
감초	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	콩과	Fabaceae	Ro	21.9
편뇌	<i>Gentianopsis. barbata</i>	담용담과	Gentianaceae	Wp	88.2
자단향	<i>Tilia amurensis</i> L.	노가지나무과	Juniperaceae	B	5.4
백초향	<i>Agastache rugosa</i> O. Kuntze	꿀풀과	Lamiaceae	Wp	9.5
형개	<i>Schizonepeta tenuifolia</i> Briq.	꿀풀과	Lamiaceae	Wp	8.1
지초	<i>Thymus mandschuricus</i> Ronn	꿀풀과	Lamiaceae	Wp	28.0
계피	<i>Cinnamomum cassia</i> Presl.	녹나무과	Lauraceae	Ba	5.1
계심유	<i>Cinnamomum cassia</i> Presl.	녹나무과	Lauraceae	Eo	-
육계	<i>Cinnamomum sieboldii</i> Meissn	녹나무과	Lauraceae	Rb	6.3
마늘	<i>Allium scorodoprasm</i> L.	백합과	Liliaceae	Eo	-
팔각향	<i>Cacalia roborowskii</i>	목련과	Magnoliaceae	R	27.5
대회향	<i>Illicium verum</i> Hook. Fil	목련과	Magnoliaceae	Fr	26.1
일본목련	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	목련과	Magnoliaceae	Ba	5.8
정향	<i>Eugenia carryophyllata</i> Thunb.	정향과	Myrtaceae	Fb	37.8
목단피	<i>Paeonia suffruticosa</i> Andrews	모란과	Paeoniaceae	Rb	18.6
후추	<i>Piper nigrum</i> L.	후추과	Piperaceae	Fr	10.1
대황	<i>Rheum coreanum</i> Nakai	마디풀과	Polygonaceae	Rh	41.6
영릉향	<i>Lysimachia davurica</i> Ledev.	앵초과	Primulaceae	Wp	9.0
모과	<i>Chaenomeles sinensis</i> Koehn.	장미과	Rosaceae	Fr	60.8
오수유	<i>Evodia rutaecarpa</i> Hook. fil. et Thoms.	운향과	Rutaceae	Fr	9.5

(Continued)

	Test material		Family name	Tissue collected ^a	Yield (%) ^b
축초	<i>Zanthoxylum piperitum</i> DC.	운향과	Rutaceae	Fr	20.7
산초	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Sieb. et Zucc.	운향과	Rutaceae	Fr	16.2
고추	<i>Capsicum annuum</i> L.	가지과	Solanaceae	Eo	-
백부근	<i>Stemona japonica</i> Miq.	백부과	Stemonaceae	Ro	15.2
침향	<i>Aquillaria agallocha</i> Roxburgh	팔꽃나무과	Thymelaeaceae	Li	6.6
감송향	<i>Nardostachys chinensis</i> Batalin	마타리과	Valerianaceae	Rh	12.9
삼내자	<i>Kaempferia galanga</i> L.	삼내자	Zingiberaceae	Wp	8.1

^aBa, bark; Eo, essential oil; Fb, flower bud; Fr, fruit; L, leaf; Li, lignin; Rb, root bark; Rh, rhizome; Ro, root; and Wp, whole plant.

^b*C. sinensis*, (Dry weight of methanol extract/fresh weight of fruit) × 100; and the other plants, (dry weight of methanol extract/dry weight of test plant) × 100.

2) 저장물해충에 대한 살충·훈증활성 식물체 탐색

가) 권연벌레 성충

회향(*F. vulgare*), 계피(*C. cassia*), 대회향(*I. verum*), 겨자(*B. juncea*, mustard oil), 양고추냉이(*C. aroracia*, horseradish oil) 그리고 계피유(*C. cassia*, cinnamon oil) 등은 3.52 mg/cm² 처리수준에서 24시간 내에 100%의 높은 활성을 보였고, 창포(*A. calamus* var. *angustatus*), 육계(*C. sieboldii*) 그리고 백초향(*A. rugosa*) 역시 처리 4일 내에 100%의 높은 살충 혹은 훈증활성을 나타내었다 (table 2).

Table 2. Insecticidal activities of plant extracts and essential oils against *L. serricorne* adults, using the filter paper diffusion method, exposed to 3.52 mg/cm²

Test material	Mortality (mean±SE, %) ^a			
	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr
<i>A. dahurica</i>	0e	0f	3.32±1.1cd	3.3±2.1de
<i>C. officinale</i>	0e	0f	5.0±2.2cd	5.0±2.2de
<i>F. vulgare</i>	100a	-	-	-
<i>A. calamus</i> var. <i>angustatus</i>	21.7±3.1c	81.7±8.3ab	96.7±2.1a	100a
<i>A. gramineus</i>	3.3±2.1de	76.7±8.0bc	81.7±8.3a	91.7±4.0a
<i>B. platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	0e	0f	0d	0e
<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i>	0e	0f	0d	0e
<i>I. helenium</i>	0e	0f	0d	0e
<i>D. batatas</i>	0e	0f	5.0±2.0cd	5.0±2.2de
<i>G. horrida</i>	0e	0f	0d	0e
<i>G. glabra</i>	0e	0f	0d	0e
<i>A. rugosa</i>	96.7±2.1a	100a	-	-
<i>S. tenuifolia</i>	0e	0f	0d	0e
<i>T. mandshuricus</i>	0e	0f	0d	0e
<i>C. cassia</i>	100a	-	-	-
<i>C. sieboldii</i>	66.7±8.4b	76.7±8.0bc	90.0±5.2a	100a
<i>I. verum</i>	100a	-	-	-
<i>M. obovata</i>	0e	0f	0d	0e
<i>E. carrophiolata</i>	6.7±2.1e	10.0±0.0def	23.30±2.1bc	41.7±3.1b
<i>P. suffruticosa</i>	11.7±1.7cd	18.3±3.1de	38.3±3.1b	43.3±3.3b
<i>P. nigrum</i>	5.0±2.2cde	5.0±2.0ef	6.7±3.3bcd	8.3±4.0de
<i>R. coreanum</i>	0e	0f	0d	0e
<i>L. davurica</i>	3.3±2.1de	6.7±2.1ef	8.3±1.7bcd	8.3±1.7cde
<i>C. sinensis</i>	0e	0f	0d	0e
<i>E. rutaecarpa</i>	0e	0f	0d	0e
<i>Z. piperitum</i>	5.0±2.2cde	5.0±2.2ef	5.0±2.2cd	5.0±2.2de
<i>Z. schinifolium</i>	0e	0f	0d	0e
<i>S. japonica</i>	0e	0f	3.3±2.1cd	3.3±2.1de
<i>A. agallocha</i>	0e	0f	6.7±2.1bcd	6.7±2.1de
<i>N. chinensis</i>	0e	3.3±2.1ef	10.0±2.6bcd	21.7±1.7bcd
<i>B. juncea</i> (mustard oil)	100a	-	-	-
<i>C. aroracia</i> (horseradish oil)	100a	-	-	-
<i>C. cassia</i> (cinnamon oil)	100a	-	-	-
<i>A. scorodoprasm</i> (garlic oil)	0e	10.0±0.0def	20.0±2.6bcd	36.7±3.3bc
<i>C. annuum</i> (hot-pepper oil)	0e	6.7±2.1ef	10.0±2.6bcd	21.7±1.7bcd

^aEach datum represents mean of six replicates, each set up with 20 adults (n=120).

이상의 활성이 우수한 식물체들은 농도를 더욱 낮춘 0.70 mg/cm² 수준에서 겨자유, 양고추냉이유, 그리고 계피유 등 3종의 정유들이 24시간 내에 100%의 살충·훈증활성을 나타내었다 (table 3).

Table 3. Insecticidal activities of selected plant extracts and essential oils against *L. serricorne* adults, using the filter paper diffusion method, exposed to 0.70 mg/cm²

Test material ^a	Mortality (mean±SE, %) ^b			
	24 hr ^c	48 hr	72 hr	96 hr
<i>F. vulgare</i>	3.3±2.1cd	6.7±2.1ab	16.7±2.1b	25.0±2.2cd
<i>A. calamus</i> var. <i>angustatus</i>	0c	18.3±1.7ab	21.7±1.7b	46.7±3.3b
<i>A. gramineus</i>	0c	3.3±2.1b	3.3±2.1c	41.7±3.1bc
<i>A. rugosa</i>	6.7±2.1bc	6.7±2.1ab	13.3±2.1b	13.3±2.1d
<i>C. cassia</i>	8.3±1.7bc	15.0±2.2ab	16.7±2.1b	21.7±1.7d
<i>C. sieboldii</i>	20.0±5.8b	30.0±7.7a	48.3±4.8a	66.7±5.6a
<i>I. verum</i>	8.3±1.7bc	8.3±1.7ab	25.0±2.2b	25.0±2.2cd
Mustard oil	100a	-	-	-
Horseradish oil	100a	-	-	-
Cinnamon oil	100a	-	-	-

^aPlants showing >80% mortality at 3.52 mg/cm² were tested for their insecticidal activity.

^bEach datum represents mean of six replicates, each set up with 20 adults (n=120).

^cDay(s) after treatment.

나) 화랑곡나방 유충

식물체 조추출물 3.52 mg/cm^2 수준에서 겨자유와 양고추냉이 정유물만이 화랑곡나방 유충에 대해 100%의 높은 살충활성을 나타냈다(table 4).

Table 4. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *P. interpunctella* adults, using the filter paper diffusion method, exposed to 3.52 mg/cm²

Plant species	Mortality (mean±SE, %) ^b		Plant species	Mortality (mean±SE, %) ^b	
	24 hr	48 hr		24 hr	48 hr
<i>A. gramineus</i> var. <i>angustatus</i>	20.0±0	46.7±6.7	<i>G. horrida</i>	0	26.7±6.7
<i>A. calamus</i>	6.7±6.7	26.7±6.7	<i>G. glabra</i>	0	26.7±6.7
<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i>	26.7±6.7	26.7±6.7	<i>T. amurensis</i>	0	26.7±6.7
<i>I. helenium</i>	0	6.7±6.7	<i>V. unijuga</i>	6.7±6.7	26.7±6.7
<i>C. roborowskii</i>	26.7±6.7	26.7±6.7	<i>I. verum</i>	20.0±0	40.0±0
<i>C. sinensis</i>	0	20.0±0	<i>C. cassia</i>	6.7±6.7	26.7±6.7
<i>G. barbata</i>	6.7±6.7	26.7±6.7	<i>M. soochouensis</i>	26.7±6.7	46.7±6.7
<i>A. rugosa</i>	6.7±6.7	26.7±6.7	<i>E. canadensis</i>	0	6.7±6.7
<i>S. tenuifolia</i>	0	20.0±0	Mustard oil	100	-
<i>L. erythrorhizon</i>	0	20.0±0	Horseradish oil	100	-
<i>C. sieboldii</i>	6.7±6.7	26.7±6.7	Control	0	20.0±0

다) 찰바구미 성충

찰바구미 성충에 대한 3.52 mg/cm² 수준에서 처리 24시간 내에 100%의 높은 살충활성을 나타낸 식물체는 계피, 계피유, 겨자유, 양고추냉이유였고, 처리 48시간 내에 육계, 처리 72시간 내에 창포, 석창포, 백초향, 회향 등이 100% 살충활성을 나타냈으며 대회향은 4일 이후에 100% 활성을 보여 독성발현 속도가 만성독성의 특성을 보였다(table 5).

Table 5. Insecticidal activities of plant extract and oils against *S. oryzae* adults, using the impregnated filter paper method, exposed to 3.52 mg/cm²

Test material	Mortality (mean±SE, %)			
	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr
<i>A. calamus</i> var. <i>angustatus</i>	13.3±3.3	60.6±5.8	100	–
<i>A. gramineus</i>	13.3±3.3	46.7±3.3	100	–
<i>B. platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	0	0	0	3.3±3.3
<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i>	10.0±0.0	10.0±0.0	10.0±0.0	26.7±3.3
<i>I. helenium</i>	0	0	0	36.7±6.7
<i>D. batatas</i>	0	0	0	20.0±5.8
<i>G. sinensis</i>	0	0	0	13.3±3.3
<i>G. glabra</i>	0	0	6.7±3.3	13.3±3.3
<i>A. rugosa</i>	33.3±3.3	53.3±3.3	100	–
<i>S. tenuifolia</i>	0	0	13.3±3.3	36.7±3.3
<i>T. mandschuricus</i>	0	0	6.7±3.3	23.3±3.3
<i>C. cassia</i>	100	–	–	–
<i>C. sieboldi</i>	80.0±0	100	–	–
<i>I. verum</i>	0	26.7±3.3	56.7±3.3	100
<i>M. ovobata</i>	0	0	0	23.3±3.3
<i>E. caryophyllata</i>	20.0±5.8	36.7±3.3	66.7±3.3	93.3±6.7
<i>P. suffruticosa</i>	0	6.7±3.3	16.7±3.3	66.7±6.7
<i>P. nigrum</i>	0	0	33.3±3.3	50.0±5.8
<i>R. coreanum</i>	0	0	0	0
<i>L. davurica</i>	0	0	0	10.0±5.8
<i>C. sinensis</i>	0	0	0	0
<i>E. rutaecarpa</i>	0	0	0	6.7±3.3
<i>Z. piperitum</i>	0	0	6.7±3.3	33.3±3.3
<i>Z. shinifolium</i>	0	0	0	36.7±3.3
<i>S. japonica</i>	0	0	0	16.7±3.3
<i>A. agallocha</i>	0	0	0	23.3±3.3
<i>A. dahurica</i>	0	0	6.7±3.3	36.7±3.3
<i>C. officinale</i>	0	0	0	43.3±3.3
<i>F. vulgare</i>	53.3±6.7	86.7±3.3	100	–
<i>N. chinensis</i>	0	0	10.9±0	13.3±3.3
Cinnamon oil	100	–	–	–
Garlic oil	0	6.7±3.3	23.3±3.3	53.3±8.8
Horseradish oil	100	–	–	–
Hot pepper oil	0	0	6.7±3.3	6.7±3.3
Mustard oil	100	–	–	–

이상 활성이 우수한 식물체들을 대상으로 농도를 0.70 mg/cm² 수준에서 처리한 결과, 24시간 내에 100% 활성을 보인 식물체들은 계피유, 겨자유, 양고추냉이 유였고, 처리 72시간 내에 계피, 창포, 육계 등이 100% 살충활성을 나타냈으며, 창포, 회향 등은 96시간에 100 %의 활성을 나타냈다(table 6).

Table 6. Insecticidal activities of plant extracts and oils against *S. oryzae* adults, using the impregnated filter paper method, exposed to 0.70 mg/cm²

Test material	Mortality (mean±SE, %)			
	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr
<i>A. calamus var angustatus</i>	10.0±5.8	46.7±8.8	100	-
<i>A. gramineus</i>	0	23.3±3.3	83.3±3.3	100
<i>A. rugosa</i>	0	46.7±8.8	56.7±3.3	86.7±3.3
<i>C. cassia</i>	80.0±5.8	93.3±3.3	100	-
<i>C. sieboldi</i>	73.3±6.7	80.0±0	100	-
<i>I. verum</i>	0	0	0	63.3±6.7
<i>E. caryophyllata</i>	10.0±0	23.3±3.3	53.3±3.3	86.7±3.3
<i>P. suffruticosa</i>	0	0	13.3±3.3	53.3±6.7
<i>F. vulgare</i>	36.7±8.8	60.0±5.8	93.3±3.3	100
Cinnamon oil	100	-	-	-
Horseradish oil	100	-	-	-
Mustard oil	100	-	-	-

라) 팔바구미 성충

팔바구미 성충에 대한 3.52 mg/cm² 처리 수준에서 창포(*A. calamus var. angustatus*), 지초(*T. manschuricus*), 계피(*C. cassia*), 육계(*C. sieboldi*), 대회향(*I. verum*), 정향(*E. caryophyllata*), 후추(*P. nigrum*), 백초향(*A. gallocha*), 회향

(*F. vulgare*), 계피유, 겨자유, 양고추냉이유, 그리고 마늘유 등 많은 식물체 추출물들이 24시간 내에 100 %의 높은 살충활성을 나타냈다(table 7). 이들 우수한 활성을 보인 식물체들을 대상으로 0.70 mg/cm² 수준에서 계피, 육계, 계피유, 겨자유, 양고추냉이유 등이 역시 24시간 내에 100 %의 높은 살충활성을 나타냈다 (table 8).

Table 7. Insecticidal activities of plant extracts and oils against *C. chinensis* adults, using the impregnated filter paper method, exposed to 3.52 mg/cm²

Test material	Mortality (mean±SE, %)		Test material	Mortality (mean±SE, %)	
	24 hr	48 hr		24 hr	48 hr
<i>A. calamus</i> var. <i>angustatus</i>	100	–	<i>R. coreanum</i>	0	10.0±0
<i>A. gramineus</i>	83.3±3.3	100	<i>L. davurica</i>	36.7±6.7	50.0±5.8
<i>B. platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	13.3±6.7	0	<i>C. sinensis</i>	26.7±3.3	3.3±3.3
<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i>	50.0±5.8	10.0±0.0	<i>E. rutaecarpa</i>	10.0±0	10.0±0
<i>I. helenium</i>	26.7±3.3	0	<i>Z. piperitum</i>	60.0±5.8	90.0±5.8
<i>D. batatas</i>	23.3±3.3	0	<i>Z. shinifolium</i>	43.3±6.7	80.0±5.8
<i>G. sinensis</i>	30.0±0	0	<i>S. japonica</i>	13.3±3.3	20.0±5.8
<i>G. glabra</i>	26.7±3.3	0	<i>A. agallocha</i>	100	–
<i>A. rugosa</i>	63.3±3.3	53.3±3.3	<i>A. dahurica</i>	16.7±3.3	20.0±0
<i>S. tenuifolia</i>	83.3±3.3	0	<i>C. officinale</i>	16.7±3.3	23.3±3.3
<i>T</i> <i>mandschuricus</i>	100	0	<i>F. vulgare</i>	100	–
<i>C. cassia</i>	100	–	<i>N. chinensis</i>	23.3±3.3	33.3±3.3
<i>C. sieboldi</i>	100	–	Cinnamon oil	100	–
<i>I. verum</i>	100	26.7±3.3	Garlic oil	100	–
<i>M. ovobata</i>	33.3±3.3	0	Horseradish oil	100	–
<i>E. caryophyllata</i>	100	–	Hot pepper oil	63.3±8.8	63.3±8.8
<i>P. suffruticosa</i>	56.7±3.3	6.7±3.3	Mustard oil	100	–
<i>P. nigrum</i>	100	–			

Table 8. Insecticidal activities of plant extracts and oils against *C. chinensis* adults, using the impregnated filter paper method, exposed to 0.70 mg/cm²

Test material	Mortality		Test material	Mortality	
	(mean±SE, %)			(mean±SE, %)	
	24 hr	48 hr		24 hr	48 hr
<i>A. calamus</i> var. <i>angustatus</i>	0	36.7±6.7	<i>A. agallocha</i>	0	0
<i>T. mandschuricus</i>	0	0	<i>F. vulgare</i>	96.7±3.3	100
<i>C. cassia</i>	100	-	Cinnamon oil	100	-
<i>C. sieboldi</i>	100	-	Garlic oil	96.7±3.3	100
<i>I. verum</i>	96.7±3.3	100	Horseradish oil	100	-
<i>E. caryophyllata</i>	0	66.7±3.3	Mustard oil	100	-

마) 애수시령이 유충

애수시령이 유충은 본 연구에서 이용한 방향성 식물체들에 대해 가장 강한 저항성을 보였는데, 마늘은 5.2 mg/cm²을 처리한 지 7일 후 93%의 살충활성을 보였으며, 편뇌는 처리한지 21일 후 96%의 살충활성을 보였고, 회향과 대회향은 처리한지 28일 후 70% 이상의 살충활성을 보였다 (table 9).

Table 9. Insecticidal activities of plant extracts against *A. unicolor japonicus* larvae, using fabric impregnated application, exposed to 5.2 mg/cm²

Test material	Mortality (mean±SE, %) ^a				
	1DAT ^b	7DAT	14DAT	21DAT	28DAT
<i>A. dahurica</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>C. officinale</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>F. vulgare</i>	0b	46.7±3.3ab	50.0±0.0abcd	66.7±6.7abcd	70.0±10.0abcd
<i>A. calamus</i>	0b	3.3±3.3c	3.3±3.3cd	16.7±8.8cde	16.7±8.8bcd
<i>A. gramineus</i>	0b	0c	0d	10.0±5.8cde	10.0±5.8cd
<i>B. carterii</i>	0b	0c	0d	3.3±3.3de	3.3±3.3cd
<i>A. princeps</i>	0b	3.3±3.3c	6.7±6.7cd	10.0±5.8cde	13.3±6.7cd
<i>I. helenium</i>	0b	0c	0d	10.0±5.8cde	10.0±5.8cd
<i>B. jaunceae</i>	0b	0c	0d	3.3±3.3de	6.7±3.3cd
<i>D. batatas</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>D. aromatica</i>	0b	46.7±3.3ab	63.3±13.3abc	96.7±3.3a	96.7±3.3a
<i>G. horrida</i>	0b	0c	0d	6.7±3.3cde	6.7±3.3cd
<i>G. glabra</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>A. rugosa</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>S. tenuifolia</i>	0b	3.3±3.3c	3.3±3.3cd	3.3±3.3cd	3.3±3.3cd
<i>T. manschuricus</i>	0b	0c	0d	0±e	0d
<i>P. indicus</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>A. sativum</i>	0b	93.3±3.3a	93.3±3.3a	93.3±3.3ab	93.3±3.3ab
<i>I. verum</i>	0b	76.7±8.8a	76.7±8.8ab	76.7±8.8abc	76.7±8.8abc
<i>E. caryophyllata</i>	0b	50.0±5.8ab	56.7±8.8abcd	60.0±10.0abcd	60.0±10.0abcd
<i>P. suffruticosa</i>	0b	3.3±3.3c	3.3±3.3cd	3.3±3.3de	10.0±5.8cd
<i>R. coreanum</i>	0b	3.3±3.3c	3.3±3.3cd	6.7±6.7de	6.7±6.7cd
<i>L. davurica</i>	0b	0c	6.7±6.7cd	13.3±6.7cde	13.3±6.7cd
<i>C. sinensis</i>	0b	0c	0d	10.0±0.0cde	10.0±0.0bcd
<i>E. rutaecarpa</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>Z. piperitum</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>Z. schinifolium</i>	0b	0c	0d	0e	0d

(Continued)

<i>C. annuum</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>S. japonica</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>A. agallocha</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>N. chinensis</i>	0b	0c	0d	0e	0d
<i>K. galanga</i>	0b	23.3±14.5bc	23.3±14.5bcd	23.3±14.5bcde	23.3±14.5bcd

^aEach datum represents mean of triplicates, each set up with 20 adults (n=30).

^bDay(s) after treatment.

5.2 mg/cm² 처리 시 비교적 높은 살충활성을 보인 식물체를 선발하여 2.6 mg/cm²에서 실험을 수행한 결과, 정향은 처리한지 14일 후 100%의 살충활성을 보였으며, 1.04 mg/cm²을 처리하였을 경우, 처리한 지 14일 후 66%의 살충활성을 보였다 (table 10).

Table 10. Insecticidal activities of plant extracts against *A. unicolor japonicus* larvae, using fabric impregnated application, exposed to 2.6 mg/cm^{2a}

Test material	Mortality (mean±SE, %) ^b							
	7DAT		14DAT		21DAT		28DAT	
	2.6	1.04	2.6	1.04	2.6	1.04	2.6	1.04
<i>A. dahurica</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>C. officinale</i>	3.3±3.3c	-	3.3±3.3d	-	6.7±6.7cd	-	6.7±6.7cd	-
<i>F. vulgare</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>A. calamus</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>A. gramineus</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>A. princeps</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>I. helenium</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>D. aromatica</i>	33.3±6.7ab	33.3±6.7ab	76.7±8.8b	66.7±13.3a	93.3±3.3a	96.7±3.3a	100a	96.7±3.3a
<i>A. rugosa</i>	0c	-	0d	-	3.3±3.3cd	-	3.3±3.3cd	-
<i>P. indicus</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>A. sativum</i>	30±5.8ab	-	40±5.8c	-	40±5.8b	-	40±5.8b	-
<i>I. verum</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>E caryophyllata</i>	50±11.5a	36.7±14.5a	100a	66.7±6.7a	-	88.7±8.8a	-	88.7±8.8a
<i>L. davurica</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>Z schinifolium</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>A. agallocha</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>N. chinensis</i>	0c	-	0d	-	0d	-	0d	-
<i>K. galanga</i>	6.7±6.7bc	-	20±5.8c	-	26.7±8.8bc	-	26.7±8.8bc	-

^aEach datum represents mean of triplicates, each set up with 20 adults (n=30).

^bDay(s) after treatment.

3) 섭식저해활성 및 기피활성 식물체 탐색

다른 저장물 해충에 비해 저항성이 매우 높았기 때문에, 살충활성 보다는 행동제어 특성을 보이는 식물체를 탐색하기 위한 연구 대상으로 선정하고 연구를 수행한 결과, table 11에 제시한 바와 같이 수종의 활성식물체를 탐색할 수 있었다.

곤충행동제어 식물체들의 탐색은 애수시렁이 유충을 공시충으로 하여 연구하였다. 이유는 방제원리상 본 충이 의류나 목재 또는 저장물에 침입하여 식해하기 때문에 유충방제를 위해서는 곤충행동제어 물질을 이러한 방제목적용 의류 등에 처리함으로써 접근을 차단시킬 수 있기 때문이다. 본 연구에서 섭식저해 활성이 우수한 식물체들은 *A. dahurica*, *D. aromatica*, *E. caryophyllata*, *N. chinensis*, *K. galanga* 등이었다(table 11).

Table 11. Antifeeding activities of oriental medicinal plant extracts against *A. unicolor japonicus* larvae, using fabric impregnated application (32 DAT)

Test material	5.2 mg/cm ²		2.6 mg/cm ²		1.04 mg/cm ²	
	Damaged area, cm ²	AI ^a , %	Damaged amount, mg	AI, %	Damaged amount, mg	AI, %
<i>A. dahurica</i>	0±0.0a	100	0±0.0a	100	0±0.0a	100
<i>C. officinale</i>	0.56±0.23ab	94	0±0.0a	100	4.6±1.54abc	92.6
<i>F. vulgare</i>	0.5±0.38ab	95	19.67±2.4b	66.8	19.67±2.4b	68.3
<i>A. calamus</i>	0.69±0.09ab	93	1.23±0.62ab	97.9	8.4±4.31abc	86.4
<i>A. gramineus</i>	0.6±0.21abc	94	3.53±0.22ab	94	55.23±4.21d	10.9
<i>B. carterii</i>	1.42±0.06bcde	85	-	-	-	-
<i>A. princeps</i>	0.72±0.1abc	92	4.33±1.33bc	92.6	16.47±6.38abcd	73.4
<i>I. helenium</i>	0.62±0.21abc	93	8.7±5.08bc	85.1	30.83±7.49bcd	50.3
<i>B. jaunceae</i>	7.92±0.52gh	14	-	-	-	-
<i>D. batatas</i>	6.26±0.57fgh	32	-	-	-	-
<i>D. aromatica</i>	0±0.0a	100	0±0.0a	100	0.1±0.06a	99.8
<i>G. horrida</i>	3.03±0.5def5	67	-	-	-	-
<i>G. glabra</i>	1.62±0.08bcde	82	-	-	-	-
<i>A. rugosa</i>	0.77±0.11abcd	92	6.5±0.84ab	88.9	20.5±2.45abcd	66.9
<i>S. tenuifolia</i>	1.64±0.21bcde	82	-	-	-	-
<i>T. mandschuricus</i>	6.29±0.71fgh	32	-	-	-	-
<i>P. indicus</i>	0±0.0a	100	0±0.0a	100	1.7±1.37cd	97.3
<i>A. sativum</i>	0±0.0a	100	0.53±0.35a	99.1	33.77±11.29cd	45.5
<i>I. verum</i>	0±0.0a	100	44.43±8.22bc	24.1	38.73±10.06ab	37.5
<i>E. caryophyllata</i>	0.55±0.2ab	94	0±0.0a	100	0±0.0a	100
<i>P. suffruticosa</i>	2.24±0.24bcde	76	-	-	-	-

(Continued)

<i>R. coreanum</i>	3.46±0.25de	63	-	-	-	-
<i>L. davurica</i>	0.56±0.09ab	94	0±0.0a	100	0±0.0a	100
<i>C. sinensis</i>	1.26±0.37efg	86	-	-	-	-
<i>E. rutaecarpa</i>	1.87±0.2bcde	80	-	-	-	-
<i>Z. piperitum</i>	0.63±0.16abc	93	-	-	-	-
<i>Z. schinifolium</i>	0±0.0a	100	0±0.0a	100	5.33±0.95bcd	91.4
<i>C. annuum</i>	1.85±0.36bcde	80	-	-	-	-
<i>S. japonica</i>	2.68±0.15cdef	71	-	-	-	-
<i>A. gallocha</i>	0.67±0.21abc	93	5.87±2.3ab	90	9.1±4.77bcd	85.3
<i>N. chinensis</i>	0±0.0a	100	0±0.0a	100	0±0.0a	100
<i>K. galanga</i>	0±0.0a	100	0±0.0a	100	0±0.0a	100
Control	9.25±0.48h	0	58.5±2.88c	0	61.97±1.37d	0

^aAI (antifeedant index, %) = feeding weight of control - feeding weight of treatment/feeding weight of control ×100.

4) 활성식물체들의 작용기작

가) 권연벌레

권연벌레 성충에 대해 활성이 우수했던 겨자유, 양고추냉이유 그리고 회향열매 추출물을 대상으로 한 독성발현 기작의 연구에서 이들의 우수한 살충활성이 접촉독에 의한 것이라기보다는(method B, D) 훈증독작용 (method A, C)에 기인함을 알 수 있었다(table 12).

Table 12. Susceptibility of *L. serricorne* adults to test materials determined by different application method, 24 h

Method ^a	Mortality (mean±SE, %) ^b		
	Horseradish oil ^c	Mustard oil ^c	<i>F. vulgare</i> ^d
A	100a	100a	100a
B	2.0±2.0b	4.0±2.5b	2.0±2.0b
C	100a	100a	100a
D	2.0±2.0b	4.0±2.5b	4.0±2.5b

^aA, vapour in closed container; B, vapour in open container; C, direct contact in closed container; and D, direct contact in open container.

^bEach datum represents mean of five replicates, each set up with 20 adults (n=100).

^cExposed to 0.35 mg/cm².

^dExposed to 3.17 mg/cm².

나) 쌀바구미

쌀바구미 성충에 대해 활성이 우수했던 겨자유, 양고추냉이유 그리고 계피유를 대상으로 한 독성발현 기작의 연구에서 이들의 우수한 살충활성이 권연벌레 성충과 마찬가지로 접촉독에 의한 것이라기보다는 (method B, D) 훈증독작용 (method A, C)에 기인함을 알 수 있었다(table 13).

Table 13. Susceptibility of *S. oryzae* adults to three oils determined by different application methods, 10 mg/paper, 24 h

Method	Mortality (mean±SE, %)		
	Horseradish oil	Mustard oil	Cinnamon oil
A	100a	100a	100a
B	0c	0c	10.0±0c
C	100a	100a	100a
D	33.3±3.3b	40.0±3.3b	33.3±3.3b

2. 2차년도 실험 방법 및 결과

1차년도 실험 수행 결과, 5종 저장물해충에 대해 살충활성이 공통적으로 높게 나타난 회향(*F. vulgare*)과 겨자유(mustard oil)을 대상으로 하여 그 활성물질을 탐색하기 위한 연구를 수행하였다. 또한 애수시렁이 유충에 대해 살충·섭식저해 활성이 높았던 식물체들을 대상으로 이들을 혼합처리시 섭식저해율의 정도를 조사하였다.

가. 2차년도 실험 방법

1) 공시충 사육 및 생물검정

1차년도에 확립한 방법을 적용하였다.

2) 통계처리

평균과 표준편차는 분산분석을 통해서 구했고, 각 평균간의 유의성 검정은 Scheffe 검정을 하였다(SAS Institute, 1994).

3) 활성성분의 분리 및 정제

가) 용매분획(solvent fractionation)

스크리닝 대상 식물체들 중 살충활성이 우수한 식물체의 메탄올 조추출물 20 g을 증류수 800 ml에 녹여 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트 그리고 물 등 용매의 극성에 따른 분리 원리를 이용해 검정용 분획층을 확보하였다. 특히 물층은 동결건조기(Vertis, USA)를 이용하여 진공감압하여 물을 제거하였으며, 헥산층, 클로로포름층, 에틸아세테이트층은 회전진공농축기(EYELA autojack NAJ-160, Japan)로 농축하였다.

나) 칼럼크로마토그래피 (column chromatography)

살충활성이 검증된 분획분 12 g를 칼럼크로마토그래피에 이용할 용매시스템에 맞춰 녹이거나 아세톤 30 ml에 녹여 30 g의 silica gel (70~230 mesh, Merck)과 함께 섞은 후 아세톤을 완전히 휘발시켜 시료를 실리카겔에 흡착하거나 하여 크로마토그래피를 수행하였다. 충전제로는 본 연구실에서 경험적으로 사용하고 있는 유리칼럼 (φ 5.5×70 cm, PTEE end plate 부착)에 실리카겔 (70~230 mesh, Merck) 500 g을 클로로포름으로 습식 충전 시킨 뒤, 상층부에 클로

로포름으로 녹인 흡착시료를 10 ml 피펫으로 충전하였다. 용출용매는 클로로포름/메탄올 혹은 헥산/에틸아세테이트 = 99/1, 97.5/2.5, 95/5, 90/10, 80/20 을 각 1000 ml씩 순차적으로 흘렸고 마지막은 메탄올로써 용출시켰으며, 용출속도는 분당 10 ml, 분취량은 50 ml로 하였다. 각 분취시료는 박층크로마토그래피 (TLC: Thin layer chromatography)에 의해 TLC plate (SIL G/UV₂₅₄, 0.25 mm, MACHEREY -NAGEL, Germany)상에 전개된 spot pattern을 UV hand lamp (UVGL-58, UV-254/366 nm, UVP Inc., USA)로 확인하였으며, 동일 spot 으로 확인되면 서로 합쳐 감압농축한 후, 상기의 방법에 따라 생물검정을 행하였다. 분리된 활성층은 HPLC를 이용해 더욱 분리·정제하였고, 활성물질은 결과에 제시된 많은 spectral techniques를 이용하여 동정하였다.

4) 겨자유 살충활성성분의 분리 및 정제

겨자유 12 g을 실리카겔 칼럼 (Merck 70-230 mesh, 600 g, 5.5 x 70 cm)에 흡착시킨 후 헥산과 에틸아세테이트의 단계적 구배(stepwise gradient)로 1차 색층분석하였다. 사용한 단계적 구배는 헥산: 에틸아세테이트 비율을 100:0, 97.5:2.5, 95:5, 90:10, 80:20, 75:25, 70:30, 60:40, 50:50, 에틸아세테이트 및 메탄올 순으로 진행하였고, 각 비율에 따른 분획을 M1, M2, M3, M4, M5로 용리하였다. 상기의 5개 분획은 살충활성검정법으로 살충활성을 검정하였고, 그 결과 활성을 가지는 M2를 분리할 수 있었다. 각 분획을 박층크로마토그래피하여 하나의 점 (spot)으로 확인되는 즉, 하나의 화합물 군으로 이루어진 분획임을 확인하였다. 1차에서 분리한 활성 분획에 대한 실리카겔 크로마토그래피를 더욱 실시하였다. M2 분획은 1차 크로마토그래피에서 실시한 농도구배에 준해 크로마토그래피를 실시하였다. M21, M22, M23, M24의 4개 분획층을 수득하였고, 이 중 M21이 활성을 나타내었다. 분리한 M21 분획은 유속 3.0 ml/min, 헥산-에틸아세테이트 (95:5, v/v), μ Porasil silica(19 x300 mm, Waters) 컬럼, 흡광도 250 nm로 실시하여 M211, M212 분획을 수득하였고, 이들 2개 분획층 모두가 활성을 나타내어 각각 compound 1과 compound 2로 명명하였다.

가) 활성물질 분석

상기에서 분리한 최종 활성분획 (compound 1, compound 2)의 활성 용리물질의 구조결정은 분광분석에 기초하였다. EI 질량분석기 (JEOL GSX 400 spectrometer), ^1H -NMR과 ^{13}C -NMR (표준물질로는 TMS를 이용)을 이용하여 동정하였다.

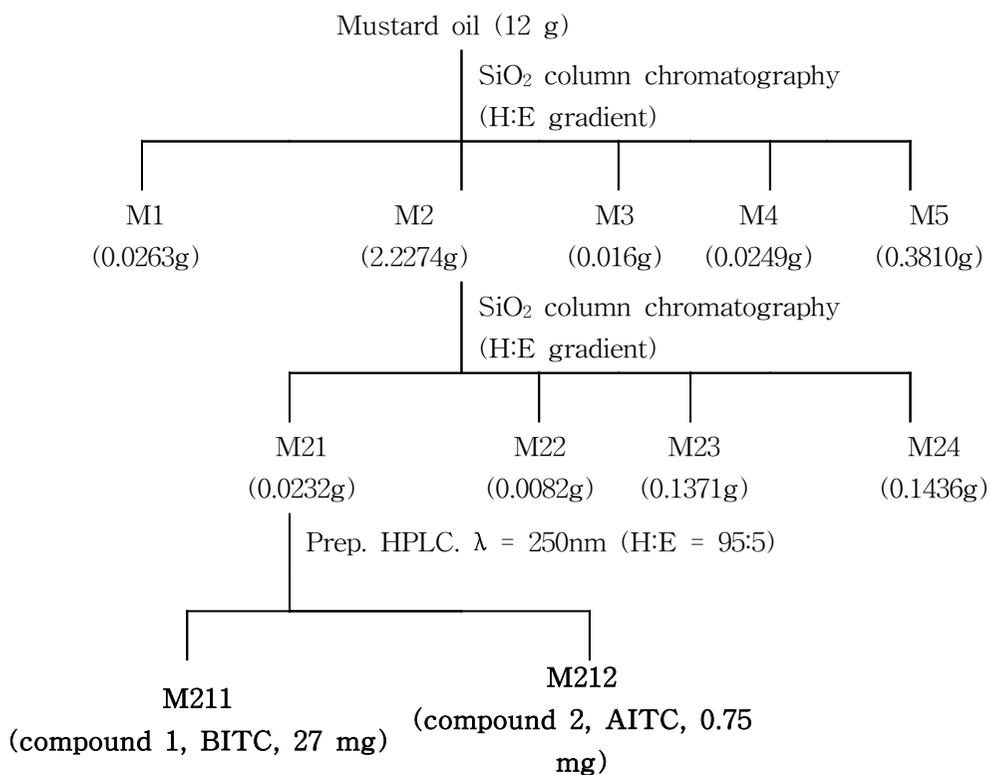


Fig 1. Isolation procedure of insecticidal constituents from mustard oil

나) Commercial isothiocyanates

Isothiocyanate 계열에 속하는 화합물들이 저장물해충에 대해 강한 살충활성을 갖는 것을 확인하고, 겨자유래의 활성물질과 그 구조가 비슷한 이소시오시아네이트 (isothiocyanates) 수종을 구입 (시그마-알드리치, 미국)하여 전 세계적으로 분포하여 경제적인 해를 입히는 줄알락명나방 유충을 대표종으로 하여 검정하였

다. 하기 table 14에 구입하여 검정에 이용한 isothiocyanate 계열의 화합물들의 화학식을 제시하였다.

Table 14. Molecular formula of commercial isothiocyanates

Compound	Formula
이소프로필 이소시오시아네이트 (Isopropyl Isothiocyanate)	$(\text{CH}_3)_2\text{CHN}=\text{C}=\text{S}$
이소부틸 이소시오시아네이트 (Iso-butyl Isothiocyanate)	$(\text{CH}_3)_2\text{-CH-CH}_2\text{N}=\text{C}=\text{S}$
벤질 이소시오시아네이트 (Benzyl Isothiocyanate)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{-N}=\text{C}=\text{S}$
이소시안산 3-부텐-1-일 에스테르 (Isothiocyanic acid 3-Buten-1-yl Ester)	$\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{N}=\text{C}=\text{S}$
이소시안산 β-페닐에틸에스테르 (Isothiocyanic acid β-phenylethyl Ester)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}=\text{C}=\text{S}$
이소시안산 4-펜텐-1-일 에스테르 (Isothiocyanic acid 4-Penten-1-yl Ester)	$\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{N}=\text{C}=\text{S}$

5) 회향열매 유래 살충활성물질의 분리 및 정제

가) 살충 및 훈증활성물질의 분리·정제

Activity-bioassay guided method를 이용하여 헥산층의 활성물질을 분리한 결과, 3종의 활성물질(compound A, B, C)을 확인할 수 있었고(Fig. 2), 1차년도 연구결과 보고 된 *trans*-anethole 이외에 2종의 화합물을 최종적으로 ¹H-NMR, ¹³C-NMR, MS, ¹H-¹H COSY, DEPT-NMR 등의 분석기기를 이용하여 compound B와 C를 동정하였다.

나) 살충성분의 작용기작

저장물해충에 대한 살충활성이 직접독에 의한 것인지 아니면 훈증독에 의한 것인지, 그 유무를 알아보기 위해 그 작용기작을 조사하였다. 활성물질의 적정농도를 각 층에 따라 선정하고, 메탄올 100 μl에 녹여 직경 4.25 cm의 여지에 처리하고 후드에서 120초 동안 건조시켰다. 20개체의 저장물해충을 미리 다이어트컵(직경 3.6 cm, 높이 4 cm)에 방사하고, 그 입구는 60-메시 천으로 밴딩함으로써 공기의 자유로운 유출은 허락하면서도 그 천위에 놓여질 여지(물질)와의 직접적인 접촉을 방지하였다. 이 컵을 더 큰 플라스틱 용기(직경 4.7 cm, 높이 8.4 cm)

에 넣고 활성물질이 처리된 각각의 여지를 그 안쪽의 다이어트컵 상단(천위)에 올려놓고, 그 입구를 뚜껑으로 완전히 밀폐한 실험구 A와 그 입구를 60-메시 천으로 밴딩하여 외부 공기의 자유로운 출입을 가능케 한 실험구 B로 구별하였다. 또한 곤충이 여지에 처리된 물질과 자유롭게 접촉할 수 있도록 큰 플라스틱 용기(직경 4.7 cm, 높이 8.4 cm)에 20개체의 성충을 방사하고 여지를 넣어주어 그 뚜껑을 완전히 밀폐한 실험구 C와 천으로 밴딩하여 공기의 자유로운 출입을 가능케 한 실험구 D로 구분하였다. 모든 실험구는 5회 이상 반복하였으며 각각의 실험구에 대해 별개의 대조구를 선정하여 검정하였다.

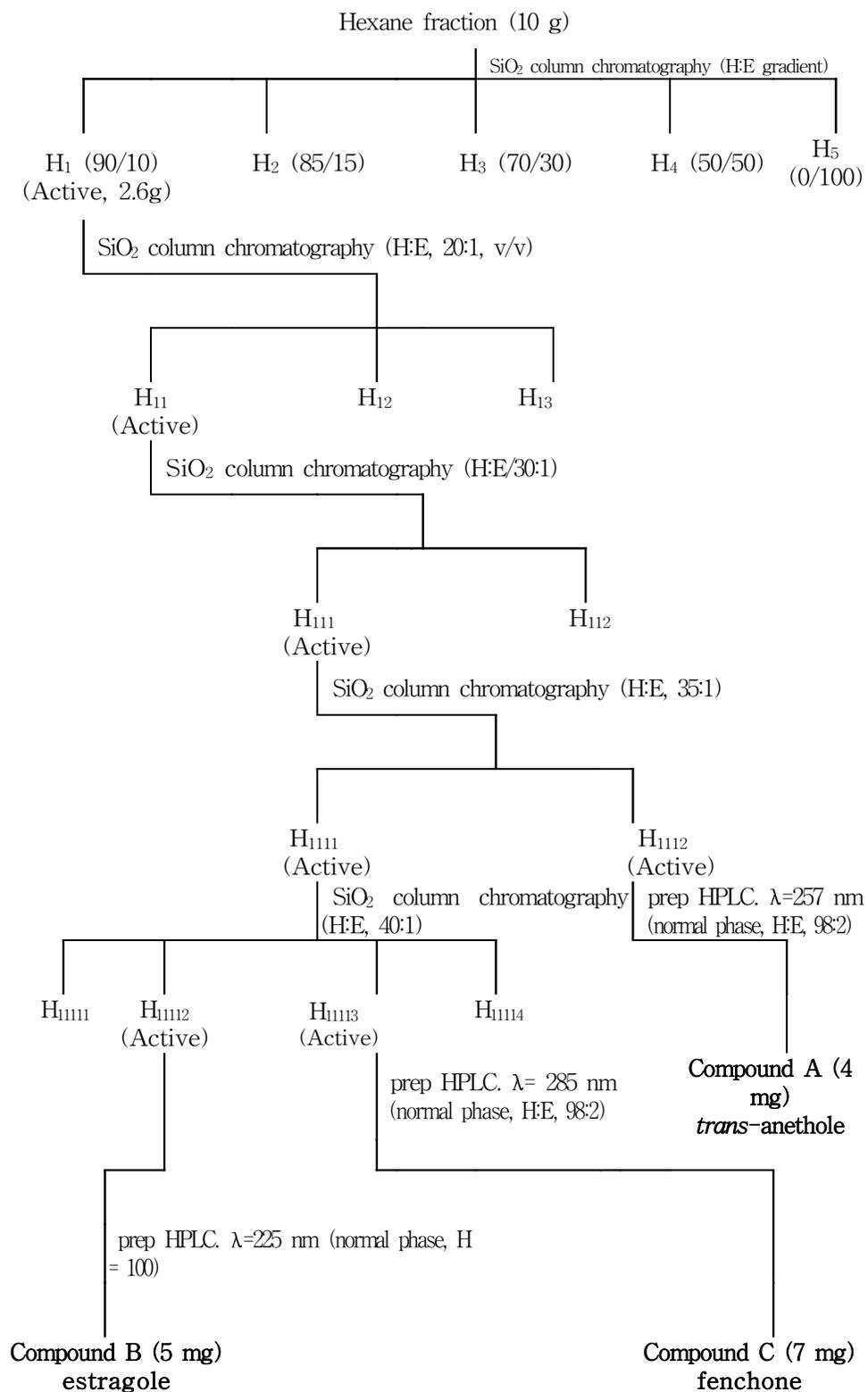


Fig 2. Isolation procedure of insecticidal constituents from hexane fraction of *F. vulgare* fruits.

6) 애수시렁이 유충에 대한 살충·섭식 저해 활성

1차년도에 애수시렁이에 대해 살충과 섭식저해 활성을 스크리닝 한 결과, 대 회향(*I. verum*)을 포함한 몇몇 식물체들이 높은 활성을 보였다. 그래서 2차년도 에는 이들 식물체들을 혼합하였을 경우, 살충활성과 섭식저해 활성 정도를 알아 보았으며, 실험방법은 1차년도와 동일한 방법을 이용하여 수행하였다.

나. 2차년도 실험 결과

1) 겨자유 살충활성 물질

겨자유의 5종 저장물해충에 대한 살충활성은 처리농도와 곤충 종에 의존적인 양상을 보였지만, 권연벌레 성충에 대해서는 1.25 mg, 화랑곡나방 유충에 대해서 는 5 mg, 쌀바구미 성충에 대해서는 2.5 mg, 팔바구미 성충에 대해서는 1.25 mg, 애수시렁이 유충에 대해서는 10 mg 처리수준 이상에서 100 %의 높은 살충 활성을 나타냈다(table 15).

Table 15. Insecticidal activities of mustard oil against 5 pests in stored products and termite

Test material	Mortality (mean±SE, %) ^a				
	<i>L. serricornis</i>	<i>P. interpunctella</i>	<i>S. oryzae</i>	<i>C. chinensis</i>	<i>A. unicolor japonicus</i>
10 mg	100a	100a	100a	100a	100a
5 mg	100a	100a	100a	100a	76.0±5.1b
2.5 mg	100a	31.7±3.1b	100a	100a	1.7±1.7c
1.25 mg	100a	1.7±1.7c	96.7±3.3a	100a	-
0.625 mg	40.0±5.8b	-	3.3±3.3b	18.0±3.7b	-
0.3125 mg	13.3±3.3c	-	3.3±3.3b	0c	-

^aMeans within a column followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05, Scheffe's test) (SAS, 1989). Mortalities were transformed to arcsine square root before ANOVA. Means (\pm SE) of untransformed data are reported.

분리한 활성물질은 각각 뷰틸이소시오시아네이트 (compound 1, butyl isothiocyanate)와 알릴이소시오시아네이트 (compound 2, allyl isothiocyanate)임을 알 수 있었다(Fig. 3).



Fig. 3. Insecticidal constituents from mustard oil

상기의 겨자유 활성분체들의 6종 저장물해충에 대한 살충활성을 여지확산법을 이용하여 농도별로 검정하고 24시간 후에 조사한 결과를 table 16에 제시하였다.

제시된 table 16에서 보듯이 allyl isothiocyanate는 모든 검정충에 대해 강한 살충활성을 나타내었는데, 쌀바구미 성충, 권연벌레 성충, 팟바구미 성충에 대해서는 여지당 1 mg, 2 mg, 1 mg 이상을 각각 처리하면 100%의 강한 살충율을 보였다. 또한 나비목 해충으로서 매우 중요한 화랑곡나방 유충과 줄알락명나방 유충에 대해서는 2 mg과 5 mg 이상 처리시 강한 살충활성을 나타내었다. 애수시렁이 유충은 본 활성체에 대해 다른 충들에 비해서 강한 저항성을 갖고 있어 여지당 6 mg 이상 처리시 100% 살충율을 보였다. 게다가 겨자유의 또다른 활성분체인 butyl isothiocyanate 역시 allyl isothiocyanate와 비슷한 살충활성을 보였다.

2종 활성분체의 살충율은 각 검정충의 영기 또는 농도 그리고 검정충의 종에 따라 약간의 차이를 보였지만, 전체적인 살충율을 보이는 측면에서는 거의 대동

소이한 특성을 보였다. 이들 활성본체들의 살충활성은 처리 30분 이내 또는 6시간 이내에 살충율을 보이는 것으로 미루어 매우 빠른 살충활성을 나타냄을 알 수 있었다. 이상의 결과에 근거하여 상업적으로 시판되고 있는 isothiocyanate 6종을 구입하여 줄알락명나방 유충을 대상으로 활성본체의 화학적인 구조의 특성에 따른 살충율의 효과를 알아보았다.

Table 16. Insecticidal activities of mustard oil-derived components against stored-products insects using filter paper diffusion method, 24h

Insect	Compound (mg)	Mortality (mean±SE, %) ^a						
		0.25	0.5	1	2	3	4	5
<i>S. oryzae</i>	AITC	7.3±1.9b	96.7±2.9 a	100a	100a	-	-	-
	BITC	6.0±2.7b	100a	100a	100a	-	-	-
<i>P. interpunctella</i>	AITC	35.0±5.0 d	65.0±6.2c	85.0±5.6b	100a	100a	-	-
	BITC	11.7±3.1 b	13.3±2.1c	21.7±3.1b	100a	100a	-	-
<i>C. cautella</i>	AITC	0c	2.0±2.0c	8.0±3.7c	-	44.0±6.8b	-	90.6±1.3a
	BITC	0c	4.0±2.5c	24.0±4.0b	-	54.0±5.1b	-	90.0±4.0a
<i>L. serricornis</i>	AITC	-	18.3±1.9c	85.0±2.9b	100a	100a	-	-
	BITC	-	14.0±2.0c	88.0±1.9b	100a	100a	-	-
<i>C. chinensis</i>	AITC	25.0±3.4c	82.0±1.0 b	100a	100a	-	-	-
	BITC	9.0±2.8b	98.0±1.9 a	100a	100a	-	-	-
<i>A. unicolor</i>	AITC	-	0e	3.3±1.2e	16.7±1.5d	53.3±1.2c	84.0±2.7 b	96.7±1.6a
<i>japonicus</i>	BITC	6.7±1.7d	20.0±1.2 d	23.3±3.3cd	50.0±5.8b c	73.3±3.3a b	83.3±3.3 a	86.7±3.3a

<i>L. serricornis</i>	AITC	-	18.3±1.9c	85.0±2.9b	100a	100a	-	-
	BITC	-	14.0±2.0c	88.0±1.9b	100a	100a	-	-
<i>C. chinensis</i>	AITC	25.0±3.4c	82.0±1.0b	100a	100a	-	-	-
	BITC	9.0±2.8b	98.0±1.9a	100a	100a	-	-	-
<i>A. unicolor</i>	AITC	-	0e	3.3±1.2e	16.7±1.5d	53.3±1.2c	84.0±2.7b	96.7±1.6a
<i>japonicus</i>	BITC	6.7±1.7d	20.0±1.2d	23.3±3.3cd	50.0±5.8bc	73.3±3.3ab	83.3±3.3a	86.7±3.3a

^aMeans within a column followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05, Scheffe's test) (SAS, 1994). Mortalities were transformed to arcsine square-root before ANOVA. Means (± SE) of untransformed data are reported.

Table 17의 결과에서 보듯이 isopropyl isothiocyanate, iso-butyl isothiocyanate, isothiocyanic acid 3-buten-1-yl ester, isothiocyanic acid 4-penten-1-yl-ester 등이 여지당 5 mg 처리시 줄알락명나방 유충에 대해 100% 살충활성을 보였다.

이상의 결과를 통해 -SCN 작용기를 갖는 화합물들이 저장물해충에 대해 강한 살충활성을 보임을 알 수 있었고, 또한 본 작용기에 알킬그룹 또는 ester 결합을 갖는 알킬그룹을 포함하고 있는 화합물들이 우수한 살충활성을 보임을 알 수 있었다. 따라서 이러한 정보에 근거하여 화학합성을 위한 선도화합물로서 겨자유 유래 활성본체들이 이용가능하다고 하겠다.

Table 17. Insecticidal activity of isothiocyanates against *C. cautella* larvae using filter paper diffusion method, exposed to 5 mg/paper, 24h

Compound	Mortality (mean±SE, %) ^a
Isopropyl isothiocyanate	100a
Isothiocyanic acid β-phenylethyl ester	70.0±5.8b
iso-butyl isothiocyanate	100a
benzyl isothiocyanate	80.0±5.8b
Isothiocyanic acid 3-buten-1-yl ester	100a
Isothiocyanic acid 4-penten-1-yl ester	100a

2) 회향 열매 유래 살충활성 물질

(1) 회향 열매 활성 성분의 분리 및 정제

메탄올 추출물에서 높은 활성을 나타낸 회향 열매의 추출물을 용매분획하여 검정한 결과, 헥산층이 3종의 딱정벌레목 저장물해충에 대해 100%의 활성을 나타내었기 때문에 (table 18) 헥산층을 칼럼크로마토그래피법과 분석법을 이용하여 활성물질을 더욱 분리·정제하였다.

Table 18. Insecticidal activity of *F. vulgare* fruit-derived materials against adults of three coleopteran stored-product insect using direct contact application

Fraction ^a	Mortality (mean±SE, %)		
	<i>S. oryzae</i>	<i>C. chinensis</i>	<i>L. serricorne</i>
Hexane	100a	100a	100a
Chloroform	6.7±3.3b	3.3±3.3b	0b
EtOAc	6.7±3.3b	0b	0b
Water	3.3±3.3b	6.7±3.3b	0b

^bDose = 2.1 mg/cm².

(2) 살충 및 훈증활성물질의 분리·정제

Activity-bioassay guided method를 이용하여 헥산층의 활성물질을 분리한 결과(table 19), 3종의 활성물질 (compound A, B, C)을 확인할 수 있었다(Fig. 4, 5, 6; table 20). 최종적으로 정제물들의 동정은 CI-MS, $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$ 등 (table 21)의 분석기기를 이용하여 compound A를 (*E*)-anethole (Fig. 4), compound B는 estragole (Fig. 5), 그리고 compound C는 fenchone(Fig. 6)으로 동정할 수 있었다.

Table 19. Insecticidal activity of each of hexane fractions of *F. vulgare*

Fraction	Dose (mg/disc)	Mortality (mean±SE, %) ^a			
		<i>S. oryzae</i>	<i>C. chinensis</i>	<i>L. serricorne</i>	<i>P. interpunctella</i>
H1	10	93.3±3.3	100	100	30±0
H11	10	93.3±3.3	100	100	0
H111	10	96.6±3.3	100	100	0
H1111	5	96.6±3.3	100	100	0
H1112	5	46.6±3.3	100	100	0
Compound A	5	53.3±3.3	100	100	0
H11111	5	100	100	100	0
Compound B	5	100	100	100	0
Compound C	5	100	100	76.6±3.3	0

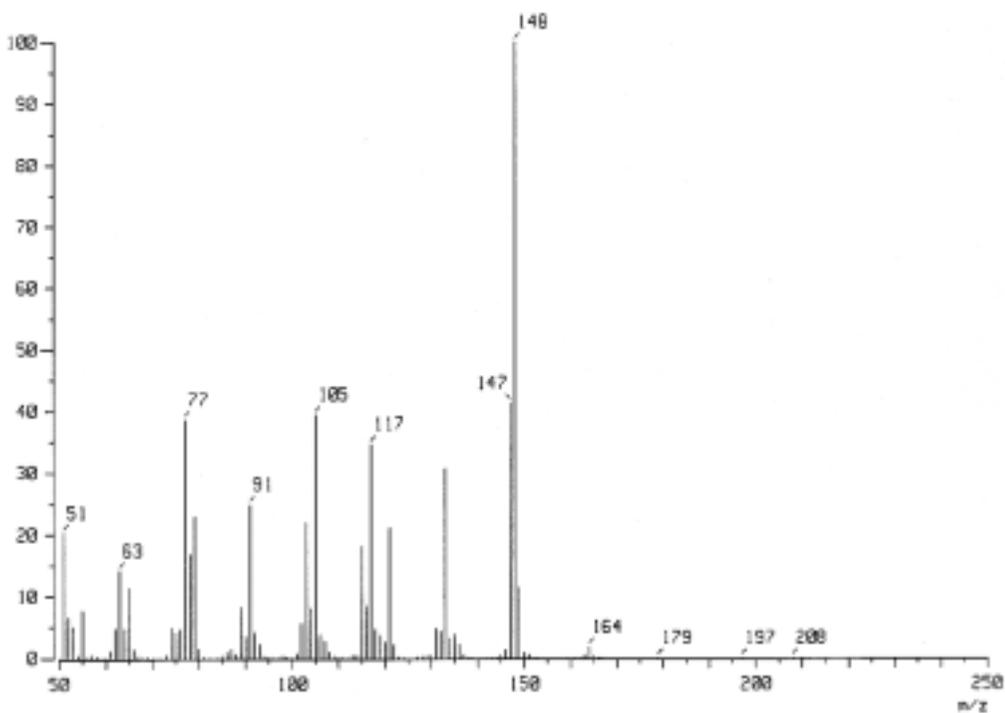


Fig 4. Mass spectrum of H1112

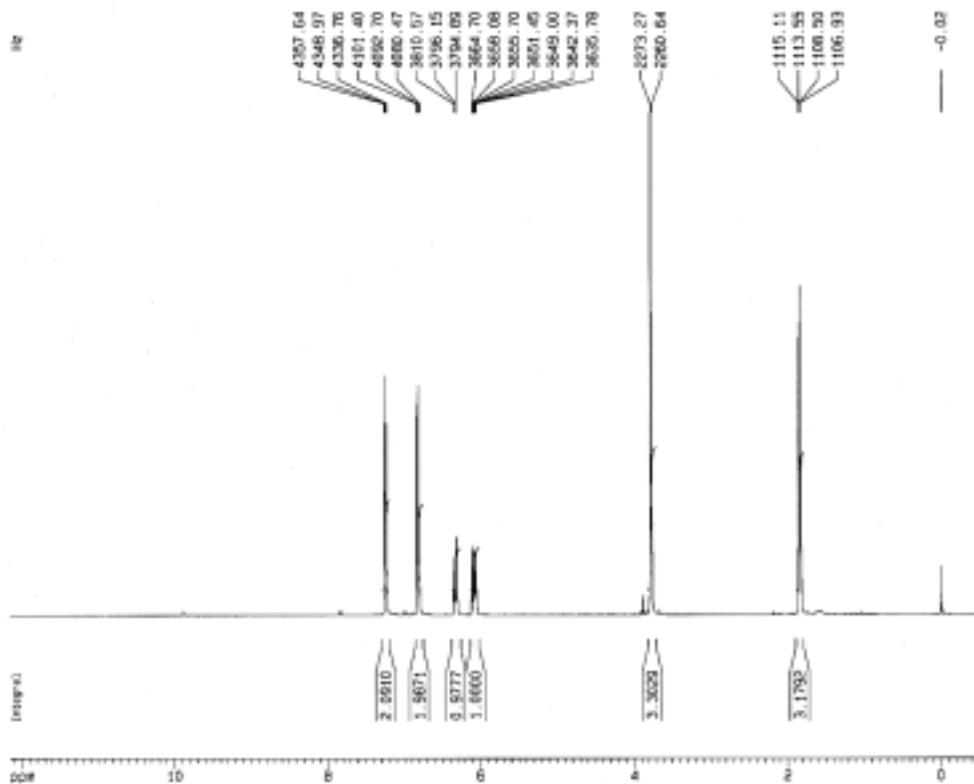


Fig 4. ¹H-NMR spectrum of H1112.

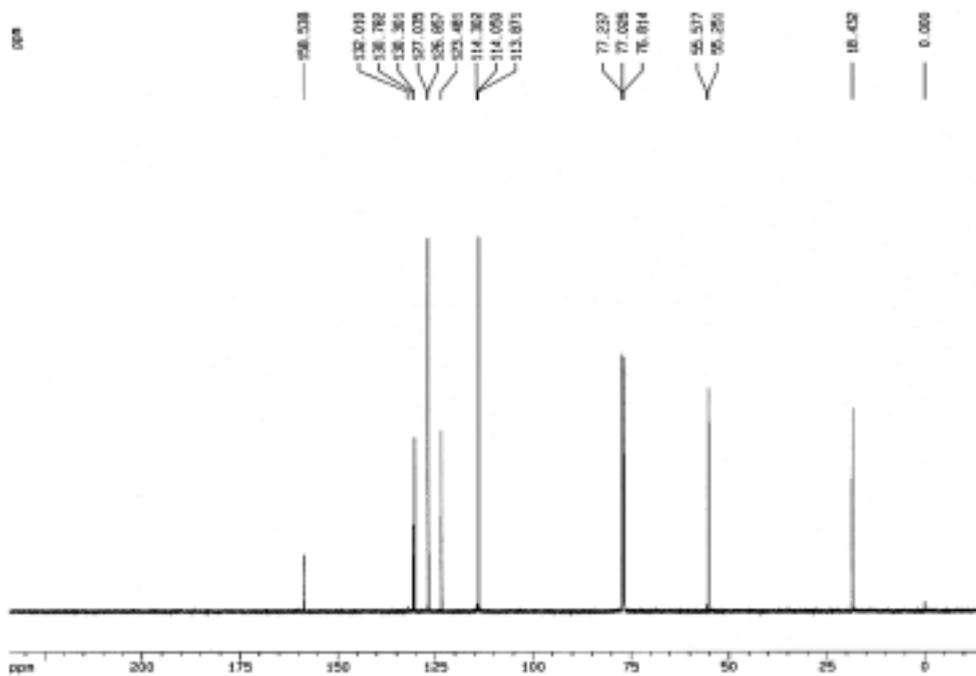


Fig 4. ^{13}C -NMR spectrum of H1112.

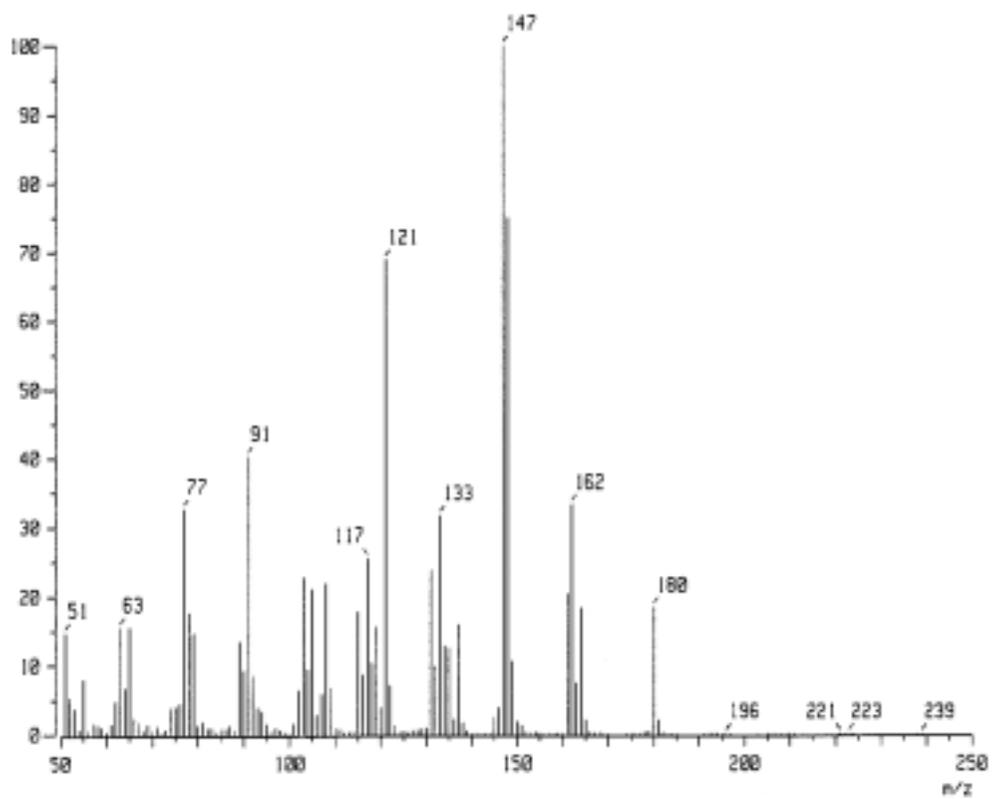


Fig 5. Mass spectrum of H11112.

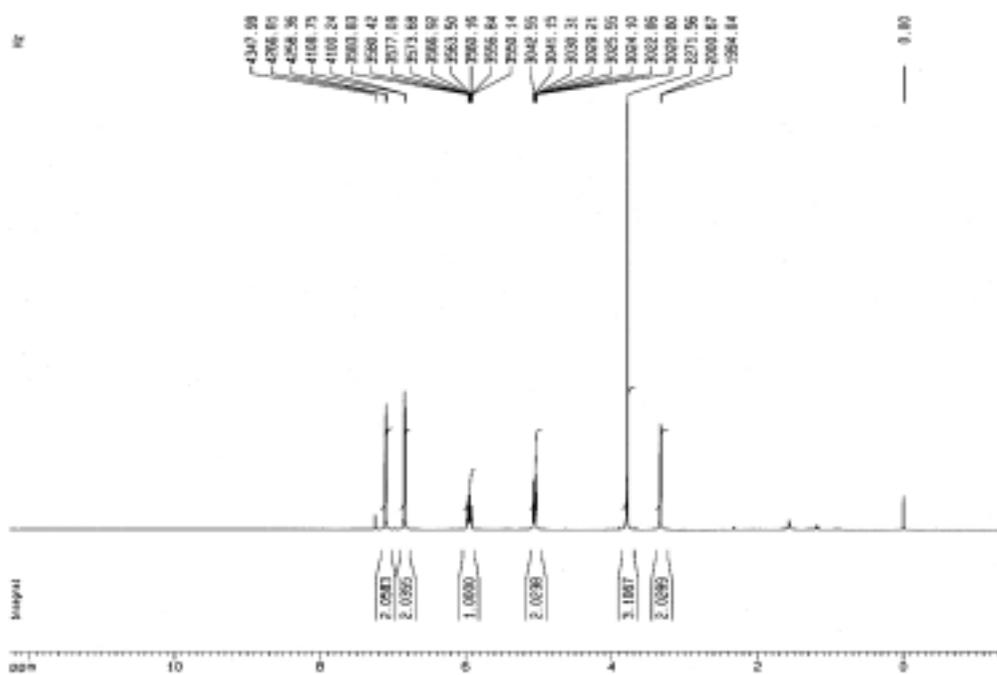


Fig 5. $^1\text{H-NMR}$ spectrum of H11112.

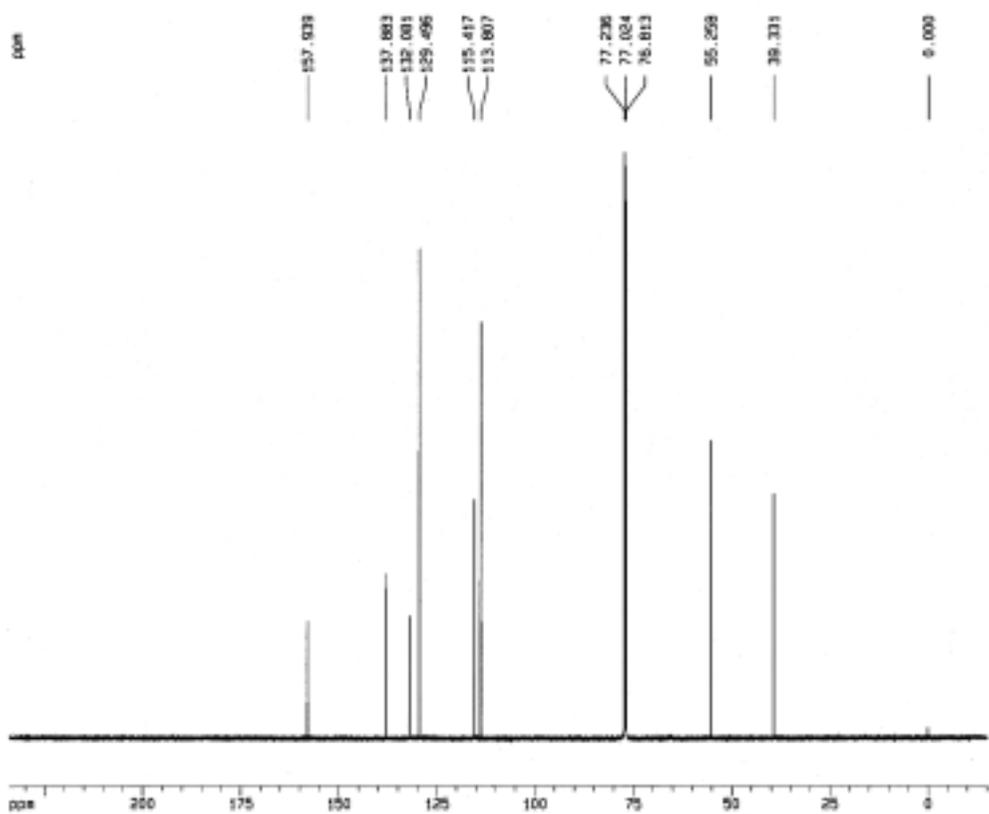


Fig 5. ^{13}C -NMR spectrum of H11112.

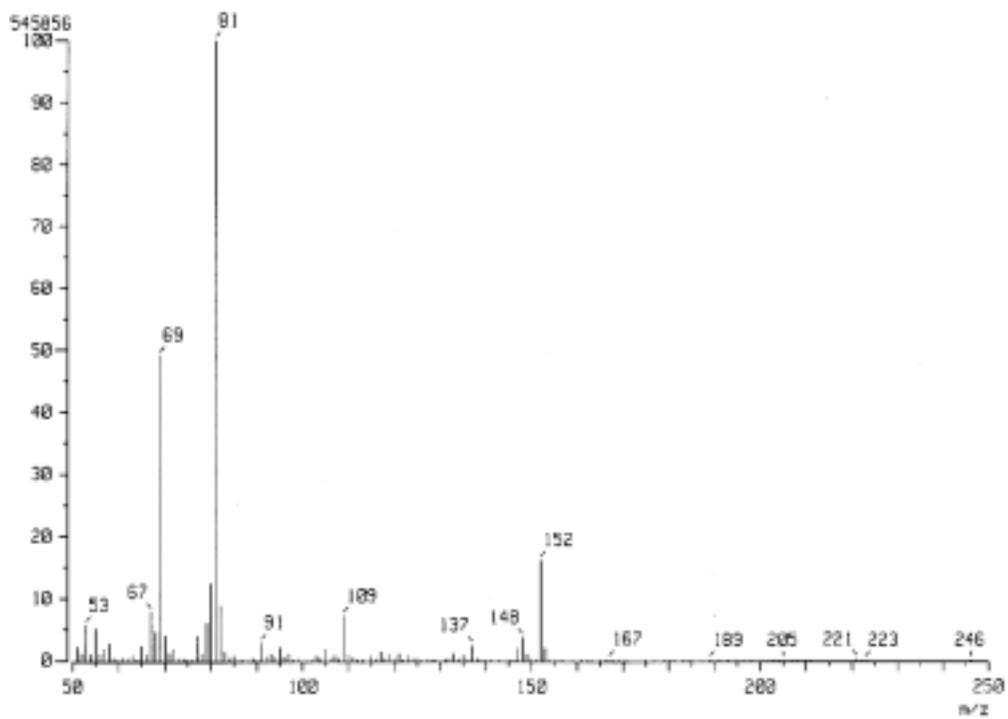


Fig 6. Mass spectrum of H11113.

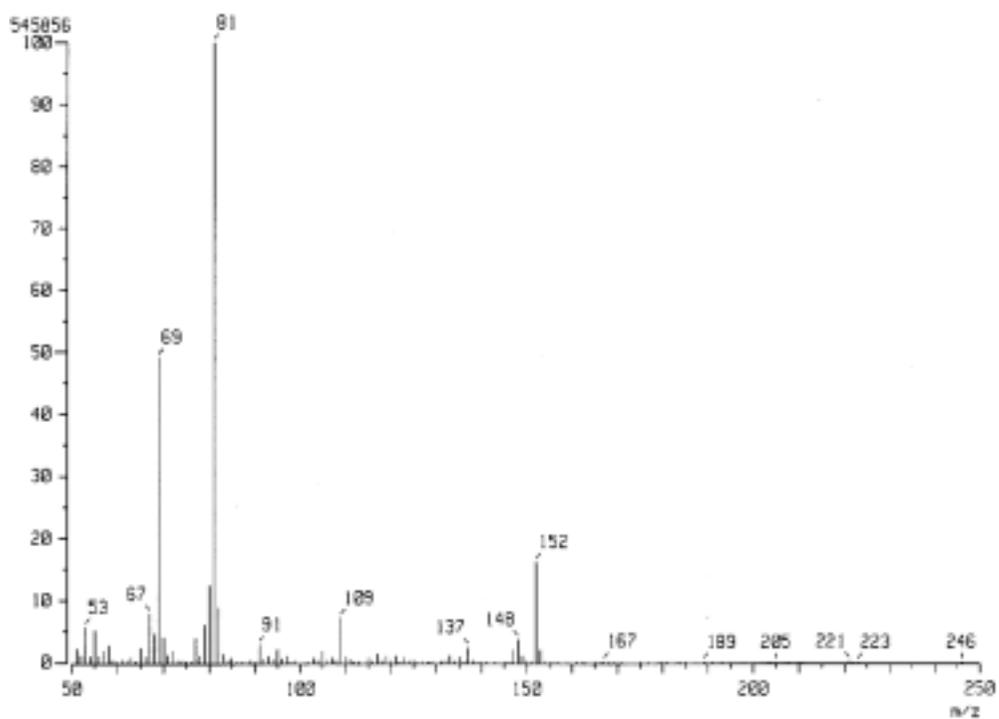


Fig 6. ^1H -NMR spectrum of H11113.

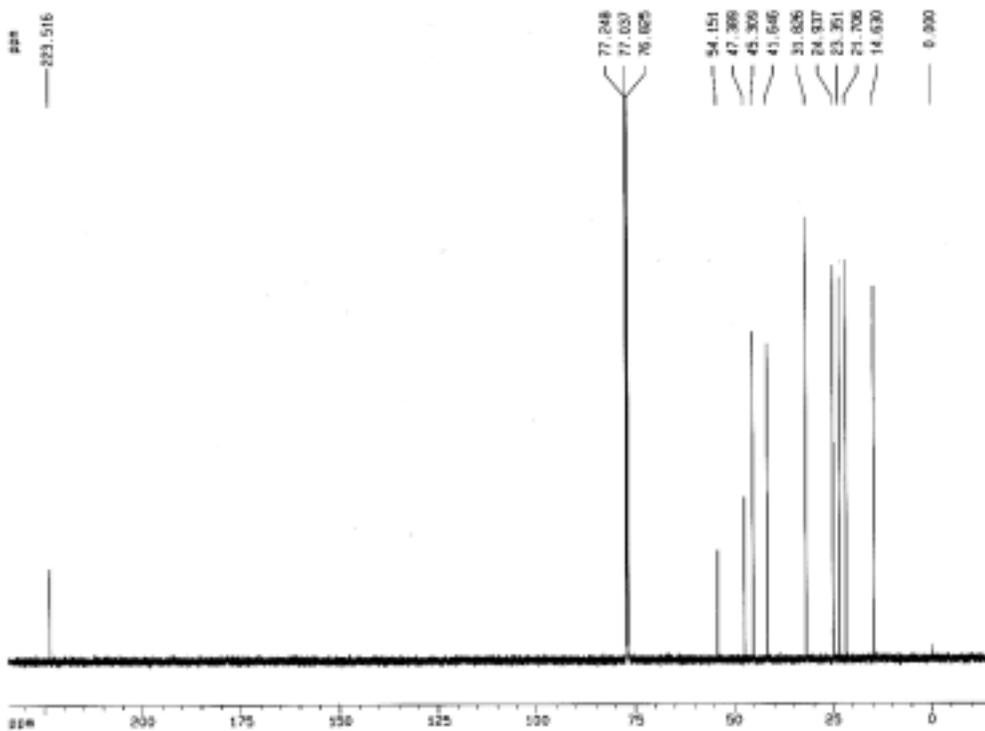


Fig 6. ^{13}C -NMR spectrum of H11113.

Table 20. ^1H -NMR (600 MHz) and ^{13}C -NMR (150 MHz) spectral data of compound A, (*E*)-anethole.

Carbon	Partial Structure	δ_{C} (ppm)	δ_{H} (ppm)	
1	C	130.78		s: singlet, d: doublet, <i>m</i> : multiplet
2	CH	127.04	7.26 (<i>d</i>) $J=8.67$	(<i>E</i>)-anethole was identified on the herein
3	CH	114.05	6.83 (<i>d</i>) $J=8.7$	of the following evidence
4	C	158.54		Anethole ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}$). MW 148
5	CH	113.87	6.83 (<i>d</i>) $J=8.7$	UV (MeOH) λ_{max} nm (ϵ): 257 (22300)
6	CH	126.86	7.26 (<i>d</i>) $J=8.67$	EI-MS (70 eV, <i>m/z</i> , % int.):
7	CH ₃	55.25	3.78 (<i>s</i>)	148[M ⁺](100), 147(41), 133(31), 117(35).
1'	CH	130.30	6.34 (<i>d</i>) $J=14.42$	^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ ppm):
2'	CH	123.48	6.11 - 6.06 (<i>m</i>)	7.26 (2H, 6H), 6.83 (3H, 5H),
3'	CH ₃	18.43	1.85 (<i>d</i>) $J=6.62$	6.34 (1'H), 3.78 (7H), 1.85 (3'H).
				^{13}C -NMR (150MHz, CD_3OD , δ ppm):
				158.54 (C4), 130.78 (C1), 130.30 (C1'),
				127.04 (C2), 126.86 (C6), 123.48 (C2'),
				114.05 (C3), 113.87 (C5), 55.25 (C7), 18.43
				(C3').

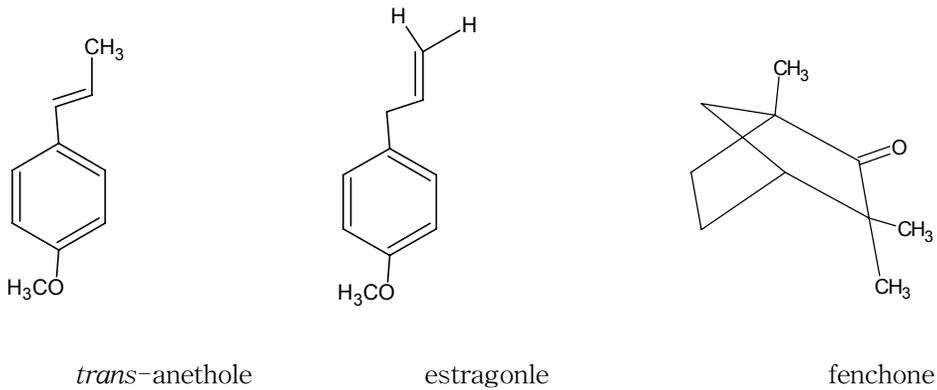


Fig. 7. Insecticidal constituents from *F. vulgare* fruit

상기 3종의 회향 열매에서 유래한 살충활성 물질의 저장물해충들에 대한 농도별 살충활성 결과를 하기 table 21, 22, 23, 24에 정리하였다. Table 21에 3종 화합물들의 쌀바구미 성충에 대한 농도별, 시간별 살충활성결과를 여지확산법으로 검정하여 나타내었다.

Table 21. Insecticidal activities of *F. vulgare* fruit-derived compounds against *S. oryzae* adults using direct contact application

Compound	mg/paper	Mortality (mean±SE, %)			
		24 hr	48 hr	72 hr	96 hr
<i>(trans)</i> -Anethole	4	51.0±1.7bc	75.0±1.6b	81.0±1.0b	96.0±1.6ab
	2	32.0±2.0e	38.0±1.3d	47.0±1.5d	77.0±1.5c
	1.5	19.0±1.8f	22.0±1.3e	39.0±1.0e	45.0±1.7e
Estragole	4	91.0±1.0a	92.0±0.2a	100a	100a
	2	66.0±1.6b	71.0±1.0b	87.0±1.5b	87.0±1.5bc
	1.5	45.0±1.7cd	49.0±1.8c	52.0±2.0cd	57.0±1.5d
Fenchone	4	85.0±2.7a	93.0±2.1a	99.0±1.0a	100a
	2	35.0±4.0de	44.0±1.6cd	59.0±1.0c	62.0±1.3d
	1.5	16.0±1.6f	18.0±1.3e	30.0±1.5f	35.0±2.2f

상기 table 21에서와 같이, anethole은 쫄바구미 성충에 대해 여지당 4 mg을 처리한 4일 후 96%의 강한 살충율을 보였고, estragole은 3일후 100% 그리고 fenchone은 3일 후 99%, 4일 후 100% 살충율을 보였다. 이상의 결과에서 회향열매에서 유래한 살충활성 물질들은 독성 발현면에서 상당히 느리게 작용함을 알 수 있다.

권연벌레 성충에 대한 회향 열매유래 3종 살충본체들의 살충활성 검정결과를 table 22에 제시하였다.

Table 22. Insecticidal activities of *F. vulgare* fruit-derived compounds against *L. serricornis* adults using direct contact application

Compound	Dose, mg/paper	Mortality (mean±SE, %) ^a			
		24 hr	48 hr	72 hr	96 hr
<i>trans</i> -Anethole	5	-	-	-	-
	2.5	-	-	-	-
	1.25	82±2.0a	96±2.4a	100a	100a
	1	76±2.4a	88±2.0a	98±2.0a	98±2.0a
	0.625	54±2.4b	70±3.2b	84±2.4b	88±2.0b
	0.3125	32±2.0c	46±2.4c	58±2.0c	66±2.4c
	0.15625	16±2.4d	24±2.4d	26±2.4d	30.0±0d
	Con	0e	0e	0e	0e
	LC ₅₀	0.50	0.33	0.26	0.23
Estragole	5	-	-	-	-
	2.5	78±2.0a	80±0a	82±2.0a	90±3.2a
	1.25	46±2.4b	56±2.4b	62±2.0b	68±2.0b
	1	36±2.4c	48±2.0b	52±3.7b	58±2.0b
	0.625	20±3.2c	26±2.4c	36±2.4c	28±3.7c
	0.3125	8±2.0d	12±2.0d	14±2.4d	16±2.4d
	0.15625	-	-	-	-
	Con	0e	0e	0e	0e
	LC ₅₀	1.32	1.08	0.94	0.81
Fenchone	5	70±3.2a	76±2.4a	80±0a	86±4.0a
	2.5	44±2.4b	54±2.4a	60±3.2a	60±0a
	1.25	10±0c	22±2.0b	32±2.0b	34±2.4b
	1	2±2.0d	8±2.0c	16±2.4c	14±2.4c
	0.625	0d	2±2.0c	2±2.0d	4±2.4d
	0.3125	-	-	-	-
	0.15625	-	-	-	-
	Con	0e	0e	0e	0e
	LC ₅₀	3.17	2.58	2.19	2.05

상기 table 22에서 보듯이 권연벌레 성충은 3종 활성본체들에 대해 노출시간이 지속될수록 영향을 더 크게 받는 것으로 나타났다. 즉 *trans*-anethole을 24시간 노출시켰을 경우, LC₅₀ 값이 0.5, 48시간 노출시 0.3, 72시간 노출시 0.26, 96시간 노출시 0.23으로 나타났다. 3종 화합물의 권연벌레 성충에 대한 살충활성 강도는 *trans*-anethole, estragole 그리고 fenchone의 순으로 나타났다.

Table 23에는 팔바구미 성충에 대한 회향 열매 유래 3종 활성본체들의 살충활성을 나타내었다.

Table 23. Insecticidal activities of *F. vulgare* fruit-derived compounds against *C. chinensis* adults using direct contact application

Compound	Dose, mg/paper	Mortality (mean±SE, %) ^a	
		24 hr	48 hr
<i>trans</i> -Anethole	0.75	-	-
	0.5	87±1.5a	91±1.0a
	0.4	79±1.0a	85±1.7a
	0.25	61±1.0b	66±2.7b
	0.125	26±1.6c	31±1.8c
	0.625	8±1.3d	9±1.0d
	LC ₅₀	0.20	0.18
Estragole	0.75	95±1.7a	98±1.3
	0.5	82±1.3b	86±1.6
	0.4	71±1.8b	78±1.3
	0.25	46±2.2c	55±1.6
	0.125	18±2.0d	21±1.0
	0.625	-	-
	LC ₅₀	0.26	0.23
Fenchone	0.75	97±1.5a	98±1.3a
	0.5	84±1.6b	89±1.8b
	0.4	74±1.6c	82±1.3b
	0.25	59±1.8d	63±1.5c
	0.125	22±1.3e	26±1.6d
	0.625	-	-
	LC ₅₀	0.22	0.20

회향 열매에서 유래한 3종 활성본체들의 팔바구미 성충에 대한 2일간의 노출결과에서 얻은 LC₅₀ 값은 *trans*-anethole이 0.18, 0.23, 0.22 mg/paper 수준으로 쌀바구미 성충과 권연벌레 성충에 비해 보다 낮은 농도에서 살충활성을 나타내었다. 이러한 결과는 겨자유 활성본체들에서도 비슷하였는데, 이는 팔바구미 성충들이 다른 충들에 비해 화합물에 대해 매우 감수적이라는 사실을 말해준다. 따라서 방제에 있어서 다른 충들보다는 상대적으로 쉽게 방제할 수 있는 이점을 제공할 수 있다.

회향 열매의 활성본체 중 fenchone이 가장 중요한 성분이기 때문에 본 화합물을 보다 넓게 적용하기 위해 화랑곡나방 유충에 대해 여지당 농도별로 처리하여 검정하였다. Table 24에 제시된 바와 같이 화랑곡나방 유충에 대해서 10 mg 처리수준에서 fenchone은 70% 이상의 살충율을 보였다.

Table 24. Insecticidal activities of compounds isolated from *F. vulgare* fruit-derived fenchone against *P. interpunctella* larvae

Dose (mg/paper)	Mortality (mean ± SE, %) ^a	
	24 hr	48 hr
10	70±3.2a	76±2.4a
7.5	48±2.0a	54±2.4a
5	18±2.0b	22±2.0b
2.5	4±2.4c	6±2.4c
1.25	0c	0c
LC ₅₀	7.71	7.03

이상의 결과를 종합해 볼 때, 회향열매에서 유래한 화합물들의 살충활성은 대부분 저장물해충 중 딱정벌레목에 속하는 종들에 대해 매우 특이적인 살충활

성을 보임을 알 수 있었다. 또한 독성 발현 속도가 처리 3-4일 후 일어나기 때문에 노출시간이 중요한 요소로 작용한다는 것을 알았다.

3) 활성식물체들의 작용기작

상기의 1)과 2)의 결과에서 얻은 살충활성 물질들의 활성이 접촉독에 의한 작용인지 아니면 훈증독에 기인하였는지의 유무를 알아보기 위해 본 검정을 실시하였다. 겨자유 활성분체 2종의 작용기작에 대한 결과를 table 8에 제시하였고, 회향 열매 유래 3종 활성분체들의 작용기작 결과를 table 25에 제시하였다.

이와 같이 allyl isothiocyanate와 butyl isothiocyanate는 쌀바구미 성충, 팥바구미 성충, 줄알락명나방 유충 그리고 애수시렁이 유충에 대해 완전히 밀폐한 method A와 C에서 100% 살충활성을 나타내었고 접촉독 작용만을 알아보기 위해 디자인된 method D에서는 활성강도가 매우 낮아짐을 알 수 있었다. 이러한 결과는 겨자유 활성분체들의 주 살충기작이 훈증독 작용이고 부수적으로 접촉독 작용이 살충효과에 기여하는 것으로 판단된다.

Table 25. Mode of action of the insecticidal activities of components derived from mustard oil against stored-product insects using different applications, 24h^a

Method ^b	Mortality (mean±SE, %)							
	<i>S. oryzae</i>		<i>C. chinensis</i>		<i>C. cautella</i>		<i>A. unicolor japonicus</i>	
	AITC	BITC	AITC	BITC	AITC	BITC	AITC	BITC
A	100a	100a	100a	100a	100a	94.0±2.5a	100a	98.0±2.0a
B	30.0±7.1b	6.0±2.5b	26.0±2.5b	10.0±3.2b	18.0±3.7b	12.0±3.7b	40.±2.4bc	8.0±3.7c
C	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a
D	34.0±11.4b	2.0±2.0b	24.0±2.5b	22.0±3.7b	32.0±3.7b	4.0±2.5b	12.0±3.7b	62.0±3.7b

^aOn *S. oryzae*, 3 mg/disc; *C. chinensis*, 5 mg/disc; *C. cautella*, 8 mg/disc; *A. unicolor japonicus*, 10 m/disc were treated.

^bSee materials and methods in detail.

한편, 회향 유래 3종 화합물들 역시 쌀바구미 성충과, 팥바구미 성충, 권연벌레 성충 그리고 화랑곡나방 유충에 대해 접촉독 작용이 아닌 완전히 훈증독 작용에 의해 살충효과를 발휘함을 알 수 있었다 (table 26).

Table 26. Fumigant activities of *F. vulgare* fruit-derived compounds against stored-product insects using different applications, 24h

Insect	Compound	Mortality (mean±SE, %)			
		A	B	C	D
<i>S. oryzae</i> ^a	<i>trans</i> -Anethole	100a	0b	100a	3.3±3.3b
	Estragole	100a	0b	100a	3.3±3.3b
	Fenchone	100a	6.6±3.3b	100a	3.3±3.3b
<i>C. chinensis</i> ^b	<i>trans</i> -Anethole	100a	0b	100a	0b
	Estragole	100a	0b	100a	0b
	Fenchone	100a	3.3±3.3b	100a	3.3±3.3b
<i>L. serricornis</i> ^c	<i>trans</i> -Anethole	100a	3.3±3.3b	100a	3.3±3.3b
	Estragole	100a	0b	100a	0b
	Fenchone	100a	0b	100a	0b
<i>P. interpunctella</i> ^d	Fenchone	100a	0b	100a	0b

^{a,b,c,d}Exposed to 10, 5, 10, 20 mg/paper, respectively.

이상의 연구결과 겨자유 유래 활성분체들과 회향 열매에서 유래한 살충활성 분체들의 주 작용기작이 훈증독 작용에 기인함을 알 수 있었다.

3) 애수시렁이 유충에 대한 살충·섭식저해 활성

애수시렁이 유충에 대해 1차년도 스크리닝 결과 활성이 높게 나타났던 *A. dahurica*, *I. verum*, *A. sativum* *D. aromatica*에 대해 낮은 농도에서 혼합하여 처리하였을 경우, 활성을 알아본 결과, *D. aromatica*와 *A. sativum*를 같이 처리하였을 경우 가장 높은 섭식저해 효과를 보였으며, 살충율도 매우 높게 나타났다 (table 27). 하지만 *A. dahurica*와 *I. verum*를 혼합하여 처리하였을 경우에는 살

층율은 매우 낮았지만 섭식억제 효과는 매우 높게 나타났다. *A. dahurica*와 *A. sativum*를 혼합하여 처리한 것에서도 높은 섭식억제 효과를 볼 수 있었다.

Table 27. Insecticidal and antifeeding activity of mixtures of selected plant extracts against *A. unicolor japonicus* larvae, using fabric impregnated application, exposed to 1.04 mg/cm²

Test material	Mortality (mean±SE, %)					Damaged amount, mg	AI, %
	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	31 DAT		
<i>A. dahurica</i> + <i>I. verum</i>	0±0.0b	0±0.0b	0±0.0b	0±0.0b	0±0.0b	1±0.26ab	98.3
<i>A. dahurica</i> + <i>A. sativum</i>	0±0.0b	0±0.0b	6.7±3.3b	6.7±3.3b	6.7±3.3b	3.07±0.18b	94.8
<i>A. sativum</i> + <i>I. verum</i>	0±0.0b	0±0.0b	3.3±3.3b	3.3±3.3b	3.3±3.3b	28.83±5.09c	51.4
<i>D. aromatica</i> + <i>A. sativum</i>	50±10.0a	73.3±8.8a	76.7±8.8a	76.7±8.8a	80±5.8a	0a	100
control	0±0.0b	0±0.0b	0±0.0b	0±0.0b	0±0.0b	59.33±3.48d	0

3. 3차년도 실험 방법 및 결과

저장물 해충에 대해 살충활성이 높게 나타난 석창포(*Acorus gramineus* Soland.)로부터 살충활성물질을 분리하여, 살충활성물질을 동정하고, 물벼룩에 대한 독성 실험 등을 수행하였다.

가. 3차년도 실험 방법

1) 공시충 사육 및 생물검정

1차년도에 확립한 방법을 적용하였다.

2) 통계처리

평균과 표준편차는 ANOVA 분석을 통해서 구했고, 각 평균간의 유의성 검정은 Scheffe 검정을 하였다(SAS Institute, 1994).

3) 석창포의 분리 및 정제

석창포(*Acorus gramineus* Soland.)는 서울 소재 경동 시장내 한약방에서 5

kg을 구입하였으며, 구입한 후 40 °C에서 2일간 건조기에서 건조시킨 후 마쇄하여 분말로 만들고 나서, 각각의 분말시료 500 g씩을 취하여 5000 ml 삼각플라스크에 넣고, 메탄올 3000 ml을 부어 잘 흔든 후에 실온 암실하에 3일간 방치한 후, 여과한 다음 여과액을 회전진공농축기로 감압농축하였다. 이 과정을 2회 반복하여 메탄올 조추출물을 750 g을 얻었다.

석창포 메탄올 조추출물을 순차적으로 용매분획하였는데 (Fig. 8), 그 결과 헥산층에서만 높은 살충활성을 보였다.

Activity-bioassay guided method를 이용하여 헥산층의 활성물질을 분리한 결과, 2종의 활성물질(compound A, B)을 확인할 수 있었고 (Fig. 9), ¹H-NMR, ¹³C-NMR, EI-MS, CI-MS 등의 분석기기를 이용하여 compound A와 B를 동정하였다.

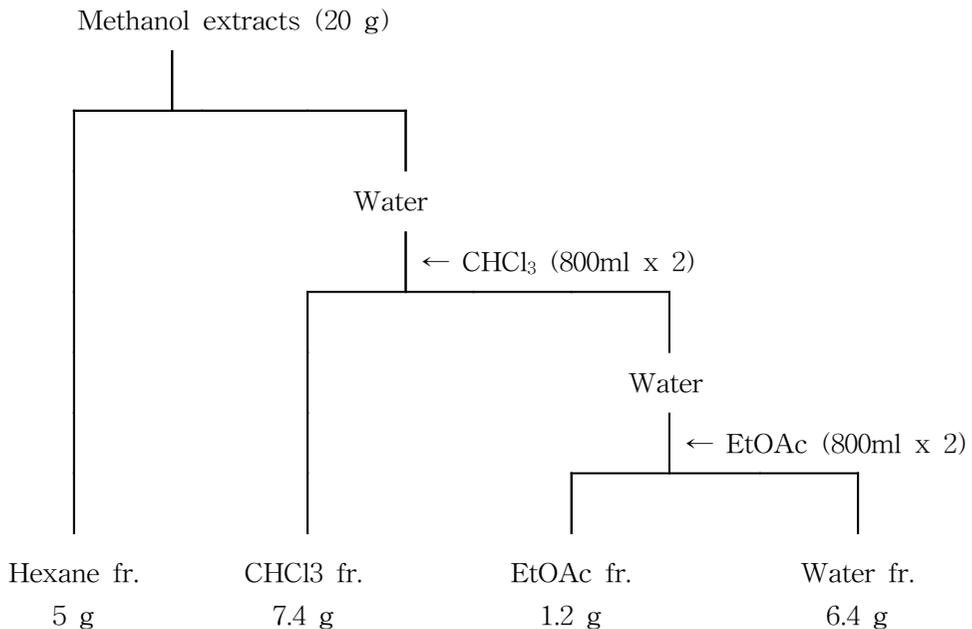


Fig. 8. Solvent fractionation of *A. gramineus* roots.

4) 살충성분의 작용기작

저장물해충에 대한 살충활성이 직접독에 의한 것인지 아니면 훈증독에 의한 것인지, 그 유무를 알아보기 위해 그 작용기작을 조사하였다. 실험방법은 2차년도와 동일한 방법을 이용하여 수행하였다.

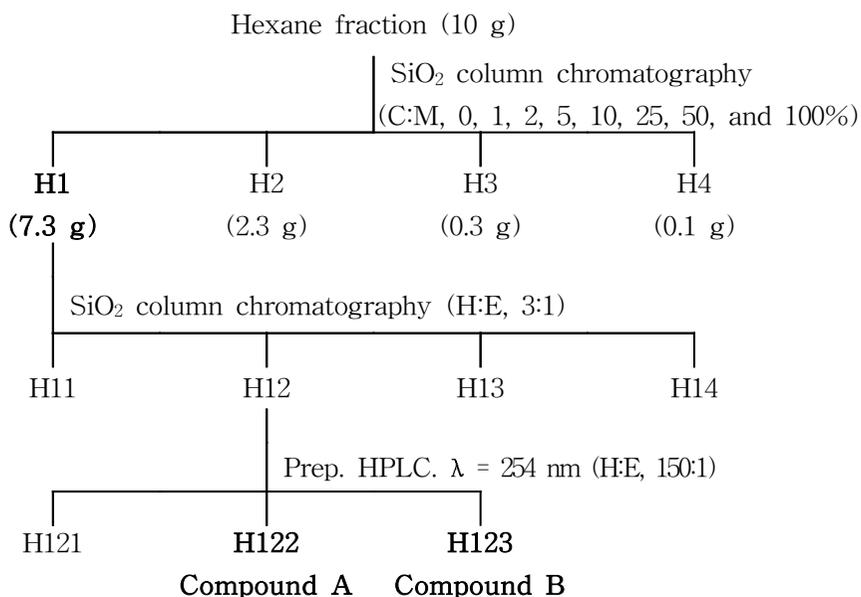


Fig. 9. Isolation procedure of insecticidal constituents from *A. gramineus*

나. 3차년도 실험 결과

1) 살충성분의 분리 및 정제

석창포 메탄올 추출물을 순차분획한 후, 공시충에 대해 검정한 결과, 10 mg 처리에서 헥산층이 쌀바구미 (100%), 팔바구미 (100%)에서 강력한 살충효과를 보였고, 권연벌레에 대해서는 60%의 살충력을 나타내었으나, 화랑곡나방에 대해서는 살충활성을 보이지 않았다 (table 28). 클로로포름층에서는 쌀바구미 (43.3%), 팔바구미 (50 %)의 활성을 보였고, 이를 TLC로 확인한 결과, 헥산층의 활성분체로 나타났다.

Table 28. Insecticidal activities of each solvent fraction from *A. gramineus* rhizome against stored-product insect pests determined by impregnated filter

paper method

Fraction ^a	Mortality (mean±SE, %)			
	<i>S. oryzae</i>	<i>C. chinensis</i>	<i>L. serricornis</i>	<i>P. interpunctella</i>
Hexane	100	100	56.7±5.8	0
Chloroform	43.3±5.8	50±0.0	13.3±5.8	0
EtOAc	0	0	0	0
Water	0	0	0	0

^aExposed to 10 mg/paper.

헥산층에서 컬럼크로마토그래피로 얻어낸 획층에 대해 검정한 결과 (table 29), 쌀바구미 (100%), 팔바구미 (100%)에 대해서는 강한 살충효과를 보였고, 권연벌레에 대해서는 60%의 활성을 나타내었다. H2층에서는 쌀바구미, 팔바구미, 권연벌레에 대해 각각 20%, 33.3%, 6.7%의 낮은 살충활성을 나타내었다. 살충활성이 있는 H1층을 컬럼크로마토그래피를 이용하여, 4개의 획분으로 나누었으며, 이 획분들을 검정한 결과, H12층에서 쌀바구미 (100%), 팔바구미 (100%), 권연벌레 (83.3%)의 강한 살충활성을 나타내었다. H12층을 HPLC를 이용하여, 세가지 획분으로 나누었고, 이들을 검정한 결과, H122에서 쌀바구미 (46.7%), 팔바구미 (50%), 권연벌레 (33.3%)의 살충활성을 나타내었다.

Table 29. Insecticidal activities of each of hexane fractions from *A. gramineus* rhizome against stored-product insect pests determined by impregnated filter paper method

Fraction ^a	Mortality (mean±SE, %)			
	<i>S. oryzae</i>	<i>C. chinensis</i>	<i>L. serricorne</i>	<i>P. interpunctella</i>
Hexane				
H1	100	100	60	0
H2	20	33.3±5.8	6.7±5.8	0
H3	0	0	0	0
H4	0	0	0	0
H11	0	0	0	0
H12	100	100	83.3±5.8	0
H13	0	0	0	0
H14	0	0	0	0
H121	0	0	0	0
H122	100	100	93.3±3.3	0
H123	46.7±5.8	50	33.3±5.8	0

^aExposed to 10 mg/paper.

2) 살충성분의 화학구조 결정

살충성분을 분리 및 정제한 결과, 두 개의 활성물질 compound A와 B를 얻을 수 있었다. 이 중 활성이 뛰어난 compound A의 구조를 EI-MS, CI-MS를 통해 분자량을 측정된 결과 (Fig. 10, 11), compound의 분자량은 208로 결정 되었다. 여기에 ¹H (400 MHz), ¹³C-NMR (100 MHz)를 통하여 얻은 화학구조상의 수소 및 탄소골격에 대한 정보를 얻은 결과 (Fig. 12, 13), compound A의 탄소의 수는 12개로 결정 되었고, 수소의 수는 16개로 결정 되었다. Compound A의 화학식은 C₁₂H₁₆O₃으로 판명되었으며, β-asarone (1,2,4-trimethoxy-5-(1'Z-propenyl) benzene)으로 구조를 동정하였다 (Fig. 14).

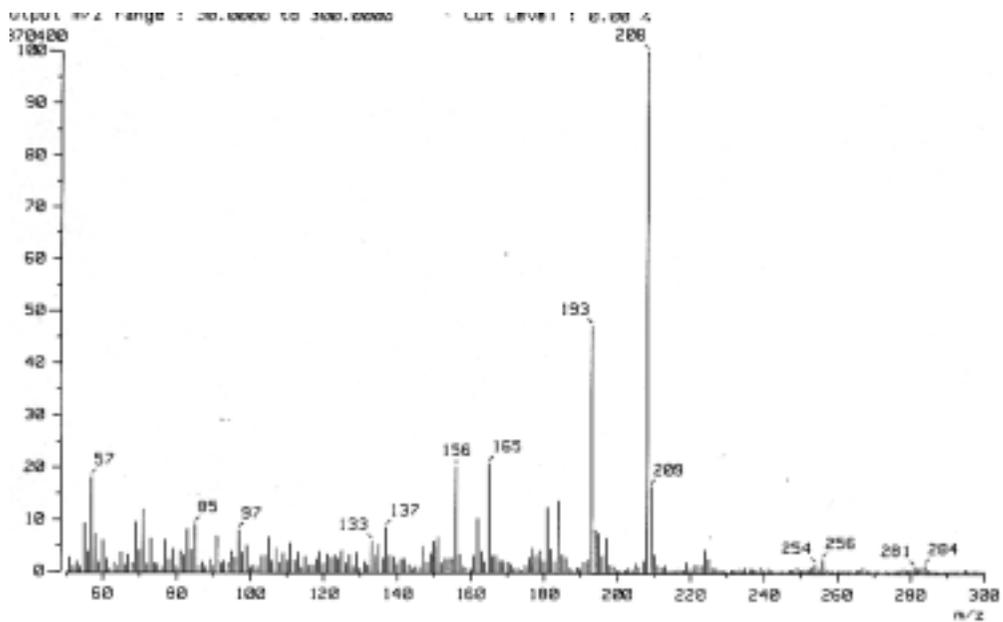


Fig. 10. EI-Mass spectrum of H122.

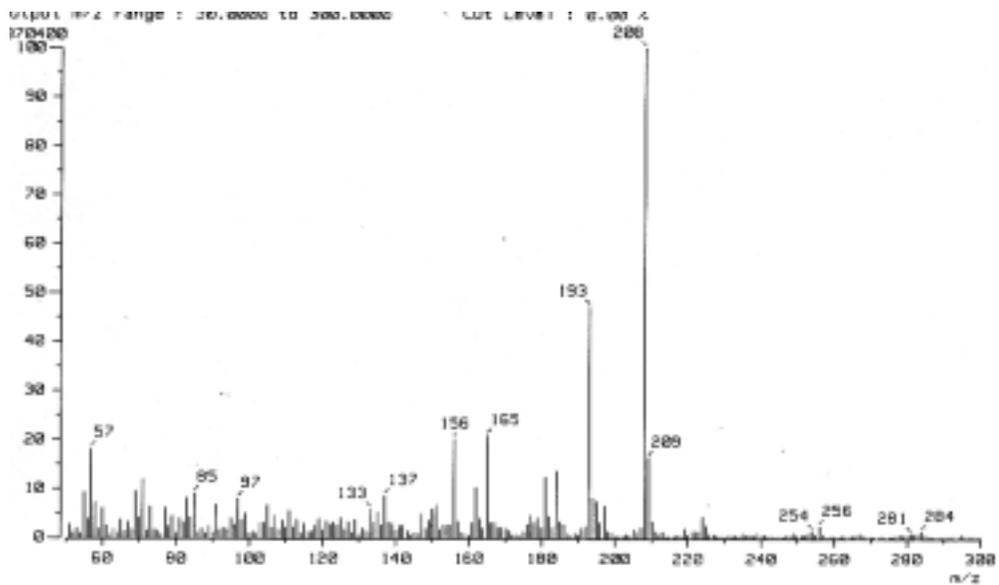


Fig. 11. CI-Mass spectrum of H122.

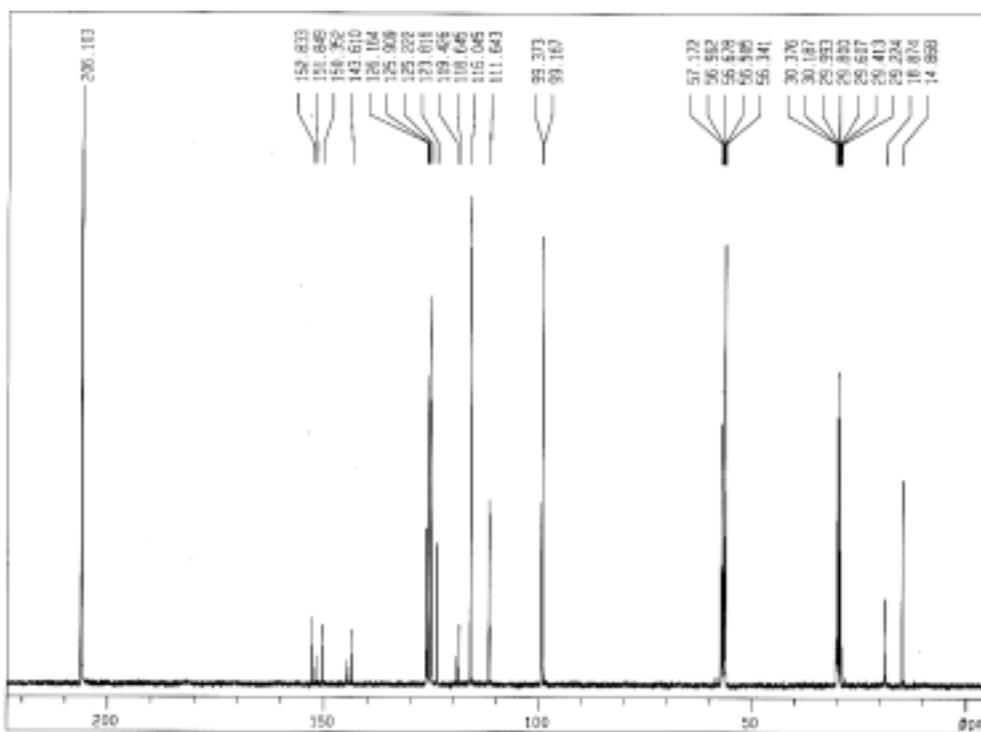
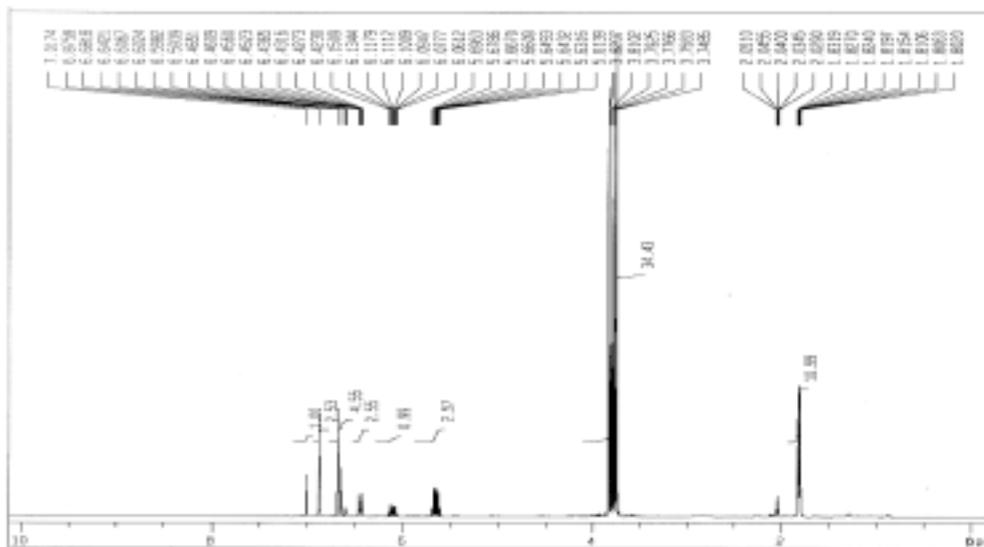


Fig. 12. ^{13}C -NMR spectrum of H122.



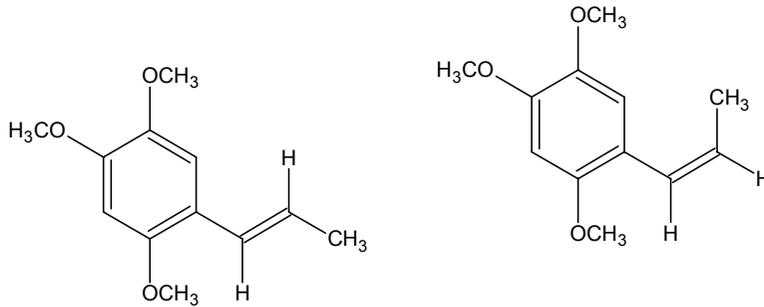


Fig. 14. Chemical structures of insecticidal constituents derived from *A. gramineus* rhizome.

3) 살충성분의 생물검정

상기 석창포의 2종 살충활성 물질의 3종 딱정벌레목 저장물해충에 대한 살충활성을 검정하였다. Asarone은 쌀바구미와 팔바구미에 높은 살충활성을 보였으며, α -asarone과 β -asarone의 혼합물에서는 좋은 살충활성을 보이긴 했으나, 2종 화합물의 상승효과(synergistic effect)는 보이지 않았다. Asarone은 처리한 양보다 시료에 노출된 시간이 활성화에 중대한 영향을 미치는 것으로 나타났다(table 30).

Table 30. Insecticidal activity of α -asarone and β -asarone against stored-product insect pests, impregnated filter paper method.

	Dose, mg/paper	Mortality (mean \pm SE, %)			
		48 hr	72 hr	96 hr	1 wk
α , β -asarone ^a					
<i>S. oryzae</i>	5	10	50	73.3 \pm 5.8	96.7 \pm 5.8
	2.5	6.7 \pm 5.8	50	67.7 \pm 5.8	93.3 \pm 8.8
	1.25	10	37.7 \pm 11.5	70	90
<i>C. chinensis</i>	5	20	100	-	-
	2.5	26.7 \pm 5.8	100	-	-
	1.25	13.3 \pm 5.8	100	-	-
<i>L. serricornis</i>	5	0	13.3 \pm 5.8	33.3 \pm 5.8	80
	2.5	0	20	40	63.3 \pm 3.3
	1.25	0	10	26.7 \pm 5.8	76.7 \pm 5.8

(Continued)

α -asarone					
<i>S. oryzae</i>	5	0	0	6.7±5.8	33.3±5.8
	2.5	0	0	3.3±5.8	30
	1.25	0	0	6.7±5.8	36.7±5.8
<i>C. chinensis</i>	5	0	0	46.7±5.8	100
	2.5	0	0	50	100
	1.25	0	0	33.3±3.3	100
<i>L. serricorne</i>	5	0	0	0	33.3±5.8
	2.5	0	0	0	26.7±5.8
	1.25	0	0	0	30
β -asarone					
<i>S. oryzae</i>	5	0	60	90.0±3.3	100
	2.5	0	60	83.3±3.3	100
	1.25	0	60	70.0±5.8	100
<i>C. chinensis</i>	5	0	100	-	-
	2.5	0	100	-	-
	1.25	0	100	-	-
<i>L. serricorne</i>	5	0	10	40	83.3±5.8
	2.5	0	16.7±5.8	43.3±5.8	86.7±3.3
	1.25	0	20	40	90

^a α -asarone: β -asarone = 30:70.

석창포 유래물질인 β -asarone의 살충활성이 더 우수하게 나타났기 때문에 본 물질이 저장물해충에 대하여 접촉독 또는 훈증독에 의해 살충력을 발휘하는지의 여부를 결정하기 위해 4가지 각기 다른 실험구를 선정하여 실험을 실시하였다. 그 결과, 3종의 딱정벌레목 해충인 쌀바구미, 팥바구미, 권연벌레 성충에

대해 훈증독 작용만을 알 수 있는 실험구 A에서 β -asarone은 100%의 살충효과를 보였고, B의 경우 매우 낮은 살충력을 보였으며 훈증독과 접촉독을 함께 알 수 있는 실험구 C에서 100%, 실험구 D에서는 낮은 살충효과를 나타내었다(table 31). 따라서 석창포의 살충활성 물질인 β -asarone은 접촉독 보다는 훈증독 작용을 통해 살충기작을 발휘함을 알 수 있었다.

Table 31. Susceptibility of three stored-product insects to β -asarone determined by different application methods^a

Method	Mortality (mean±SE, %)		
	<i>S. oryzae</i>	<i>C. chinensis</i>	<i>L. serricorne</i>
A	100±0.0a	100±0.0a	100±0.0a
B	0±0.0b	10±0.0c	0±0.0c
C	100±0.0a	100±0.0a	100±0.0a
D	3.3±3.3b	50±3.3b	33.3±3.3b

^aExposed to 15 mg/paper.

4) 물벼룩에 대한 급성독성 시험

석창포 유래 살충활성물질인 β -asarone을 미국을 비롯한 선진국 및 OECE 표준 시험법에서 추천하는 종인 *Daphnia magna*를 시험생물로 사용하였다. 본 물벼룩 종은 농업과학기술원 생태독성학 연구실에서 계대사육하고 있는 종을 분양받아 사용하였다. 따라서 시험물벼룩의 순화와 번식에 필요한 사항은 농업과학기술원이 확립한 방법을 그대로 적용하여, 필요시 필요량만의 물벼룩만을 분양받아 시험에 이용하였다. 물벼룩의 사육 및 시험법 일반에 대해서는 신(2002)의 방법을 따라, 48시간 동안 급성유영저해시험을 수행하였다.

시험에 사용한 물벼룩은 모두 출생한지 24시간이 되지 않은 건강한 어린 개체들만을 배양수조에서 수집하였다. 시험용수는 사육에 사용한 것과 동일하게 *D. magna*는 경수(hard water)를 사용하였다. 경수의 조건은 USEPA의 Water Quality Criteria(1992)에 준해서 준비하였다. 즉, 경수란 각 재료들이 물 1 L당 NaHCO_3 192 mg, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 120 mg, MgSO_4 120 mg, KCl 8 mg로 첨가되고 pH 7.6-8.0, 경도 160-180, 알칼리도는 110-120으로 유지된 것을 의미한다.

일정한 사육조건을 유지하기 위해 실내기온을 22 °C로 조절하였고, 사육용기(2 L)는 수온을 20 °C로 고정해 놓은 소형 항온수조 안에 두었다. 사육수 교체를 위한 시간 외에는 사육용기를 항상 항온수조 안에 두었으며 수온은 20 ± 1 °C, 광조건 16:8 (L:D)로 유지하였다. 시험물벼룩의 먹이는 *Chlorella vulgaris*를 $1 \times 10^5 \sim 2.5 \times 10^6$ cells/L의 농도로 공급하였는데, 어린 개체사육에는 먹이의 농도를 낮게 하였고, 성장할수록 그 양을 증가시켜 최대성장을 유지하도록 하였다.

시험법은 주로 미국 EPA(1992)에서 권하는 방법에 준해서 변형한 신(2002)의 방법에 따랐다. 시험농도는 10 ppm을 기준농도로 산정하였는데, 이는 물벼룩에 대한 급성독성시험의 예비실험 농도로서 독성 유무를 신속히 판단할 수 있는 농도이다. 따라서 본 농도에서 시료의 독성이 있다고 판단되면 이후의 농도 실험을 진행하여 그 독성정도는 EC_{50} 으로 산정하여 비교하게 된다. 시험방법은 125 ml의 원통형 유리 비이커에 사육수 100 ml을 채운 후 시험농도가 되도록 조제한 시료를 처리하고, 어린 물벼룩 10개체씩을 투입한 후 시험용액의 교체없이 48시간 동안 관찰하였다. 모든 실험구 및 대조구는 22 ± 2 °C로 유지되는 water bath에 넣고 사육조건과 동일한 광조건으로 하여 시험하였다.

시료에 노출시킨 24시간, 48시간 후에 시험 물벼룩의 유영저해 개체수를 조사하였는데, 유영저해의 판정은 유리막대로 물벼룩이 들어있는 각 비이커들을 저어 주고 15초 동안 관찰하여 바닥에 가라앉아 정상적인 유영을 하지 못하거나 물의 흐름에 묶여 정상적인 움직임을 보이지 않고 떠다니는 개체들은 영향을 받은 것으로 간주하였다. 그리고 물 표면에 표류하는 물벼룩은 물 속으로 넣어준 뒤 같은 방법으로 판정하였다.

*D. magna*에 대한 β -asarone 10 ppm 노출시 급성독성은 노출 24시간 후 3%,

48시간 후 3%로 거의 독성을 나타내지 않았다(table 32). 따라서 본 화합물의 급성독성에 대한 농도 시험을 수행하지 않았다.

Table 32. Acute toxicity of β -asarone derived from *A. gramineus* rhizome against *Daphnia magna* exposing to 10 ppm

Material	Acute toxicity (mean \pm SE, %)	
	24 h	48h
β -asarone	3 \pm 3.3a	3 \pm 3.3a
Control	0 \pm 0.0a	0 \pm 0.0a

제 2 절 저장 한약재 관련 곤충의 분류 및 동정

1. 실험방법

1) 수입산 한약재 실태 조사 및 수집

검역소를 통한 자료 및 표본을 조사하였으며 아울러 유통업자(건재)와 건재상을 통하여 설문 방법을 통하여 조사하였다. 발생 곤충상의 조사는 직접 한약재 건재상, 한의원, 약국, 시장 등을 통하여 곤충상을 조사하였다. 표본 작성 및 보관은 피해 한약재에서 직접 채집하여 표본을 만들고 사진촬영을 실시하여 향후 도감작성을 위한 기본적인 자료를 준비하였다.

2) 분류 및 동정 실시

채집한 곤충은 즉시 표본제작을 실시하고 영구보존을 위해 표본상자에 보관한 후, 분류키를 작성하고 그에 따른 곤충상을 분류·동정하였다.

3) 표본제작 및 검색도감 제작

저장 및 수입산 한방식물체 관련 곤충들을 사진이나 슬라이드로 제작하였다. 후에 data-base화 함으로써 정보의 이용가치를 제고시키고, 가능하다면 CD-ROM 형태로 제작하여 영구보존용 자료로서 최종년도에는 도감을 제작하여 이 분야에 대한 연구 수요의 기초자료로서 활용되도록 실시하였다.

2. 연구결과

국내에서 유통되고 있는 한약재의 대부분이 수입되고 있었으며, 수입을 통해 저장 한약재를 가해하는 관련 해충들까지 함께 유입되고 있는 실정이었다. 수입되는 한약재의 양은 약재의 종류에 따라 달랐다. 수입량은 중국에서 가장 많았으며, 이외에도 북한, 베트남, 인도, 태국 등 다양해 지고 있는 추세였다. 한약재의 유통은 국내산의 경우 가격면에서 수입산과 경쟁이 어려워 일부에서 이용되고 있는 반면, 대부분의 건재상과 한의원, 약국 등에서는 수입된 한약재를 사용하고 있었다. 해충 방제에 대한 설문조사 결과 대부분 이 해충이 발견되었을 때 체(sieve)를 통하여 약재에서 해충을 골라 내는 물리적인 방법, 훈증제를 사용하는 화학적인 방법, 그리고 일부에서는 약재에 수분을 약간 공급한 다음 저온창고에

보관함으로써 해충을 환경적으로 제어하는 방법을 이용하고 있었다. 발생하는 충에 대한 정보 부족으로 인해 비합리적으로 일률적인 방법을 통하여 방제를 하고 실정이었다. 따라서 한약재 관련 곤충상들에 대한 기초적인 분류학적 정보가 향후 이들을 제어하는 데 있어서 매우 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

전 세계적으로 저장식품과 한약재에 큰 피해를 주고있는 해충은 대표적으로 딱정벌레목과 나비목 곤충, 그리고 응애목이다. 딱정벌레목은 유충과 성충에, 나비목은 유충시기에, 그리고 응애목은 약충과 성충 시기에 한약재를 비롯한 저장물의 질적·양적 피해를 가져온다.

1. 저장한약재 해충의 분류학적 위치

(1) Coleoptera 딱정벌레목

Superfamily Dermestoidea 수시렁이상과

Family Dermestidae 수시렁이과

1. *Dermestes maculatus* de Geer 암검은수시렁이
2. *Attagenus japonicus* Reitter 애수시렁이
3. *Trogoderma granarium* Everts 별수시렁이

Superfamily Cucujoidea 머리대장상과

Family Silvanidae 가는납작벌레과

4. *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) 머리대장가는납작벌레
5. *Ahasverus advena* (Waltl) 쌀머리대장

Superfamily Bostrychoidea 개나무좀상과

Family Bostrychidae 개나무좀(감나무좀)과

6. *Rhizopertha dominica* (Fabricius) 가루개나무좀(가루좀벌레)
7. *Lyctus brunneus* (Stephens) 넓적나무좀

Family Ptinidae 표본벌레과

8. *Ptinus fur* (Linnaeus) 표본벌레

Superfamily Tenebrionoidea 거저리상과

Family Tenebrionidae 거저리과

9. *Tribolium castaneum* (Herbst) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)
10. *Tribolium confusum* Jacquelin du Val 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑)

Superfamily Cucujoidea 머리대장상과

Family Cucujidae 머리대장과

11. *Cryptolestes pusillus* Schönherr 긴수염머리대장
12. *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) 갈색머리대장

Family Mycetophagidae 애머섯벌레과

13. *Typhaea stercorea* (Linnaeus) 창고애머섯벌레

Superfamily Bostrychoidea 개나무좀상과

Family Anobiidae 빗살수염벌레과(권연벌레과)

14. *Stegobium paniceum* Linnaeus 인삼벌레(창고좀벌레)
15. *Lasioderma serricorne* (Fabricius) 권연벌레

Superfamily Cleroidea 개미붙이상과

Family Trogossitidae 쌀도적과

16. *Tenebroides mauritanicus* (Linnaeus) 쌀도적

Superfamily Curculionoidea 바구미상과

Family Anthribidae 소바구미과

17. *Araecerus fasciculatus* (de Geer) 술소바구미(누룩바구미)

Family Rhynchophoridae 왕바구미과

18. *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) 쌀바구미

Superfamily Chrysomeloidea 잎벌레상과

Family Bruchidae 콩바구미과

19. *Bruchus rufimanus* Boheman 잠두콩바구미

(2) Lepidoptera 나비목

Superfamily Pyraloidea 명나방상과

Family Pyralidae 명나방과

20. *Cadra cautella* (Walker) 줄알락명나방
21. *Plodia interpunctella* (Hübner) 화랑곡나방
22. *Pyralis farinalis* Linnaeus 밀가루줄명나방
23. *Ephestia elutella* (Hübner) 차색알락명나방(다색알락명나방)

(3) Psocoptera 다듬이벌레목

Family Trogidae 가루민다듬이벌레과

24. *Trogium pulsatorium* L. 가루민다듬이벌레

(4) Acarina 응애목

Family Acaridae 가루응애과

25. *Acarus siro* Linnaeus 가루응애

2. 저장한약재 해충의 계통

(1) 딱정벌레목

조상형 성충은 복부복판이 분명하게 분리되었고, 유충은 다리의 부절이 1마디 뿐이다. 복절의 유합이 없고, 유충의 발목마디는 어릴 때만 나타나고 노령이 되어서는 완전히 없어진다. 앞가슴등판과 측판 사이의 도랑(pronotopleural sulcus)과 뒷날개 가로방(oblongum cell: 뒷날개의 중맥과 주맥사이에 가로로 형성된 방)이 소실된다.

유충의 꼬리돌기(urogomphi, 미모형 돌기)가 여러 마디의 관절로 이어진 원시형과 관절이 없이 기부와 단단히 유합된 분화형의 2계열로 갈라진다. 전자는 반날개계열(Staphyliniformia)이고, 관절이 없는 후자는 성충의 가지 복부복판이 7마디인 방아벌레계열과 그 미만인 개나무좀류(Bostricchoidea)로 분지한다.

개나무좀류는 성충이 8개의 숨구멍(spiracle)을 모두 사용하는 종류와 제 8복절의 숨구멍은 기능이 없는 종류로 다시 갈라진다. 전자는 개나무좀과 수시렁이류(Dermestoidea)로 매우 빈약하게 발전하지만 후자인 머리대장류(Cucujoids)는

크게 번성하여 전 갑충류의 절반을 차지하고, 습성과 형태적인 면에서도 매우 다양하게 진화하였다.

각 분류군의 분류는 Lawrence와 Newton(1995)의 목록을 인용하여 정리한 한국곤충학회편(2000)과 농업과학기술원(1996) 내용을 중심으로하여, 여기서는 현존 딱정벌레의 90%를 차지하고 있는 풍뎅리아목을 중심으로 저장한약재에서 발견된 종들만을 중심으로 그 특징만을 다루기로 한다.

(2) 나비목

나비목의 분류체계는 여러 가지가 있지만 보편적으로 나비아목과(Rhopalocera, butterflies)과 나방아목(Heterocera, moths)으로 나누는 것이다. 여기서는 채택한 분류체계는 자연분류방식에 근거하여 암컷 생식기의 개구방식에 기초를 두고 4가지 아목으로 나누는 것으로 원시나방아목(Zeugloptera), 선조나방아목(Dacnonypha), 단문아목(Monotrysis), 이문아목(Ditrysia)이다. 4가지 아목 중 저장해충의 대부분은 단문아목이다. 단문아목은 소형에서 대형까지 다양하며, 큰턱과 내엽이 없다. 외엽은 보통 주둥이 형태로 연합되어 있다. 날개의 시맥은 앞날개와 뒷날개의 시맥이 비슷하거나 다르며, 날개고리(jugum, 시수편)나 날개가시(frenulum, 구열)를 가진다. 암컷은 9~10마디가 융합되어졌고 단일 생식공을 갖는데, 간혹 2개를 갖기도 한다. 유충은 배다리가 있거나 무지형이고, 번데기는 연약용이고 피용이다.

3. 저장한약재 해충의 분류 및 특징

딱정벌레는 세계적으로 250,000여 종이 분포하며, 이들 중 많은 종이 인간에 의해 조성된 환경하에서 서식하고있어 중요한 해충으로 인식되고 있고, 이 중 40개과의 딱정벌레가 저장해충으로 보고되고 있다. 그러나 이중 주요저장해충으로는 개나무좀과(Bostrichidae), 콩바구미과(Bruchidae), 머리대장과(Cucujidae), 바구미상과(Curculionidae), 수시렁이과(Dermestidae), 가는납작벌레과(Silvanidae),

거저리과(Tenebrionidae) 7개과가 대표적이다. 딱정벌레 성충은 완전 변태를 하며, 성충은 일반적으로 단단한 껍질로 싸여있고 딱지날개(elytra)로 쉽게 구분이 된다. 이들은 가운데가슴과 뒤 가슴의 위 부분까지를 덮는 배판과 복부전체를 덮고있는 기능적으로 감추어진 날개를 가지고 있다. 머리부분은 대부분 앞으로 돌출되어 있으며, 밑으로 돌출되어 있는 종도 있다. 딱정벌레 유충은 일반적으로 머리부분이 경화된 캡슐로 덮여있고 큰 턱과 작은 턱, 아랫입술을 갖으며 대부분 큰 턱을 옆으로 움직일 수 있는 씹는 형의 입틀이나 침 모양의 빠는 형으로 변형된 것도 있다. 날눈은 6쌍 또는 그 이하이며 더듬이는 4마디 이하로 짧으며 마지막 마디에 감각기를 지니고 있다. 다리는 5, 6마디이거나 퇴화되어 있다. 배는 10마디 이하이며 보조적인 돌기모양의 기관을 지닌 기문을 통해 호흡한다.

나비목 저장해충은 두 쌍의 날개로 몸 전체를 덮고 있으며, 연한 색에 작은 크기를 하고 있다. 날개의 길이는 대략 2.5cm 이거나 이보다 작다. 이들의 몸통과 다리 또한 날개로 덮혀 있으며 만지면 쉽게 으스러진다. 유충기때 씹는 입틀은 변태시 빠는 입틀로 대체된다. 저장물에 피해를 유발하는 단계인 유충의 일반적인 특징은 뚜렷하게 자라는 머리(경화된 두엽으로 덮여있음)에 씹는 입틀(양쪽의 큰턱, 이빨, 작은턱 발달, 3마디의 수염, 몇 개의 감각기)을 가지고 있으며, 한 쌍의 짧은 더듬이, 6개의 홑눈이 있다. 튀어나온 아랫입술의 방적기, 3쌍의 가슴다리와 2, 3, 4, 6, 10 배 마디의 다리에 발톱을 가지고 있어 물체를 쥌 수 있으며, 앞가슴과 1~8배 마디에 기문이 있다. 몇몇 종에서는 타액선에서 번데기 단계에서 필요한 실크를 방출한다.

응애목은 동물분류 체계상 거미강에 속하며 곤충과 달리 머리, 가슴의 구분이 없고 더듬이가 없다. 응애는 알-유충-전약충-후약충-성충의 복잡한 변태를 하지만 전약충과 후약충 사이에 이동약충의 시기를 가지는 것도 있다. 응애 저장해충의 특징은 주로 곡류의 곡분, 설탕, 말린과일, 분유, 과자 등 많은 식품에 발생하여 피해를 준다.

딱정벌레목, 나비목, 그리고 응애목의 한약재 저장해충을 구분하여 정리하면 다음과 같다.

□ 딱정벌레목 풍뎅이아목(Polyphaga Emery. 1886)】

앞가슴배측판도랑과 뒷날개 가로방이 없으며, 뒷다리 기절은 가동적이다. 유충의 다리는 4마디로 발목마디가 없으며, 발톱은 없거나 1개뿐이다. 턱은 어금니 부분이 있다. 이 아목에 속하는 것은 종류도 다양하고 특성도 다양하여 분류도 복잡한데, 여기서는 개나무좀계열과 머리대장계열만을 다루기로 한다.

(1) 개나무좀계열(Series Bostrichiformia Forbes, 1926)

총 3,00여 종이 2상과 7과로 나뉜 매우 작은 계열인데 그 중 5과가 소속된 개나무좀상과(Bostrichoidea) 중 빗살수염벌레과(Anobiidae)나 개나무좀과(Bostrichidae)처럼 목재를 천공하거나 표본벌레과(Ptinidae)처럼 건조한 동식물성 물질을 먹는 해충들이다. 약 1,000종(국내 20여 종)이 알려진 비교적 큰 과인 수시령이과(Dermestidae)는 성충이나 유충 모두가 동식물의 잔재식성인데 어떤 종들은 가죽, 모피, 카펫, 동물 표본, 건어물 따위를 막는다. 성충은 대체로 10mm 미만의 긴 타원형 또는 원형이며, 표면은 비늘이나 털이 무늬를 이루고, 유충은 가늘고 긴 형인데 긴 털이 많이 나 있다. 옛날 옷장 속에서는 좀이 옷을 갉아먹어 나프탈렌으로 방제하였으나 요즘은 수시령이가 동물성 섬유를 먹고 자라는데 이들은 나프탈렌으로 퇴치할 수 없다.

● 나무좀상과(Bostrichoidea)

【수시령이과(Dermestidae)】

대부분의 종이 경제적으로 매우 중요한데 특히 별수시령이(*Trogoderma granarium*)는 두 번째로 중요한 저장해충이다. 애수시령이(*Attagenus japonicus*)

등의 유충은 양모, 견사, 말의 털, 가죽, 깃털, 건조곤충 등 동물에서 유래된 물건에 발생하므로 창고의 물건과 박물관에 피해를 끼치는 해충으로 중요하다. *Dermestes*속 유충은 때로 번데기를 만드느라 외양간 등의 건축물에 심각한 피해를 주기도 하며, 전화케이블과 전기단자 등을 파고들어 가기도 한다. 암검은수시령이(*Dermestes maculatus*) 등은 저장, 염장, 훈제, 건조된 고기, 생선, 털, 깃털, 치즈, 한약재 등을 가해한다.

머리는 아랫쪽으로 구부러졌고 이마 위에는 홑눈이 있다(Dermestinae를 제외함). 더듬이는 11마디 이내이고 일반적으로 짧고 곤봉상이다. 앞다리 기절과는 뒤쪽에서 열려 있다. 배는 5마디로 되었고 다리는 짧고 자유로 신축한다. 발목마디(부절)는 5마디로 되고 몸의 아래쪽에 연모 또는 인분이 돌생하였다.

【개나무좀과(Bostrychidae)】

가루개나무좀아과(Dinoderinae)의 가루개나무좀(*Rhizopertha dominica*)과 넓적나무좀아과(Lyctinae)의 넓적나무좀(*Lyctus brunneus*)은 광범위한 저장류의 해충이다.

【빛살수염벌레과(Anobiidae, 권연벌레과)】

대부분 유충은 죽었거나 마른 목재를 먹지만 몇몇 종은 침엽수의 구과, 시기, 줄기, 혹, 곰팡이, 자실체 또는 동식물로 된 저장물을 먹는다. 가장 일반적으로 널리 퍼져있는 저장물해충은 인삼벌레(*Stegobium paniceum*)와 권연벌레(*Lasioderma serricorne*)인데, 이들은 담배, 의약품, 양념, 종자, 곡류, 가죽, 한약재 등 다양한 동식물을 먹는다.

【표본벌레과(Ptinidae)】 대부분 잡식성으로 광범위와 동식물을 먹는다. 몇 종의 *Ptinus*속의 종은 목재에 발생하여 나무를 뚫는 원시적인 습성을 가진다. 대부분의 종류는 보통 동굴이나 포유동물의 보금자리에 쌓인 배설물, 털, 깃털, 절지동물의 표피, 유기물조각을 먹는다. 또 일부 종은 벌집에서 벌을 포식하거나 화분을 먹으며, 거미집에서 죽은 절지동물이나 거미알을 포식하기도 한다. 그러나 가

장 잘 알려져 있는 것은 저장물해충이 된 종류로서 사람의 이동에 따라 세계적으로 전파되었는데 표본벌레(*Ptinus fur*)와 황금털표본벌레(*Ptinus tectus*) 등이 있다. 표본벌레는 똥이나 실을 남기고 유충이 번데기가 되려고 물체 내에 들어가기 하지만 아주 경미한 피해를 줄뿐이다.

(2) 머리대장계열(Series Cucujiformia Lameere, 1938)

종 분화가 대단하여 목 전체의 절반을 차지하며, 상위분류군도 많아 Lawrence(1995) 등이 정리한 목록도 82과로 분류되었다.

● 개미붙이상과(Cleroidea)

8과로 구성된 원시형이며 종 수도 적다. 이 중 가장 큰 과는 3,500여 종(국내 18종)이 알려진 개미붙이과(Cleridae)인데, 이들의 성충은 개미를 연상시키는 형태로서 무늬를 가진 종이 많고, 나무좀류(Scolytidae)의 유충을 잡아먹는 종이 많다. 쌀도적과(Trogossitidae)는 600여 종(국내 4종)이 알려져 있다.

【쌀도적과(Trogossitidae)】

대부분의 종류는 포식성이고 몇몇 종은 버섯을 먹는 종류이지만 극히 일부 종은 저장물 해충이 되었다. 쌀도적(*Tenebroides mauritanicus*)은 저장물 해충을 포식하기도 하지만 저장물을 도 먹는다.

● 머리대장상과(Cucujoidea)

비교적 원시형이며 31과로 구성되어 있다. 대수가 500종 미만의 소규모 과들이며, 1,000종 이상은 머리대장과(Cucujidae)를 비롯하여 5과가 있다.

【머리대장과(Cucujidae)와 가는납작벌레과(Silvanidae, 톱가슴머리대장과)】

여기에 속하는 종들은 나무껍질아래, 부엽토속 또는 저장물에서 발견된다. 기본적으로는 식균성이지만 몇 종은 곡류나 화곡류에서 자랄 수 있으며 다른 종들은

포식성 또는 외부기생성이다. 가장 피해가 심한 종은 갈색머리대장(*Cryptolestes ferrugineus*)를 포함하는 *Cryptolestes*속 종들로, 몇 종은 우발적인 포식충이다. 가는납작벌레과(Silvanidae)에서 Uleiotini족은 곰팡이를 먹고, 나머지 대부분은 부엽토나 썩은 잎에서 발견되지만 일부 종들은 저장물 해충이 되었다. 경제적으로 중요한 저장물 해충은 쌀머리대장(*Ahasverus advena*)과 머리대장가는납작벌레(*Oryzaephilus surinamensis*, 톱가슴머리대장) 등이 있다.

【애버섯벌레과(Mycetophagidae)】

대부분의 종이 식균성이고 여러 가지 자실체나 곰팡이 포자의 썩은 조직을 먹는다. 많은 종이 곰팡이와 관련되어 있고 건조더미, 썩은 식물체, 곰팡이 핀 과일, 지하저장고, 창고의 곡류, 곡류가공품에, 한약재 등에 발생할 수 있다. 저장물에서 가장 흔히 발견되는 종은 창고애버섯벌레(*Typhaea stercorea*) 등이다.

● 거저리상과(Tenebrionoidea)

20,000여 종이 알려져 있으나 그 중 3/4은 거저리과(Tenebrionidae)이다. 거저리과 성충은 앞과 가운데다리의 발목마디가 5마디, 뒷다리는 4마디인 점이 특징이다. 몸은 대체로 흑색 내지 갈색의 어둡고 단순한 색이나, 윤곽은 매우 다양하여 외형으로는 과를 알아 볼 수 없다. 한편 유충은 방아벌레 유충처럼 긴 원통형이며 튼튼한 다리를 가졌는데 매우 균일하여 종간 구별이 어렵다. 주로 죽은 식물성 물질이나 썩은 나무 속에서 벼섯류의 균사를 먹지만, 거릿쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)처럼 저장곡물을 해치는 종류도 있다.

【거저리과(Tenebrionidae)】

경제적으로 중요한 많은 해충을 포함하고 있는데, 이들은 작물 또는 저장물을 가해한다. 이들 유충은 토양 속에 살고 재배작물을 가해하며, 저장곡물에 발생하는 해충은 곡류와 알곡에서 다양한 중요성을 가진다. 이에 속하는 종은 거릿쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)와 어리쌀도둑거저리(*Tribolium confusum*) 등이

있다.

● 잎벌레상과(Chrysomeloidea)

4과 뿐이나 종 수는 많아 세계적으로 45,000여 종이 알려졌고, 모두 식식성이다. 콩바구미류의 성충은 짧고 두꺼운 미소형이며 촉각은 매우 크고 넓다. 유충은 다리가 없어 바구미의 유추형이고 이름도 바구미과와 혼동하기 쉽다. 잠두콩바구미(*Bruchus rufimanus*) 등이 전 세계에 분산된 종이다.

【콩바구미과(Bruchidae)】

종자를 가해하는 경제적으로 중요한 해충으로 재배중이거나 저장 중의 콩과식물을 가해하는 것으로 알려져 있다. 교미한 성충으로 월동하여 암컷은 꼬뚜리나 종자표면에 산란한다. 알에서 깨어난 유충은 종실을 뚫고 한 부분 또는 모든 부분을 연속적으로 먹는다. 하나의 종자 내에서 한 마리 또는 몇 마리가 성장할 수 있으며 한 마리 유충이 근처에 있는 몇 개의 종자를 가해할 수 있다. 다 자란 유충은 표면 가까이에 용실을 만든다. 우화할 때 성충은 이 부분을 통해 탈출하고 15분~1시간 내에 교미를 시작한다. 중요한 종으로는 잠두콩바구미(*Bruchus rufimanus*), 팥바구미(*Callosobruchus chinensis*) 또한 완두콩바구미(*Bruchus pisorum*) 등이 있다.

● 바구미상과(curculionoidea)

약 70,000여 종이 알려져 동물계 중 가장 큰 분류군이며, 사위분류군도 복잡하여 Lawrence 등(1995)의 목록에서는 9과 23아과로 통합 정리되었다. 그러나 이들 중 60,000종 이상이 바구미과(Curculionidae)로서 이 과는 전 동물 중 가장 큰 분류군이다. 소바구미(Anthribidae)는 2,500종 내외이다. 종 수가 많아 형태나 습성의 다양성이 예상되나 사실상 대다수가 식식성이며, 성충은 짧고 두꺼운 중소형으로 단순하다. 유충은 다리가 없고 단단한 머리를 가진 구더기형이다.

【 소바구미과(Anthribidae)】

식물질을 먹으며 죽은 나무가지, 목질의 버섯, 버섯이 나있는 고사목의 껍질 아래 등에서 발견된다. 그러나 술소바구미(*Araecerus fasciculatus*, 누룩바구미)는 종자, 죽은 식물체, 그리고 한약재 등에서 발견된다.

【왕바구미과(Rhynchophoridae)】

여기에 속한 대부분 종은 저장물의 해충이며 쌀바구미(*Sitophilus oryzae*)와 그라나리아바구미(*S. granarius*) 등이 있다.

□ 나비목 단문아목(Monotrysis)

● 명나방상과(Pyraloidea)

공통된 특징을 지닌 몇 개의 과로 구성된 인위적 분류군으로, 나비로 진화한 선조그룹이라 보는 학자도 있다.

【명나방과(Pyralidae)】

나방류 중 많은 종(種)을 포함하는 소형 또는 중형의 한 군이다. 다른 과에서는 볼 수 없는 특징의 하나는 성충은 첫 번째 배마디에서 고막기관을 갖고 있다. 유충은 극도로 다양한 습성을 갖고, 천공성 또는 그물이나 관 구조물을 가진다. 턱수염과 입술수염이 잘 발달되어 있고 날개 모양과 색채가 다양하다. 배의 첫마디에 감각기가 있는 것이 주요 특징이다. 이 과는 형태적·생태적 특징에 따라 11개 아과(亞科)로 나누고 있다.

4. 저장한약재에서 발생하는 해충

(1) 암검은수시령이 *Dermestes maculatus* de Geer

【분류학적 위치】 Coleoptera Dermestidae(수시렁이과)

【영명】 Hide beetle, Leather beetle, Common hide beetle

【분포】 전세계

【먹이】 건조동식물, 저장된 가죽, 말린 고기, 담배, 모피, 누에고치, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 9mm 내외로 흑갈색이다. 앞날개에는 옅은 색과 진한 색의 털이 있다. 배쪽면은 백색털로 덮여 백색으로 보이는 것이 특징이다.

유충은 몸길이가 10~15mm로 타원형이며, 뒤쪽으로 갈수록 가늘어진다. 몸은 흑갈색으로 긴털로 덮여 각 몸마디의 뒷가장자리에는 짧은 털이 뾰뾰히 나 있다. 앞가슴 가두리에서 뒤쪽으로 중앙부를 지나는 넓은 황색줄이 있다. 4~9째 마디 등판에 사마귀모양의 거꾸로 선 작은 돌기가 있다. 안면에는 양쪽에 1개씩 뚜렷한 돌기가 있다.

알은 유백색의 타원형으로, 1.5mm 내외이다.

번데기는 몸길이가 8~9mm로 방추형으로 담황색이다. 전체적으로 짧은 털이 있으며, 끝에 1쌍의 돌기가 있다.

【생태】 대체로 년 3회 발생하며 성충으로 월동한다. 제1회 성충은 3월 하순~4월 상순에 산란하여 5월하순에 우화하고, 제2회는 7월 하순~8월 상순에 우화하며, 제3회는 10월중하순에 우화하여 월동한다. 평균생육기간은 30℃에서 어포를 먹이를 사육한 경우 평균생육기간은 알기간 2~3일, 유충기간 45일 내외, 번데기 기간 5~6일로서 알에서 우화까지는 약 50~55일이 소요되며, 2개월 내외를 생존하며 평균 약 140개의 알을 낳으며, 대부분은 수명의 전반부에 산란한다.

(2) 애수시렁이 *Attagenus japonicus* (Reitter)

【이명】 *Attagenus piceus* (Olivier)

Attagenus megatoma (Fabricius)

Attagenus unicolor japonicus (Reitter)

【분류학적 위치】 Coleoptera Dermestidae(수시렁이과)

【영명】 Japanese black carpet beetle

【분포】 전세계

【먹이】 고물, 종자, 건어물, 모피, 모직물, 동물표본, 한약재 등

【형태】 성충의 몸길이는 3.5~4.5mm 정도로 흑색이다. 더듬이는 10마디로 암수가 다른데, 수컷은 첫째마디가 소뿔모양으로 팽대되어 있고 2-5째 마디는 작고, 6-7째 마디는 약간 폭이 넓고, 끝 3마디는 뚜렷하게 팽대되어 전체 길이의 1/2정도를 차지한다. 암컷 더듬이는 곤봉상으로 1-7째 마디까지는 같으나 8-9째 마디가 수컷보다 짧고 끝마디가 암갈색의 원통형으로 전체길이의 1/2 정도가 된다. 앞가슴등판은 작은 얼룩점으로 이루어져 있으며, 중앙에는 작은 함몰부가 2개 있다. 앞날개는 흑색의 작은 얼룩점이 전체적으로 밀집되어 있고, 갈색의 짧은 털이 드물게 나 있다. 특히 몸에는 갈색의 짧은 털이 있고, 흉늑은 둥근 적갈색으로 머리뒤쪽 중앙에 1개가 있고, 겹눈은 타원형으로 흑갈색이다.

유충은 성숙한 몸길이가 8~9mm로 몸은 가늘고 긴 원통형으로 뒤쪽으로 가면서 점점 가늘어진다. 몸 전체가 적갈색의 털로 덮혀 있고, 털은 대부분 뒤쪽을 향하고 있다. 머리에는 곧게 세운 털이 전체적으로 덮혀있고, 더듬이는 길며 둘째 마디는 털이 없고 셋째 마디는 짧다. 꼬리 끝에는 매우 긴 털이 무더기로 나 있다.

번데기는 몸길이가 5~6mm 정도로 담황색의 방추형이다.

【생태】 년 1회 발생하는 것으로 유충으로 월동하며 암컷 1마리가 100여 개의 알을 산란한다. 알기간은 10일 정도이고, 유충기간은 이듬해 봄까지 330일 정도로 7~9회 정도 탈피하고, 성충기간은 2~4주 정도이다. 곡식수수렁이의 생태와 거의 같다.

(3) 별수수렁이(곡식수수렁이) *Trogoderma granarium* Everts

【이명】 *Trogoderma affrum* Priesner

【분류학적 위치】 Coleoptera Dermestidae(수수렁이과)

【영명】 Khapra beetle

【분포】 인도가 원산지이며 열대, 아열대, 온대지방에 널리 분포

【먹이】 모든 종류의 곡류, 도토리, 밤, 건어물, 한약재 등

【형태】 성충은 몸길이가 1.5~3.0mm 정도이고 갈색이며 타원형 혹은 장란형이다. 머리는 작고 흑색으로 광택이 있으며 보통 움추려 있으며, 더듬이는 11마디로 곤봉형이다. 암컷은 수컷보다 약간 크다. 날개에는 황갈색~적갈색의 가로로 된 얼룩무늬가 있고, 부드러운 잔털로 덮여 있다. 배 끝이 날개 밖으로 약간 노출되어 있다.

유충은 길이가 6mm 정도로 머리와 털이 갈색인 것을 제외하고는 전체가 황백색이다. 복부 마지막마디에서 나오는 많은 털로 이루어진 긴꼬리가 몸의 거의 절반에 가깝다. 머리에는 3마디의 짧은 더듬이가 있고, 몸에는 단순한 털과 창모양의 털 두 종류를 갖고 있다.

알은 표면이 광택이 있는 긴 타원형으로 한쪽이 가늘고 길며 빛깔이 유백색에서 황갈색으로 변한다.

번데기의 등은 다갈색이고 배는 옅은 황백색이며 등이 갈라져 있고 수컷번데기는 3.5mm 정도로 암컷 5mm정도 보다 작다.

【생태】 성충은 잘 날지 않으며 섭식량은 매우 미약하지만 유충은 창고, 가공공장, 식품제조장 등에서 서식하면서 곡물의 배(胚)를 먹은 후 외부를 먹으며 심각한 피해를 주는 것으로 기주 범위가 매우 넓다. 어린 유충은 조직이 여린 곡물 또는 손상된 곡물을 먹지만 노숙유충은 해당되는 모든 기주를 먹을 수 있다. 알부터 성충까지 기간은 21℃에서 220일, 30℃에서는 39-45일, 최적온도인 35℃에서는 26일이다. 교미한 암컷 성충의 수명은 4-7일이며 교미하지 않은 암컷은 20-30일·수컷은 7-12일간 생존한다. 최소한 이종이 정착한 곳의 평균온도는 지속적으로 25℃ 이상으로 유지되므로 유충은 15일 이내에 번데기로 발육한다. 만약 온도가 25℃ 이하로 떨어지거나 유충밀도가 너무 높을 때는 휴면에 들어가며, 새로운 먹이가 적당한 고온에서 공급되면 발육을 재개한다. 먹이의 양과 상태가 유충의 발육속도를 결정하며, 먹이가 없을 때는 최소 13개월 이상 존재한다. 적당한 조건에서 암컷은 기주 사이에 50~125개의 알을 점진히 산란하며, 알은 3-14일 내에 부화한다.

(4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis*
(Linnaeus)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Silvanidae(가는납작벌레과, 톱가슴머리대장과)

【영명】 Saw-toothed grain beetle

【분포】 세계전역

【먹이】 곡류, 가공양곡, 종자, 가공식품, 한약재 등

【형태】 성충의 몸길이는 2.5~3.5mm 정도로 가늘고 긴 형태로 갈색이다. 눈이 크며 더듬이는 끝으로 갈수록 굵고 넓은 곤봉형이다. 앞가슴등판의 양쪽 가장자리에 6개의 톱날모양의 이빨돌기(치상돌기)를 지니며 미세한 황갈색의 털로 덮여 있다.

유충은 3~5mm로 납작하고 길며, 등면은 약간 경화되어 황백색 또는 황갈색이다. 머리와 더듬이의 길이가 거의 같으며 복부 끝에 돌기가 없다는 점이 다른 가는납작벌레과와 구별이 가능하다.

번데기는 2.5mm 내외로 유백색~황갈색이며, 가슴과 복부의 양쪽 옆에 가시모양의 돌기가 줄지어 있다.

알은 긴타원형으로 유백색이다

【생태】 생활주기는 기온과 습도 및 먹이 상태에 따라 3~10주이고, 온대지역에서는 1년에 4회 이상 발생한다. 성충으로 월동하며, 온도가 높은 겨울에는 휴면하지 않고 생육하며 2~3년 동안 살수도 있다. 부화한 유충은 한 개의 기주에 살지 않고 여기 저기 돌아다니며 섭식한다. 온전한 기주에서는 생육하지 않고 창고 안팎의 더미 속이나 구석에 쌓인 먼지 등에서 쉽게 발견되며, 곡류에서는 주로 다른 해충과 공존하는 2차 해충이지만 단독으로 1차 해충으로 발견되기도 한다. 곡물가루나 과자류 또는 저장 한약재에서는 상당히 주요한 해충으로, 일본에서는 거짓쌀도둑거저리와 화랑곡나방 다음으로 중요한 해충이다.

(5) 쌀머리대장 *Ahasverus advena* (Waltl)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Silvanidae(가는납작벌레과, 톱가슴머리대장과)

【영명】 Foreign grain beetle

【분포】 전세계

【먹이】 곡류, 건조식품류, 가공양곡, 종자, 가공식품, 한약재 등

【형태】 성충의 몸길이는 2~3mm로, 몸은 적갈색이다. 더듬이 끝 3마디는 부풀어 곤봉모양이며, 앞날개는 불룩하고 점각열이 뚜렷하다. 앞가슴등판의 앞쪽가장자리 모서리에 1개의 크고 무딘 돌기가 나 있다. 옆가장자리에는 돌기가 없고, 뒤쪽 모서리는 약간 돌출되었다.

【생태】 습기가 많은 다소 변질되기 시작하는 건조식물류 등에서 서식한다.

(6) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) *Rhizopertha dominica* (Fabricius)

【이명】 *Dinoderus dominica* Fabricius

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Bostrychidae(개나무좀과)

【영명】 Lesser grain borer, Australian wheat weevil

【분포】 열대성 곤충으로 세계적으로 분포

【먹이】 감나무, 고욤나무, 보리, 마른감자, 타피오카, 저장식품, 종자, 건과, 한약재 등

【형태】 성충은 적갈색~흑갈색으로 몸길이는 2~3mm 정도로 몸은 윗부분으로부터 눌러 진듯한 원통형이다. 머리는 비교적 작으며 앞가슴 아래쪽으로 심하게 구부러져 있듯이 붙어 있어 잘 보이지 않는다. 더듬이는 10마디로서 끝 3마디만 강하게 안쪽으로 곤봉형으로 확장되어 있다. 앞가슴은 곱추모양으로 부풀고, 등판의 앞가장자리는 원형에 가깝게 둥글고, 앞쪽부분에 동심원상으로 톱날돌기가 나 있으며, 뒤쪽부분에는 작은 과립모양의 돌기가 나 있다. 앞날개는 거친 점각으로 이루어진 여러 개의 줄이 있고, 바깥쪽 가장자리의 뒤쪽에 황갈색의 잔털이 나 있으며, 날개는 잘 발달되어 날 수도 있다.

유충의 몸은 백색으로 몸 전체에 짧은 털이 군데군데 나 있으며, 배쪽으로 약

간 구부러져 있다. 머리는 갈색이며, 짧은 3쌍의 다리가 있다.

알은 긴지름이 0.7mm 정도의 타원형으로 유백색이며, 번데기는 3mm 정도로 유백색이나 번데기가 되기 직전 갈색으로 변한다.

【생태】 성충과 유충은 23℃ 이하에서는 발생되지 않고 고온(28~30℃)에서 잘 자라는 해충으로 다양한 곡물과 저장물을 가해하여 심한 피해를 준다. 특히 곡물이나 한약재 등을 파먹어 들어가는 1차 해충으로 피해 시 많은 가루를 남겨 심할 경우 꿀 냄새를 풍기며, 2차 해충인 갈색곡식벌레·톱가슴머리대장·응애류의 서식처를 제공한다. 암컷은 곡물 또는 한약재 등에 대체로 무더기로 알을 산란하며, 300~500개 정도의 알을 낳는다. 부화한 유충은 저장물 사이를 돌아다니며 성충의 피해로 생긴 가루를 먹거나 직접 내부를 파먹어 들어가며 불규칙한 구멍을 남기며 가루를 남긴다. 해충의 발생이 심하면 곰팡이로 인하여 저장물의 온도를 상승시킨다. 쌀바구미와는 달리 수분함량이 10%이어도 쉽게 발육하며 피해를 줄 수 있어 저장 한약재에 피해가 심하다.

(7) 넓적나무좀(가루나무좀) *Lyctus brunneus* (Stephens)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Bostrychidae(개나무좀과)

【영명】 Brown powder-post beetle

【분포】 한국, 일본, 대만 등 온대, 아열대, 열대지방

【먹이】 마른 목재, 목재, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 3~7mm 정도로 몸은 편평하고 가늘고 길다. 몸 빛깔은 황갈색·적갈색·암갈색으로 전체적으로 금색과 황갈색의 가는 털로 덮여 있다. 머리에 작은 점각이 촘촘히 있고 액면은 볼록하며 얼굴과 두순은 깊은 가로 홈으로 경계를 이룬다. 더듬이는 11마디이고 말단 2마디는 둥근 막대 모양으로 팽대되어 있다. 앞가슴등판의 바깥가두리는 오목하고 작은 이빨 모양의 돌기가 있다. 등면은 볼록하고 작은 점각이 촘촘하며 중앙부에 1개의 세로로 오목한 곳이 있다. 앞다리 넓적다리는 가운데 및 뒷다리의 넓적다리보다 굵다. 앞날개는 6줄의 작은 점각줄이 세로로 있고 4줄의 미약한 세로 융기선이 있다.

유충의 몸 길이는 약 4mm이고 몸색은 유백색이며 3쌍의 가는 다리가 있다.

알의 크기는 0.2~0.8mm 가량이다.

【생태】 열대지방에서는 년 수 세대를 발생하나, 우리 나라의 경우 년 1회 발생 하나 환경이 좋지 않을 때는 2년에 1회 발생하기도 한다. 1.2mm 정도의 구멍을 뚫고 성충이 탈출하여 최성기에 벌레구멍에서 나무가루가 나와 쌓이게 된다. 성충은 목재표면에 1~2mm의 원형 구멍을 뚫고 나오는데, 다른 구멍이 있을 시는 기존 구멍을 이용하므로 실질적으로 우화한 성충의 수보다 적다. 성충은 5~8월에 나타나며 수명은 10일 내외이나 1개월까지 생존하는 것도 있다. 야간에 활동하며 전분이 많은 변재부의 도관에 산란관을 꽂고 표면에서 4~6mm 깊이 속에 1~4개의 알을 낳는다. 산란수는 70개 내외이며 알 기간은 10~12일이다. 유충기간이 매우 길어 10개월~2년이며 목재의 내부를 갉아 먹어 표면만 얇게 남긴다. 목재함수율이 16%내외인 목재를 주로 가해한다. 겨울에는 목재의 표면 가까이로 이동하여 유충으로 월동한다. 4~5월경에 타원형의 번데기를 만들 공간을 만들어 그 속에서 번데기가 되며, 번데기 기간은 8~12일이다.

(8) 표본벌레 *Ptinus fur* (Linnaeus)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Ptinidae(표본벌레과)

【영명】 White marked spider beetleBrown powder-post beetle

【분포】 전세계

【먹이】 건조한 동식물표본, 저장물, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 2.0~4.0mm 정도로 몸은 적갈색으로 거미와 비슷한 모양을 한다. 앞가슴 등판은 폭보다 길이가 길고, 중앙에는 검은 털로 된 세로선 1줄이 있으며, 양옆에는 밝은 색의 털이 밀생되어 있다. 앞날개의 짐작열은 긴 털이 뺨뺨히 있어 보이지 않는다. 주된 특징은 앞날개 양쪽 어깨부위와 앞날개 뒷부분에 흰 반점무늬가 1쌍씩 있다.

【생태】 알을 불규칙하게 낳고 유충은 실을 토해 고치 속에서 번데기가 된다. 성충과 유충은 잡식성이지만 집단적으로 발생되지 않기 때문에 큰 피해는 주지

않는다. 오래된 건물, 곡물가공품, 건조동식물표본에서 발견된다.

(9) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) *Tribolium castaneum* (Herbst)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Tenebrionidae(거저리과)

【영명】 Red flour beetle, Rust-red flour beetle

【분포】 전세계

【먹이】 쌀, 옥수수, 밀 등의 곡물류, 밀가루, 한약재 등

【형태】 성충은 몸길이가 3~4mm 정도로 길쭉하면서 납작하고, 밤빛 광택이 있는 적갈색이다. 더듬이는 끝 3마디가 매우 크게 되어 곤봉상을 이룬다. 앞날개에는 점각들이 가늘게 골지어 있다.

유충은 완전히 성장하면 6mm 내외 정도가 된다. 몸은 원통형으로 담황색이며, 머리는 황갈색이며, 배끝에는 황갈색을 띤 1쌍의 침상돌기가 있다.

알은 약 0.1mm 정도로 구형이며, 유백색을 띤다.

번데기는 3~4mm 정도로 유백색이다. 몸 전체는 가는 털이 밀생하며, 배 끝에는 1쌍의 긴 털이 있다.

【생태】 연간 수회 발생하고 암컷은 350~400개의 알을 곡립(곡식 알갱이) 사이에 점점이 낳으며 온도에 따라 다르나 7~10주 걸리고 유충은 서식하던 곡물 속에서 번데기가 된다. 습기가 많을 때 번식이 왕성하고 수명은 보통 1년 정도이지만 3년 이상 살 수도 있다. 월동은 주로 성충으로 하나 간혹 번데기로도 하며 생육 적온은 25~28℃이다. 밀가루에 많이 발생하는 해충으로 심하게 가해된 밀가루는 냄새가 나고 갈색으로 변하여 제빵용으로 쓸 수가 없다. 쌀이나 보리 등 온전한 형태의 곡립에는 거의 생육이 불가능하지만 밀도가 높아지면 성충이 가해한 후 생긴 가루분에 유충의 생육이 가능해진다. 유충의 발육은 먹이의 종류에 따라 현저히 다르며, 밀가루에서는 잘 발육되지만 옥수수나 쌀가루에서는 생육이 매우 지연된다.

(10) 어리쌀도둑거저리(거릿쌀도둑) *Tribolium confusum* Jacquelin du Val

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Tenebrionidae(거저리과)

【영명】 Confused flour beetle

【분포】 전세계

【먹이】 곡물 및 가공품, 밀가루, 한약재 등

【형태】 성충의 몸길이는 3~4mm 정도로 길죽하며 납작하고 몸은 적갈색으로 광택은 없다. 더듬이는 짧고 끝으로 갈수록 굵어지고 끝 3절은 곤봉형을 이룬다. 등은 둥글고 점각이 산재하며 날개는 점각으로된 골이 세로로 져있다. 거저리과와 유사하지만 겹눈사이가 넓고, 더듬이는 끝으로 갈수록 점점 커지며, 성충은 비행하지 않는다.

유충은 가늘고 긴 원통형으로 노숙유충의 경우 5~6mm 정도이다.

알은 유백색으로 지름이 긴 쪽이 0.7mm 정도이다.

번데기는 2~3mm로 담갈색이다.

【생태】 성충의 수명은 보통 300일 이상이며, 암컷은 350~450여 개의 알을 낳는다. 미국에서는 제분공장에서 가장 피해가 심한 곤충 중의 하나이다. 심하게 가해된 밀가루는 냄새가 나고 갈색으로 변하여 사용하기 곤란하게 만든다. 습기가 많을 시 번식이 왕성하며, 월동은 성충으로 하나 간혹 번데기로도 한다.

(11) 긴수염머리대장 *Cryptolestes pusillus* Schönherr

【이명】 *Laemophloeus minutus* Oliver

Laemophloeus pusillus (Schönherr)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Cucujidae(머리대장과)

【영명】 Flat grain beetle

【분포】 전세계

【먹이】 곡류, 저장물, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 2mm 내외로 몸은 편평하고 갈색~적갈색이다. 수컷의 더듬이는 몸 길이의 2/3정도이다. 앞가슴은 사가형 모양이며, 앞날개는 종으로 점각이 있으나 형태적으로 유사종이 6종이 알려져 있어 동정이 쉽지 않다.

유충이 자라면 3mm 정도되고, 몸은 유백색을 띤다. 배 끝에는 갈색의 돌기가 1쌍 있다.

【생태】 보통 곡물의 먼지나 싸라기에서 발견되며, 온전한 곡립에 대해서는 가해능력이 없는 것으로 조사되었다. 하지만 다른 해충의 가해에 의해 발열을 수반한 고온·다습 조건하에서는 유충이 배에 침입하여 성충까지 생육이 가능하다는 것이 밝혀졌다. 적당한 조건하에서 알에서 성충까지 약 5주가 소요되며, 여름철 평균 발육기간은 약 9주일 정도이다.

(12) 갈색머리대장 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)

【이명】 *Laemophloeus ferrugineus* (Stephens)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Cucujidae(머리대장과)

【영명】 Rusty-red beetle, Rusty grain beetle

【분포】 전세계

【먹이】 곡류, 곡물가루, 한약재 등

【형태】 성충의 몸길이는 1.5~2.0mm 정도로 몸 전체에 작은 점각이 있고, 광택이 있는 적갈색을 띤다. 모양은 납작하며 머리 부분은 앞가슴등판보다 약간 넓어 비교적 크며, 가장자리에 골이 없으며, 머리의 앞쪽 가장자리에 각각 한 줄의 오목한 함몰부가 있다. 앞날개는 황색을 띠며 바깥가장자리는 약간 둥근 형태이며, 끝은 잘린 모양이다. 등면에는 3~4줄의 얇은 세로골이 있다. 수컷의 더듬이는 암컷보다는 짧지만 긴 편으로 몸길이의 절반을 넘지 않는다.

유충은 몸 길이가 3.4mm 정도로 유백색이며, 자유롭게 움직일 수 있다.

알은 황백색이다.

【생태】 암컷은 곡물의 갈라진 틈에 100~400개의 알을 낳으며, 1세대의 기간은 기온에 따라 다르나 5~12주 정도이다. 성충과 유충 모두 곡립 내 외부로 가해하고 고온과 저온에서도 잘 견딘다. 성충은 번식력이 강하여 저장창고에서 무리를 지어 발생한다. 모든 곡류와 마른 과일, 빵, 약초 등에 서식하는 2차 해충이나 1차 해충으로 완전립을 가해하기도 하며 대량으로 번식 할 때에는 곡온을 부분적

으로 심하게 높일 가능성이 있다. 저장창고에 무리를 지어 발생하고 배아 부분을 주로 가해하기 때문에 종자나 양조용(맥주) 보리에 주로 피해가 크다.

(13) 창고애버섯벌레 *Typhaea stercorea* (Linnaeus)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Mycetophagidae(애버섯벌레과)

【영명】 Hairy fungus beetle

【분포】 전세계

【먹이】 저장곡물, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 2.5~3.0mm 정도이며, 녹색을 띠고 있다. 몸의 폭은 넓으며, 더듬이는 곤봉부는 3마디이고 강모가 나 있다. 앞날개는 점각열이 없지만 털이 줄지어 있어 점각열이 있는 것처럼 보인다.

유충은 백색에서 회갈색으로 작은 털과 긴 센털로 덮여 있고, 9째 배마디 끝에는 위로 솟은 꼬리돌기가 있다.

【생태】 여러 기주에서 서식하나 피해는 크지 않으며, 옥수수 속대와 썩은 낱알에 끌려 옥수수 포장에서 자주 발견된다. 곰팡이 군사를 먹고 살며, 창고 등에서도 발견된다.

(14) 인삼벌레(창고좀벌레) *Stegobium paniceum* Linnaeus

【이명】 *Sitodrepa paniceum* Linnaeus

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Anobiidae(권연벌레과, 빗살수염벌레과)

【영명】 Drugstore beetle

【분포】 전세계

【먹이】 잡식성으로 건조식물 및 가공품, 곡물, 과자, 마른과실, 한약재 등

【형태】 성충은 긴 타원형으로 몸길이가 2~4mm 정도이며, 몸 전체에 가는 털로 덮여 있다. 머리부위는 우산모양의 반구형으로 작고 아래로 향하고 있다. 더듬이

는 끝 부분의 3마디가 약간 길고 크게 팽대되어 있다. 앞가슴 등판 가운데에는 1개의 세로융기가 있고, 앞날개에는 홈 모양의 반점들이 세로방향으로 줄지어 있다.

유충은 적갈색~암갈색으로 성장하면 몸길이가 5mm 정도 된다. 머리는 담갈색이며 입과 배쪽부분을 제외하고는 거의 흰 굽벙이 형태이다. 몸 전체에 짧은 자모와 긴 자모가 많이 있다. 모든 배마디 등판에는 작은 가시들이 하나 또는 불명확한 좁은 띠 모양으로 있다.

【생태】 성충은 피해를 주지 않지만 유충은 잡식성이 매우 큰 것으로 수분함량이 6~15%인 건조한 기주를 가해한다. 특히 건삼도 용이하게 가해하기에 인삼벌레라 불려진다. 성충은 우화 후 1주일 정도 고치 안에서 지낸 후 고치를 탈출하여 생활을 한다. 암컷은 3주여 동안에 걸쳐 약 100여 개의 알을 한 개씩 또는 덩어리로 산란한다. 암컷은 성페로몬을 통하여 수컷을 유인하며, 암컷은 산란 후에도 3-5주 더 생존한다. 부화한 유충은 곡립 속으로 뚫고 들어가 고치를 짓고 번데기가 되거나 먹이의 표면 또는 용기의 바닥에 점착 물질을 분비하여 고치를 만들고 번데기가 된다. 이 과정에서 특이한 사항은 고치의 표면에 먹이 찌거기나 배설물이 부착되어 덩어리 모양이 되고, 이들이 서로 연결되어 피해가 노출된다. 약 3,300년 전 이집트의 왕의 무덤에서 성충의 사체가 발견되어 이집트 부근이 원산지가 아닌가 추정하고 있다.

(15) 권연벌레 *Lasioderma serricorne* (Fabricius)

【이명】 *Lasioderma testaceum* Duft

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Anobiidae(권연벌레과, 빗살수염벌레과)

【영명】 Cigarette beetle, Tobacco beetle

【분포】 전세계

【먹이】 잎담배 및 가공담배, 다양한 건조 동식물, 한약재 등

【형태】 성충의 몸길이는 2~4mm 정도이며, 긴 타원형으로 적갈색을 띄고 있다.

머리는 앞가슴쪽으로 구부러져 있고 더듬이는 2절로 톱니모양으로 각 마디의 크기가 거의 동일하다. 앞날개는 작은 얼룩모양이 있으나 뚜렷하지 않고, 황색의 짧은 털과 함께 광택이 있다.

유충은 유백색으로 3.5~4mm까지 자라며 몸은 통통한 원통형으로 활모양으로 배쪽으로 굽어있다. 입이 아랫 방향으로 향하고 있으며 공모양으로 약간 딱딱하게 되어 있다. 더듬이는 아주 작고 홀눈은 없다. 가슴다리는 몸에 비해 작고 가늘며, 끝은 갈색이다. 가슴과 복부의 마디는 불명료하며 복부의 측면에 있는 기문은 가락지 모양이다. 몸 전체는 부드러운 털로 덮혀 있으며 마디마다 주름이 많다.

번데기는 3mm 정도로 회갈색이며 납질물로 된 고치 속에서 있다.

알은 0.3mm 크기의 유백색이다

【생태】 담배의 중요 해충으로 일반명도 여기서 유래하였으며, 연 2~3회 발생한다. 암컷은 20~110여 개의 알을 1립씩 산란하고 성충의 수명은 10~45일 정도이다. 인삼벌레보다 저온내성은 약하며, 따뜻한 서식처에 보다 잘 적응되어 있다. 가해 곡립에서 고치를 형성하여 그 속에서 번데기가 된 후 5~1일 후 성충이 되며 한 세대는 8~13주이다.

(16) 쌀도둑(적) *Tenebroides mauritanicus* Linnaeus

【이명】 *Trogosita mauritanicus* Linnaeus

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Trogossitidae(쌀도적과)

【영명】 Cadelle, Bolting-cloth beetle

【분포】 전세계

【먹이】 쌀을 비롯한 모든 곡류와 사료, 밀가루, 과자류, 마른과실, 목재, 식품류, 한약재 등

【형태】 성충의 몸길이는 6~11mm 정도이며 긴 타원형으로 납작하다. 몸의 색은 광택이 있는 갈색~적갈색이며, 더듬이·다리·복부는 적갈색이다. 머리는 반원형으로 등면에 점으로 된 미세한 무늬가 산재하며, 오목하게 들어간 모양이다. 더

듬이는 몽둥이 모양이고, 아래윗턱이 잘 발달되어 있으며 등의 앞부분 좌우 모서리에 돌기가 머리쪽으로 나있다. 앞가슴은 반원형이며 앞가슴과 가운데가슴사이에는 매우 잘록하며, 몸의 끝부분은 점각이 별로 없고 매끈하다. 앞날개는 일곱줄의 점각줄이 뚜렷하게 세로로 줄지어 있으며, 간실은 폭이 넓으나 약간의 주름이 있고, 각각 두 줄의 약한 점각열이 있다.

유충은 회백색으로 성장하면 몸길이가 13~18mm 정도이고, 가늘고 길며 몸옆쪽에 약간 긴털을 가진다. 머리는 검고 약간 편평하며 앞쪽으로 좁아지며 후두는 검은 보호막으로 덮혀 있다. 꼬리끝에는 쌍으로 된 가시돌기가 있다. 더듬이는 3마디이며 둘째마디의 끝에 감각돌기가 있다.

알의 길이는 1.6mm 정도로 곤봉형이며, 자람에 따라 백색에서 유백색으로 변한다.

번데기는 몸길이가 6mm 정도로 황백색이며 배부분에 가는 털이 있다.

【생태】 성충과 유충이 광범위하게 저장곡물과 가공품 및 한약재를 가해하는 것으로 성충 또는 유충으로 월동하며 1년에 일회 발생한다. 유충의 피해가 심각하고 성충은 쌀바구미와 같은 다른 저곡해충을 포식하므로 다른 해충이 있다는 것을 나타내는 지표종이 되기도 한다. 성충은 수명이 길어 1년 이상 2년까지도 생존하며 대체로 이른봄에 알을 덩어리로 낳는다.

(17) 누룩바구미(술소바구미) *Araecerus fasciculatus* (de Geer)

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Anthribidae(소바구미과)

【영명】 Cocoa weevil, Coffee bean weevil

【분포】 전세계

【먹이】 옥수수, 커피, 코코아, 누룩, 마늘, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 3.5mm, 몸 넓이는 1.8mm 정도로 긴 타원형이며 적갈색 내지 흑갈색이다. 몸에는 황갈색의 털이 뺨뺨이 나 있다. 앞날개에는 8줄의 점으로 된 점각(줄무늬)이 있고, 군데군데 적자색의 작은 털이 나 있고 중앙에는 털이 없는 가는 종선이 있다. 주둥이는 짧고 겹눈은 흑갈색이다. 더듬이는 11절로

밑부의 두 마디가 굵고 끝 3마디는 흑색으로 부풀어 있다.

유충은 4~5mm 정도로 유백색이며, 가늘프게 보인다. 항상 초승달처럼 배쪽으로 몸을 구부리고 있는 전형적인 구더기 모양이다.

【생태】 1년에 3~4회 발생하고 1세대는 60일 정도이다. 성충은 우화 9일만에 교미하여 산란하며, 수명은 20여 일 정도이다. 야외에서 수확된 옥수수 종자 등에 묻어와 저장 중에도 계속 발육한다. 딱딱한 기주에 피해가 크지 않다. 유충은 누룩내부에 침식하여 터널형으로 구멍을 뚫어 표면에 탈출공이 생겨 상품가치를 떨어뜨린다. 강한 비행력을 지닌다

(18) 쌀바구미 *Sitophilus oryzae* (Linnaeus)

【이명】 *Calandra sasakii* Takahashi

Calandra oryzae Linnaeus

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Rhynchophoridae(왕바구미과)

【영명】 Rice weevil, Lesser rice weevil

【분포】 전세계

【먹이】 쌀, 보리, 옥수수, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 2.1~2.9mm로 적갈색이고, 앞가슴등판의 가장자리는 평행에 가깝다. 수컷의 주둥이는 뭉뚝하고 등이 거칠며 광택이 없으나 암컷의 주둥이는 가늘고 길며 등이 광택이 있다. 등위에는 밝은 적색 또는 누르스름한 4개의 반점이 있다. 앞가슴판 홈은 둥글고 서로 접해있으나, 중앙부에 홈은 없다.

【생태】 생육 적온은 대체로 28~29℃로 년 3-4회 발생한다. 암컷은 주로 곡립한 개에 1개씩 알을 배부분에 산란하는데 총 200~300개 정도이다. 부화된 유충은 곡립내부(내배유)에서 식해하고, 그 속에서 번데기가 되고 우화후 곡립 밖(과피)으로 나온다. 성충은 곡립과 곡립 가루 모두를 식해하지만, 유충은 곡물만 식해가 가능하다. 특히 피해받은 곡물은 2차적으로 곰팡이의 피해를 일으켜 발열을 일으킨다. 6~8월경에 피해가 가장 심하며, 쌀의 경우 상대습도 70%에서 함수율이 13.0%이하이면 비교적 안전하게 저장이 가능하다.

(19) 잠두콩바구미 *Bruchus rufimanus* Boheman

【이명】 *Laria rufimana* (Boheman)

Mylabris rufimanus Bohemana

【분류학적 위치】 Coleoptera(딱정벌레목) Bruchidae(콩바구미과)

【영명】 Broad bean weevil, Broad bean beetle

【분포】 전세계

【먹이】 잠두, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 4~5mm 가량이고 날개 뒤에 나와 있는 배의 끝부분은 흑색이며 흰가루로 얇게 덮혀 있다. 머리에는 회색~황백색의 짧은 털로 덮혀 있고 정수리 또는 이마는 약간 튀어 나온 형상을 띠기도 하고 머리판은 편평해서 이마와 확실히 구분된다. 눈은 크게 돌출되어 있고 측각의 기부 2절은 원통형이며 이어진 2절은 다소 편평하면서 약간 앞 방향의 폭이 넓고 끝마디는 무디게 되어 있다. 등에는 총총하면서 거칠게 흠이 파져 있으며 회황~회갈색 털이 많이 나 있다. 중앙 좌우에는 각1개씩의 예민한 톱니 모양의 돌기가 나 있고 이 돌기에는 백색의 짧은 털로 된 무늬가 있다. 배의 끝부분과 몸 밑부분의 다리는 회백~회황색 털로 덮혀 있다.

유충의 몸길이는 5~6mm 정도이며 유백색이다. 머리에 위쪽 방향으로 담갈색 무늬가 있다.

알은 타원형으로 긴 쪽의 길이가 0.6mm 정도이며 등황색이다. 백색의 아교질로 기주에 붙어 있다.

번데기는 등황색 내지 갈색으로 길이는 6mm 가량이다.

【생태】 년 1회 발생하고 성충으로 월동하며 3월 하순경부터 활동하기 시작하여 5월 상순에 최대 발생기를 이루고 5~6월경 꼬투리에 산란한다. 휴면으로 월동한 성충은 화분이나 꿀을 먹고 성숙한다. 산란기간은 10일 내외이며 유충기는 70여 일이고 7월 중순에 번데기가 된다. 성충은 우화한 후 대부분이 곡립에서 나와 창고 안에서 월동하지만 곡립 속에서 그대로 월동하는 것도 있다. 야외 콩밭의 중요 해충으로 알려져 있지만, 완두콩바구미처럼 수확된 미숙한 푸른 콩에서

유충이 발견되며, 완숙한 저장 강낭콩에서 성충이 우화되는 경우도 있다. 그밖에 맥주안주 등으로 인용되는 기름에 튀긴 콩 안에서도 하나씩 다수의 죽은 성충이 나타나 불쾌감을 주기도 한다. 유충이 포장(圃場)에서 꼬투리 속을 먹어 들어가 피해를 주기도 하며 수확 후 창고 안에서도 두류에 구멍을 뚫어서 발아력과 상품가치를 저하시킨다.

(20) 줄알락명나방 *Cadra cautella* (Walker)

【이명】 *Ephestia cautella* Zeller

Ephestia passulella Barrett

Cryptoblabes formosella Wileman

Cadra depectella Walker

Pempelia cautella Walker

【분류학적 위치】 Lepidoptera(나비목) Pyralidae(명나방과)

【영명】 Almond moth, Dried currant moth

【분포】 전세계

【먹이】 저장곡물, 마른과실, 곡물가루, 면실박, 한약재 등

【형태】 성충의 몸길이는 7~8mm 정도이고 날개를 편 길이는 16~20mm 정도로 회백색을 띠고 있다. 겹눈은 흑색이고, 더듬이는 회색이다. 앞날개 중앙쯤에 1개의 흰색의 띠가 있으며, 이 띠로부터 날개 끝 쪽으로 짙은 회색을 보인다. 뒷날개는 회백색으로 반투명하다.

유충은 성장하였을 시 10~13mm 정도로, 몸은 유백색으로 담황색을 나타내고 있다. 몸은 통통하고 배면은 불그스름하고 선홍색의 가는 털(미모)이 있고, 가장 눈에 띄는 어두운 곳은 머리의 뒤쪽 옆가장자리이다.

알은 0.5mm 정도로 구형이며, 유백색이다.

번데기는 6~7mm 정도로 통통하고 황갈색이며 얇은 고치 속에 들어 있다.

【생태】 년 3~4회 발생하고 유충으로 월동하며 봄에 번데기가 된다. 발생시기는 1화기의 경우 5~6월, 2화기는 7~8월, 3화기는 9~10월 경이다. 성충은 밤 특

히 9~10시경에 활발히 활동하며, 알은 공중 투하식으로 기주에 1립씩 산란하며, 전체적으로 70~80개를 산란한다. 알의 기간은 8일 정도이다. 부화유충은 실을 토하며 곡립을 합철하고, 곡분의 경우에는 가루가 실 때문에 뭉쳐지고 얇은 막이 형성된다. 때문에 실을 토한 것에 대한 오염피해가 크다. 유충의 식성은 다식성이며 활발하다.

(21) 차색알락명나방(다색알락명나방)

【이명】 *Phycis semirufa* Haworth

Tinea elutella Hübner

Phycis elutella Treitschke

Ephestia roxburghis Staudinger et Rebel

【분류학적 위치】 Lepidoptera(나비목) Pyralidae(명나방과)

【영명】 Tobacco moth, Cacao-bean moth

【분포】 전세계

【먹이】 곡물, 건조 과일, 건조채소, 엽연초, 과자류, 빵류, 한약재 등

【형태】 성충의 몸 길이는 6~8mm이며, 날개를 편 길이는 13.5~16mm이다. 줄알락명나방과 비슷하며, 회갈색이나 변이가 심한 나방이다. 더듬이는 짧고, 앞날개가 가는 편으로 기부는 회갈색이고 그 다음은 얇은 회백색, 중앙부터 바깥쪽은 짙은 회갈색이다. 뒷날개 연모도 날개색과 비슷하다.

유충은 성장하면 몸길이가 11~12mm 정도이다. 머리는 적갈색이고 몸은 담황색이다. 마디마다 등면에 4개의 반점이 있으며 여기에 털이 나 있다. 앞가슴 경피판은 짙은 갈색이며, 맨 끝마디의 밑판은 담갈색이다. 3~8째 배마디의 발톱배열은 넓게 한 쪽이 열린 모양이며, 발톱의 배열이 두 종류로 되어 있다.

번데기는 가름하고 담갈색이며, 몸길이는 7mm 가량이다.

알은 구형이며 표면에 과립상의 융기가 있고, 황백색이다.

【생태】 1년에 2~3회 발생하지만, 중부지방의 경우 2회 발생한다. 일반적으로 유충으로 월동하지만 일부는 번데기로도 월동한다. 번데기로의 월동은 곡물에 섞

여서 또는 포장물 사이에서 때로는 창고 안의 재목 속에 구멍을 뚫고 들어가 얇은 고치를 만들고 월동한다. 이듬해 4~5월에 대부분의 월동 유충이 번데기가 되며 5~6월에 1회 성충이 우화하고, 40~50일 후인 7~8월에 제 2회 성충이 우화한다. 그러나 1회 유충의 발육이 고르지 못하여 9월에 가서 우화하는 것도 있다. 제 2회 유충은 노숙하면 9~10월경부터 포장물 밖으로 기어 나와 월동한다. 유충 1마리는 50립 이상의 현미를 가해한다. 유충기간은 30~45일 정도이고, 월동유충은 200~250일 정도 산다.

(22) 화랑곡나방 *Plodia interpunctella* (Hübner)

【이명】 *Euclta interpunctalis* Hübner

Tinea inferpunctella Hübner

Tinea zaeae Fitsh

Plusia interpunctella (Hübner)

【분류학적 위치】 Lepidoptera(나비목) Pyralidae(명나방과)

【영명】 Indian meal moth

【분포】 전세계

【먹이】 저장곡물, 견과물, 곡분, 건조채소, 한약재 등곡

【형태】 성충의 몸길이는 6~10mm 정도로 날개를 편 길이는 13~20mm로 날개를 지붕모양으로 접는다. 몸길이는 먹이에 따라 몸의 크기가 달라지는데 마른 과실이나 콩을 먹은 것은 몸이 크고, 쌀·현미 등을 먹은 것은 비교적 작는데 한약재를 먹은 것도 큰 편이다. 앞날개의 기부에서 중앙부까지는 미소한 검은 점이 산재하는 회백색이며, 나머지 부분은 회갈색~적갈색이다. 뒷날개는 회백색이다. 위에서 볼 때 앞얼굴부위가 원추상으로 돌출되어 있는 것과 아랫입술수염이 앞쪽으로 나와있는 것이 특징이다. 머리부분은 회갈색이고 배부분은 회백색, 그리고 겹눈은 적갈색이다.

유충은 몸집에 비해 길이가 적은 원통형으로 성장 시 몸길이가 9~15mm 내외이다. 머리는 황갈~적갈색이며, 몸은 담황색이다. 일반적인 식별법으로 유충은

어떤 먹이를 먹어도 암적색 알갱이의 배설물을 분비함으로 이것으로 분별하면 간편하다. 또한 성장과 함께 많은 실을 토하고, 발생밀도가 높은 경우에는 실로 먹이를 서로 철하는 것 외에도 먹이 전체에 고치를 지은 것 같은 상태로 실을 토한다. 이 특징을 토하여 쉽게 구별된다. 암컷이 될 유충은 몸이 비대하므로 머리가 작아 보이고, 수컷이 될 유충은 제8마디의 배면 중앙에 담갈색의 반점이 생긴다.

번데기는 몸길이가 9mm 내외로 초기에는 등황색이나 담갈~황갈색으로 변하고, 가늘고 길며 얇은 고치속에 있다.

알은 0.3~0.6mm의 납작한 타원형으로 유백~회백색이다.

【생태】 창고, 싸이로, 정미소, 식품가공공장, 가정 등에 서식하고 저장곡물을 비롯하여 곡물가루, 과자류, 한약재 등 많은 종류에 발생한다. 저장해충 중에서 발생빈도가 높은 곤충 중의 하나이다. 식품 포장에는 성충이 침입할 틈이 없지만 주변의 산란된 알에서 부화한 유충이 포장재료를 먹어 구멍을 내어 침입하여 그 속에서 성장하는 경우도 있다. 1년에 2회 발생하는 것이 보통이지만, 3회 발생하는 경우도 있다. 발생이 불규칙하여 항상 각 층대를 볼 수 있다. 성충의 수명은 평균 12일 정도이지만 여름에는 짧고 9월에 발생한 것은 길다. 성충은 어두운 곳을 좋아하며, 낮에는 쉬고 밤에만 나와 활동하는데 오후 9~11시가 활동 최성기이며, 우화한 후 1~3일에 교미한다. 암컷은 우화한 후 2~3일 후부터 배 끝을 위로 치켜드는 성질이 있다. 교미 1-2일 후에 알을 낳기 시작하는데, 첫날의 산란수가 가장 많고, 6-10일 동안에 평균 160개의 알을 낳는다. 저장물의 가마니 위에 낳은 알은 3-7일 후에 부화하며, 유충은 4-6회 탈피한다. 유충은 실을 토하여 쌀알을 철하고 그 안에서 배를 먼저 먹은 다음 바깥쪽을 갉아먹는다. 다 자라면 반드시 곡립에서 밖으로 나와 실을 토하여 얇은 막을 만들어 고치를 만든 후 며칠 내에 번데기가 된다. 이 해충이 크게 발생하면 창고내의 가마니 걸부분이 얇은 막으로 덮이고, 그 밑에서 유충이 활동하는 것을 볼 수 있다. 매우 건조한 먹이를 식해할 수 있으며, 유충의 기생과 더불어 발열을 통하여 저장곡물을 변질시키므로 피해가 매우 심하다.

(23) 밀가루줄명나방 *Pyralis farinalis* Linnaeus

【분류학적 위치】 Lepidoptera(나비목) Pyralidae(명나방과)

【영명】 Meal snout-moth, Meal moth

【분포】 전세계

【먹이】 쌀, 현미, 잡곡 같은 저장곡물, 과자류, 녹말 한약재 등

【형태】 성충은 8~12mm 정도이고 날개를 편 길이는 27mm 내외이다. 몸 전체가 다갈색으로 보이지만, 머리는 담갈색, 가슴은 보라갈색, 복부는 다갈색이다. 앞날개의 기부와 바깥 가장자리 및 날개 끝이 갈색이고, 중앙은 황갈색으로 되어 있으며 이들 3부분은 백색 선으로 구분되어 있다. 앞 뒤 날개의 바깥 끝 부위에 암갈색의 반점이 줄지어 있다.

유충은 몸길이가 14~15mm이고, 머리가 황갈색이며, 몸은 유백색으로 마디에 일정한 작은 점과 털이 있다.

번데기는 10~12mm이고 갈색이며, 알은 백색~연갈색이다.

【생태】 1년에 2회 발생하고, 노숙유충으로 월동하지만 어린 유충으로도 월동한다. 부화유충은 먹이를 실로 철하며, 긴 관 모양의 집을 짓고 그 속에서 가해하다가, 노숙유충이 되면 집에서 나와 고치를 짓고 번데기가 된다. 또한 유충은 곡물의 배아를 먼저 먹고 외피를 갉아먹어 현미의 경우 백미상태의 모양을 만들기도 한다. 한점쌀명나방보다 엉성하게 곡립을 합철하여 덩어리로 만들며, 거기에 하얀 배설물을 붙여놓아 주위를 둘러치고 그 속에서 가해한다.

(24) 가루민다드미벌레 *Trogoderma* sp.

【분류학적 위치】 Psocoptera(다듬이벌레목) Trogiidae(가루민다듬이벌레과)

【분포】 전세계

【먹이】 곡류, 건과, 동식물표본, 저장식품, 한약재 등

【형태】 성충은 1.5~3mm의 타원형이며, 털로 덮혀있고 암컷은 더 크다. 보통 검은색을 띠고 있으며, 유충은 황갈색이며 긴 털로 덮혀 있다. 각 마디의 뒷부분에

두 다발의 치밀한 검은 털이 나있다.

【생태】 좋은 조건하에서는 산란에서 성충이 되기까지 25~30일이 걸린다. 알은 한번에 50~100개씩 낳는다. 유충은 아무 것도 먹지 않고도 몇 달을 살 수 있다. 유충은 처음에는 곡물의 배를 먹고 나중에 내배유를 먹는다. 유충의 hastisetae 털몽치(한 쌍의 다발로 된 치밀한 검은 털) 다른 털 그리고 용화된 껍질은 알레르기 일으킬 뿐아니라 눈을 자극하여 아프게 한다.

(25) 가루응애 *Acarus siro* Linnaeus

【분류학적 위치】 Acarina(응애목) Acaridae(가루응애과)

【영명】 Grain mite, Flour mite

【분포】 전세계

【먹이】 저장곡물, 곡분, 사료, 마른과실, 한약재 등

【형태】 성충은 유백색으로 몸길이가 0.4~0.5mm로서 매우 작기 때문에 발견되기 어렵고, 피해가 심해졌을 때 발견된다. 몸은 흡에 의해서 전지절과 후절로 명백히 구분되어 있으며 전지절에는 3쌍의 털이 나 있는데 제 1 쌍은 몸의 앞 끝 근방에 있고 제 2~3쌍은 제 1쌍과 멀리 떨어져 전지절의 뒷 끝부분에 거의 한 줄로 나 있다. 제 2쌍의 털은 제 3쌍의 털보다 약간 길다. 후절에는 10쌍의 털이 있다. 다리는 연보라색이고 성충은 4쌍, 유충은 3쌍을 가지고 있으며 유충의 크기는 0.15mm이다. 모양은 대체로 구형이며 다리가 4쌍이며, 촉각이 없고 날개도 없다. 유충기에는 다리가 3쌍이지만, 성충이 되기 앞서 다리가 4쌍이 달린 두 단계의 약충과정을 거친다.

【생태】 응애의 대량 발생은 높은 습도를 필요로 하며 특히 장마철에 많이 발생한다. 온도 23℃ 상대습도 87%가 최적 환경이며, 이 때 9~11일에 생활환이 완료된다. 알은 한 번에 400~500개씩 낳는다. 몸이 희고 6개의 다리를 가진 유충은 길이가 0.15mm로 2주일 내에 성충으로 되서 앞서 다리가 여럿게 달린 두 단계의 약충을 과정을 거친다. 간혹 두 단계의 약충기간사이에 기간이 길고 저항력이 강한 이른바 휴면형의 단계를 거치기도 한다. 즉 환경이 부적당할 때는 휴면형이

생기는데 건조 상태에서 7개월 정도나 견딜 수 있으며 또한 보통 형보다 저온에 견디는 힘이 강하다. 휴면형은 대개 활동하지 않지만 때로는 활동성 휴면형이 생기는 수도 있다. 충식에 의한 피해뿐만 아니라 피해 곡립에 의한 악취와 급속한 변질을 초래하기도 하고 곡물의 경우에는 주로 상처를 입은 곡물을 가해하는데 종피를 뚫거나 배아를 가해하므로 발아력이 상실되고 영양가가 감소되며 대량 발생 시에는 탈피각과 배설물로 말미암아 곰팡이 냄새를 풍기게 되므로 상품 가치가 저하된다. 전분질을 먹고 살며 곡분의 경우에는 표면에서 10cm 깊이 이내에 서 발견된다. 가루응애는 각종 곤충 및 다른 응애류에 붙어서 전파되기도 한다. 가루응애은 과습 상태에서 대량 발생하는 집단으로 나타나고, 보관창고에서는 습한 공기의 유동이 적은 바닥이나 포장재에 발생되기도 한다. 1차 해충 발생 후 고온 다습하에서 2차적으로 발생하여 저장물에 대한 부패를 유발하기도 한다. 곡물에 발생하는 어떤 응애는 사람에게 발진이나 가려움증을 일으킨다.

5. 저장한약재 해충의 과(Family) 검색표(key)와 검색그림(pictorial key)

(1) 딱정벌레목目

1. 머리는 주둥이 쪽으로 돌출해 있지 않다. 목주름(gular sutures)는 연장되지 않았다. 목주름이 이중으로 있다2

머리는 일반적으로 주둥이 쪽으로 돌출해 있다. 목주름은 유합되어 있거나 없다.13

2. 제 1 복절은 뒷다리기절에 의해 나누어진다(그림 1)
 Carabidae(딱정벌레과)

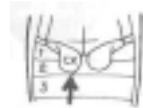


그림 1

제 1 복절은 뒷다리기절에 의해 나누어지지 않는다.3

3. 팔각소리내는 기작이 있다(앞배판의 가시돌기가 가운데 배판에 끼여 있다)(그림 2) Elateridae(방아벌레과) . . .



그림 2

팔각소리내는 기작이 없다.4

4. 복판 1-2절은 유합되었다. 몸은 금속광택을 나타낸다(그림 3).
 Buprestidae(비단벌레과)

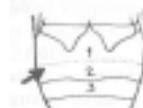


그림 3

복판1-2절은 유합되지 않았다. 몸은 일반적으로 금속광택이 아니다.5

5. 뒷다리기절은 퇴절을 수용할 수 있게 부풀어있고 홈이 있다.6
 뒷다리기절은 퇴절을 수용할 수 있게 부풀어있지 않고 홈이 없다.7

6. 머리를 몸 위에서 볼 수 없다. 앞다리 기절홈(coxal cavity)은 뒤쪽으로 개방되었다(그림 4). Dermestidae(수수렁이과)



그림 4

머리를 몸 위에서 볼 수 있다. 앞다리 기절 홈은 뒤쪽으로 폐쇄되어 있다(그림 5). Byturidae(쭈시기불이과)



그림 5

7. 부절은 대략 3절로 되어 있다(세번째는 매우 작고 4번째 기부에 유합되어 있다). 몸은 반구체이다(그림 6). Coccinellidae(무당벌레과)



그림 6

부절은 3절로 이루어져 있지 않다. 몸은 거의 반구체가 아니다.8

8. 몸은 매우 납작하고 좁다(그림 7). Cucujidae(머리대장과)
 몸은 납작하지 않고 좁지 않다. 9



그림 7

9. 부절은 5-5-4식이다(그림 8). Tenebrionidae(거저리과) .
 부절은 5-5-4식이 아니다. 10



그림 8

10. 클립을 가진 더듬이는 잎모양(Lamellate)이다. 이동할 수 있는 판으로부터
 형성되어 있다(그림 9). Scarabaeidae(풍뎅이과)
 클립을 가지지 않는 더듬이는 움직일 수 있는 판으로부터 형성되었다. 11



그림 9

11. 초시는 짧아 배끝부분이 노출되어 있다. 앞등판(pronotum)은 크게 앞으로
 좁아졌다(그림 10) Bruchidae(콩바구미과)
 초시는 짧지 않고, 앞등판은 일반적으로 앞으로 좁아져 있지 않다. . . 12



그림 10

12. 더듬이는 몸 길이의 1/2를 넘지 못한다. 일반적으로 작고, 둥글고, 밝은색이
 다. Chrysomelidae(잎벌레과)

더듬이는 몸길이의 최소한 1/2 이거나 길다. 작은 것에서부터 큰 것, 긴 것, 색의
 패턴이 있거나 없다.

. Cerambycidae(하늘소과)

13. 머리는 주둥이쪽으로 뺨어 있다. 다양한 모양의 크고 작은 것들이 있다(그림
 11). Curculionidae(바구미과)



그림 11

머리는 위와 같지 않고, 몸 길이의 1/3 보다 적고 원통형이다(그림 12).

. Scolytidae(나무좀과)



그림 12

14. 머리는 위에서 보이지 않는다. 앞가슴등판의 옆은 완전한 가장자리를 만들지
 않는다. 뒷다리의 부절은 경절보다 길거나 같으며 앞가슴등판은 앞이 절단되었거
 나 움푹 들어갔다. Scolytidae(나무좀과)

(2) 다듬이벌레목

1mm 가량으로 매우 작으며, 이처럼 생겼다. 곡물을 손상시키는 종은 보통 날개가 없다. 불완전변태를 하기 때문에 어릴 때는 약충으로서 성충과 비슷한 모양을 하고 있다(그림 13).

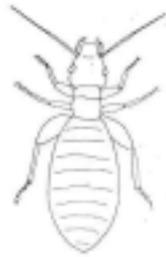


그림 13

(3) 나비목

날개가 있고 잘 발달되었다. 앞, 뒷날개의 세맥과 모양은 비슷하지 않다. 뒷날개의 시맥은 갈래지지 않았고 시수가 없으며, 앞,뒤날개는 시구(frenulum)나 뒷날개의 연장된 편각(humeral angle)에 의해 합쳐져 있다. 입은 돌돌 말린 주둥이 모양이다. 촉각은 여러 형태이지만 끝이 흑모양이 아니다. 만약 촉각이 막대모양이면 시구가 있으며 홑눈은 있거나 없다.

날개는 완전하거나 단지 앞날개만이 약간 균열되었다. 날개는 전부 인편으로 되었지만 만약 인편으로 되지 않은 곳이 있다면 앞날개는 사다리형이고 날개에는 센털이 없다. 뒷날개는 연모보다 넓으며 앞날개보다 폭이 넓고 바늘모양이 아니다. 경절센털은 다양하며 때때로 짧거나 없다. 뒷날개에 3개의 A시맥이 있다.



..... Pyralidae(명나방과)

(4) 응애目

모양은 대체로 구형이며, 성충은 다리가 8개이며, 촉각과 날개가 없다. 유충기(larval stage)에는 다리가 6개이고, 약충기(nymphal stage)에는 다리가 8개이다(그림 15).



그림 15

6. 저장한액제 해충의 종(species) 검색표(key)와 검색그림(pictorial key)

1. 앞가슴등판(pronotum) 가장자리에 돌기가13
 앞가슴등판 옆가장자리에 돌기가 없다. 2
2. 머리는 앞가슴 등판 보다 좁다. 3
 머리는 앞가슴등판보다 약간 넓으며, 몸길이는 2mm 내외이다.12
3. 성충의 길이가 약 2.4~4.5mm 정도이고, 머리 부분에는 긴 주둥이가 있다. 4
 성충의 길이가 6mm 이하이며, 머리 부분에는 긴 주둥이가 없다. 5
4. 성충의 몸길이는 2.1~2.9mm(평균 2.3mm)이며, 담갈색~갈색이다. 각각의 앞날개에 소형의 2개의 반문이 뚜렷이 있다. 앞가슴등판 홈(접각)은 둥글고 서로 접해있다. 앞가슴등판 중앙부에는 홈이 없다. 앞가슴등판 양쪽 가장자리는 평행에 가깝다. 촉각 제 3절의 길이는 폭과 거의 같다. 일부가 날 수 있다. 쌀바구미(그림 1)
- 성충의 몸길이는 2.3~3.5mm(평균 2.8mm)이며, 갈색~농갈색이다. 각각의 앞날개에 대형의 반문이 불명료하게 있다. 앞가슴등판 홈은 중앙부에 산재한다. 앞가슴등판 양쪽 가장자리는 앞쪽을 향하여 좁아진다. 촉각 제 3절은 길이가 폭보다 길다. 잘 날 수 있다.
 어리쌀바구미(그림 2)
- 성충의 몸길이는 3~4mm(평균 3.5mm)이며, 선명한 적갈색 또는 검은색이다. 각각의 앞날개에는 전혀 무늬(반문)가 없다. 앞가슴등판 홈은 타원형이고, 세로로 잘 발달되어 있다. 쌀바구미보다 홈 간격이 넓으나, 수는 많지 않다. 날 수 있는 날개가 없다.
 그라나리아바구미(그림 3)



그림 1



그림 2



그림 3

5. 성충의 몸길이는 3~4mm 정도이며, 적갈색이다. 6
 성충의 몸길이는 3~20mm 정도로 큰 편이며, 검은색을 띠고 있다.11

6. 머리는 위에서 볼 수 있다. 7
 머리는 위에서 볼 수 없으며, 앞가슴등판아래 숨겨져 있다. 성충의 몸길이는 3mm 이하이다. 8

7. 겹눈사이는 좁고 더듬이 끝 3마디가 대단히 크게되어 곤봉상을 이룬다. 앞날개에는 가는 점각열이 있다. 밝은 장소에서 잘 비행한다. 거릿살도둑거저리(그림 4-1)
 겹눈사이가 넓고, 더듬이는 끝으로 갈수록 점점 커진다. 비행하지 않는다.
 어리살도둑거저리(그림 4-2)



그림 4-1

그림 4

그림 4-2

8. 장타원 형으로 폭이 9
 위의 특징과 같지 않다. 등판의 앞가장자리는 원형에 가깝게 둥글다. 10
 앞날개에는 미소한 점각열이 있으나 명료한 세로 점각열이 아니며, 황색의 짧은 털이 많고 광택을 띤다. 더듬이는 실모양으로 비교적 길고 각 마디의 크기가 거의 동일하며, 팽대되어 있지 않다.
 권연벌레

앞날개에는 명료한 세로점각열이 있으며, 몸전체에 회황색 털로 뽁뽁하게 덮혀 있다. 앞가슴등판 중앙에는 1개의 세로융기가 있다. 더듬이는 곤봉상으로 꺾적모양으로 끝의 3마디가 길고 크게 팽대되어 있다.
 인삼벌레

9. 더듬이는 10마디로 끝 3마디만 강하게 안쪽으로 확장되어 있다. 앞가슴은 곱추모양으로 부풀고, 등판의 앞가장자리는 원형에 가깝게 둥글고, 앞쪽부분에 동심원상으로 작은 이빨모양돌기가 있다. 앞날개에는 여러줄의 작은 점각열이 나있고, 바깥쪽 가장자리의 뒤쪽에 황갈색의 잔털이 나 있다. 복면에는 담갈색의 잔털이 덮혀있고, 복부 끝마디는 직선상이다.
 가루개나무좀(그림 5)



그림 5

10. 더듬이는 11마디로 곧봉상이며, 끝 2마디가 팽대되어 있다. 앞가슴등판은 거의 사각형이나 앞쪽 면은 강하게 등그스럼하고 양쪽가장자리는 평행하다. 표면에는 작은 점각이 뺨뺨히 있고, 중앙이 얇고 약간 넓은 세로 함몰부가 있다. 앞날개에는 6줄의 작은 점각열과 4줄의 편평한 세로 융기선이 있으나 뚜렷하지 않다. 전체적으로 금색 또는 황갈색의 잔털로 덮혀있고, 머리는 점각이 뺨뺨히 있고, 액면은 볼록하나 얼굴과 두순은 깊은 가로골로 구분되어 있다.

..... 넓적나무좀

11. 장타원형으로 납작하며, 몸길이는 10mm 정도이고 너비는 3mm 정도이다. 몸 색은 광택이 있는 갈색에서 적갈색이며, 더듬이·다리·복부는 적갈색이다. 앞가슴은 반원형이며, 앞가슴과 가운데가슴 사이는 강하게 잘록하다. 앞날개에는 뚜렷한 7줄의 점각골이 세로로 줄지어 나 있다. 더듬이는 봉둥이 모양이며, 다리는 몸에 비해 가늘고 작다.

..... 쌀도적(그림 6)



그림 6

12. 몸 전체에 미세한 점각이 있고 광택이 있는 적갈색이며, 앞날개는 황갈색을 띤다. 머리 앞쪽 양쪽가장자리에 각각 한 줄의 오목한 함몰부가 있다. 앞가슴등판은 사다리꼴로 앞가장자리 부분이 넓고, 뒤쪽으로 가면서 좁아지며, 바깥가장자리에 평행한 1줄의 세로골이 있다. 앞날개바깥가장자리는 약간 둥글며, 앞날개 끝은 잘린 모양이다. 수컷 더듬이는 몸길이의 절반을 넘지 않는다.

..... 갈색머리대장(그림 7)



그림 7

위와 모양이 비슷한데, 수컷의 더듬이가 몸길이의 2/3정도 된다.

..... 긴수염머리대장

13. 앞가슴등판 옆가장자리에 6개의 현저한 톱니가 있다. 약 3mm 정도이며 납작하다. 눈이 크고 그 길이가 눈 바로 뒤쪽의 돌출부 길이의 1.2~2.2배 정도이다. 눈 뒤의 돌출부가 둥근형이다.

..... 머리대장가는납작벌레(그림 9-1)

위와 유사하지만 돌출부 길이가 3~5.5배 정도와 머리 뒤의 돌출부가 삼각형모양이 차이가 있다.

..... *Oryzaephilus mercator*(그림 9-2)

앞가슴등판 앞쪽가장 모서리에 1개의 크고 무딘 돌기가 나 있다. 옆가장자리에는 돌기가 없고, 뒤쪽 모서리는 약간 돌출되었다. 앞날개는 볼록하고 점각열이 뚜렷하다.

..... 쌀머리대장



그림 9



그림 9-1 그림 9-2

14.

머리를 몸 위에서 볼 수 없다. 앞다리 기절홈(coxal cavity)은 뒤쪽으로 개방되었다(그림 4) : Dermestidae(수수렁이과)

- ① 머리에 홑눈이 없고 입은 숨겨져 있지 않다. 암검은수수렁이
- 머리에 홑눈이 있다. ②
- ② 입은 숨겨져 있지 않다. 앞다리의 기절은 강하게 돌출하였다. 애수수렁이
- 입은 앞가슴배판 혹은 앞다리기절과 전절에 의해 숨겨져 있다. ③
- ③ 앞가슴배판은 수평이며 뒷다리기절은 몸의 옆 가장자리까지 달하지 않는다. 몸에 털 혹은 인편이 있다. ④
- ④ 몸은 길고 뒷다리의 기절은 좌우로 연속되었고 몸의 배면에 누워진 털이 있다. 별수수렁이(그림 10)



그림 10

① 성충은 길이가 6~9mm 정도이다. 다갈색으로 앞날개의 밑부에서 중앙까지는 황회색이고 미소한 흑색 점이 산재하며 나머지 부분은 회갈색~적갈색이다. 뒷날개는 회백색이다.

..... 화랑곡나방(그림 14).....

② 성충의 길이가 7mm 정도이고, 겹눈은 흑색이고, 더듬이는 회색이다. 날개는 가는 편으로 앞날개의 외반부는 농회색이며 뒷날개는 회백색으로 반투명하다. 앞날개 중앙에는 가느다란 백색의 가로선이 있으며 그림 14 여기서부터 날개 끝쪽으로는 짙은 회색이다.

..... 줄알락명나방.....

③ 성충의 길이는 6mm 정도이고, 줄알락명나방과 비슷한 회갈색이다. 더듬이가 짧고 앞날개가 가늘며 밑부는 회색, 그 다음은 담회백색, 중앙부터 바깥쪽은 농회갈색이다.

..... 차색알락명나방.....

④ 성충은 길이가 8~10mm 정도이고, 전체가 자갈색이다. 앞날개의 밑부와 외연에 뚜렷하고 진한 자갈색의 반문이 있다. 밀가루줄명나방.....

7. 한약재의 피해에 따른 저장해충 검색방법

저장한약재 피해 상황과 곤충의 형태에 따른 검색방법은 아래와 같다.

1. 저장된 한약재 위에 흰거미줄이 쳐있고, 거미줄 주위에는 시체·배설물·유충의 탈피각·고치와 같은 이물질이 붙어 있다. 특히 거미줄과 한약재 위에 흰 곤충의 알들이 많이 보인다. 한약재들과 함께 묻혀진 거미줄을 벗겨보면 그 속에 황백색의 약간 긴 유충이 보인다. 또한 주변에는 갈색의 작은 나방이 날아다니기도 한다. 명나방과(Pyralidae).....

2. 한약재의 표피에 외부에서 파고 들어간 벌레 구멍과 갉아먹은 흔적이 있고, 외부에는 가루가 나와 있거나 조각난 부분이 많다. 주로 건조된 목질부에 해당되는 부위에서 주로 발견된다.

..... 개나무좀과(Bostrichidae).....

3. 한약재 내부 또는 곡립 내부에서 가해 서식하는데 외부에서는 보이지 않는다. 발생이 많을 경우 구멍을 뚫고 나온 벌레 구멍이 보이며, 돌아 다니는 곤충의 주둥이가 앞으로 돌출되어 있다. 주둥이가 뚱뚱하고 안테나 끝 3마디가 길게 신장됐고 초시 위에 반점이 산재되어 있다

..... 왕바구미과(Rhynchophoridae).....

4. 대체로 온전한 저장물에서는 발견되지 않고, 습기가 많은 곳에서 발견된다. 일반적으로 다소 변질되기 시작하거나 썩거나 부패하는것에서 발견되는 것.

.....밀빠진벌레과(Nitidulidae).....

5. 한약재 표피가 긁힌 것 같은 피해와 얇게 갈아 먹은 흔적이 있다. 수분이 많고 건조가 덜 된 것과 지저분한 것에서 자주 발견된다. 유충은 꼬리 부위에 털다발이 있다.

.....수시렁이과(Dermestidae).....

6. 특히 목재부에 구멍을 뚫어 놓기도 하며, 이를 가해한다. 유충의 머리는 검정색이며 머리 위에는 흑색등판이 있으며 복부의 뒷부분에는 두 개의 뿔이 나 있다.

.....거저리과(Tenebrionidae).....

7. 대부분 한약재에서 발견되며, 특히 가루가 많은 곳에서 발견된다. 발생 빈도와 발견 빈도가 가장 높다. 활발히 움직이며 크기와 모양은 다양하다.

(1) 머리가 위에서 안보인다.1),2)

1) 성충은 긴 계란형으로 2~3mm이며, 머리가 깊숙히 숙여진 완전한 하구식으로 위에서 안보이며, 안테나는 거치상이다.권연벌레(*Lasioderma serricorne*)

2) 머리는 비슴들이 숙여있어 위에서 안보이고 위 종보다 다소 크고 색이 짙고 안테나 끝 3마디가 길게 신장되어 있다.빗살수염벌레과(Anobiidae), 인삼벌레(*Stegobium paniceum*)

.....

(2) 머리가 위에서 안보인다- 3)

3) 황갈색으로 초시에 털이 많아 광택이 적고 안테나 끝 3마디가 구간상으로 부풀었다.

.....에버섯벌레과(Mycetophagidae).....

8. 가루가 많고 곰팡이 발생이 많은데서 자주 발견되고 성충은 흑갈색으로 거미모양으로 생겼고 앞가슴등판이 볼록하다.표본벌레과(Ptinidae).....

9. 가루가 많은 곳에서 발견되며 성충은 납작스럼하고 저갈색으로 광택이 있고 안테나 끝마디가 구간상으로 부풀어 있으며 크기는 3~4mm 정도이다.

.....거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)(*Tribolium castaneum*).....

8. 저장한약재별 해충

갈근(葛根) PUERARIAE RADIX

【기원】 콩과(Leguminosae)에 속한 다년생 등목인 칩(*Pueraria thunbergiana* Benth.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 3) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 4) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 5) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

감국(甘菊) CHRYSANTHEMI FLOS

【기원】 국화과(Compositae)에 속한 다년생 초본인 국화(*Chrysanthemum morifolium* Ramat.)의 두성화서를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

감초(甘草) GLYCYRRHIZAE RADIX

【기원】 유럽감초(*Glycyrrhiza glabra*), 만주감초(*G. uralensis*) 또는 기타 동속식물의 뿌리와 주출경으로 주피를 그대로 또는 주피를 제거한 것

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 3) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 5) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 6) 별수시렁이(곡식수시렁이) | <i>Trogoderma granarium</i> Everts |
| 7) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 8) 창고애머섯벌레 | <i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus) |
| 9) 표본벌레 | <i>Ptinus fur</i> (Linnaeus) |
| 10) 줄알락명나방 | <i>Cadra cautella</i> (Walker) |
| 11) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

강활(羌活) NOTOPTERYGII RHIZOMA

【기원】 산형과(Umbelliferae)에 속한 다년생 초본인 강활(*Notopterygium incisum* Ting) 혹은 관엽강활(*N. forbesii* Boiss.)의 근경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |

장황(薑黃) CURCUMAE LONGAE RHIZOMA

【기원】 생강과(Zingiberaceae)에 속한 다년생 속근초본인 황금(장황, *Curcuma longa* L.)의 근경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 3) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 5) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 6) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |
| 7) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 8) 줄알락명나방 | <i>Cadra cautella</i> (Walker) |

건강(乾薑) ZINGIBERIS RHIZOMA

【기원】 생강과(Zingiberaceae)에 속한 다년생 초본인 생강(*Zingiberis officinale* Rosc.)의 근경을 건조한 것.

【해충】

1) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
2) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
3) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
4) 줄알락명나방	<i>Cadra cautella</i> (Walker)
5) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
6) 별수시렁이(곡식수시렁이)	<i>Trogoderma granarium</i> Everts
7) 거깃쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
8) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.

결명자(決明子) CASSIAE SEMEN

【기원】 콩과(Leguminosae)에 속한 1년생 초본인 긴강남차(*Cassia tora* L.)와 결명(*C. obtusifolia* L.)의 성숙한 종자를 건조한 것.

【해충】

1) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
2) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
3) 술소바구미(누룩바구미)	<i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer)
4) 줄알락명나방	<i>Cadra cautella</i> (Walker)
5) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
6) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus
7) 거깃쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)

계내금(鷄內金) GALLI STOMACHICHUM CORIUM

【기원】 꿩과(Phasianidae)에 속한 닭(*Gallus domesticus* Brisson)의 모래주머니의 내막을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 2) 애수시렁이 | <i>Attagenus japonicus</i> (Reitter) |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |

계지(桂枝) CINNAMOMI RAMULUS

【기원】 녹나무과(Lauraceae)에 속한 상록 교목인 육계(*Cinnamomum cassia* Presl) 또는 월남육계(*C. loureiri* Nees) 및 스리랑카육계(*C. zeylanicum* Blume)의 눈지(嫩枝)를 건조시킨 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 3) 표본벌레 | <i>Ptinus fur</i> (Linnaeus) |
| 4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 5) 밀가루줄명나방 | <i>Pyralis farinalis</i> Linnaeus |
| 6) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 7) 거깃쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

계피(桂皮) CINNAMOMI CORTEX

【기원】 녹나무과(Lauraceae)에 속한 상록 교목인 육계(*Cinnamomum cassia* Presl)의 수피를 건조한 것.

【해충】

1) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
2) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
3) 표본벌레	<i>Ptinus fur</i> (Linnaeus)
4) 머리대장가는납작벌레(툽가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
5) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
6) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.
7) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
8) 쌀바구미	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus)
9) 술소바구미(누룩바구미)	<i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer)
10) 화랑곡나방	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)
11) 별수시렁이(곡식수시렁이)	<i>Trogoderma granarium</i> Everts
12) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus

고삼(苦蔘) SOPHORAE RADIX

【기원】 콩과(Leguminosae)에 속한 다년생 초본인 고삼(*Sophora flavescens* Ait.)의 근을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|-----------------------------------------|
| 1) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
|----------------------|-----------------------------------------|

곽향(藿香) POGOSTEMONIS HERBA

【기원】 꿀풀과(Labiatae)에 속한 다년생 초본인 광곽향(*Pogostemon cablin* (Blanco.) Benth. 또는 1년생 혹은 다년생 초본인 배초향(*Agastache rugosa*)의 전초를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|-----------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 3) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 4) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 5) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 6) 창고애버섯벌레 | <i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus) |

구기자(枸杞子) LYCII FRUCTUS

【기원】 가지과(Solanaceae)에 속한 만생관목인 구기자나무(*Lycium chinense* Mill.) 또는 녕하구기(*L. barbarum* L.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

금앵자(金櫻子) ROSAE LAEVIGATAE FRUCTUS

【기원】 장미과(Rosaceae)에 속한 금앵자나무(*Rosa laevigata* Michaux)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 3) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 4) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 5) 밀가루줄명나방 | <i>Pyralis farinalis</i> Linnaeus |
| 6) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 7) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

금은화(金銀花) LONICERAE FLOS

【기원】 인동과(Caprifoliaceae)에 속한 다년생 반상록목질등목인 인동(*Lonicera japonica* Thunb.), 홍선인동(*L. hypoglausa* Miq.), 출은화(*L. confusa* DC.) 및 모화주인동(*L. dasystyla* Rehd.)의 꽃봉오리(화뢰)를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(툽가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 3) 인삼벌레(창고좁벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 4) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

길경(桔梗) PLATYCODI RADIX

【기원】 초롱꽃과(Campanulaceae)에 속한 다년생 초본인 도라지(*Platycodon grandiflorum* DC.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 2) 창고애버섯벌레 | <i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus) |
| 3) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 4) 머리대장가는납작벌레(툽가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 5) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 6) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |

단삼(丹蔘) SALVIAE MILTIORRHIZAE RADIX

【기원】 꿀풀과(Labiatae)에 속한 다년생 초본인 단삼(*Salvia miltiorrhiza* Bge.)의 뿌리와 근경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|--------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 4) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 5) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 6) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑) | <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val |
| 7) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

당귀(當歸) ANGELICAE GIGANTIS RADIX

【기원】 산형과(Umbelliferae)에 속한 다년생 초본으로 우리 나라에서는 참당귀 (*Angelica gigas* Nakai)의 뿌리를 가을에 채취하여 건조한 것을 이용하고 있으나, 중국에서는 당귀(*A. sinensis* (Oliv.) Diels)를 정품으로 응용하고, 일본에서는 대화당귀(*A. acutiloba* Kitag.)를 이용하고 있다.

【해충】

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 3) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

대조(大棗) JUJUBAE FRUCTUS

【기원】 갈매나무과(Rhamnaceae)에 속한 낙엽관목인 대추(*Zizyphus jujuba* Mill. var. *inermis* Rehder)의 성숙한 과실을 건조한 것

【해충】

1) 화랑곡나방	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)
2) 줄알락명나방	<i>Cadra cautella</i> (Walker)
3) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
5) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)

대황(大黃) RHEI RADIX ET RHIZOMA

【기원】 마디풀과(Polygonaceae)에 속한 다년생 초본인 장엽대황(*Rheum palmatum* L.) 당길특대황(*R. tanguticum* Maxim. et Balf.) 혹은 약용대황(*R. officinale* Baill.)의 근과 근경을 건조한 것.

【해충】

1) 암검은수시렁이	<i>Dermestes maculatus</i> de Geer
2) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus
3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)

도인(桃仁) PERSICAE SEMEN

【기원】 장미과(Rosaceae)에 속한 낙엽 소교목인 복숭아나무(*Prunus persica* L.) 또는 개복숭아나무(*P. persica* Batsch var. *dauidiana* Max.)의 성숙한 종자(종인)를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 3) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |
| 4) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 5) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 6) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 7) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |

독활(獨活) ANGELICAE PUBESCENTIS RADIX

【기원】 미나리과(Umbelliferae)에 속한 다년생 초본인 중치모당귀(*Angelica pubescens* Maxim. f. *biserrata* Shan et Yuan)의 뿌리를 건조한 것이지만, 우리나라의 경우 두릅나무과(Araliaceae)에 속한 독활(구안독활)(*Aralia continentalis* Kitagawa = *A. cordata* Thunb.)의 뿌리를 건조하여 사용하고 있다.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 4) 넓적나무좀 | <i>Lyctus brunneus</i> (Stephens) |
| 5) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 6) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

두충(杜冲) EUCOMMIAE CORTEX

【기원】 두충과(Eucommiaceae)에 속하는 낙엽교목인 두충(*Eucommia ulmoides* Oliv.)의 수피를 건조한 것

【해충】

- | | |
|----------------------|--------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 3) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 4) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 5) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 6) 넓적나무좀 | <i>Lyctus brunneus</i> (Stephens) |

마황(麻黄) EPHEDRAE HERBA

【기원】 마황과(Ephedraceae)에 속한 다년생 초본상의 소관목인 초마황(*Ephedra sinica* Stapf), 중마황(*E. intermedia* Schrenk et Mey) 또는 목적마황(*E. equisetina* Bge.)의 초질경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 4) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 5) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 6) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |

만삼(蔓蔘) CODONOPSIS PILOSULAE RADIX

【기원】 초롱꽃과(Campanulaceae)에 속한 다년생 초본인 만삼(*Codonopsis pilosula* (Fr.) Nannf.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- 1) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) *Rhizopertha dominica* (Fabricius)

만형자(蔓荊子) VITICIS FRUCTUS

【기원】 마편초과(Verbenaceae)에 속한낙엽관목인 순비기나무(*Vitex rotundifolia* L.)와 만형(*V. tifolia* L.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- 1) 쌀머리대장 *Ahasverus advena* (Waltl)
2) 화랑곡나방 *Plodia interpunctella* (Hübner)

맥문동(麥門冬) LIRIOPIS TUBER

【기원】 백합과(Liliaceae)에 속한 다년생 초본인 맥문동(*Liriope platyphylla* Wang et Tang) 또는 소엽맥문동(*Ophiopogon japonicus* Ker-Gawl.)의 괴근을 건조한 것.

【해충】

- 1) 쌀머리대장 *Ahasverus advena* (Waltl)
2) 갈색머리대장 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)
3) 가루민다듬이벌레 *Trogium pulsatorium* L.

맥아(麥芽) HORDEI FRUCTUS GERMINIATUS

【기원】 화분과(Gramineae)에 속한 일년생 초본인 보리(*Hordeum vulgare* var. *hexastichon* Aschers.)의 성숙한 과실을 발아시켜 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(툽가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 3) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 4) 쌀도둑 | <i>Tenebroides mauritanicus</i> Linnaeus |
| 5) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑) | <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val |
| 6) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 7) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 8) 줄알락명나방 | <i>Cadra cautella</i> (Walker) |
| 9) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |

목단피(牧丹皮) MOUTAN CORTEX

【기원】 미나리아제비과(Ranunculaceae)에 속한 낙엽 소관목인 모란(*Paeomia suffruticosa* Andr.)의 근피를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------|------------------------------------------|
| 1) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 2) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 3) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 4) 긴수염머리대장 | <i>Cryptolestes pusillus</i> Schönherr |

목향(木香) AUCKLANDIAE RADIX

【기원】 국화과(Compositae)에 속한 다년생 초본인 운목향(*Aucklandia lappa* Decne.)의 근을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 3) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 4) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 5) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 6) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 7) 넓적나무좀(가루나무좀) | <i>Lyctus brunneus</i> (Stephens) |
| 8) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |

박하(薄荷) MENTHAE HERBA

【기원】 꿀풀과(Labiatae)에 속한 다년생 초본인 박하(*Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinv.)의 지상부를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 3) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

반하(半夏) PINELLIAE RHIZOMA

【기원】 천남성과(Araceae)에 속한 다년생 초본인 반하(*Pinellia ternata*(Thunb.)

Breit.)의 피경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 창고애버섯벌레 | <i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus) |
| 3) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 4) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 5) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

방기(防己) STEPHANIAE TETRANDRAE RADIX

【기원】 방기과(Menispermaceae)에 속한 다년생 초질등목인 분방기(*Stephania tetrandra* Moore)의 뿌리(코르크층 제거)를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 1) 이리쌀도둑거저리(거릿쌀도둑) | <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val |
| 2) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 4) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 5) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 6) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 7) 애수시렁이 | <i>Attagenus japonicus</i> (Reitter) |

방풍(防風) LEDEBOURIELLAE RADIX

【기원】 산형과(Umbelliferae)에 속한 다년생 초본인 방풍(*Ledebouriella divaricata* (Turcz.) Hiroe)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |

백두구(白荳蔻) AMOMI ROTUNDUS FRUCTUS

【기원】 생강과(Zingiberaceae)에 속한 다년생 초본인 백두구(원두구, *Amomum kravanh* Pierre ex Cagnep.)와 인도백두구(*A. compactum* Soland ex Maton)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑) | <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val |
| 2) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 4) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 5) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 6) 별수시렁이(곡식수시렁이) | <i>Trogoderma granarium</i> Everts |
| 7) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 8) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 9) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |

백자인(栝子仁) BIOTAE SEMEN

【기원】 측백나무과(Cupressaceae)에 속한 상록 교목인 측백나무(*Biota orientalis* Endl.)의 성숙한 종인을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 3) 별수시렁이(곡식수시렁이) | <i>Trogoderma granarium</i> Everts |
| 4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 5) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 7) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 8) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |

백작약(白灼藥) PAEONIAE RADIX ALBA

【기원】 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속한 다년생 초본인 작약(*Paeonia lactiflora* Pall.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|-----------------------------------------|
| 1) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 2) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

백지(白芷) ANGELICAE DAHURICAE RADIX

【기원】 산형과(Umbelliferae)에 속한 2~3년생 초본인 구릿대(*Angelica dahurica* (Fisch.) Benth et Hooker f.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|--------------------|------------------------------------------|
| 1) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 2) 애알락수시렁이 | <i>Anthrenus verbasci</i> (Linnaeus) |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |

백출(白朮) ATRACTYLODIS MACROCEPHALAE RHIZOMA

【기원】 국화과(Compositae)에 속한 다년생 초본인 백출(*Atractylodes macrocephala* Koidz.) 또는 삼주(*A. japonica* Koidz.)의 뿌리줄기를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------|------------------------------------------|
| 1) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 2) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 4) 넓적나무좀 | <i>Lyctus brunneus</i> (Stephens) |

백편두(白扁豆) DOLICHORIS SEMEN

【기원】 콩과(Leguminosae)에 속한 1년생 편두(까치콩)(*Dolichos lablab* L.)의 과실을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------|------------------------------------------|
| 1) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 2) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 3) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |
| 4) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

복령(茯苓) PORIA

【기원】 구멍쟁이버섯과(Polyporaceae)에 속한 진균인 복령(*Poria cocos*(Schw.) Wolf)의 균핵을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|--------------------------------------------|
| 1) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 2) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 3) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 4) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 5) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 6) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 7) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 8) 창고애버섯벌레 | <i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus) |
| 9) 애수시렁이 | <i>Attagenus japonicus</i> (Reitter) |

복분자(覆盆子) RUBI FRUCTUS

【기원】 장미과(Rosaceae)에 속한 낙엽관목인 화동복분자(*Rubus chingii* Hu)의 과실을 건조한 것. 과경을 제거하고 끓는 물에 2~4분 정도 익힌 다음 열에서 건조한다.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 3) 애수시렁이 | <i>Attagenus japonicus</i> (Reitter) |
| 4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 5) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

봉출(蓬朮) ZEDOARIAE RHIZOMA

【기원】 생강과(Zingiberaceae)에 속한 다년생 속근초본인 봉출(*Curcuma zedoaria* Rosc.)과 울금(*C. aromatica* Salisb) 및 광서봉출(*C. kwangsiensis* S. Lee et Liang)의 근경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|--------------------------------------------|
| 1) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑) | <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val |
| 2) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 4) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 5) 술소바구미(누룩바구미) | <i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer) |
| 6) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 7) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |
| 8) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 9) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |

부자(附子) ACONITI LATERALIS PREPARATA RADIX

【기원】 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속한 초본인 부자(*Aconitum carmichaeli* Debx.)의 자근을 가공한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 3) 별수시렁이(곡식수시렁이) | <i>Trogoderma granarium</i> Everts |
| 4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 5) 암검은수시렁이 | <i>Dermestes maculatus</i> de Geer |
| 6) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

빈랑자(檳榔子) ARECAE SEMEN

【기원】 종려과(Palmae)에 속한 교목인 빈랑(*Areca catechu* L.)의 성숙한 종자(과피제거)를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑) | <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val |
| 2) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 4) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 5) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 6) 솔소바구미(누룩바구미) | <i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer) |
| 7) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 8) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 9) 넓적나무좀(가루나무좀) | <i>Lyctus brunneus</i> (Stephens) |

사군자(使君子) QUISQUALIS FRUCTUS

【기원】 사군자과(Combretaceae)에 속한 등상 관목인 사군자(*Quisqualis indica* L.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 3) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 4) 별수시렁이(곡식수시렁이) | <i>Trogoderma granarium</i> Everts |
| 5) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

사삼(沙蔘) ADENOPHORAE RADIX

【기원】 초롱꽃과(Campanulaceae)에 속한 다년생 초본인 잔대(*Adenophora triphylla* var. *japonica* Hara) 및 동속 근연식물의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|-----------------------------------------|
| 1) 술소바구미(누룩바구미) | <i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer) |
| 2) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 3) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |

사인(砂仁) AMOMI FRUCTUS

【기원】 생강과(Zingiberaceae)에 속한 다년생 초본인 양춘사(*Amomum villosum* Lour.)와 해남사(*A. longiligulare* Wu.) 또는 축사(*A. xanthioides* Wall.)의 성숙한 과실을 건조한 것

【해충】

- | | |
|----------------------|--------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 3) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 4) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 5) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 6) 술소바구미(누룩바구미) | <i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer) |
| 7) 넓적나무좀(가루나무좀) | <i>Lyctus brunneus</i> (Stephens) |
| 8) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 9) 창고애버섯벌레 | <i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus) |

산사(山楂) CRATAEGII FRUCTUS

【기원】 장미과(Rosaceae)에 속한 낙엽교목인 산리홍(*Crataegus pinnatifida* Bge. var. major N.E. Br.), 산사(*C. pinnatifida* Bge.) 또는 야산사(*C. cuneata* Sieb. et Zucc.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 2) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 4) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 5) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 6) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 7) 어리쌀도둑거저리(거릿쌀도둑) | <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val |

산수유(山茱萸) CORNI FRUCTUS

【기원】 층층나무과(Cornaceae)에 속한 낙엽소교목인 산수유나무(*Cornus officinalis* Sieb. et. Zucc.)의 성숙한 과실을 끓는 물에 약간 삶아 핵인을 제거하고 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 2) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |

산약(山藥) DIOSCOREAE RHIZOMA

【기원】 마과(Dioscoreaceae)에 속한 다년생 전요초본인 참마(*Dioscorea japonica* Thunb.) 또는 마(*D. opposita* Thunb.)의 근경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------|------------------------------------------|
| 1) 긴수염머리대장 | <i>Cryptolestes pusillus</i> Schönherr |
| 2) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 3) 쌀도둑 | <i>Tenebroides mauritanicus</i> Linnaeus |
| 4) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |

산조인(酸棗仁) ZIZYPHI SPINOSAE SEMEN

【기원】 갈매나무과(Rhamnaceae)에 속한 낙엽관목인 산조(*Zizyphus spinosa* Hu.)의 성숙한 종자를 건조한 것

【해충】

1) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.
2) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
4) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
5) 별수시렁이(곡식수시렁이)	<i>Trogoderma granarium</i> Everts
6) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
7) 긴수염머리대장	<i>Cryptolestes pusillus</i> Schönherr
8) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
9) 어리쌀도둑거저리(거릿쌀도둑)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val
10) 밀가루줄명나방	<i>Pyralis farinalis</i> Linnaeus
11) 쌀바구미	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus)
12) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus

삼릉(三稜) SPARGANII RHIZOMA

【기원】 흑삼릉과(Sparganiaceae)에 속한 다년생 초본인 흑삼릉(*Sparganium stoloniferum* Buch.-Ham.)과 사초과(Cyperaceae)에 속한 다년생 초본인 매자기(*Scirpus fluvialtilis* (Torr.))의 괴경을 건조한 것.

【해충】

1) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.
2) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
3) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
4) 어리쌀도둑거저리(거릿쌀도둑)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val

상백피(桑白皮) MORI CORTEX

【기원】 뽕나무과(Moraceae)에 속한 낙엽교목인 뽕나무(*Morus alba* L.) 및 동속 근연식물의 근피를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|--------------------------------------------|
| 1) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 2) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 3) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 4) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 5) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 6) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

석곡(石斛) DENDROBII HERBA

【기원】 난초과(Orchidaceae)에 속한 다년생 부생 초본인 환초석곡(*Dendrobium loddigesii* Rolfe.), 마편석곡(*D. fimbriatum* Hook. var *culatum* Hook), 황초석곡(*D. chrysanthum* Wall.), 철피석곡(*D. candidum* Wall. ex Lindl.) 혹은 금채석곡(*D. nobile* Lindley) 등의 줄기를 건조한 것.

【해충】

1) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.
2) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
3) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
4) 쌀바구미	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus)
5) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
6) 별수시렁이(곡식수시렁이)	<i>Trogoderma granarium</i> Everts
7) 화랑곡나방	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)

석창포(石菖蒲) ACORI GRAMINEI RHIZOMA

【기원】 천남성과(Araceae)에 속한 다년생 초본인 석창포(*Acorus gramineus* Soland.)의 근경을 건조한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
2) 쌀바구미	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus)
3) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
4) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus

세신(細辛) ASARI HERBA CUM RADICE

【기원】 쥐방울덩굴과(Aristolochiaceae)에 속한 다년생 초본인 족도리(*Asarum sieboldii* Miq.) 또는 북세신(*A. heterotropides* Fr. var. *mandshuricum* (Maxim) Kitag.), 한성세신(*A. sieboldii* Miq. var. *seoulense* Nakai)의 전초와 근을 건조한 것.

【해충】

1) 창고애버섯벌레	<i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus)
2) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus
3) 애수시렁이	<i>Attagenus japonicus</i> (Reitter)
4) 암검은수시렁이	<i>Dermestes maculatus</i> de Geer

속단(續斷) DIPSACI RADIX

【기원】 산토끼꽃과(Dipsacaceae)에 속한 다년생 초본인 천속단(*Dipsacus asper* Wall.) 및 산토끼꽃(*D. japonicus* Miq.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

1) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val
2) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
3) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
4) 술소바구미(누룩바구미)	<i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer)
5) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.
6) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus

승마(升麻) CIMICIFUGAE RHIZOMA

【기원】 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속한 다년생 초본인 삼엽승마(*Cimicifuga heracleifolia* Kom.)와 눈빛승마(*C. dahurica* Maxim.) 및 황새승마(*C. foetida* L.)의 근경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |
| 3) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 4) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 5) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 6) 암검은수시렁이 | <i>Dermestes maculatus</i> de Geer |
| 7) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

신곡 MASSA MEDICATA FERMENTATA

【기원】 밀가루와 밀기울, 적소두말 행인니(杏仁泥), 청호즙, 창이즙, 야료즙 등의 재료를 반죽하여 누룩과 같이 만들어 쪄이나 마대 또는 화마엽으로 싸서 온실에서 발효시킨 것이다.

【해충】

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| 1) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 2) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

신이(辛夷) MAGNOLIAE FLOS

【기원】 목련과(Magnoliaceae)에 속한 낙엽관목인 자목련(*Magnolia liliflora* Desr.) 혹은 백목련(*M. denudata* Desr.)의 꽃봉오리(화퇴)를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 4) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

연자육(蓮子肉) NELUMBINIS SEMEN

【기원】 수련과(Nymphaeaceae)에 속한 다년생 수생초본인 연꽃(*Nelumbo nucifera* Gaertn.)의 성숙한 종자를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 3) 해수시렁이 | <i>Attagenus japonicus</i> (Reitter) |
| 4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 5) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |
| 6) 어리쌀도둑거저리(거릿쌀도둑) | <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val |
| 7) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 8) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |

오가피(五加皮) ACNTHOPANACIS CORTEX

【기원】 두릅나무과(ARALIACEAE)에 속한 낙엽관목인 오갈피(*Acanthopanax sessiliflorus* (Rupr. et Max.) Seem.)와 도속근연식물의 근피를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| 1) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
|----------------|------------------------------------|

오매(烏梅) MUME FRUCTUS

【기원】 장미과(Rosaceae)에 속한 낙엽소교목인 매화나무(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.)의 미성숙한 과실을 채집하여 매연에 훈증하여 건조한 것.

【해충】

- 1) 쌀머리대장 *Ahasverus advena* (Waltl)
- 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)
- 3) 화랑곡나방 *Plodia interpunctella* (Hübner)

오미자(五味子) SCHIZANDRAE FRUCTUS

【기원】 목련과(Magnoliaceae)에 속한 낙엽 목질슬목인 (북)오미자(*Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill.) 또는 화중오미자(남오미자, *S. sphenanthera* Rehd. et Wils.)의 완숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- 1) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)

오수유(吳茱萸) EVODIAE FRUCTUS

【기원】 운향과(Rutaceae)에 속한 낙엽관목 혹은 소교목인 오수유(*Evodia rutaecarpa* Benth.), 석호(*E. rutaecarpa* Benth. var. *officinalis* Hunang 혹은 모맥 오수유(*E. rutaecarpa* Benth var. *bodinieri* Huang)의 미성숙 과실을 8~11월 개 열하지 않을 때 과피를 잘라내어 그대로 약한 불로 볶은 후 양건한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
2) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val
3) 애수시렁이	<i>Attagenus japonicus</i> (Reitter)
4) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
5) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
6) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)

오약(烏藥) LINDERAE RADIX

【기원】 녹나무과(Lauraceae)에 속한 상록관목인 오약(*Lindera strychnifolia* (Sieb. et Zucc) Vill.)의 괴근을 건조한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
2) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val
3) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
4) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
5) 애수시렁이	<i>Attagenus japonicus</i> (Reitter)
6) 머리대장가는납작벌레(툽가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
7) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus

용안육(龍眼肉) LONGANAE ARILLUS

【기원】 무환자나무과(Sapindaceae)에 속한 상록교목인 용안(*Euphoria longan* (Lour.) Steud.)을 과실이 성숙하였을 때 채취하여 과피를 제거하고 가중피만 취

하여 건조한 것.

【해충】

1) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)

우방자(牛蒡子) ARCTII FRUCTUS

【기원】 국화과(Compositae)에 속한 2년생 초본인 우엉(*Arctium lappa* L.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장 *Ahasverus advena* (Waltl)

우슬(牛膝) ACHYRANTHIS BIDENTATAE RADIX

【기원】 비름과(Amaranthaceae)에 속한 다년생 초본인 우슬(*Achyranthes bidentato* Bl.)과 마우슬(*Cyathula capitata* (Wall.) Moq.) 및 천우슬(*C. officinalis* Kuan.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

1) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)

2) 인삼벌레(창고좀벌레) *Stegobium paniceum* Linnaeus

원지(遠志) POLYGALAE RADIX

【기원】 원지과(Polygalaceae)에 속한 다년생 초본인 원지(*Polygala tenuifolia* Willd) 혹은 란엽원지(*P. sibirica* L.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
2) 머리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val
3) 해수시렁이	<i>Attagenus japonicus</i> (Reitter)
4) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
5) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.
6) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
7) 화랑곡나방	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)
8) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus

육두구(肉荳蔻) MYRISTICAE SEMEN

【기원】 육두구과(Myristicaceae)에 속한 상록 교목인 육두구수(*Myristica fragrans* Houtt.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
2) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
4) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus
5) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
6) 넓적나무좀(가루나무좀)	<i>Lyctus brunneus</i> (Stephens)
7) 화랑곡나방	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)
8) 솔소바구미(누룩바구미)	<i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer)

육종용(肉蓯蓉) CISTANCHES HERBA

【기원】 열당과(Orobanchaceae)에 속한 다년생 기생초본인 육종용(*Cistanche deserticola* Ma)과 동속 근연식물의 육질경을 건조한 것.

【해충】

1) 암검은수시렁이

Dermestes maculatus de Geer

음양곽(淫羊藿) EPIMEDII HERBA

【기원】 매자나무과(Berberidaceae)에 속한 다년생 초본인 삼지구엽초(*Epimedium koreanum* Nakai)의 전초를 건조한 것.

【해충】

1) 암검은수시렁이

Dermestes maculatus de Geer

2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)

Oryzaephilus surinamensis (Linnaeus)

의이인(薏苡仁) COICIS SEMEN

【기원】 화본과(Poaceae)에 속한 1년생 또는 다년생 초본인 율무(*Coix lachryma-jobi* var. *mayuen* (Roman) Stapf)의 성숙한 종인을 건조한 것.

【해충】

1) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
3) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
4) 쌀바구미	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus)
5) 머리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val
6) 쌀도둑	<i>Tenebroides mauritanicus</i> Linnaeus
7) 화랑곡나방	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)

익지인(益智仁) ALPINIAE OXYPHYLLAE FRUCTUS

【기원】 생강과(Zingiberaceae)에 속한 다년생 초본인 익지(*Alpinia oxyphylla* Miq.)의 과실을 건조한 것.

【해충】

1) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
2) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
3) 애수시렁이	<i>Attagenus japonicus</i> (Reitter)
4) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)

인삼(人蔘) GINSENG RADIX

【기원】 두릅나무과(Araliaceae)에 속한 다년생 초본인 인삼(*Panax ginseng* Mey.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 2) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 3) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |

자소엽(紫蘇葉) PERILLAE FOLIUM

【기원】 꿀풀과(Labiatae)에 속한 1년생 초본인 차조기(*Perilla frutescens* (L.) Britt.) 또는 주름소엽(*P. frutescens* (L.) Britt. var. *crispa* Dence.)의 잎을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------|---------------------------------------|
| 1) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 2) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |

저령(豬苓) POLYPORUS

【기원】 구멍쟁이버섯과(Polyporaceae)에 속한 진균인 저령(*Polyporus umbellatus* Fries)의 균핵을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|-------------|------------------------------------------|
| 1) 흰연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 암검은수시령이 | <i>Dermestes maculatus</i> de Geer |
| 3) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 4) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |

적작약(赤芍藥) PAEONIAE RADIX RUBRA

【기원】 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속한 다년생 초본인 적작약(*Paeonia lactiflora* Pall.)과 천작약(*P. veitchii* Lynch)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 1) 흰연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 갈색머리대장 | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) |
| 3) 애수시렁이 | <i>Attagenus japonicus</i> (Reitter) |
| 4) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 5) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |

전호(前胡) FEUCEDANI RADIX

【기원】 미나리과(Umbelliferae)에 속한 전호(*Anthriscus sylvestris* Hoffman)의 뿌리를 건조한 것이다. 중국약전에는 바디나물(자화전호, *Peucedanum decursivum* (Miq.) Maxim. (= *Angelica decursiva* (Miq.) Fr. et Sav.)와 흰꽃바디나물(백화전호, *P. praeruptorum* Dunn. (= *A. decursiva* for. *albiflora* Max.))를 전호하고 수재하고 있다.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 흰연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |

정향(丁香) CARYOPHYLLI FLOS

【기원】 도금낭과(Myrtaceae)에 속한 상록교목인 정향수(*Eugenia caryophyllata* Thunb.)의 꽃봉오리(화퇴)를 건조한 것.

【해충】

1) 흰연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
3) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
4) 술소바구미(누룩바구미)	<i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer)
5) 화랑곡나방	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)

지각(枳殼) AURANTII FRUCTUS

【기원】 운향과(Rutaceae)에 속한 상록 소교목인 산등(*Citrus aurantium* L.)의 미성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

1) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두)	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)
2) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
4) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
5) 쌀바구미	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus)
6) 애수시렁이	<i>Attagenus japonicus</i> (Reitter)
7) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
8) 화랑곡나방	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)

지모(知母) ANEMARRHENAE RHIZOMA

【기원】 지모과(Haemodoraceae)에 속한 다년생 초본인 지모(*Anemarrhena*

asphodeloides Bunge)의 근경을 건조한 것.

【해충】

- 1) 쌀머리대장 *Ahasverus advena* (Waltl)
- 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)

지실(枳實) AURANTII IMMATURUS FRUCTUS

【기원】 운향과(Rutaceae)에 속한 상록소교목인 산등(*Citrus aurantium* L.)과 우리 나라에서는 탕자나무(*Poncirus trifoliata* Rafin.)의 어린 열매를 가로로 쪼개어 두 쪽이 되게 한 다음 벌에 말리거나 저온에서 건조한 것.

【해충】

- 1) 권연벌레 *Lasioderma serricorne* (Fabricius)

지황(地黃) REHMANNIAE RADIX

【기원】 현삼과(Scrophulariaceae)에 속한 다년생 초본인 지황(*Rehmannia glutinosa* (Gaer수.) Libosch.)과 괴경지황(*R. glutinosa* Libosch. f. *hueichingensis* (Chao et Schih) Hsiao)의 신선한 뿌리를 선지황(생지황)이라 하고, 괴근을 천천히 불에 쪄 건조한 것을 건지황이라 한다.

【해충】

- 1) 화랑곡나방 *Plodia interpunctella* (Hübner)
- 2) 인삼벌레(창고좀벌레) *Stegobium paniceum* Linnaeus

진피(陳皮) CITRI PERICARPIUM

【기원】 운향과(Rutaceae)에 속한 상록 소교목인 귤(*Citrus unshiu* Markovich) 및 동속 근연식물의 성숙한 과피를 건조한 것.

【해충】

- 1) 갈색머리대장 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)

차전자(車前子) PLANTAGINIS SEMEN

【기원】 질경이과(Plantaginaceae)에 속한 다년생 초본인 질경이(*Plantago asiatica* L.) 또는 털질경이(*P. depressa* Willd.)의 성숙한 종자를 건조한 것.

【해충】

- 1) 쌀머리대장 *Ahasverus advena* (Waltl)
2) 인삼벌레(창고좀벌레) *Stegobium paniceum* Linnaeus
3) 암검은수시렁이 *Dermestes maculatus* de Geer

창이자(蒼耳子) XANTHII FRUCTUS

【기원】 국화과(Compositae)에 속한 일년생 초본인 도꼬마리(*Xanthium strumarium* L.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- 1) 인삼벌레(창고좀벌레) *Stegobium paniceum* Linnaeus
2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)

창출(蒼朮) ATRACTYLODIA RHIZOMA

【기원】 국화과(Compositae)에 속한 다년생 초본인 삼주(*Atractylodes japonica* Koidz.)의 근경을 건조한 것. 중국에서는 모창출(*A. lancea* DC.)와 북창출(당삼주, *A. chinensis* Koidz.)의 근경을 사용하고 있다.

【해충】

1) 권연벌레 *Lasioderma serricorne* (Fabricius)

천궁(川芎) CNIDIUM RHIZOMA

【기원】 산형과(Umbelliferae)에 속한 다년생 초본인 천궁(*Cnidium officinale* Makino)의 근경을 건조한 것.

【해충】

1) 갈색머리대장 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)

2) 술소바구미(누룩바구미) *Araecerus fasciculatus* (De Geer)

3) 해수시렁이 *Attagenus japonicus* (Reitter)

4) 가루민다듬이벌레 *Trogium pulsatorium* L.

5) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) *Rhizopertha dominica* (Fabricius)

6) 권연벌레 *Lasioderma serricorne* (Fabricius)

7) 머리대장가는납작벌레(툽가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)

8) 화랑곡나방 *Plodia interpunctella* (Hübner)

천련자(天楨子) TOSENDAN FRUCTUS

【기원】 멸구슬나무과(Meliaceae)에 속한 낙엽관목인 천련(*Melia toosendan*

Sieb. et Zucc.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- 1) 화랑곡나방 *Plodia interpunctella* (Hübner)
2) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) *Rhizopertha dominica* (Fabricius)

천문동(天門冬) ASPARAGI RADIX

【기원】 백합과(Liliaceae)에 속한 다년생 초본인 천문동(*Asparagus cochinchinensis* Merr.)의 괴근을 증숙하고 외피를 제거하여 건조한 것.

【해충】

- 1) 머리대장가는납작벌레(툭가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)
2) 인삼벌레(창고좀벌레) *Stegobium paniceum* Linnaeus

천오(川烏) ACONITI RADIX

【기원】 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속한 다년생 초본인 오두(*Aconitum carmichaeli* Debx.)의 괴근을 건조한 것.

【해충】

1) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
2) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.
3) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
4) 어리쌀도둑거저리(거짓쌀도둑)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val
5) 거짓쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
6) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)

초과(草果) TSAOKO FRUCTUS

【기원】 생강과(Zingiberaceae)에 속한 다년생 초본인 초과(*Amomum tsaoko* Crevost et Lem.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
2) 가루민다듬이벌레	<i>Trogium pulsatorium</i> L.
3) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장)	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)
4) 인삼벌레(창고좀벌레)	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus
5) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)

초두구(草豆寇) ALPINIAE KATSUMADAI SEMEN

【기원】 생강과(Zingiberaceae)에 속한 다년생 초본인 초두구(*Alpinia katsumadai* Hayata)의 성숙한 종자를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------------------|------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 2) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 3) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |

치자(梔子) GARDENIAE FRUCTUS

【기원】 꼭두서니과(Rubiaceae)에 속한 상록관목인 치자나무(*Gardenia jasminoides* for. *grandiflora* Makino) 또는 동속식물의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------|---------------------------------------|
| 1) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
|----------|---------------------------------------|

택사(澤瀉) ALISMATIS RHIZOMA

【기원】 택사과(Alismataceae)에 속한 다년생 택사식물인 질경이택사(*Alisma plantago-aquatica* var. *orientale* Samuels) 혹은 택사(*A. canaliculatum* All.)의 괴경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 3) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 4) 쌀도둑 | <i>Tenebroides mauritanicus</i> Linnaeus |

토사자(菟絲子) CUSCUTAE SEMEN

【기원】 메꽃과(Convulvulaceae)에 속한 1년생 기생초본인 갯실새삼(*Cuscuta chinensis* Lam.), 새삼(*C. japonica* Choisy), 실새삼(*C. australis* Brown) 및 동속 근연식물의 성숙한 종자를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 2) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 3) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 4) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 5) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

파고지(破古紙) PSORALEAE FRUCTUS

【기원】 콩과(Leguminosae)에 속한 1년생 초본인 파고지(*Psoralea corylifolia* L.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 2) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 3) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 4) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |

파극천(巴戟天) MORINDAE OFFICINALIS RADIX

【기원】 꼭두서니과(Rubiaceae)에 속한 다년생 등목식물인 파극천(*Morinda officinalis* How.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 2) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 3) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
| 4) 가루민다듬이벌레 | <i>Trogium pulsatorium</i> L. |
| 5) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |

패모(貝母) FRITILLARIAE CIRRHOSAE BULBUS

【기원】 백합과(Liliaceae)에 속한 다년생 초본인 천패모(*Fritillaria cirrhosa* Don.) 암자패모(*F. unibracteata* Hesio et Hsia) 감숙패모(*F. przewalskii* Maxim) 또는 룡사패모(*F. delavayi* Franch.)의 인경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
| 4) 가루개나무좀(가루좀벌레, 장두) | <i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius) |
| 5) 쌀바구미 | <i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus) |
| 6) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |

포공영(蒲公英) TARAXACI HERBA

【기원】 국화과(Compositae)에 속한 다년생 초본인 민들레(*Taraxacum mongolicum* Hand.), 함천패모(*Fritillaria cirrhosa* Don.) 또는 근연식물의 전초를 건조한 것.

【해충】

- 1) 인삼벌레(창고좀벌레) *Stegobium paniceum* Linnaeus

하수오(何首烏) POLYGONI MULTIFLORI RADIX

【기원】 마디풀과(Polygonaceae)에 속한 다년생 전초본인 하수오(*Polygonum multiflorum* Thunb.)의 괴근을 건조한 것.

【해충】

- 1) 갈색머리대장 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)
2) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) *Tribolium castaneum* (Herbst)
3) 가루민다듬이벌레 *Trogium pulsatorium* L.
4) 권연벌레 *Lasioderma serricorne* (Fabricius)
5) 인삼벌레(창고좀벌레) *Stegobium paniceum* Linnaeus

행인(杏仁) ARMENIACAE AMARUM SEMEN

【기원】 장미과에 속한 낙엽교목인 살구(*Prunus armeniaca* L. var. *ansu* Maxim.), 거란살구(요행)(*P. mandshurica* (Maxim) Koehne), 시베리아살구(*P. sibirica* L.) 및 동속 근연 식물의 성숙한 종자를 건조한 것.

【해충】

- 1) 갈색머리대장 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)
2) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)
3) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) *Tribolium castaneum* (Herbst)
4) 권연벌레 *Lasioderma serricorne* (Fabricius)

향부자(香附子) CYPERI RHIZOMA

【기원】 방동사니과(Cyperaceae)에 속한 다년생 초본인 향부자(*Cyperus rotundus* L.)의 근경을 가을에 채취하여 수염뿌리를 제거하고 건조한 것

【해충】

1) 인삼벌레(창고좀벌레)

Stegobium paniceum Linnaeus

2) 권연벌레

Lasioderma serricorne (Fabricius)

현삼(玄蔘) SCROPHULARIAE RADIX

【기원】 현삼과(Scrophulariaceae)에 속한 다년생 초본인 북현삼(*Scrophularia buergeriana* Miq.)과 현삼(*S. ningpoensis* Hemsl.)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

1) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)

Tribolium castaneum (Herbst)

2) 인삼벌레(창고좀벌레)

Stegobium paniceum Linnaeus

현호색(玄胡索) CORYDALIS TUBER

【기원】 양귀비과(Papaveraceae)에 속한 다년생 초본인 현호색(*Corydalis turtschaninovii* Bess.) 및 동속 근연식물의 괴경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| 1) 창고에버섯벌레 | <i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus) |
| 2) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 3) 인삼벌레(창고좀벌레) | <i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus |
| 4) 애알락수시렁이 | <i>Anthrenus verbasci</i> (Linnaeus) |
| 5) 머리대장가는납작벌레(톱가슴머리대장) | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus) |

형개(荊芥) SCHIZONEPETAE HERBA

【기원】 꿀풀과(Labiatae)에 속한 1년생 초본인 형개(*Schizonepeta tenuifolia* Briq.)를 여름과 가을에 꽃이 피고 이삭이 파랗 때 베어 잡질을 제거하고 건조한 것.

【해충】

- | | |
|---------|------------------------------------------|
| 1) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |
|---------|------------------------------------------|

홍화(紅花) CARTHAMI FLOS

【기원】 국화과(Compositae)에 속한 1년생 초본인 잇꽃(*Carthamus tinctorius* L.)의 꽃을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑) | <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) |
|--------------------|-------------------------------------|

황금(黃芩) SCUTELLARIAE RADIX

【기원】 꿀풀과(Labiatae)에 속한 다년생 초본인 황금(*Scutellaria baicalensis* Georgi)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

1) 인삼벌레(창고좀벌레)

Stegobium paniceum Linnaeus

2) 권연벌레

Lasioderma serricorne (Fabricius)

황기(黃芪) ASTRAGALI RADIX

【기원】 콩과(Leguminosae)에 속한 다년생 초본인 황기(*Astragalus membranaceus* Bunge)의 뿌리를 건조한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장

Ahasverus advena (Waltl)

2) 화랑곡나방

Plodia interpunctella (Hübner)

3) 인삼벌레(창고좀벌레)

Stegobium paniceum Linnaeus

4) 창고애머섯벌레

Typhaea stercorea (Linnaeus)

황련(黃連) COPTIDIS RHIZOMA

【기원】 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속한 다년생 초본인 황련(*Coptis chinensis* Franch.), 삼각엽황련(*C. deltoidea* Cheng et Hsiao) 또는 운연(*C. teetoides* Cheng) 및 일본산 황련(*C. japonica* Makino var. *dissecta* Nakai)의 근경을 건조한 것.

【해충】

1) 쌀머리대장

Ahasverus advena (Waltl)

2) 권연벌레

Lasioderma serricorne (Fabricius)

3) 가루민다듬이벌레

Trogium pulsatorium L.

황정(黃精) POLYGONATI RHIZOMA

【기원】 백합과(Liliaceae)에 속한 다년생 초본인 층층둥글레(*Polygonatum stenophyllum* Max.), 진황정(*P. kingianum* Coll. et Hemsl.) 또는 낭사황정(*P. cyrtonema* Hua)의 근경을 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------|------------------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
| 2) 화랑곡나방 | <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) |
| 3) 권연벌레 | <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius) |

후박(厚朴) MAGNOLIAE CORTEX

【기원】 목련과(Magnoliaceae)에 속한 낙엽교목인 후박(*Magnolia officinalis* Rehd. et Wils.)과 요엽후박(*M. officinalis* Rehd. et Wils. var. *biloba* Rehd. et Wils.) 및 일본후박(*M. obovata* Thuer.)의 수피를 건조한 것.

【해충】

- | | |
|----------|---------------------------------|
| 1) 쌀머리대장 | <i>Ahasverus advena</i> (Waltl) |
|----------|---------------------------------|

회향(茴香) FOENICULI FRUCTUS

【기원】 미나리과(Umbelliferae)에 속한 다년생 초본인 회향(*Foeniculum vulgare* Mill.)의 성숙한 과실을 건조한 것.

【해충】

1) 거릿쌀도둑거저리(밤빛쌀도둑)	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
2) 권연벌레	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)
3) 쌀머리대장	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)
4) 갈색머리대장	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)
5) 별수시렁이(곡식수시렁이)	<i>Trogoderma granarium</i> Everts
6) 쌀도둑	<i>Tenebroides mauritanicus</i> Linnaeus

9. 저장한약재 해충에 의한 피해 및 형태

건전주



피해주



가시오가피



갈근



감국



감초

건전주



피해주



강활



건강



건지황



계내금

건전주



피해주



계지



고분



고삼



골쇄보

건전주



피해주

곽향



팔루인



구기자



구척

건전주



피해주



구관



금은화



길경



남성

건진주



피해주



단삼



당귀



대복피



대황

건전주



피해주



도인



독활



두춘지



두충

건전주



피해주

마고지



마황



만삼



맥문동

건전주



피해주



맥아



목과



목단피



목동

건진주



피해주

목적



목향



몰약



박하

건전주



피해주



반하



방기



(식)방풍



(원)방풍

건전주



피해주



방풍



백강잠



백두구



백복령

건전주



피해주



백복신



백자인



백작약



백지

건전주



피해주



백출



백편두



복분자



복신

건전주



피해주



봉출



부자



비파엽



빈낭자

건전주



피해주



사삼



사인



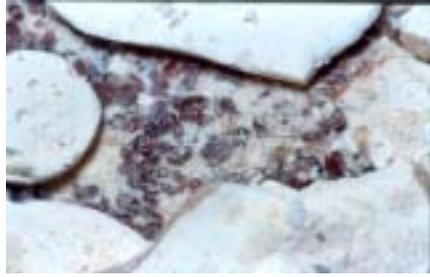
산사



건전주



피해주



산약



산조인



산치자



삼릉

건전주



피해주



상기생



상백피



상엽



석곡

건전주



피해주



석창포



선복화



선퇴



소엽

건전주



피해주



소회향



속단



쇄보



쇄양

건전주



피해주

숙지황



승마



시호



신곡

건전주



피해주

신이



아교



애엽



여정실

건전주



피해주



연교



연자육



오가피



오공

건전주



피해주

오매



오미자



오수유



오약

건전주



피해주

왕불탱



용골



용안육



우슬

건전주



피해주



원지



위령선



유황

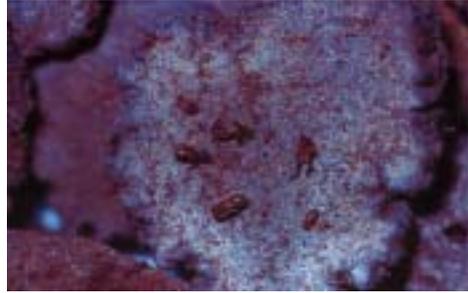


육계

건전주



피해주



육종용



은백피



의이인



익지인

건전주

피해주



인삼



인진호



자단향



저령

건전주



피해주

저실자



적복령



적작약



전갈

건전주



피해주



전호



질령



정향



조각자

건전주



피해주

죽엽



지각



지모



지실

건전주



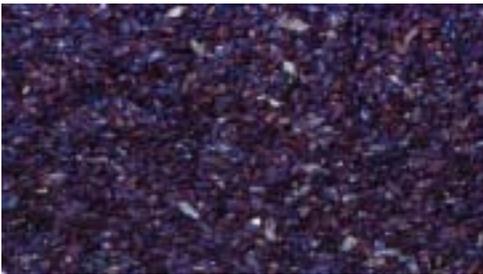
피해주



지유초



진피



차전자



창이자

건전주



피해주



창출



천궁



천련자



천마

건전주



피해주



천문동



천초



천화분



청피

건전주



피해주

초과



초두구

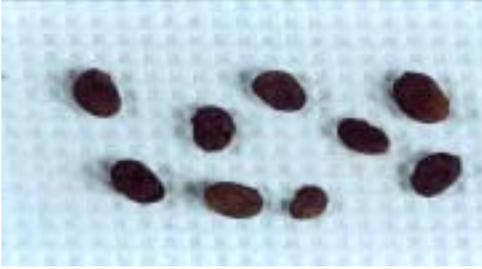


택사



토사자

건전주



피해주



파고지



파극친



패모



하수오

건전주



피해주



합환피



해동피



행인



향부자

건전주



피해주

향유



현삼



현호색



형계

건전주



피해주

호장근



홍화



황금



황기

건전주



피해주



황련



황백



황정



후박

긴진주

피해주



흑죽

10. 저장한약재 해충 사진



Tribolium confusum



Tribolium castaneum



Sitophilus oryzae



Sitophilus zeamais



Typhaea stercorea



Araecerus fasciculatus



Lasioderma serricorne



Stegobium paniceum



Ahasverus advena



Oryzaephilus mercator



Oryzaephilus surinamensis



Trogium pulsatorium



Ptinus sp.



Ptinus sp.



Tenebroides mauritanicus



Cryptolestes ferrugineus



Dermestes tesselatocollis



Dermestes maculatus



Dermestes ater



Attagenus japonicus

c



Dermestes sp.



Trogoderma sp.



Anthrenus verbasci(larva)



Anthrenus verbasci



Plodia interpunctella

11. 저장한약재 부위별 피해 해충

저장한약재 해충은 딱정벌레목 9과 18종, 나비목 1과 4종, 다듬이벌레목 1과 1종, 거미목 1과 1종으로 4목 12과 24종이 조사되었으며, 다양성에 있어서는 일반 저장곡물해충보다는 단순하였다. 저장한약재의 해충은 권연벌레, 쌀머리대장, 머리대장가는납작벌레 순으로 우점종을 나타내었다. 식물이 한약재로 이용되는 부위별에 따른 피해는 뿌리는 인삼벌레, 근경은 권연벌레, 꽃은 거짓쌀도둑거지리, 종자는 권연벌레, 수피는 권연벌레와 쌀머리대장, 전초는 권연벌레, 과실은 머리대장가는납작벌레 순으로 나타내었다. 특히 뿌리부위가 피해가 심한 편이며, 전초부위는 피해가 적은 편이었다.

한약재의 피해 양상은 한약재에 구멍이 많이 나 있거나 양에 있어서 많아 감소하였고, 한약재의 표피는 굵힌 것 같이 얇게 얇아 먹은 흔적이 있으며, 분진이 일어 날 정도로 가루가 많이 발생하였고, 그리고 한약재의 원 형태적 특징이 파괴되었다. 또한 피해를 받고있는 상황의 판단은 위의 피해 특징과 함께 주로 거미줄로 엉겨져 있으며, 많은 곤충의 알과 배설물이 있고, 유충이 기어다니는 모습과 성충이 날아다니는 모습을 쉽게 볼 수 있고, 탈피각이 많이 보이며, 유충이 곡립 내부에 서식하는 것이 보이며, 그리고 곰팡이의 발생이 심한 것을 육안으로 관찰함으로써 진단할 수 있다.

Identified insects		Number insects on parts of various oriental medicinal plants								
Family	species	Radix	Rhizoma	Flos	Semen	Cortex	Herba	Fructus	Others	Total no.
Anobiidae	<i>Stegobium paniceum</i> Linnaeus	17	8	1	6	3	2	5	2	44
	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)	13	15	2	10	4	4	10	6	64
	<i>Araecerus fasciculatus</i> (de Geer)	2	2	1	2	1	0	1	0	9
Bostrychidae	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)	9	4	0	8	2	2	11	3	39
	<i>Lyctus brunneus</i> (Stephens)	2	1	0	2	1	0	1	1	8
Cucujidae	<i>Cryptolestes pusillus</i> Schönherr	0	1	0	1	0	0	0	0	2
	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	10	5	0	5	3	2	4	4	33
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i> de Geer	2	2	0	0	0	2	1	1	8
	<i>Trogoderma granarium</i> Everts	2	1	0	2	1	1	3	0	10
	<i>Anthrenus verbasci</i> (Linnaeus)	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	<i>Attagenus japonicus</i> (Reitter)	5	1	0	1	0	0	5	2	14
Trogossitidae	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus)	0	2	0	2	0	0	1	1	6
Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	13	5	5	4	1	3	13	4	48
	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val	6	3	0	4	0	0	5	1	19
Rhynchophoridae	<i>Tenebroides mauritanicus</i> Linnaeus	1	4	0	0	0	2	1	3	11
Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)	13	8	3	8	1	2	14	5	54
	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)	14	9	4	7	4	3	17	3	61
Mycetophagidae	<i>Typhaea stercorea</i> (Linnaeus)	4	1	0	0	0	1	1	2	9
Ptinidae	<i>Ptinus fur</i> (Linnaeus)	1	0	0	0	1	0	0	1	3
Pyralidae	<i>Cadra cautella</i> (Walker)	1	2	0	1	0	0	1	2	7
Pyralidae	<i>Pyralis farinalis</i> Linnaeus	0	0	0	2	0	0	1	0	3
Pyralidae	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)	11	5	2	4	3	2	10	4	41
Trogiidae	<i>Trogium pulsatorium</i> Linnaeus	8	6	1	3	3	3	7	4	35

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 식물체유래 환경친화형 저장물해충 방제제 개발

1. 1차년도

제 1세부과제 당해년도(1차년도) 연구개발 목표는 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*) 유충, 쌀바구미(*Sitophilus oryzae*) 성충, 팔바구미(*Callosobruchus chinensis*) 성충, 권연벌레(*Lasioderma serricornis*) 성충을 비롯한 문화재와 의류해충으로 가장 중요시되는 애수시렁이(*Attagenus unicolor japonicus*) 유충 등 5종 저장물해충에 대한 42종의 한방식물체 추출물들의 훈증·살충·행동제어 특성을 함유한 식물체의 탐색에 그 주요 목표를 두었다. 우선 실내검정의 효율성을 기하기 위해 5종의 공시충을 채집 또는 분양을 받아 사육실내에서 계대사육하여 감수성을 유지시켰다. 그리고 식물체는 서울 청량리의 경동시장에서 구입하여 메탄올을 이용하여 추출하였고, 일부 정유는 Sigma-Aldrich와 (주)옥시에서 구입하여 검정용 시료로 이용하였다. 곤충활성 물질의 탐색의 가장 중요한 요소인 활성 식물체를 탐색하기 위해 살충 및 훈증활성은 여지확산법과 침지법, 미량국부처리 등을 이용한 방법들을 이용하였으나, 그 효율성에 있어서 여지확산법이 가장 신속·정확한 결과를 산출하여 여지확산법을 저장물해충의 실내검정법으로 확립하였다. 그리고 행동제어 특성을 함유한 식물체를 탐색하기 위해 애수시렁이 유충을 검정대상충으로 선정하고 그들의 기주인 섬유에 적정량의 시료를 처리하여 충분히 휘발시킨후, 1개월 이후에 섬유의 소비량과 대조구의 소비량을 비교하여 그 섭식저해 수치를 산출하여 활성을 조사하였다. 따라서 1차년도의 연구목표로 설정한 식물체 시료확보 및 생물검정법 확립 그리고 곤충활성 식물체의 탐색에 대한 목표 등 모든 세부적인 연구목표까지 100% 달성하였다.

2. 2차년도

제 1세부과제 당해년도(2차년도) 연구개발 목표는 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*) 유충, 줄알락명나방(*Cadra cautella*) 유충, 쌀바구미(*Sitophilus oryzae*) 성충, 팥바구미(*Callosobruchus chinensis*) 성충, 권연벌레(*Lasioderma serricorne*) 성충, 애수시렁이(*Attagenus unicolor japonicus*) 유충 등 6종 저장물 해충에 대해 1차년도 연구수행 결과 살충활성이 우수한 식물체로 밝혀진 회향(*Foeniculum vulgare*) 열매 추출물과 겨자유(mustard oil)의 살충활성 물질을 정제하여 동정하는데 주요 연구목표를 두었다. 분리과정에서 수득된 활성층들을 빠르게 선별하기 위해 5종의 공시충을 사육실내에서 계대사육함으로써 생물검정의 효율성을 꾀하였다. 1차 년도에서 확립한 여지확산법에 근간하여 2차 년도에 계획한 살충활성 식물체의 활성본체를 회향 열매 추출물에서 3종, 겨자유에서 2종 모두 5종의 활성본체를 정제·동정하였다. 또한 5종 활성본체의 작용기작에 관한 연구를 계획하여 훈증독 작용에 의한 살충활성을 나타냄을 알게 되었다. 따라서 2차년도의 연구목표로 설정한 활성본체의 동정 및 작용기작 연구에 대한 목표 등 모든 세부적인 연구목표를 100% 달성하였다.

3. 3차년도

제 1세부과제 당해년도(3차년도) 연구개발 목표는 석창포의 살충본체 동정, 제형화 연구, 물벼룩에 대한 독성시험 등에 두었다. 석창포의 살충본체를 동정함과 아울러 본 살충본체들의 효과를 판정하는데 있어서 시기적으로 많은 시간을 할애하게 되었다. 중간에 활성본체를 담고 있는 분획층의 확보가 용이하지 않아 실제 필요했던 야외적용 시험은 진행하지 못했다. 하지만, 물질의 동정과 동시에 물벼룩에 대한 독성시험을 진행하여 활성본체가 물벼룩에 대해 무독한 것으로 나타나 본 물질의 제형화도 가능하리라고 판단하였으나, 물질의 분리량이 극소량인 점으로 인해 물질을 제형화 하는데 있어서 난관이 있었다. 앞으로 산업화를 위해서는 본 물질의 독성평가가 체계적으로 수행되어야 할 것으로 판단한다. 단순히 물벼룩에 대한 평가만으로는 제형화를 실시하는데 있어서 문제가 있기 때문이다. 제형기술을 확보하고 있는 국내 기업의 참여와 동시에 독성평가를 실시할 수 있는 한국화학연구소 등과 같은 기관의 참여가 차후에 이뤄져야 가능할

것으로 생각한다.

제 2 절 저장 한약재 관련 곤충의 분류 및 동정

1. 1차년도

제 2 세부과제 당해연도(1차년도) 연구개발목표는 저장한약재 관련 곤충을 채집하는데 목표를 두었다. 연구개발내용은 수입산 한약재와 국내산 한약재의 실태를 조사하여 발생곤충상을 조사하여 발생곤충상의 표본 작성 및 슬라이드 제작과 가해 해충별 피해양상을 조사하는 것으로 100% 세부적인 연구목표를 달성하였다.

2. 2차년도

제 2 세부과제 당해연도(2차년도) 연구개발목표는 채집곤충의 분류에 연구개발목표를 두었다. 이에 대한 연구개발 내용 및 범위는 저장한약재별 관련 곤충을 동정하고 이르 사진으로 제작하고 기록하는 것과 주요 검색기에 대한 도표를 작성하는 것으로 검색기 사진과 검색표 작성을 하였다. 하지만 전자현미경적 사진 제작의 필요성은 느끼지 않아 생략하였다.

3. 3차년도

제 2세부과제 당해연도(3차년도) 연구개발목표는 저장한약재 관련 곤충들의 도감화로 검색도감을 작성하고 저장한약재 관련 곤충의 원색도감을 작성하는 것으로 이를 세부적으로 연구목표를 달성하였다.

제 3 절 관련 분야에의 기여도

가. 최근 국내의 경우, 자생식물사업단이 발족되어 많은 국내 연구자들이 자원식물체의 탐색에 주력하고 있다. 따라서 본 연구에서 저장물해충에 대한 활성이 밝혀진 식물체들은 자원식물로서의 이용가치를 밝힌 기초연구로서 가치가 높다고 볼 수 있다. 따라서 이들 관련 연구사업단의 기초 자료로서 활용이 가능하다.

나. 또한 식물체 유래 생물활성을 밝히는 정밀화학 산업의 발전에 기여할 수 있다. 식물체에는 다양한 물질들이 분포해 있으나, 생물활성을 나타내는 2차 대사산물은 그 양이 극히 미량이므로 분리, 정제하는 기술이 용이하지 않다. 따라서 다년간의 연구경험이 집적되어야만 이들 물질을 신속히 분리할 수 있다. 이때 대상이 되는 생물에 대한 생물검정법 또한 관련 연구자들이 확보하고 있어야만 물질 탐색하는데 있어서 큰 어려움이 없게 된다. 본 연구성과는 이러한 생물검정법과 물질분리가 함께 이루어진 대표적인 연구라 볼 수 있어서 관련 연구자들에게 물질분리에 관한 기본적인 정보를 제공할 수 있다.

다. 식물체에서 밝혀진 생물활성 물질 특히, 살충활성물질의 경우 화학합성을 실행하는 합성화학자들에게 모핵화합물(lead compound)로서 제공될 수 있다. 일반적으로 화학합성을 위해서는 그 모핵이 되는 화합물이 반드시 필요한데, 이때 식물체에서 분리한 살충활성 물질은 그 활성이 미리 밝혀져 있기 때문에 전혀 활성이 없는 물질을 근간으로 하여 그 유도체들을 합성하는 작업에 비해 더 높은 확률로 살충원제를 개발할 수 있는 기회를 부여할 수 있다는 장점이 있다.

라. 식물체로부터 곤충, 미생물 또는 식물병원균을 대상으로 하여 물질을 탐색하는 연구자들에게 동기부여를 할 수 있다. 본 연구를 통해 확보된 식물체 시료를 곤충을 비롯한 다른 생물들에게 그 활성을 스크리닝할 수 있다. 이를 통해 확보된 식물체 시료내에 함유된 살충활성 물질 뿐 만아니라 기타의 항균활성 또는 살균활성물질을 분리할 수 있다.

마. 본 연구에서 얻어진 살충활성물질 또는 식물체 조추출물은 저장물해충 방제제의 산업화에 응용 가능하다. 이들 물질들의 활성이 훈증독 작용을 보이기 때

문에 코일, 분무, 연막형의 제형을 통해 실제 적용시험을 할 수 있다. 하지만, 제형화에 앞서 이들 물질의 독성유무에 대한 조사가 선결되어야 하는데, 본 연구를 통해 딱정벌레목 저장물해충에 대해 만성독성을 나타내는 것으로 밝혀진 asarone의 경우 물벼룩에 대한 독성이 낮게 나타나 실제 적용이 가능한 화합물로 판단된다. 물론 포유동물에 대한 독성평가 역시 선결되어야 할 과제로 남아있어 관련 분야 연구자들의 참여가 필요하다고 사료된다.

바. 저장물해충에 대한 국내 연구진들의 관심은 지금까지 크지 않았다. 하지만, 본 연구를 통해 저장물해충의 중요성이 인식될 수 있는 계기가 마련되었고, 저장물해충을 대상으로 한 연구의 중요성이 대두되어 곤충 연구자들에게 연구의 욕을 북돋을 수 있는 동기가 부여되었다고 본다.

사. 상기 항에서 지적한 바와 같이 저장물해충에 대한 국내 연구상황이 미흡함에도 불구하고 본 연구자들은 저장물 해충에 대한 전세계적인 연구성과를 공유하는 SCI 저널인 **Journal of Stored Products Research**에 1편, **Pest Management Science**에 2편, **Applied Entomology and Zoology** 1편 그리고 **한국농화학회지** 1편을 기 발표하였다. 또한 2002년 현재 **Journal of Stored Products Research**에 4편의 연구성과를 투고 중에 있다. 따라서 이상의 연구결과를 외국 및 국내저널에 발표함으로써 해외 연구자들에게 국내의 연구상황을 PR하는데 기여하였고, 국내 연구자들에게 연구 활성화를 기하는데 활력소 역할을 하였다고 사료된다.

마. 특히 저장곡물에 대한 관심 속에서 저장한약재 관련 해충들의 심각성과 다양성을 제시함으로써 저장한약재와 이에 관련된 해충을 합리적으로 관리하는데 크게 활용되리라 사료된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

전 세계적인 농약시장을 고려할 때 국내 농약시장은 세계 10위권에 속할 정도로 그 수요가 크나, 국내 농약산업계의 경우 아직도 원제수입이나 제형화 기술만으로 생존하고 있다. 그러나 선진국의 농약업체들이 국내 산업체를 인수합병하여 그들의 유통망을 확보하여 농약시장을 잠식하고 있으므로 이제는 신물질 개발을 통한 독자적인 기술 확립이 요구된다. 따라서 본 연구 성과를 국내 업체에 기술 이전함으로써 관련 산업체의 국제 경쟁력을 향상시킬 수 있을 것이라 생각한다.

농약산업의 근간인 물질 개발 산업은 고부가가치산업·저공해산업·인력창출산업으로써 선진국가의 지표이자 G7국가의 상징으로 대표되고 있으며, 전 세계 의약시장은 연간 6.2%·농약시장은 연간 1.6% 매년 증가하는 추세를 보이고 있고, 농약산업의 경우 2013년에 약 430억 달러의 시장이 형성될 것으로 추산됨. 따라서 유해생물제어제로서 개발될 물질 및 관련 기술은 농약·의약부외품·공산품 및 기타 생활용품 등 매우 폭넓은 산업분야에 직·간접적으로 응용될 수 있는 장점이 있기 때문에 연구개발이 필수적이다.

최근 농수산물(특히 화훼, 곡물, 과일)의 국제간 물동량의 증가와 더불어 검역대상이 되는 병해충의 관리 역시 매우 중요한 문제로 대두되고 있다. 특히 저장물해충을 비롯한 검역·토양병해충 방제·시설해충 방제를 위한 훈증제로서 유일하게 이용되고 있는 메틸브로마이드와 포스핀은 오존층 파괴로 인해 몬트리올 협약을 통해 2005년까지 사용을 잠정적으로 감소시키고 2010년까지는 대체제를 이용해야 하는 절박한 상황에 처해 있다. 미국의 경우, 메틸브로마이드를 연간 6,000만 톤 이상 소비하고 있고 수출용 산물에 대한 처리비용으로 연간 431백만 달러 이상의 비용을 들이고 있으며 국내의 경우, 메틸브로마이드 사용은 검역용 훈증제로서 연간 40억원·방충용으로서 60억원(총 100억원 시장규모)을 소요하고 있기 때문에 그 대체제 개발시장은 매우 유망한 틈새시장으로서 본 연구 성과인 석창포가 이용될 수 있는 가능성이 매우 높다고 생각한다.

특히 석창포를 이용한 저장물해충 방제제의 개발은 농가에서 활용하고 있는

창고 및 국가에서 운영하는 곡물저장 창고내 저장해충 방제제로 활용 가능하고, 본 연구에서 밝혀진 석창포는 머리를 맑게 하는 한약재로서 알려져 있기 때문에 석창포를 이용한 곡물내 발생하는 저장물해충, 특히 딱정벌레목 해충의 방제 이외에도 다른 부가적인 기능을 할 수 있을 것으로 기대되어진다. 석창포를 이용한 저장물해충 방제제는 곡물수입이 이루어지는 하역소(항구)나 운반 시 사용하는 운송용 컨테이너 내 또는 추수 후 농가에서 가장 일반적으로 보관하는 하우스 내에서나, 각종 수입 산물의 통관이 이뤄지는 검역소 등에서 활용이 가능할 것으로 생각한다. 또한 가정용으로도 개발할 수 있는데, 쌀통 내 저장곡물 해충 방제를 위해 가정용 공산품으로서도 활용가치가 크다고 생각한다.

저장한약재 160여 종을 통한 관련 해충상을 조사한 자료는 검역소와 관련 기관 및 한약 건재상 한의원 약국 등에서 저장 한약재를 유통하고 보관하는데 크게 활용되리라 생각한다. 또한 이를 토대로 방제제개발 등에 유용하게 활용되리라 생각된다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1900년대 초기까지의 농약은 비소제, 동제, 유황제 등의 무기농약과 담배, 제충국, 데리스 등의 천연 유효성분이 주류를 이루었으며, 당시의 농약개발은 주로 우연한 자연현상의 발견에 의한 경험, 관찰, 실험을 통해서 이루어졌다. 농약의 개념도 대상 병해충을 “죽이는 것(kill)”을 목적으로 하였으나, 1938년 생물학자와 유기화학자가 손을 잡아 이룩한 가장 위대한 업적 중의 하나인 DDT의 등장은 새로운 유기합성 농약의 기반을 마련하여 농약개발에 일대 혁신을 야기하였다. 즉, 여러 가지 유해생물에 대한 대상별 농약이 개발되었을 뿐만 아니라 농약이 단지 독극물이라는 개념에서부터 “생명현상과 생리기능에 깊이 관여하는 생리활성물질”로 개념이 바뀌었으며, 이로 인해 유기화학자, 독성학자, 분자생물학자, 생화학자들은 화합물 및 천연물이 생명체 등에 어떠한 생리활성을 가지고 있는가에 관심을 가지기 시작하여 안전하고 우수한 효과를 가진 농약개발을 위한 연구가 활발히 이루어지게 되었다. 이러한 노력 하에 식물의 방어물질은 생물학자들에게 있어 커다란 관심사인데, 그 이유는 이들 방어수단들이 유해생물의 억제수단으로 효과가 있기 때문일 것이다.

대부분의 식물체는 식식성 곤충들에 대해 기피제, 섭식저해제, 독소, 성장저해제로서의 역할을 하는 화학적 방어물질들을 함유하며(Harborne, 1993), 이 중 식물 유래의 천연물은 살충제로서 이미 고대 로마 이전부터 사용되어 왔다. 이러한 흐름은 오늘날까지 이어져 식물체에 함유된 이러한 2차 대사산물 중 살충활성을 가진 많은 화합물이 알려져 있는데, 식물체가 함유한 2차 대사산물의 총수는 식물의 총수와 같은 400,000개 정도가 될 것으로 추산되고 있다 (Swain, 1977). 최근까지 알려진 바로는 18,000개 이상의 2차 대사산물이 보고되었으며, 이들은 크게 테르펜화합물 (terpenoids), 합질소독성분 (nitrogen-based toxins), 페놀화합물 (phenolics), 리그난류 (lignans)의 4군으로 분류할 수 있으며, 곤충의 입장에서 볼 때 곤충생장조절제 (insect growth regulator)를 첨가할 수 있다 (Harborne, 1993; Berenbaum, 1989).

식물 유래의 테르펜 화합물 중 강력한 살충성분으로서 pyrethrin을 들 수 있는데, pyrethrin은 제충국 (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) 꽃에 함유되어 있는 살충성분의 총칭으로 1828년에 이미 pyrethrum은 해충방제를 위해 상업적으로 정제되어 이용 되었으며, 1939년에 이르러 pyrethrum의 미국 내 유입은 13,500,000 pound에 이르렀다. 오늘날도 전 세계적으로 pyrethrum의 생산은 연간 25,000 ton을 넘어서고 있으며, Kenya, Tanzania, Ecuador에서는 여전히 1억 5천만 송이나 경작되고 있다(Levy, 1981). 항산화제(antioxidant) 혹은 안정제(stabilizer) (tannic acid와 hydroquinone 포함) 그리고 piperonyl butoxide, sesamin, myristicin과 같은 협력제와 함께 사용할 경우 강력한 살충력을 보이고 있어 여전히 경제적으로 효율적인 살충제로 간주되고 있다. Pyrethrin은 Staudinger와 Rutzika(1924)에 의해 구조가 추정되었으며, 1954년 구조가 결정되었고, La Forge와 Barthel에 의해 1958년 입체구조가 명확히 밝혀졌다(Jacobson and Crosby, 1971). 그 기본구조는 cyclopropane carboxylate와 5원환 케토알콜의 에스테르로서 pyrethrin I 이외에 5종의 유연 화합물이 알려져 있다. Pyrethrin을 lead compound (모핵화합물)로 하여 1949년에 allethrin이 최초의 합성 pyrethroid로서 개발되었으며, 그 후 종래의 살충력을 훨씬 증가하는 bioresmethrin, fenvalerate가 개발되었다(Elliott, 1976). 이들 pyrethroid의 살충 메카니즘은 중추신경계의 중독 작용에 기인하며(Burt와 Goodchild, 1971), Narahashi 등(1976)은 신경막에 있어서의 K^+ , Na^+ 이온 투과기능의 저해에 기인한다고 하였다.

페놀 화합물 역시 높은 살충활성을 보이고 있는데, 대표적인 것으로 로테논과 그 유도체를 들 수 있다. 이들 화합물은 오래전부터 살충 혹은 살어성 성분으로 이용되어 왔는데, 동남아시아에서는 옛날부터 콩과에 속하는 *Derris elliptica*의 뿌리를, 중남미와 아프리카에서는 콩과식물인 *Lonchocarpus*, *Tephrosia*, *Munduella* 등을 비슷한 목적으로 이용하여 왔다. 1950년 초까지 매년 7백만 pound 이상의 살충성분을 지닌 Leguminosae 뿌리(*Derris*, *Lonchocarpus*, *Tephrosia*종 등)가 매년 미국으로 유입되어 해충 방제와 가축의 기생충 박멸에 이용되었다(Tyler, 1976). 이들 식물체 뿌리의 분말은 물고기의 밀도를 조절하는

데도 이용되고 있는데(Gilbert, 1977), 브라질에서는 강과 저수지에 수천 톤의 rotenoid를 함유한 살어성 뿌리 분말을 식인어인 piranha를 없애기 위해 이용되고 있다. 1932년 처음으로 rotenoid의 평면 구조식이 밝혀졌으며(Takei, 1932; La Forge, 1932; Robertson, 1932), 1961년에는 rotenoid의 전합성이 행하여졌으며 (Miyano, 1961), Fukami 등(1956)은 rotenone이 충체의 신경 및 근육조직의 호흡을 억제하여 마비시켜 치사시키며, 이 조직 호흡의 억제는 글루타민산탈수소 효소 억제에 의한 것이라고 하였다.

해충 방제에 이용된 가장 중요한 천연화합물로서의 알칼로이드는 많은 계열의 화합물을 포함하고 있는데, 그 중 대표적인 것으로서 니코틴, physostigmine, berberine 등을 들 수 있다. 니코틴은 *Nicotiana tabaccum*과 *N. rustica* 잎의 주요살충성분으로, 전자는 2-5%, 후자는 5-14%의 니코틴을 함유하고 있으며 (Hassal, 1969), 진딧물 등의 흡즙 곤충의 방제에 이용된 천연물 농약으로, 1828년 Posselt와 Reimann은 증류법에 의해 순수한 알칼로이드를 얻어 니코틴이라고 명명하였으며, 1893년에는 Pinner가 오늘날 인정되고 있는 구조식을 제출하였고 후에 합성에 의해 이를 다시 확인하였다(Pinner, 1893). Yamamoto(1965)는 니코틴과 아세틸콜린의 구조의 유사성에서 니코틴의 작용은 동물신경의 시냅스 후막에 있는 아세틸콜린 수용체와 결합하여 아세틸콜린의 축적을 야기한 결과라고 하였다. 니코틴은 1600년대부터 20세기 중반까지 전 세계적으로 5백만 파운드나 경작되었으나, 높은 경작비용과 악취, 제한된 이용범위, 높은 인축독성 때문에 1,250,000 pound의 nicotine sulfate와 150,000 pound 정도의 nicotine alkaloid 생산 수준으로 감소하였다(Tyler, 1976). 담배잎 중에는 니코틴 이외에, 약 8종의 유연 알칼로이드가 함유되어 있으며, 이 중에서 nornicotine과 anabasine(neonicotine)은 각각 nicotine의 2배와 10배의 살충력을 보이고 있다 (Jacobson, 1971).

Physostigmine (eserine)은 아프리카산 식물인 *Physostigma venenosum*의 독성분으로서, 1925년 Stedman 등에 의해 구조가 밝혀진 알칼로이드계 화합물이다. 이 화합물은 acetylcholinesterase를 특이적으로 저해하기 때문에, 당초 의약적 이용을 목적으로 하여 이 화합물의 수용성염의 유도체가 합성되었으나, 유기

인계 살충제의 살충력이 곤충의 cholinesterase의 저해에 의한 것이란 것이 밝혀진 후, 카바메이트계 유도체를 살충제로서 이용하는 것이 생각되었으나, 카바메이트계의 수용성 염 유도체는 곤충의 피부 투과성의 문제로 인하여 살충력이 거의 없었다. 반면, 지용성 유도체에서 높은 살충력이 발견되어(Metcalf와 March, 1950), 카바메이트계 살충제로서 최초로 1952년 Geigy사의 Pyrolan이 개발되었다. 카바메이트계 살충제는 비교적 선택 독성 (selective toxicity)이 있는 약제로서 당초의 lead compound인 physostigmine의 독성기인 *N*-methyl carbamoyl리를 필수 구조로 하여 그 이후 Isolan, NAC (sevin)등 많은 카바메이트계 살충제가 개발되었다(Kuhr, 1976).

식물체, 동물체 및 버섯류로부터 강력한 살충력을 가지는 아미노산계 화합물이 분리되어 새로운 유형의 살충제로서 또는 lead compound로서 주목받고 있다. 버섯류인 *Tricholoma muscarium*와 *Amanita strobiliformis*의 살충성분으로는 tricholomic acid, ibotenic acid가 각각 분리되었으며(Eto et al., 1964), 이들은 isoxazole 환을 가지는 아미노산으로 이들 구조를 가지는 살충제로서 유기인계 살충제 isoxathion이 개발되었으며, Takemoto 등(1966)은 해조의 일종인 홍조 (*Chondria armata*)로부터 역시 glutamic acid의 유연체인 domoic acid를 분리하였으며 이 화합물 역시 강력한 살충력을 가지고 있다. Domoic acid는 kinic acid의 유도체로서 바퀴에 주사하면 0.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 치사 작용을 나타내며, 흥분성 신경 전달물질인 *L*-glutamic acid 보다 훨씬 강한 신경흥분을 일으킨다는 점에서 이 화합물의 유도체가 합성되어 살충력이 검토되고 있다(Maeda et al., 1984; Ofune, 1983). 사군자의 quisqualic acid, 회충 구제에 이용되었던 해인초(*Digenea simplex*)의 kinic acid는 아미노산계의 살충 성분으로 최근 이들의 복소 5원환에 glutamic acid의 conformation이 일부 고정되어 있다는 사실에서 이들 유연화합물들이 합성되어 저독성 살충제로의 개발에 이르고 있다. Nereistoxin (4-*N,N*-dimethylamino-1,2-dithiolane)은 해변에 서식하는 환형동물의 일종인 갯지렁이(*Lumbriconereis heteropoda*)의 아미노산계 독성분으로(Okaichi and Hashimoto, 1962) 오래전부터 신경독이라는 것이 알려져 있었으며(Nitta, 1941), 또한 이 갯지렁이의 사체에 접촉한 파리와 모기가 마비된다는 사실로서 많은

neriestoxin 유도체가 합성되어 살충력 시험 결과, cartap[1,3-bis(carbamoyl-thio)-2-N,N-dimethylamine]propane hydrochloride]이 개발되었다(Sakai, 1966). Cartap은 thiol carbamate 구조를 가지고 있으나 카바메이트계 살충제와는 상이한 작용 메커니즘을 나타내는데, 이 화합물은 곤충 체내에서 nereistoxin을 재생하여 이것이 acetylcholine의 수용체에 결합해서 곤충신경 기능을 저해하여 살충력을 나타낸다(Sakai, 1966). 그 후 1,2,3-trithioleerl 개발되었으며(Cremlyn, 1978), 이 화합물 역시 활성 모핵화합물 그 자체를 생체 내에서 재생하고 있다.

밀감과, 국화과 등의 식물에는 살충력이 강한 불포화 지방산 아미드류가 함유되어 있으며 또한 이들 유도체의 합성과 활성검정이 행하여졌으나, 구조의 불안정성과 항온동물에 대한 독성으로 인하여 실용화에 이르지 못하고 있다(Jacobson, 1971). 북아프리카지방에서 수액분비, 치통, 천식 등에 이용되고 있는 약용식물 *Anacyclus pyrethrum*의 뿌리 추출물에서 살충성분으로서 pellitorine이 분리되었다(Jacobson, 1949). Miyakado 등(1982)은 식용 향신료류에 대해 살충 활성 물질에 대한 검색을 행하여 후추 (*Piper nigrum*)의 정유 성분 중에 팔바구미에 대해 pyrethrin에 유사한 작용기작을 보이며 pellitorine보다도 높은 살충력을 나타내는 pipericide를 분리한 바 있으며, 또한 이 화합물의 구조 개변을 행하여 천연 모핵화합물의 10배나 살충력이 강한 SR-2233등을 개발하였다. 아프리카의 밀감과 식물 *Fagara macrophylla*로부터 pellitorine과 4종의 isobutylamie가 분리되었으나, pellitorine 만이 나비목 곤충에 대한 치사 및 생육 저해 효과를 보였다(Kubo *et al.*, 1984).

이러한 살충성분 이외에, 곤충의 다양한 행동 중 섭식, 생식, 공격, 방어, 집합 등의 종족의 유지에 관계되는 기본 행동을 제어하고 있는 곤충 행동제어물질(pheromone, antifeedant)과, 곤충의 성장, 변태 등 곤충 특유의 생리에 작용해서 그 기능을 차단하는 곤충 성장조절제(유약호르몬, 향유약호르몬)가 제 3세대 해충방제제(Williams, 1967) 또는 제 4세대 해충방제제로서(Bowers, 1976), 또는 lead compound로서 크게 주목을 받고 있다.

곤충 행동제어물질 중 섭식저해 작용을 가지는 식물 유래의 천연물로서

terpenoid의 리모노이드(azadirachtin, nomilin, limonin, obacunone, harrisonin, naringin, trichilin)와 리그노이드(lignoid)를 들 수 있다. Terpenoid류의 일종인 lomonoid류가 *Citrus natsudaidai* 열매에서 많이 분리되었는데(Makida *et al.*, 1980), 이 가운데 obacunone과 nomilin은 파밤나방, 거세미나방에 대해 높은 섭식저해 및 성장저해 활성을 보였고, 흰개미 약충에 대해서는 obacunone은 150 $\mu\text{g}/\text{paper disk}$ 의 농도에서도 강한 섭식저해효과를 보였으며(Klocke and Kubo, 1982; Serit *et al.*, 1991, 1992), citrolin은 오리나무잎말이나방류인 *Choritonera diversana*에 대해 강한 섭식저해 활성을 보였다(Alford and Bentley, 1986; Bentley *et al.*, 1990). 특히 운향과에 속하는 황백나무 (*Phellodendron amurense*) 수피에 함유된 obacunone은 흰개미에 대해 강한 섭식저해 활성을 나타내었다(Kawaguchi *et al.*, 1989). 또한, 목화에서 추출된 gossypol은 목화진딧물을 비롯하여 수종의 목화해충에 대해 강한 살충력이 있었으며(Bottger *et al.*, 1964; Shaver and Lukefahr, 1969). Neem tree (*Azadirachta indica*)는 가옥, 농업, 위생해충을 구제하기위해 전통적으로 이용된 식물체로, 이 식물체의 농약 활성성분인 azadirachtin은 고약량에서는 속효성은 아니나 살충력을 나타내며(Butterworth and Morgan, 1968; Zanno *et al.*, 1975), 저약량에서는 생육 저해를 유발한다. 조명나방에 치사량 이하를 처리하면 알라타체, 뇌, 전흉선 등에 조직병리학적 변화가 관찰되며(Shin-Foon *et al.*, 1984), 이외에도 기피효과, 섭식저해, 산란저해, 생식저해 등 다양한 행동·생리적인 효과를 나타내고 있다(Shumutterer, 1988).

곤충의 성장조절제는 처음 Williams 등 (1967)에 의해 해충 방제제로서의 이용 가능성이 시사된 이래 많은 연구가 진행되었다. 유약호르몬(juvenile hormone, JH)과 ecdysone은 곤충의 내인성 호르몬이나 이들과 같은 작용성을 가지는 화합물이 식물계에서 발견되고 있는데, 이는 곤충과 식물 간에 밀접한 관계가 있다는 것을 상징하고 있다. 곤충의 탈피호르몬과 유사한 화합물들도 식물체에서 존재함이 확인되었는데, 나한송과인 *Podocarpus nakaii*에서 최초로 발견된 식물기원의 탈피 호르몬 (phytoecdysones)인 ponasterone은 모기유충에 대해 살충 효과가 있었으며(Nakanishi *et al.*, 1966), 이후의 연구에 의해 80여과의 식물에서

phytoecdysone이 발견되었다.

식물 기원의 JH 작용물질로서 캐나다산 왜전나무 (*Abies balsamea*)로부터 paper factor(Slamer, 1965)로 알려진 juvabione이 분리되었으며(Bowers *et al.*, 1966), 그 후 체코슬로바키아산 왜전나무에서 dehydrojuvabione이 분리되었는데(Slamer *et al.*, 1967), 이들 화합물은 노린재의 일종인 red linden bug (*Pyrrhocoris apterus*)약충에 대해서만 특이적으로 높은 활성을 보였다(Matsui, 1968). 또한, Sweet basil (*Ocimum basilicum*)로부터 juvocimene I, II가 발견되었는데, 이들은 milkweed bug (*Oncopeltus fasciatus*)에 대해 JH I 보다 강한 활성을 나타내며 Juvocimene II가 I 보다 10배 정도 강하다(Bowers and Nishida, 1980). 이들 화합물을 모핵으로 하여 합성화합물인 methoprene(Altocid[®])이 Zoecon사에서 개발되어, 미국에서 모기유충 및 가축의 해충방제에 크게 이용되고 있다(Henrick, 1982). 이들 식물성 JH 활성물질은 약충의 정상적 변태를 방해하여 과잉탈피를 일으켜 치사시키는 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Bowers *et al.*, 1966).

Bowers *et al.*(1976)은 JH 작용을 억제하는 항유약호르몬 (anti-JH)으로서 불노화(*Ageratum houstonianum*)에서 두 개의 chromene계 화합물 precocene I 과 II를 분리하였으며, Saxena *et al.*(1977)은 창포 (*Acorus calamus*)의 정유성분으로부터 β -asarone을 분리하였다. Precocene은 milkweed bug (*Oncopeltus fasciatus*)의 약령충에 조숙변태, 난소 발육억제와 퇴화, 성페로몬 분비정지 등의 곤충생식기능의 정지를 일으키며, 이 화합물에 의한 저해는 JH 작용 물질인 farnesyl methyl ester로 억제된다는 점에서 알라타체에 작용하는 것으로 알려져 있다. 반면 β -asarone은 precocene과 마찬가지로 간질세포를 저해해서 난소발육억제와 퇴화 등을 유기하나, precocene과는 달리 farnesyl methyl ester로 β -asarone은 조숙변태를 유기하지 않는다는 점에서, 알라타체에 작용하는 것이 아니라 난소에 작용해서 불임화를 유기하는 물질로 알려져 있다. 이와 같이 난모세포의 발육후기에 그 생육을 억제하여 퇴화시켜 버리는 JH와 난모세포의 발육전에 생육을 촉진하는 JH의 분비를 억제하는 precocene과 생식전의 난소의 발육 그 자체를 저해하여 퇴화시키는 β -asarone등은 곤충 불임화제의 새로운 lead

compound로서 유망시 되고 있다.

1979년 Jurd 등은 새로운 구조의 곤충 불임화제를 개발하였는데 이들 화합물은 *Salmonella*균을 이용한 검정법에서 변이원성이 없었으며 mouse에 대한 경구독성은 대단히 낮다(LD₅₀, 2500-3500 mg/kg)는 점에서 새로운 유형의 해충 방제제로 기대되고 있다. 인도 원산의 식물인 *Dalbergia retusa*로부터 향균성물질인 obtusastylene 등의 cinnamylphenol류가 분리되었는데, Jurd *et al.* (1979), Jurd and manners (1980)는 obtusastylene의 구조개변 중에서 간단한 구조인 benzyl phenol류 (Jurd 화합물)와 benzyl 1,3-benzodioxazole류가 집파리 성충에 유기인계 불임화제인 TEPA[tris(1-aziridiny)-phosphine oxide]에 필적하는 불임화작용을 나타내며, 약간 고농도에서는 생육저해, 치사작용을 나타내는데, 이들 화합물은 곤충체내에서 quinone methid로 산화되어 이것이 알킬화제 (alkyl agent)로서 작용한다고 하였다(Jurd *et al.*, 1979). 그 후 파리목 곤충과 나비목 곤충에 대한 효력도 인정되었으며, 이들 향유약 호르몬으로서의 Jurd화합물은 알라타체에 작용하는 것이 아니라, 유약호르몬의 길항제로서 유약호르몬의 수용체를 불활성화 하든가, 그 흡착을 방해한다고 하였으며(Mellaert *et al.*, 1983; a, b), 특히 유약호르몬 작용 발현에 있어서의 막 ATPase의 작용을 저해하는 가능성이 시사되고 있다(Mellaert *et al.*, 1983a). 불임화를 일으키는 화합물에는 곤충의 섭식저해 작용도 가지고 있는데, Jurd화합물 J-2710은 Colorado potato beetle의 유충의 섭식저해를 일으킨다(Mellaert *et al.*, 1983b).

Lignan은 곤충의 생육저해, 불임화, 살충 등의 작용을 나타내기 때문에 새로운 유형의 해충 제어제, 또는 새로운 살충제의 lead compound로서 주목을 받고 있다. 항개미성 목재의 한 성분으로서 α-conidendrin이 알려져 있다(Becker, 1966). 파리풀 (*Phryma leptostachya*)의 뿌리에 파리를 마비시켜 치사시키는 식독성 살충성분이 함유되어 있다는 것이 보고 되어, 그 후 집파리에 대한 식독성분으로서, 산화도가 높으며 다가 에테르 구조를 가지는 신규 lignan인 leptosatchyol acetate와 pyrethrin에 필적하는 높은 접촉 살충성을 가지는 phenylpropane 단위 3개로부터 구성되며 benzodioxane 환을 가지는 신규 sesquignen인 haedoxane A가 분리되었다 (Taniguchi and Oshima, 1972). 이후

곤충에 대한 생리 활성물질로서 신규 lignan과 기지의 lignan이 계속 발견되었는데, 뉴질랜드의 *Macropiper excelsum*로부터 집파리 유충의 생육저해물질로서, leptostachyol의 유사구조인 exelsin이 분리되었으며(Russel *et al.*, 1976), 향신료로 사용되고 있는 *Myristica fragrans*로부터 섭식저해, 생육저해를 나타내는 lignoid가 발견되었고(Gregson *et al.*, 1968; Sacher, 1971; Isogai *et al.*, 1973), *Magonolia kobus*의 잎으로부터 누에의 생육저해인자인 kobusin과 sesamin이 분리되었다(Kamikado *et al.*, 1975). Matsui *et al.* (1976)은 담배거세미나방에 대한 섭식저해 활성을 나타내는 식물로 스크리닝한 결과 *Piper futokadzura*가 강한 섭식저해 활성을 나타내며, 50 ppm으로 섭식저해작용을 나타내는 meoilignan에 속하는 신규 화합물로 piperenone을 분리하였다. 뉴질랜드산 cedar의 일종인 *Libocedrus bidwilli* 잎으로부터 100 ppm으로 집파리 유충에 높은 살충작용을 나타내는 물질로서 β -peltatin-A methyl ether가 분리되었다(Russel *et al.*, 1976). Lignan은 성충에 대한 살충성분으로서 보다도 유충의 생육저해 물질로서 얻어진 화합물이 대부분이며, 성충에 대한 살충성은 경구독성을 나타내는 leptostachyol acetate 외에는 보고되어 있지 않다.

또한 prostaglandin E₂ (PGE₂) 합성 효소가 곤충의 산란을 자극하고 있다는 것이 수종의 곤충에서 알려져 있으며, 따라서 합성 저해제를 탐색함으로써 역으로 산란을 억제하여 해충의 밀도를 제어하고자 하는 시도가 행해지고 있다. Africa의 약용식물 *Ozora mucronata*에서 분리 정리된 PGS-I 과 PGS-II가 PGE₂ 합성저해효소로 알려져 있으며(Kim *et al.*, 1988), PGE₂ 합성효소저해제는 새로운 유형의 해충방제제로서 기대되고 있다.

이들 행동제어물질 및 성장조절제는 종특이성이 높다는 점, 비교적 미량으로 효과가 있다는 점, 독성이 거의 없다는 점, 환경에서의 잔류가 거의 없다는 점 등에서, 독성 및 잔류 등에 의한 커다란 폐해를 야기시키는 종래의 유기 합성 살충제의 사용량을 감소시키는 새로운 유형의 해충 방제제로서 실용화가 진행되고 있다.

저장물은 높은 수준의 방제를 필요로 하는 여러 가지 해충에 의해 오염이 된다. 이러한 해충개체군의 방제는 주로 메틸브로마이드, 포스핀과 같은 잔류살

충제와 훈증제의 지속적인 사용에 의존하고 있다.

딱정벌레목(Coleoptera) 곤충들이 인간과 먹이 이용측면에서 가장 큰 경쟁자적 위치에 있는 생물이다. 이들 해충들에 의해 손실되는 연간 평균 곡물손실율은 26억 달러 가량으로 추정된다(NACF, 1997). 식량이란 일상섭취해서 신체의 영양을 유지시키는 생물의 중요한 생존기본물질을 말하며, 식품이란 식용되는 모든 물질 및 이들을 가공하여 제조한 식물의 총칭이라 할 수 있다. 저곡식량, 식품해충은 서식환경의 안정성, 잠입 가능한 체구, 폭넓은 식성, 저수분함량의 식물에서 생활가능, 휴면의 불필요성, 광에 대한 부의 주행성, 비상성의 상실, 폭넓은 분포 범위 등의 특성을 구비하고 있어 거의 전 세계적으로 분포하고 있으며, 이들 해충에 의한 피해는 5-50%에 달하는 것으로 추정되고 있다(原田, 1973).

우리나라의 경우, 저곡식량, 식품해충의 종류는 123종에 달하며(Baek, 1982), 일본의 경우에는 467종이 알려져 있다(原田, 1973). 1982-1992년 농촌진흥청에 문의해온 민원건수 중 저곡식량, 식품해충이 차지하는 비율이 높다는 사실에서 이들 해충의 중요성을 간접적으로 시사하고 있다.

한국인의 주식인 쌀의 주요한 해충으로서는 나비목인 화랑곡나방(indian meal moth, *Plodia interpunctella* Hubner), 딱정벌레목인 쌀바구미(rice weevil, *Sitophilus oryzae* L.)와 쌀도둑(bread beetle, *Tenebroides mauritanicus* L.) 등을 들 수 있는데, 이들 해충은 양적 손실뿐 아니라, 해충의 호흡으로 인한 수분 증가에 따른 열 발생으로 말미암아 쌀의 변질 및 부패를 야기하여 품질의 저하를 초래하고 있다. 또한, 이들 해충들이 분비하는 물질들은 발암의 원인이 되기도 하여(原田, 1973) 국민보건에 커다란 위협이 되고 있다. 이들 해충의 생태에 대해서는 Beak(1982)에 의하여 상세히 기술된 바 있다.

종래, 화랑곡나방, 쌀바구미 및 팔바구미 등의 해충을 방제하기 위하여 온도, 습도, 전자파 등을 이용한 물리적 방제법, 천적 방사, 불임충 방사 등을 이용한 생물적 방제법, 살충제, 기피제, 곤충생육조절제 등의 화합물질을 이용한 화학적 방제법 등이 이용되어 왔으나(原田, 1973), 그중에서도 살충제에 의한 화학적 방제가 주종을 이루고 있었다. 이들 합성살충제는 약제저항성 발달 (Champ and Dyte, 1976; Zettler, 1982; Mills, 1983; Tyler *et al.*, 1983; Zettler *et al.*, 1989;

Zettler and Cuperus, 1990; Zettler and Keever, 1994), 인축에 대한 독성 (Garry *et al.*, 1989; 1990; Alavanja *et al.*, 1990), 환경오염 등의 부작용을 야기하여 (Georghiou and Saito 1983; National Research Council 1986; Brown 1978), 미 환경보호국 (EPA)은 화학살충제로서 가장 널리 사용되어오던 메틸브로마이드의 사용을 2005년까지도 규제하고 이것에 대한 새로운 방제방법 또는 새로운 대체 약제의 개발을 촉진하는 법률을 발표하였다(EPA, 1993).

국외에 있어서의 연구동향을 보면, 저장물 해충에 대한 분류, 생리, 생태 및 방제에 관한 전반적인 기술이 확립되었는데, 특히 선진국 및 대만을 비롯한 개발도상국에서는 포스핀과 메틸브로마이드, 클로로포름, benzylamine류 등이 주요 저장물 해충에 보이는 방제효과에 관한 많은 연구들이 이루어졌고, 근래 들어서는 신물질 개발을 통한 저독성 방제원 개발에 주력하고 있다. 이런 경향에 맞춰 미국의 경우 *Bacillus thuringiensis*을 이용해 화랑곡나방에 대한 살충활성을 연구하였고, *Melia toosendan*의 추출물과 toosendanin이 *Cryptolestes ferrugineus*, 쌀바구미 및 *Tribolium castaneum*에 보이는 살충활성을 조사하였으며 프랑스에서 *Senna spectabilis*와 피마자 (*Ricinus communis*) 추출물들이 갖는 쌀바구미에 대한 살충활성을, 일본의 경우, 가정에서 이용하는 쌀통 내에서 발생하는 저장물 해충 중 쌀바구미와 화랑곡나방 등을 방제하기 위해 천연물 추출물을 이용해 이미 시판화하여 실용화하였고, 애수시렁이에 의한 모섬유, 견섬유의 피해가 많아 이와 같은 섬유류 문화재들을 보호하기 위해 식물체 기원성 방제원 개발을 위한 연구가 진행중이며, 태국에서는 *Adhatoda vasica*, 후추 (*Piper nigrum*), *Cyperus rotundus* 정유의 살충활성물질 및 곤충 유충호르몬 유사활성에 관한 연구가 진행되었다.

이상에서와 같이 생리활성천연물은 화학구조로부터 신약창제의 lead compound로서 중요한 역할을 하고 있으며 보다 중요한 것은 그것의 생합성, 대사, 작용 메카니즘의 해명을 통해 생명현상에 대한 이해를 깊게 함으로써 생물 생산성이라는 면에서 폭넓고 새로운 기술의 개발로 이어진다는 점에서 또 다른 하나의 중요한 lead compound가 될 것이다. 또한 호르몬류의 생합성, 대사 등에 관한 연구결과 이들에 대한 특이적인 저해제를 외인성의 화합물에서 찾는 것도

새로운 lead compound을 발견하는 기회를 높일 것이며 작용 메카니즘의 해명은 분자설계에 의한 신약 창출의 확률을 증가시킬 것이다.

이 분야에 있어서 국내의 연구동향은 아직 체계적인 연구가 거의 이루어지고 있지 않고 있는 실정에 있다. Choi와 Boo(1989)가 토끼풀잎, 은행나무잎, 갈매나무잎, 때죽나무 잎의 에탄올 추출액이 담배나방 유충에 상당한 치사효과를 보였으며 특히 갈매나무 잎과 때죽나무 잎은 담배나방 성충의 산란도 강하게 억제함을 보고한 바 있으며, Ahn *et al.*(1992)은 곤충 및 mouse에 대한 살충 기피효과를 갖는 식물체를 탐색하여 활성성분을 분리 동정한 바 있다. 또한 이러한 신농약개발의 전제가 되는 생물 검정법의 확립도 외국에서는 오래전부터 많이 연구 개발되어 왔으나, 그러한 새로운 시험방법, 기술은 know-how로서 외부에 알려져 있지 않고 있다. 따라서 새로운 생물 검정법의 확립은 지금까지 알려져 있지 않은 새로운 생물 활성 물질의 개발에 크게 기여할 것으로 생각되는 바, 신규 생물 검정법 체계의 확립이야말로 신농약 창제 성패의 열쇠가 된다고 할 수 있는데, Cho *et al.*(1987 a, b), Ahn and Cho(1992) 그리고 Ahn *et al.*(1992)은 국내 실정에 맞는 생물검정법을 확립한 바 있다.

제 7 장 참고문헌

- Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18, 265-267.
- Ahn, Y. J., M. Kim, T. Yamamoto and Mitsuoka. 1990. Selective growth responses of human intestinal bacteria to Araliaceae extracts. *Microbial Ecology in Health and Disease*. 3: 223-229.
- Ahn, Y. J., M. Kim, T. Yamamoto and T. Mitsuoka. 1990. Effect of green tea extract on growth of intestinal bacteria. *Microbial Ecology in Health and Disease*. 3: 335-338.
- Ahn, Y. J., S. B. Lee, H. S. Lee and G. H. Kim. 1998. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and β -thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. *J. Chem. Ecol.* 24: 1-90.
- Ahn, Y. J., T. Kawamura, M. Kim and T. Yamamoto. 1991. Tea Polyphenols: Selective growth inhibitors of *Clastridium* spp. *Agric. Biol. Chem.* 55: 1425-1426.
- Alavanja, J.C.R., A. Blair, and M.N. Masters. 1990. Cancer mortality in the U.S. flour industry. *J. Natil. Cancer Inst.* 82: 840-848.
- Alford, A. R. and M. D. Bentley. 1986. Citrus limonoids as potential antifeedants for the spruce budworm(Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* 79: 35-38.
- Anonymous. 1953. Stored grain pests. USDA farmers' Bulletin No. 1260.
- Arnason, J. T., B. J. R. Philogène, P. Morand, K. Imrie, S. Iyengar, F. Duval, C. Soucy-Breau, J. C. Scaiano, N. H. Werstiuk, B. Hasspieler and A. E. R. Downe. 1989. Naturally occurring and synthetic thiophenes as photoactivated insecticides. *In* *Insecticides of Plant Origin*, eds. by J. T. Arnason, B. J. R. Philogène and P. Morand, pp. 164-172. ACS Symp. Ser. No. 387, Am. Chem. Soc., Washington, DC.
- Arnason, J. T., Philogene, B. J. R., Morand, P., Imrie, K., Iyengar, S., Duval,

- F., Soucy-Breau, C., Scaiano, J. C., Werstiuk, N. H., Hasspieler, B. and Downe A. E. R. (1989b) Naturally occurring and synthetic thiophenes as photoactivated insecticides. In *Insecticides of Plant Origin*, eds J. T. Arnason, B. J. R. Philogene and P. Morand, pp. 164-172. ACS Symposium Series No. 387, American Chemical Society, Washington, DC.
- 백운하. 1982. 한국산 저장곡물 해충에 관한 연구. 서울대 농학연구 7(1): 119-147.
- 백운하. 1976. 신곡층 가루좀벌레에 관하여. 한국식물보호학회지15(1): 47-48.
- Baur, F. J. (1984) *Insect Management for Food Storage and Processing*. The American Association of cereal Chemists, St. Paul.
- Bentley, M. D., M. S. Rajab, M. J. Mendel and A. R. Alford. 1990. Limonoid model insect antifeedants. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1400-1403.
- Berenbaum, M. R. 1989. North American ethnobotanicals as sources of novel plant-based insecticides, pp.11-14. In *Insecticides of Plant Origin*, eds. by J. T. Arnason, B. J. Philogene & P. Morand. ACS Symp. Ser. No. 387, Am. Chem. Soc., Washington.
- 본초학교수. 1994. 본초학. 영림사.
- Booth, R. G. M. L. Cox and R. B. Madge, 1990. IIE Guide to insects of importance to man 3. Coleoptera. p. 66.
- Borowiec, L. 1987. The genera of seed-beetles Coleoptera, Bruchidae. p.88-91.
- Bottger, G. T., E. T. Sheehan and M. J. Lukefahr. 1964. Relation of Gossypol content of cotton plants to insect resistance. *J. Econ. Entomol.* 57: 283-285.
- Bowers, W. S. and R. Nishida. 1980. Juvocimenes: potent juvenile hormone mimics from sweet basil. *Science* 209: 1030-1032.
- Bowers, W. S., H. M. Fales., M. J. Thompson and E. C. Uebel. 1966. Juvenile hormone: identification of an active compound from balsam fir. *Science* 54: 1020-1022.
- Bowers, W. S., T. Ohta. J. S. Cleere. and P. A. Marsella. 1976. Discovery of antijuvenile hormones in plants. *Science* 193: 542-547.

- Brown A. W. A. 1978. Ecology of Pesticides. John Wiley & Sons, New York, 525 pp.
- Brown, A. W. A. (1978) *Ecology of Pesticides*. Academic Press, New York.
- Budavari, S. B., O'Neil, M. J., Smith, A. and Heckelman, P. E. (1989) *The Merck Index*; Merck & Co.: Rahway, New Jersey.
- Burt, P. E. and R. E. Goodchild. 1971. The site of action of pyrethrin I in the nervous system of the cockroach, *Periplaneta americana*. Entomol. Exp. Appl. 14: 179-188.
- Butterworth, J. H. and E. D. Morgan. 1968. Isolation of a substance that suppresses feeding in locusts. Chem. Commun. pp.23-24.
- Chadwick, D. J. and J. Marsh. 1990. Bioactive Compound from Plants. John Wiley & Sons.
- Champ, B. R. and Dyte, C. E. 1976. Report of the FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. *FAO Plant Protection Series* 5.
- Champ, B.R. & E. Highley., ed. 1983. Proceedings of the Australian development assistance course on the preservation of stored cereals, vol. 1, p. 417.
- 조복성. 1957. 한국산초시목분류목록.
- 추호열, 우건석, 김병호. 1981. 수입재해충 나무좀류의 분류 I. 나무좀과와 긴나무좀과. 한국 식물보호학회지 20(4):196-206.
- Chung, D.S. and Mills, R.B. 1978. Manual on Grain storage and storage practices.
- 조광연, 안종웅, 안용준. 1987a. 신규농약개발을 위한 스크리닝체제확립. pp.501-724, 과학기술처.
- 조광연, 안종웅, 안용준, 정근희, 김범태. 1987b. 천연물에서부터 농약활성물질의 탐색 및 개발, 47 pp. 과학기술처.
- 최광식, 부경생. 1989. 몇 가지 식물의 잎추출물이 담배나방(*Heliothis assulta*) 유충의 발육과 성충의 산란에 미치는 영향. 한국응용곤충학회지 28: 113-119.

- Coats J. R., L. L. Karr and C. D. Drewes. 1991. Toxicity and neurotoxic effects of monoterpenoids in insects and earthworm. *In* Naturally Occurring Pest Bioregulators, ed. by P. A. Hedin. pp. 305-316. ACS Symp. Ser. No. 449. Am. Chem. Soc., Washington, DC.
- Connolly, J. D. and R. A. Hill. 1991. Dictionary of Terpenoids. Chapman & Hall. London.
- Gorham, J. L. 1991. Insect and mite pests in food. USDA Agricultural handbook. No. 655. 767pp.
- Cremlyn, R. 1978. Pesticides, Preparation and Mode of Actions, John-Wiley.
- Cutler, H. G. 1988. Biologically Active Natural Products. Am. Chem. Soc. Washington, D.C.
- Dey, P. M. and J. B. Harborne. 1993. Methods in Plant Biochemistry. Academic press, London.
- Djerassi, C. 1994. Dictionary of Natural Products. Chapman & Hall. London.
- El-Nahal, A. K. M., G. H. Schmidt and E. M. Risha. 1989. Vapours of *Acorus calamus* oil- a space treatment for stored-product insects. J. Stored Prod. Res. 25: 211-216.
- EPA. 1992. Aquatic invertebrate acute toxicity test, freshwater Daphnid. Ecological effects test guidelines. OPPTS 850.1010.
- EPA. 1993. Regulatory action under the clean air act on methyl bromide. United States Environmental Protection Agency, Office of Air Radiation Stratospheric Protection Division, Washington, DC.
- EPA. 1996. Food Quality Protection Act (FQPA) of 1996. <http://www.epa.gov/pesticides> /
- Garry, V. F., J. Griffith, T. J. Danzl, R. L. Nelson, E. B. Whorton, L. A. Krueger, and J. Cervenka. 1989. Human genotoxicity: pesticide applicators and phosphine. Science. 246: 251-255.
- Garry, V. F., R. L. Nelson, J. Griffith, and M. Haskins. 1990. Preparation of

- human study of pesticide applicators: sister chromatid exchanges and chromosome aberrations in cultured human lymphocytes exposed to selected fumigants. *Teratog. Carcinot. Mutagen.* 10: 21-29.
- Georghiou, G. P. and Mellon, R. B. (1983) Pesticide resistance in time and space. In *Pest Resistance to Pesticides*, eds G. P. Georghiou and T. Saito, pp. 1-46. Plenum Press, New York.
- Georghiou, G.P & T. Saito. 1983. *Pest Resistance to Pesticides*. Plenum Pub., New York.
- Gilbert, B. 1977. In *Natural Products and the Protection of Plants*, ed. by G. B. Marini-Bettolo. Elsevier, New York, pp. 225-246.
- Hagiwara, N., Y. J. Ahn, M. Ishida, M. Tateishi, S. Skanaka, M. Kim and T. Yamamoto. 1991. Tea catechins: Inhibitors of 12-O-Tetradecanoly-phobol-13-acetate induced Epstein-Barr virus activation. *Japanese J. Pharmacognopsy* 45: 199-202.
- Hall, D. W. & R. W. Howe. 1953. A revised key to the larvae of Ptinidae associated with stored products. *Bul. Ent. Res.* 44(1): 85-96.
- Halstead, D. G. H. 1993. Keys for the identification of beetles associated with stored products. II-Laemophloeidae, Passandridae and Silvanidae. *J. Stored Prod. Res.* 29(2): 99-197.
- Halstead, D. G. H. 1986. Keys for the identification of beetles associated with stored products. I-Introduction and key to families. *J. Stored Prod. Res.* 22(4): 163-203.
- 한국곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 건국대출판부.
- 한국곤충학회. 2000. 일반곤충학. 정문각.
- Harborne, J. B. (1993) *Introduction to Ecological Biochemistry*, 4th, Ed., Academic Press.
- Harborne, J. B. 1993. *Introduction to Ecological Biochemistry*, 4th Ed., Academic Press.
- Harding, N. T. (1985) Rodent repellent paintand bars. U.S. patent number 4,654,080.

- Hasegawa, S. and Y. Hirose. 1982. Terpenoids from the seed of *Thujaopsis dolabrata*. *Phytochemistry* 21: 643-646.
- Hassall, K. A. 1969. *World Crop Protection*(Vol II). Iliffe Books Ltd., London. 249 pp.
- Hayashi, N. 1966. A contribution to the knowledge of the larvae of Tenebrionidae occurring in Japan (Coleoptera: Cucujoidea). *Insecta Matsumurana*, Supplement 1:41.
- Hedin, P. A., Hollingworth, R. M., Masler, E. P., Miyamoto, J. and Thompson, D. G. (1997) *Phytochemicals for Pest Control*. ACS Symposium Series No. 658, American Chemical Society, Washington, DC.
- Henrick, C. A. 1982. Juvenile hormone analogues: structure-activity relationships, pp. 315-402. *In* *Insecticidal Modes of Action*, ed. by J. R. Coats. Academic Press.
- Hill, J. and A. V. Schoonhoven. 1981. Effectiveness of vegetable oil fractions in controlling the mexican bean weevil on stored beans. *J. Econ. Entomol.* 74: 478-479.
- Hill, J. M. and Schoonhoven, A. V. (1981) The use of vegetable oils in controlling insect infestations in stored grains and pulses. *Recent Advances Food Science Technology* 1, 473-481.
- Hinton, H. E. 1945. A monograph of the Beetles associated with stored products. p.163-212
- Ho, C. T., Lee, C. Y. and M. T. Huang. 1992. *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health*. Am. Chem. Soc. Washington, D. C.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603-608.
- Isman, M.B. 2002. Pesticides based on plant essential oils for management of plant pests and diseases. *International Symposium, Development of natural pesticides from forest resources*. pp. 1-9.
- Isogai, A., S. Murakoshi, A. Suzuki and S. Tamura. 1973. Structures of new

- dimeric phenylpropanoids from *Myristica frgrans* Hoult. Agric. Biol. Chem. 37: 1479-1486.
- Jacobson, M. (1989) Botanical pesticides: past, present, and future. In *Insecticides of Plant Origin*, eds J. T. Arnason, B. J. R. Philogene and P. Morand, pp. 1-10. ACS Symposium Series No. 387, American Chemical Society, Washington, DC.
- Jacobson, M. 1949. The structure of pellitorine. *J. Amer. Chem. Soc.* 71: 366-367.
- Jacobson, M. 1971. The unsaturated isobutylamides, pp. 137-176.
- Jacobson, M. and D. G. Crosby(eds.). 1971. Naturally Occurring Insecticides. Marcel Decker, New York.
- Jurd, L. and G. M. Manners. 1980. Wood extractives as model for the development of new types of pest control agents. *J. Agric. Food Chem.* 28: 183-188.
- Jurd, L., R. L. Fye and J. Morgan. 1979. New types of insect chemosterilants: Benzylphenols and benzyl-1,3-benzodioxole derivatives as additives to housefly diet. *J. Agric. Food Chem.* 27: 1007-1016.
- Kamikado, T., C. F. Chang, S. Murakoshi, A. Sakurai and S. Tamura. 1975. Isolation and structure elucidation of growth inhibitors on silk worm larvae from *Magnolia kobus* DC. Agric. Biol. Chem. 39: 833-836.
- 강영배, 위성환, 이우용, 조준형. 1989. 곤충 Juvenile Hormone Analogue 살충제의 작용기전에 관한 연구. 수의과학연구소보 p. 294.
- 김규진, 김선곤, 최현순. 1988. 미곡저장해충의 분류동정 및 주요저곡해충의 발생최성기 조사연구. 한국병해충잡초명감. 633pp.
- 김창민, 신민교, 안덕균, 이경순. 1998. 중약대사전. 정담; 서울.
- Klocke, J. A. and I. Kubo. 1982. Citrus limonoid by-products as insect control agents. Entomol. exp. appl. 32: 299-301.
- Konstantopoulou, L., L. Vassilopoulou, P. Mauragani-Tsipidov, and Z. G.

- Scouras. 1992. Insecticidal effects of essential oils. A study of the effects of essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *D. auraria*. *Experientia* 48: 535-619.
- Kuhr, R. J. and H. W. Dorough. 1976. Carbamate Insecticides: Chemistry, Biochemistry and Toxicology. CRC Press, Cleveland. 300pp.
- 국립농산물검사소시험소. 1968. 저곡해충편람. 24pp.
- 국립식물검역소. 1993. 저장산물해충분류집. 한국수출입식물방제협회. 186p.
- 국립식물검역소. 수입식물병해충검사방법. 1992.
- Kwon, Y, J and S. M. Lee. 1986. Check list of weevils from Korea (Coleoptera : curculionidae). *Insecta Kdoreana* 6: 89.
- Kwon, Y, J and Y, S, Choi. 1986. Check list of family Tenebrionidae from Korea. *Insecta Koreana* 6: 105-113.
- LaForge F. B. and H. L. Haller. 1932. Rotenone. XIX. The nature of the alkali soluble hydrogenation products of rotenone and its derivatives and their bearing on the structure of rotenone. *J. Amer. Chem. Soc.* 54: 810-819.
- Levy, L. W. 1981. A large-scale application of tissue culture: The mass propagation of pyrethrum clones in Equador. *Environ. Exp. Bot.* 21: 389.
- Makita, T., K. Ohta and T. Nakabayashi. 1980. New limonoids from the seeds of *Citrus natsudaidai*. *Agric. Biol. Chem.* 44: 693-694.
- Matsui, K., K. Wada and K. Munakada. 1976. Insect antifeeding substances in *Parabenzoin praecox* and *Piper futokadzura*. *Agric. Biol. Chem.* 40: 1045-1046.
- Matsui, M. and K. Mori. 1968. Synthesis of compounds with juvenile hormone activity- I : (\pm)-Juvabione[methyl(\pm)-todomat-ulate]. *Tetrahedron* 24: 3127-3128.
- Metcalf, R. L. and R. B. March. 1950. Properties of acetylcholinesterases from the bee, the fly and the mouse and their relation to insecticide action. *J. Econ. Entomol.* 43: 670-677.
- Metcalf, R. L. and R. A. Metcalf. 1993. Destructive and Useful Insects. Their Habits and Control. McGraw-hill, Chapter 19.

- 산업자원부 한국산업기술재단. 2002. 생리활성 정밀화학(Technology Roadmap); 제 3장 농약산업. pp. 117-228.
- Miyakado, M., I. Nakayama, A. Inoue, N. Ohno and H. Yoshioka. 1982. Proc. 5th Intern. Cong. Pesticide Chem.(IUPAC) Kyoto. Abstract paper, III. C7-28.
- Miyano, M., A. Kobayashi and M. Matsui. 1961. Synthesis and configurational analysis of rotenoids, XIX. The total synthesis of natural rotenone. Agric. Biol. Chem. 25: 673-677.
- 문관심. 1984. 약초의 성분과 이용. 일월서각.
- 문교부, 1969. 한국동식물도감. p.224-225.
- 문교부. 1983. 한국동식물도감. vol. 27.
- 문범수, 길봉섭. 1979. 가공식품에 출현하는 해충류의 생태조사-호남지방을 중심으로한 과자 해충류의 실태-. 문교부학술조사보고서 49pp.
- Nakakita, H. and Winks, R. G. (1981) Phosphine resistance in immature stages of a laboratory selected strain of *Tribolium castaneum* (Herbst.). *Journal of Stored Products Research* 17, 43-52.
- Nakanishi, K., M. Koreeda, S. Sasaki, M. L. Chang and H. Y. Hsu. 1966. Insect Hormones. I. The Structure of Ponasterone A, an Insect Moulting Hormone from the Leaves of *Podocarpus nakaii* Hay. Chem. Commum. pp. 1915-1917.
- Namba, T. (1986) *Colored Illustrations of Wakan-Yaku (The Crude Drugs in Japan, China and the Neighbouring Countries)*. Hoikusha, Osaka.
- Narahashi, T., K. Nishimura, J. L. Parmentier, K. Takeno and M. Elliott. 1976. Neurophysiological study of the structure-activity relation of Pyrethroids, pp. 85-97. *In Synthetic Pyrethroids*, ed. by M. Elliot. ACS Symposium Series 42, Washington.
- National Research Council. 1986. Pesticide Resistance, National Academic Press.
- 농림수산부. 1980. 저곡해충편람. 64pp.

- 농업과학기술원, 1996. 저장곡물해충의 유충검색 및 생태. 농업과학기술원.
- 농약과학소식. 2000. 해외농약관련 주요동향. Pesticide News & Information, 4(1): 17-23.
- 농약과학소식. 2000. 해외농약관련 주요동향. Pesticide News & Information, 4(2): 19-25.
- 박대식. 1995. 농촌의 환경오염 실태와 개선대책. 환경과 생명. p. 114.
- Park, K. T. 1983. Michrolepidoptera of Korea. Insecta Koreana 3.
- Pfadt, R.E. 1985. Fundamentals of Applied Entomology. Macmillan.
- Pinner, A. 1893. Uber Nicotin. Die Constitution des Alkaloids. Berichte 26: 292-305.
- Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Holeman, M., Theron, E. and Pinel, R. (1993) Insecticidal effect of of essential oils from mediterranean plants upon *A. obtectus* (Say) (Coleoptera, Bruchidae) a pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Chemical Ecology* **19**, 1231-1242.
- 임업연구원, 1995, 한국수목해충목록집, p. 360.
- Robertson, A. 1932. Experiments on the synthesis of rotenone and its derivatives. Part II. The synthesis of rissic acid and of derric acid, and the constitution of rotenone, deguelin, and tephrosin. *J. Chem. Soc.* 1932: 1380-1388.
- 농촌진흥청 농업과학기술원, 1996, 저장곡물해충의 유충검색 및 생태, p. 202.
- Russel, G. B., P. Singh and P. Fenmore. 1976. Insect-control chemicals from plants III. Toxic lignans from *Libocedrus bidwilli*. *Aust. J. Biol. Sci.* 29: 99-103.
- Sakai, M. 1966. Studies on the insecticidal action of nereistoxin, 4-*N,N*-dimethyl-amino-1,2-dithiolne. *Botyu-Kagaku* 31: 53-61, 62-67.
- 三橋 博. 1986. 天然物化學. 南江堂.
- Saxena, R. C. (1989) Insecticides from neem. In *Insecticides of Plant Origin*, eds. J. T. Arnason, B. J. R. Philogene and P. Morand, pp. 110-135. ACS

- Symp. Ser. No. 387. Am. Chem. Soc., Washington, D.C.
- Serit, M., M. Ishida, M. Kim, T. Yammamoto and S. Takahashi. 1991. Antifeedents from Citrus natsudaidai HAYATA against termite *Reticulitermes speratus* Kolbe. Agric. Biol. Chem. 55: 2381-2385.
- Serit, M., M. Ishida, N. Hagiwara, M. Kim, T. Yammamoto and S. Takahashi. 1992. Meliaceae and Rutaceae limonoids as termite antifeedants evaluated using *Reticulitermes speratus* Kolbe (Isptera: Rhinotermitidae). *J. Chem. Ecol.* 18: 593-603.
- Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U. and Pissarev, V. (1991) Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. *Journal of Chemical Ecology* 17, 499-504.
- Shaver, T. N. and M. J. Lukerfahr. 1969. Effect of flaconoid pigments and growth and development of the bollworm, tobacco budworm, and pink bollworm. *J. Econ. Entomol.* 62: 643-646.
- Shin-Foon, C., Z. Xing, L. Sin-King and H. Duan-Ping. 1984. Abstr. 17th Interm. Congr. Entomol., Hamburg, 866pp.
- Shin, J.S. 2002. Ecotoxicological risk assessment of molinate in the aquatic environment. Doctorial Degree, Seoul National University.
- 신유향, 박규택, 남상호., 1983, 한국동식물도감 27권 동물편(곤충류IX): 1053pp.
- Sighamony, S., Anees, I., Chandrakala, T. and Osmani, Z. (1986). Efficacy of certain indigenous plant products as grain protectants against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). *Journal of Stored Products Research* 22, 21-23.
- Swain, T. 1977. Secondary compounds as protective agents. Ann. Rev. Plant Physiol. 28: 479-501.
- 오명희, 김상석, 부경생. 1983. 다색알락명나방의 발생소장에 관한 연구. 한국연초학회지 5(1):11-17.
- 이관우, N. R. Powers, T. W. Walker. 1992. 저장해충에 발생하는 곤충 및 응애류에 관한 예비조사. 한국곤충학회지 22(1): 5-12.

- 일본응용동물곤충학회. 1987. 농림유해동물곤충명감. p.101.
- 임업연구원. 1995. 한국수목해충목록집. 360pp.
- Takei, S., S. Miyajima and M. Ono. 1932. Uber Rotenon, den wirksamen bestandteil der Derriswurzel, IX. Mitteil: Nachtrag zur Konstitution der Tetrahydrotubasaure und des Rotenones. Synthese einiger Abbauprodukte des Rotenons. Ber. Deut. Chem. Ges. 65: 1041-1049.
- Taniguchi, E. and Y. Oshima. 1972. New gelinol-type lignan, leptostachyol acetate. Tetrahedron Lett. pp. 653-656.
- Thomson, R. H. 1985. The Chemistry of Natural Products. Blackie Academic & Professional.
- Torsell, K. 1993. Natural Product Chemistry. A Mechanistic and Biosynthetic Approach to Secondary Metabolism. John Wiley & Sons.
- Tyler, V. E., L. R. Brady and J. E. Robberts. 1976. Pharmacognosy(7th ed.) Lea and Febiger, Philadelphia, pp. 490-509.
- White, N. D. G. (1995) Insects, mites, and insecticides in stored grain ecosystems. In *Stored Grain Ecosystem*, eds D. S. Jayas, N. D. G. White and W. E. Muir, pp 123-168. Marcel Dekker, New York.
- Williams, C. W. 1967. Third-generation pesticides. Sci. Am. 217: 13-17.
- 園典農伙, 食品害蟲の生態と防除, 1975.
- Yammamoto, I. 1965. Nicotinoids as insecticides. Adv. Pest Control Res. 6: 231-260.
- Zanno P. R., I. Muira, K. Nakanishi and D. L. Elder. 1975. Structure of the insect phagorepellent azadirachtin. Application of PRFT/CWD carbon-13 nuclear magnetic resonance. *J. Am. Chem. Soc.* 97: 1975-1977.
- Zettler, J. L. 1982. Insecticide resistance in selected stored product insects infesting peanuts in the southeastern United States. *J. Econ. Entomol.* 83: 1677-1681.
- Zettler, J. L. and D. W. Keever. 1994. Phosphine resistance in cigarette beetle

(Coleoptera: Anobiidae) associated with tobacco storages in the southeastern United States. *J. Econ. Entomol.* 87: 546-550.

Zettler, J. L. and G. W. Cuperus. 1990. Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in wheat. *J. Econ. Entomol.* 83: 1677-1681.

Zettler, J.L., W.R. Halliday, and F.H. Arthur. 1989. Phosphine resistance in insects infesting stored peanuts in the southeastern United States. *J. Econ. Entomol.* 82: 1508-1511.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.