

최 종
연구보고서

농가소득 증대를 위한 점박이꽃무지류 유충의
대량증식기술개발에 관한 연구

Development of the mass-rearing technique of *Protaetia* species
for the increase of the farmer's income

강원대학교 농업생명과학대학

2002. 12

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “농가소득 증대를 위한 점박이꽃무지류 유충의 대량증식기술개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002 년 12 월 일

주관연구기관명 : 강원대학교

총괄연구책임자 : 박 규 택

세부연구책임자 : 박 규 택

협동연구기관명 : 농업과학기술원

협동연구책임자 : 설 광 열

연 구 원 : 정 근(선임연구원)

이 준 석, 김 철 학,

엄 훈 식, 김 현 구

여 백

요 약 문

I. 제 목

농가소득 증대를 위한 점박이꽃무지류 유충의 대량 증식기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

중국의 유명 약서(藥書)인 동의보감(東醫寶鑑)이나 본초강목(本草綱目)을 근거로 오래 전부터 많은 곤충류들이 민약재(民藥濟)로 사용되어왔다. 그러나 구전(口傳)을 통해 민약으로 쓰여지고 있는 이러한 곤충들의 유용성에 대해서는 비교적 잘 알려져 있지만 정확한 증명이나 기능, 약리학적 효능에 대한 구체적인 실험 데이터는 거의 없는 실정이므로 이제 그 과학적인 접근이 필요하게 되었으며, 한편으로 이들을 소재로 한 자원화 계획을 구체화하여야 할 때이다. 그들 중 간 질환 환자들이 많이 사용해온 굽벵이(꽃무지유충)는 원래 초가지붕이나 두엄등 부숙된 짚을 먹이로 하여 사는 곤충이나 최근 농가의 초가지붕이 없어지면서 부숙된 짚의 소재가 고갈되고 서식처가 없어져 야외에서 이들 유충을 구하기가 어려운 실정이다. 그러므로 최근 증가하고 있는 이의 수요를 충족하고 이들에대한 생리학적, 약리학적 기능에 대한 연구가 활성화 되기 위해서는 대량사육기술이 개발되어야 할 것이다. 국내에서도 최근 애완곤충의 메니아층이 형성되고 일반 국민들의 자연보호 의식이 점차 고취되고 있으며, 자연생태원 등 체험자연교실의 수요가 급증하고 있는 점 등으로 미루어 볼 때 곤충의 사육 기술 개발은 하나의 새로운 농촌산업으로 육성시키기에 충분한 조건을 갖추고 있다고 판단된다.

III. 연구개발 내용 및 범위

곰뱅이로 알려진 꽃무지류의 국내 분포종 중 약용으로 이용하는 대상종이 어떤 종인지 종의 정확한 분류동정이 우선적으로 해결되어야 하고 기본적으로 이들의 야외 분포 및 서식지의 조건 등이 조사되어야 한다. 그리고 대상 종을 대량으로 증식시키기 위해서는 그 종의 발육특성이나 생활사 등 종의 생태적 조건에 대한 기초자료가 있어야 하며, 유충 및 성충의 인공사료개발과 최적 사육환경조건이 설정되어야 한다. 본 연구에서는 이들 기초적인 사항들을 해결하기 위한 기본적이고 실질적인 시험들을 수행하였다.

IV. 연구개발 결과

1. 종 분류동정 및 발생상황

종의 분류동정:

벼짚이나 두엄 등에서 발생하는 점박이꽃무지류의 우점종은 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지 2종으로 약용대상은 이들 2종을 대상으로 고려되어야 할 것이다. 그러나 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지는 서식지 조건에 따라 일시적으로 우점하거나 다발하는 경향이 있어 어느 종이 더 우점종 인지는 전국적 세밀한 분포조사가 이루어짐으로써 판단 될 수 있을 것이다.

사육대상 종을 선정하기 위해 있어서 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지를 대상으로 예비실험을 실시한 결과 실내조건하에서 점박이꽃무지는 산란유도에서 어려운 점, 미세 사육환경에 예민한 점등 흰점박이꽃무지보다 사육환경에 더 민감하기 때문에 대량 사육대상 종은 흰점박이꽃무지를 선정하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

발생상황:

점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지의 분포는 전국적으로 고루 분포하는 것으로 나타났다. 점박이꽃무지류의 월별 출현경향은 6월부터 발생하기 시작하여 8월에 최다 발생기를 이루었다. 점박이꽃무지류의 종별 출현시기는 점박이꽃무지가 8월에 최성기를 나타낸 반면, 흰점박이꽃무지는 7월에 최다 발생기를 나타내어 후자가 전자에 비해 조기 출현 경향을 나타내었다.

2. 실내조건하에서의 점박이꽃무지류의 발육특성

1) 점박이꽃무지 암컷 성충 한 마리 당 산란수는 평균 82.8개, 난기간은 8.4일, 1령기는 10.6일, 2령기는 18.7일, 3령기는 38.1, 번데기 기간은 35.5일, 성충의 수명은 암컷이 135.2일, 수컷의 경우 121.7일이 소요되었다

2) 점박이꽃무지의 흰점박이꽃무지의 각 태별 크기는 전반적으로 비슷하였으나 2-3령을 거치면서 흰점박이꽃무지가 두폭이나 체중에서 조금씩 앞서는 것으로 나타났다.

3) 산란특성

점박이꽃무지는 산란 전기간 중 산란시작 시점에 다소 많은 산란수를 나타내었으나 그 이후의 기간 동안에는 일정한 산란의 양상을 보이다가 40일 후에는 다소 적어지는 경향을, 보였으며 산란기간은 약 50일간 이루어졌다.

흰점박이꽃무지의 산란수는 10일 간격으로 총 산란수를 확인한 결과 우화 후 20일과 40일에 산란수가 가장 많았고 그 이후에는 다소 감소한 결과를 보였으며 산란기간은 약 80일간 이루어졌다. 난기간은 25도에서 9일 정도이었다.

3. 야외조건 하에서의 생태적 특성

발생: 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지는 연 1회 발생하는 것으로 보고되어 왔으나 조사결과 경우에 따라 환경조건이 적절하면 성충 태로 월동한 개체가 일찍 산란하여 일찍 자란 개체가 8월에 일부 성충으로 우화하여, 이들이 성충태로 월동함으로써 2회 발생도 가능하였다.

월동: 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지는 유충태 (대개 3령 종령)로 월동하는 것으로 알려져 왔으나 본 실험을 통하여 일부 개체는 성충으로도 월동하는 것이 관찰되었다. 점박이꽃무지의 경우 야외조건하에서는 월동유충이 위치한 토양의 깊이는 평균 17.6cm의 깊이로 비닐하우스 내에서 월동한 경우 20.6 cm 보다 조금 낮은 깊이에서 월동하는 것으로 관찰되었다. 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지의 월동유충 생존율을 비교한 시험에서는 흰점박이꽃무지가 51.5%로 점박이꽃무지 44% 보다 다소 높은 결과를 나타내었다 [표10-11]. 번데기는 지표와 벚짚의 경계부분에서 발견할 수 있었으며, 월동한 유충의 우화율은 40%로 관찰되었다.

4. 인공사료 개발용 부재료 선별 및 대량증식용 유충인공사료 개발

벚짚, 참나무톱밥 및 참나무 폐목으로 만든 먹이중 벚짚으로 만든 먹이를 먹인 유충의 성장이 가장 양호하게 성장한 것으로 나타났으며, 참나무 폐목은 초기 성장은 다소 늦었지만 후기성장이 매우 좋은 것으로 나타났다. 그러므로 농가에서 유충의 먹이를 제조할 때는 시간과 경비를 고려하여 버섯 부산물인 표고버섯등의 참나무 폐목을 이용하여 유충사료를 제조하는 것이 경제적으로 시간적으로 유리하다고 판단된다.

5. 성충용 인공사료 개발

꽃무지의 성충은 단 것을 매우 좋아하므로 흔히 수박과 같은 과일류 또는 설탕물을 공급하여 준다. 본 시험에서는 흑설탕에 소주를 넣고 끓인 것을 대조로 과일시럽 3종 (딸기, 포도, 메론)을 공시하여 섭식성을 조사해 본 결과 [표 15]에서 나타난 바와 같이 흑설탕물을 가장 많이 섭식하였고 다음에 메론시럽, 딸기시럽, 포도시럽의 섭식량에는 큰 차이가 없었다. 그러므로 이들 기본 메뉴를 대상으로 젤리형 고품먹이를 만들어 이용하는 것이 좋은 것으로 나타났다.

6. 최적 사육조건 구명

▶ 온도 및 광주기 조건: 3령충을 대상으로 15℃, 24D 조건과 20℃, 10L·14D등의 저온 단일조건으로 처리한 경우 25℃, 16L, 8D 장일조건에서 사육한 경우보다 유충 경과일수는 다소 짧아졌으나 용화율, 우화율, 성충 체중 등에서는 25℃구에서 사육한 경우가 양호하였다.

▶ 암수 비율에 따른 산란력: 암수 비율 1: 1구에서의 암컷 1마리당 1일 평균 산란수는 0.8개, 2: 1구에서는 1일평균 0.6개, 3: 1구의 1일 평균 0.45개를 산란한 결과를 볼 때 암수 비율 1: 1또는 2: 1의 비율로 교미 산란케 하는 것이 가장 좋은 것으로 나타났다.

▶ 유충의 사육환경 개선: 사육환경을 개선해 주기 위해 사육상자의 밑바닥에 숯가루, 황토, 질석 또는 맥반석을 깔아주어 비교실험을 수행한 결과 숯가루구나 맥반석 처리가 유충체중 증가율이 높았으나 유충발육기간은 숯가루구나 황토구가 짧았으며, 용화율 우화율도 가장 양호하였다. 유충사육용기의 바닥에 숯 또는 황토를 깔아주는 것이 유충사육 환경 개선제로 도움이 되는 것으로 사료되었다.

7. 채란기술 개발

사육용기의 바닥에 5mm의 구멍을 뚫고 5cm두께로 유충먹이를 간 후 채란을 실시 하므로서 효율적인 채란이 가능하였다.

8. 발육단계별 저온저장 가능기간

알은 15℃에서 15일까지도 저장이 가능하였으며, 유충의 경우 3령충을 15℃에 10일 저 온 처리한 경우 생존율이나 용화율이 별로 떨어지지 않았다.

번데기의 경우 15℃에서 10일간 저온 처리 할 경우 이상이 없는 것으로 판단된다. 성충의 경우 현재까지 5℃ 및 15℃구에 15일 동안 저온처리 하여도 100% 생존하여 성충기에 비교적 저온에 강한 것으로 생각된다. 그러므로 금후 증식시스템을 개발함에 있어서 15℃ 전후의 저온처리가 바람직하며 성충을 저온 저장함으로서 사육기간을 조정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

9. 발병 및 대처방안

주요 발병균의 분류동정: 사육중에 발병되는 질병의 발병균을 분류동정한 결과 기존의 백강 또는 녹강균으로 추정하였던 것들이 흑강균으로 분류 동정되었다.

발병요인 분석 및 방제대책:

차아염소산나트륨 (하라솔) 20배 희석액 및 30배 희석액, 숯과 황토의 표면처리 및 혼합처리의 방법을 사용하여 비교시험을 한 결과 차아염소산나트륨 처리구에서 효과를 볼 수 있었다. 예비실험에서 하라솔 유충성장에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

V. 활용 및 건의사항

본 연구의 성과는 정확한 대상 종의 파악과 종의 생태적 조건들이 우선 구명되고 과학적 자료에 의한 사육기술이 확보됨으로서 사육을 희망하는 농가들에게 사육에 대한 기초 기술을 제공하여 새로운 농촌 소득원을 제공하며, 신 지식인 활용을 통한 새로운 농촌형 산업으로 발전시키 위한 기반조성에 그 목적이 있다.

그러므로 이러한 사육기술의 개발보급은 최근 수요가 증가되고 있는 일반 곤충들의 사육에 관한 기초 정보를 제공함은 물론 국내 곤충산업의 정착을 위한 원동력이 될 수 있을 것이다. 국내에서도 최근 애완곤충의 메니아층이 형성되고 일반 국민들의 자연보호 의식이 점차 고취되고 있음을 미루어 볼 때 하나의 새로운 산업으로 육성시키기에 충분한 조건을 갖추고 있다고 판단된다. 특히 이들 기술은 나비류등 다른 환경 곤충들의 사육기술 개발에 도움을 줄 수 있을 뿐 아니라 정보의 제공이나 관심도를 증대시킬 수 있으므로 이러한 곤충사육 및 보급 시도가 지역의 청정화 내지는 무공해 농산물 보급이라는 이미지 창출로 그 지역 농산물의 브랜드화에도 직접적 영향을 미칠 수 있을 것이다.

그러므로 이와같은 곤충의 사육기술개발은 적절한 교육과 훈련과정을 받은 특정 농가에서 직접 대량사육을 할 수 있을 것이며, 최근 급증하고 있는 국내 곤충산업의 정착발전을 위한 원동력이 될 것이므로 이러한 사업 모델을 농촌의 새로운 수익 산업으로 정착, 육성시키기 위해서는 행정적 지원이나 선도적 역할이 필요하다. 지역의 농업기술센터를 중심으로한 지도 기관에서 농촌형 새로운 사업의 개발이나 보급은 시급한 과제라고 생각된다. 이러한 곤충 사육품의 조성은 직접적 곤충생체의 공급뿐 아니라 최근 주 5일 근무제의 실현에 따라 그 수요가 급증하고 있는 자연 생태원 등 체험 자연교실의 인기를 감안 할 때 지역 농업 지도기관에서 새로운 아이디어 산업으로 개발하여 침체되어 가는 농업 분위기를 쇄신하는 방안으로 발전시켜 나가기를 바라는 바이다.

참고로 곤충을 이용할 수 있는 농촌형 산업으로는 유아용 자연 교재로서의 곤충 보급, 음식 폐기물의 분해를 돕는 분해곤충의 개발 이용 (파리류 등), 낚시 인구의 증가로 낚시용 먹이(미끼)로의 곤충개발 등 그 활용도는 다방면에 걸쳐 넓다. 특히 유아 및 초등 교육 과정에서 생명의 신비를 체험하고 생물에 대한 이해도를 높혀 주므로써 인성교육에도 크게 영향을 줄 수 있다는 점등 국내 생체곤충의 수요는 급증할 것이라 예상된다.

한편 곤충을 대상으로 하는 연구에 충분한 실험재료를 확보, 공급할 수 있어 민약재와 관련되는 각종 생리학적, 약리학적 시험이 가능해 질 수 있으며, 곤충의 유래 물질 탐색 연구등 국제적 경쟁력에서 유리하고 부가가치가 높은 학문적 성취도 기대할 수 있을 것이다.

SUMMARY

I. Title

Development of mass rearing technique of the *Protaetia* spp. for the new income source of the farmer

II. Objectives and Necessity of the Research and Development

According to well-known Chinese medicine books, such as Dongoibogam and Bonchogangmok, numerous insects have been used as sources of the Chinese medicines. However, there is no biological data of the species, even their scientific names, and no scientific results for their physiological and medicinal efficacy. Moreover, these insects have been gradually decreasing due to the environmental changes such as loss of their habitats. The main purpose of the study is for the development of the mass rearing technique, including the artificial diets for larvae and adults, and to investigate the most proper environment for mass rearing. From this study, it was identified that the target species are *Protaetia orientalis* and *P. brevitarsis*, and they hibernate as larval stage, but sometimes as adult stage. Some biological and ecological characteristics, including life-cycle of the species, were investigated. For the development of the mass rearing technique, artificial diets for larvae and adults, the most suitable environmental conditions, and the management of diseases were studied.

III. Contents and the scope of the research

The study was focused on the following: 1) Identification of the target species and its occurrence; 2) Developmental characteristics of the *Protaetia* spp. in the insectary (28, 70% RH, 16L: 8D), including characteristic oviposition, developmental period of each stages including egg period, and field; 3) Ecological characteristics of *Protaetia* species in the field; 4) Development of the artificial diet for larvae and adults; 5) Investigation of the most effective rearing condition including temperature and photo-period; 6) Development of the technique of the effective collecting eggs; 7) Development of the long-term storage method in each development stage; and 8) Practical trial in farmer's field. These results will promote the basic back ground of the insect industry in Korea.

IV. Results

1. Identification of the target species and its occurrence

The dominant species collected in the decayed straw and compost heap was identified as *Protaetia orientalis* and *P. brevitalis*. They are distributed throughout the country. The flight period of these two species (*Protaetia* spp.), based on collected material of adults, was from April to October, and most abundant during July- August.

2. Developmental characteristics of the *Protaetia* spp. in the insectary

1) The average number of eggs laid per female of *Protaetia orientalis* was 82.8, egg period 8.4 days, 1st instar of larva 10.6, 2nd instar 18.7, 3rd instar 38.1, and pupal period 35.5 days. Longevity of adults was 135.2 days in the female and 121.7 days in the male.

2) The size and body weight of *Protaetia orientalis* and *P. brevitalis*. in every stages was similar, but those of the latter was slightly larger and more heavy after 2-3 instar.

3) Characteristics of oviposition:

Oviposition pattern of the *Protaetia orientalis* and *P. brevitalis* in the laboratory: *Protaetia orientalis* - relatively more eggs were deposited at the beginning stage and decreased after 40 days, and the total period of the oviposition was about 50 days.

P. brevitalis- the oviposition peak was 20 days and 40 days after beginning and the total period of the oviposition was about 80 days. The egg period is 9 days in both sexes.

3. Ecological characteristics of *Protaetia* species in the field

Occurrence: Adults appear once a year in the field, but two generation is also found when adults were hibernated.

Hibernation: The hibernation of *Protaetia orientalis* and *P. brevitalis* took place

mostly in larval stage (3rd instar), but some in adult stage, and were generally found in the decayed rice straws and in the soil covered with compost or similar materials with average depth of 17.6 cm in the field.

The survival rate during the hibernation in the field was 44% in *Protoetia orientalis*, and 51.5% in *P. brevitalis*.

4. Development of the law material and method of the artificial diet for larvae

Among decayed rice straw, sawdust of *Quercus* tree, and sawdust from used *Quercus* tree for the mushroom cultivation, the decayed rice straw was most effective for the larval diet. However, but it is considered that the sawdust from used *Quercus* tree for the mushroom cultivation seems to be the best for the development of the artificial diet of the larvae, considering the economic condition.

5. Development of the artificial diet for adults

Protoetia spp. like to take sugar, and thus sugar or fruits which contain high sugar content, including water-melon have been usually supplied to adults. From a test using three kind of fruit syrups (strawberry, grape, and melon), and sugar with alcohol, adults most preferred the latter and the next were melon-syrup. Therefore it can be recommended to use the Jely-style bait which are made from these material.

6. Investigation of the most effective rearing condition

▶ Temperature and photo-period:

In a test with different conditions of the relative low temperature condition (5°C, 24D and 20°C, 10L · 14D) compared with condition of 25°C, 16L, 8D for the 3rd instar, larval period was shorter in the low temperature condition, but the pupal rate, the emergence rate, and the weight of adults was more effective in the control with 25°C, 16L, 8D condition.

▶ Number of eggs by the different rate of sexes:

The average egg-number per day according to the rate of the female: the male to the female 1: 1 was 0.8 per day, 0.6 in the 2: 1, and 0.45 in the 3: 1. From this result, it is recommended that the rate is 1: 1 or 2: 1.

▶ Supplements for the rearing condition of larvae (to prevent diseases):

To prevent diseases, the treatment of the powder of 糞 and red-soil on the bottom of the rearing box were helpful to shortening the larval period, and the pupal rate and the emergence rate of adults were effective.

7. Development of the technique of the effective collecting eggs

To develop the technique of the effective collecting eggs, it is recommended to make holes of 5mm sized on the bottom of the rearing boxes.

8. Development of the long-term storage method in each development stage

To managing the supplying time and quantity, it is needed to develop a method to keep any available stages in the low temperature. In a result conducted for these

purpose, it was confirmed that:

eggs were safely stored for 15 days at 15°C, 3rd instar of larva could be stored for 10 days at 15°C, without any deficiency in the survival rate and pupal rate. In case of pupal period and adult, there was no damage to store for 10 days and 15 days respectively. Therefore, it is helpful to extend the supplying period, if it is stored at the low temperature, around at 15°C, in the every developmental stages for some period.

9. Identification of disease and its prevent and control

Identification of the main diseases: The disease which causes a serious problem during the mass rearing in the field condition was identified as *Metarhizium anisopliae*, based on DNA sequence using 28S rDNA and ITS. The factor of the occurrence of the diseases and the control method was investigated and discussed.

10. Practical trial

From the study, general biological information on the ecological characteristics and the basic technique for the mass rearing of *Protaetia brevitarsis* were found, and the most effective ways to rear them in the insectary or in the field was recommended. All of the trial results which we could get in the insectary or a small scale of field trial can be effectively adopted in the practical trial. However, we have to think about that there will always be unexpected factors in the practical field trials. Among them, the most important thing to get a successful achievement for the rearing this species is how we can prevent diseases during all developmental period. To prevent these kind of unexpected factors, diseases, Harasol treatment is recommended and the red-soil or charcoal is recommended to place at bottom.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	21
Chapter 2. Situations concerned on this project	24
Chapter 3. Main purpose and results	
1. Material and methods	31
2. Results	
1) Identification of the species and investigation of their occurrence	44
2) Developmental characteristics in insectary.....	54
3) Ecological characteristics	63
4) Development of the artificial diets for larvae	69
5) Development of the artificial diets for adults	74
6) Investigate the most suitable environmental condition	77
7) Development of the technique for collecting eggs	79
8) Test for long-term storage	80
9) Prevent and control of the diseases	83
10) Practical trial	87
Chapter 4. Achievement and contribution	90
Chapter 5. Plan for application of the results	91
References	92

여 백

목 차

제 1 장 서 론	
제 1 절 연구개발의 필요성	21
제 2 장 국내외 기술개발 현황	
제 1 절 국내외 관련기술의 현황과 문제점	24
제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과	
제 1 절 실험 방법	31
제 2 절 결과 및 고찰	
1. 종 분류동정 및 발생상황	44
2. 실내 조건에서의 점박이꽃무지류의 발육특성	54
3. 야외 조건하에서의 생태적 특성	63
4. 대량증식용 유충의 인공사료개발	69
5. 성충의 인공사료 개발	74
6. 최적 사육환경 조건의 구명	77
7. 채란기술 개발	79
8. 발육 단계별 저온저장 가능성 검토	80
9. 질병 및 대처방안	83
10. 현지 적용시험	87
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	90
제 5 장 연구개발 결과의 활용계획	91
참고문헌	92

여 백

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

우리의 선조들은 민간약재로서 일부의 곤충류를 각종 질병치료의 목적이나 건강유지를 위해 충체(蟲體)를 가공하여 복용하거나 직접 복용해 왔으며, 곤충의 종류마다 가지는 천연화합물질의 독특한 특성을 경험적으로 이용해 왔다. 중국(中國) 명시대의 유명한 약학서인 본초강목(本草綱目)의 충부(蟲部)에는 106종의 약용곤충이 수록되어 있으며, 조선시대 허준의 동의보감(東醫寶鑑) 충부(蟲部)에도 95종의 약용곤충이 소개되어 있다. 특히 중국에서는 최근까지 많은 곤충 연구자들에 의해 이들 약용곤충의 사육, 증식기술 및 약용자원의 탐색 등 다방면의 연구가 진행되어 왔다. 우리나라에서도 오래전부터 곤충이 성인병 치료제 등 각종 민간약제로 약용으로 쓰였음이 구전(口傳)을 통해 전해지고 있으며, 최근 누에가 그러한 목적으로 완전 전용될 뿐 아니라 그 외 국내에서 관심이 집중되고 있는 종(種)중의 하나가 “굼벵이“ 라고 통칭되고 있는 풍뎅이과 꽃무지류(*Protaetia* spp.)의 유충이다.

최근 국내에서도 약용곤충을 비롯한 유용곤충에 대한 일반적 관심이 커지면서 이들의 대량사육, 산업화 등에 대한 연구, 그리고 약리적 작용 및 기능에 대한 연구도 관심의 대상이 되고 있다. 그에 따라 일부 관심 있는 일반인들에 의해 이들 굼벵이의 사육이 시도되고 있으며, 부분적으로 대량사육을 성공시키고 있는 예도 있다. 그러나 아직도 이들 꽃무지류의 대상종 확인이나 우점종(優占種)의 선별 및 분포상황, 그리고 대량증식 기술개발에 필수적인 생활사 및 사육조건에 대한 체계적인 연구결과는 전혀 이루어지지 않았으며 이에 대한 기초적 연구가 시급한 실정이었다.

2. 경제·산업적 측면

지난 80년이후 국내 잡업(蠶業)이 쇠퇴하면서 누에가 기능성 식품, 또는 성인병에 대한 약효를 인정받으며 유용한 약용곤충으로 그 가치를 평가받아 왔다. 이에 따라 이들 누에사육은 국내의 유망한 생물산업으로 자리를 잡아가고 있다. 이와 유사하게 과거부터 민간약제로 쓰여져 온 꽃무지류의 유충(굼벥이)에 대한 관심은 최근 그 수요가 급증되고 있으며, 농가의 수익사업으로의 유망성, 그리고 산업화로 직결될 수 있을 것으로 전망된다.

특히 한국생명공학연구원의 생물자원실, 농업과학기술원 잠사곤충부등 국가연구기관이나 일부 대학연구실에서 추진되고 있는 유용물질(有用物質) 탐색연구와 약리학적 검정시험 결과들은 이의 가능성을 높이고 있으며, 앞으로 민간 수요급증과 산업화에 대비하기 위해서는 대량증식 기술이 확보되어야 할 것이다. 이와 함께 특정농가에 서도 누에사육과 같은 수준으로 농가 소득향상을 꾀할 수 있으리라 고려된다.

3. 사회·문화적 측면

대부분의 약용곤충은 야생(野生)자원의 인공채집에 의존되어 그 량(量)과 질(質)이 보장되지 못하고 있을 뿐만 아니라 야생(野生)자원도 점차 고갈되고 있으며, 그들의 생태환경도 영향을 받고 있는 실정으로 이들의 대량증식 기술개발은 종의 보전대책 및 활용성에 대한 연구의 일부분이 되기도 한다.

풍뎅이류는 딱정벌레목(目)에 속하는 곤충으로 대부분이 식식성(食植性)으로 흙속에서 식물의 뿌리를 갉아먹고 살지만 그들 중 일부분인 꽃무지류(*Protaetia* spp.)의 유충은 부식성(腐食性)으로 썩은 짚이나 나무, 발효된 두엄 등에서 쉽게 발견된다. 이들 부식성(腐食性)인 꽃무지류의 유충은 옛부터 간(肝)질환 환자에게 효과가 있는 것으로 알려져 많은 이들이 이용해 왔었다. 중국 명나라때의 이시진이 쓴 본초강목의 충부(蟲部)에는 106종의 곤충이 수록되어 있으며, 조선시대 허준의 동의보감 충부에도 많은 곤충들이 한약재로 추천되어 왔으며 약재로 사용하는 종류는 굼벥이, 누에, 꿀, 매미

허물, 동충하초, 지네등 95종의 약용곤충이 수록, 소개되어 있다. 이들 중 굼벵이를 제조(蟻蟻)라하였으며 이는 썩은 짚이나 나무, 발효, 두엄 등에 서식하고 있는 굼벵이를 채취하여 건조한 것으로 제(蟻), 제조(蟻蟻), 지잠(地蠶), 비제(蟹蟻), 유제(乳劑), 토잠(土蠶), 노모충(老母蟲), 핵도충(核桃蟲) 등으로 불리어져왔다.(이, 1986). 굼벵이는 간에서 비롯되는 질병 즉 간암, 간경화, 간염, 누적된 피로의 해소 등을 포함하여 월경 불순, 시력감퇴, 백내장, 금창(金瘡), 산후풍(産後風), 악성종기, 구내염(口內炎), 파상풍, 중풍 등의 성인병을 치료하는데 탁월한 효과가 있다고 하였다.(허, 1596; 대한약사회, 1986). 우리 나라와 중국 각지 도처의 습하고 두엄등이 있는 더러운 곳에서 발생되는 것으로 알려져 있으며 과거에는 처방중에 제조를 직접 사용하는 경우도 많았으나 현재는 거의 민간요법으로서 사용되고 있는 실정이다(李, 1976). 그러나 최근 농가의 초가 등 짚을 이용한 부산물들이 거의 없어져 이들의 자연 서식지가 소실됨에 따라 자연발생이 급격히 줄어들게 된 반면 수요는 점차 증가되고 있는 실정이다.

이러한 현실적 요구도에 따른 공급량을 확보하기 위해서는 인위적으로 생산할 수 있는 대량 생산 기술을 개발하는 것이 무엇보다 중요한 일이다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내외 관련기술의 현황과 문제점

1. 국내외 관련기술의 현황

꽃무지류 유충의 간 질환 등에 대한 약리적 효과와 유용성에 대한 인식이 확산되면서 이들을 사육하기 위한 시도가 한국생명공학연구소원과 일부 민간인들에 의해 이루어져 왔었다. 한국생명공학연구소원의 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis*)에 대한 증식 시험결과(朴 등, 1999)는 자체 시험용 재료를 확보하여 다년간 사유한 사육결과로 대량사육을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 전북, 제주도 등 일부 민간인들에 의해 부분적으로 사육된 유충들이 일부 수요자들이나 또는 연구자들에게 공시재료로 공급되기도 하나 이들 대상 종의 정확한 증명이 아직 확인되지 않고 있을 뿐 아니라 사육에 관한 실험자료가 전혀 알려져 있지 않은 실정이다.

그 동안의 예비조사에 의하면 우리 나라에 분포하는 꽃무지류(*Protaetia* spp.)는 6종이나 중부지역에서 가장 흔히 채집되는 종(種)은 점박이꽃무지(*P. orientalis*)와 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis*)으로 이들 두종이 우점 종으로 추정되어왔다. 그러므로 우선 국내에 분포하는 종의 분포상황(우점종 등)에 대한 정확한 자료와 그들을 감별할 수 있는 분류학적 정보를 바탕으로 대량사육을 위한 대상 종을 결정해야 하며, 그리고 현재까지 전무하다 싶이 한 사육기술에 대한 과학적인 자료를 축척해 나가야 할 것이다. 특히 대상 종의 생활사(성충수명, 산란수, 산란율, 부화율, 유충 성장율, 우화율 등), 조사료의 개발, 사육조건 등 사육에 필요한 기초자료의 획득이 시급한 실정이다. 이와 함께 이들 대상곤충자원에 대한 약리학적 실험연구도 병행되어야 할 것이다.

과거부터 간에 관련된 질병을 다스리는데 민간요법으로 굼벵이에 관한 관심이 대두되면서 최근 수년 사이에 국내 여러 곳에서 대량사육을 시도해 왔으며, 몇몇 연구기

관에서도 굼벵이를 대상으로 한 각종 생리학적, 약리학적 실험들이 조금씩 진행되고 있는 실정이다.

2. 굼벵이의 효능에 대한 약리학적 연구 현황

현재까지 국내에서 굼벵이의 유래물질규명이나 간 기능 장애효과, 항암 작용, 독성 등에 관한 실험논문은 1994년 이후 총 6편에 지나지 않는다. 이들 논문에 발표되었던 주요 결과들을 요약 정리해 보면 아래와 같다.

박 등(1994)에 발표되었던 "*Protoaetia brevitarsis*가 생산하는 세균 유도성 항생물질, *Protoaecin*" 논문은 굼벵이 유래 유용물질 추출이용에 관한 연구로서 국내에서 처음 발표된 논문이다. 이 연구는 곤충유래의 생체활성물질 탐색의 일환으로 흰점박이꽃무지 체강내로 외부 미생물을 인위적으로 주입하였을 때 유도되는 항생활성물질을 분리 정제하고 그 특성을 조사하였다. 흰점박이꽃무지의 유충 체강에 적당량의 *E. coli* 현탁액을 주사하고 일정시간 경과 후의 체액을 채취하여 유도된 항생활성물질 탐색 및 활성범위를 검정하였다. 탐색된 물질을 plate growth inhibition 방법으로 항생활성을 측정하고 이온교환 크로마토그래피, 역상 HPLC, 이온교환 HPLC 및 SDS-PAGE 등의 방법에 의해 분자량 약 9kDa, 12kDa의 항생활성 펩타이드를 분리 정제하고 이들을 각각 프로테신(*Protoaecin*) I 과 II로 명명하였다. 프로테신 I 은 광범위의 그람 양성세균 및 그람 음성세균에 대하여 강한 항생활성을 나타내었으며, 프로테신 II는 일부 그람양성세균에 특이적으로 높은 항생활성을 나타내었다. 또한 프로테신 I 과 II는 pH와 열에 대해서도 안정하였다.

그후 간 기능 장애에 관한 연구결과로 "제조(蟻螯)가 흰쥐에 있어서 사염화탄소에 의해 유도된 간 기능 장애에 미치는 영향"(박 등, 1998)이 발표 되었으며, 주요 내용을 인용하면 다음과 같다. "할로젠 화합물로 단백질의 불활성, 효소활성 감소 또는 막의 구조와 기능을 파괴함으로써 간장을 표적장기로 독작용을 일으킨다고 알려져 있는 사

염화탄소를 흰쥐에게 투여하여 간 장애를 유발한 흰쥐에게 제조(鱉蟻) 수침액을 투여하여 혈청에서의 효소활성도, Bilirubin함량 그리고 SDS-PAGE를 이용한 단백질(protein) 페턴을 분석한 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 간 손상의 대표적인 지표로 사용되고 있는 AST, ALT, LDH와 ALP의 활성도는 사염화탄소를 투여함으로써 증가하여 간 손상이 초래되었을 알 수 있었으며 증가한 효소 활성도는 제조 수침액을 투여함으로써 감소하였는데 6일간의 투여에서보다 9일간의 투여가 더욱 양호하였다.
2. 혈청 Bilirubin의 농도는 사염화탄소의 투여에 의해 증가하였으나 제조 수침액의 투여로 인해 현저하게 감소하였다.
3. SDS-PAGE에 의한 단백질 band의 분포양상은 주로 68,000~43,000사이의 단백질 분자량 범위에 집중해 존재한다.
4. Densitometer에 의한 SDS-PAGE의 분석결과와 band의 수는 정상군과 제조수침액 6일 처리군 그리고 사염화탄소 투여군과 제조 수침액 9일 투여군에서 각각 유사성을 나타내고 있다. 이상의 실험을 종합한 결과 제조(鱉蟻)는 종류는 적지만 생체에서 필요로 하는 무기질과 지방산, 특히 불포화지방산을 다량 함유하고 있으며 사염화탄소로 유도된 간 손상이 제조 수침액의 투여로 현저한 개선효과가 있음이 흰쥐의 in vivo 실험에서 관찰되었다. 따라서 간 손상 치료제로서의 사용 가능성이 있을 것으로 보여진다.”

그리고 강 등(2000)에 의한 “곰팡이의 섭취가 에탄올 투여 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향”이란 연구결과를 인용하면 다음과 같다. “알코올 섭취는 체내의 지방대사에 영향을 미치며 과량 섭취시에는 간세포의 직접적인 독성효과로 간세포의 여러 가지 효소활성에 영향을 미친다고 하였다. 알코올은 에탄올대사의 주요 장기인 간을 비롯하여 거의 모든 장기들에 직접, 간접적인 영향을 미쳐서 대사작용들의 변화 및 기질적인 변화를 일으킨다. 따라서 본 실험에서는 곰팡이가 손상된 간에 어떠한 영향을 미치는가를 살펴보기 위하여 흰쥐에 에탄올을 투여해 간 손상을 유도한 후 곰팡이를 혼합한 식이를 통하여 섭취시켜 혈청과 간의 지질대사에 어떤 효과를 나타내는지

조사하였다. 흰쥐에 에탄올을 투여해 간 손상을 유도한 후 굼벵이를 투여해 굼벵이가 혈청과 간의 지질대사에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하였다. 혈청지질 중 에탄올에 의해 증가된 triglyceride, 총 cholesterol은 굼벵이를 섭취 시키므로써 이의 수치를 감소시켰으며 HDL-cholesterol은 굼벵이의 섭취로 증가되었다. 이의 결과 굼벵이의 섭취로 동맥경화 지수는 36% 감소되었다. 간 지질대사에서는 굼벵이의 섭취로 triglyceride함량은 감소되었다. GOT와 GPT의 활성은 에탄올 투여시 정상 식이에 비해 유의적인 증가를 보인 반면, 굼벵이의 섭취로 유의적인 감소를 나타내었다.“

최근에 발표된 굼벵이의 항암작용에 관한 연구로 “제조(蟻螯) 약침(藥針)의 항암작용에 관한 연구”(이동, 2000)가 있다. 이 연구 결과를 요약하면 다음과 같다. “산지별로 제조(蟻螯)약침의 다양한 추출법에 따른 중과과 족삼리부위 처리에 따른 담암생쥐의 생존률 연장효과와 종양 억제기능, 세포독성능측정을 시행하였다. 종합하여 볼 때 중완과 족삼리에 단순히 자극을 준 것만으로도 어느 정도 유의한 효과가 나타나 경혈의 효과를 입증한 것으로 보여지며 여러 추출법에 있어서 물추출알콜 침전법이 다른 추출법에 비해 상대적으로 유효한 성분을 많이 얻었던 것으로 보여지며 추후 유효성분의 규명과 규격화 및 안전도에 관한 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.“

다른 한편으로 본초강목과 동의보감에서 제조(蟻螯)가 유독하다고만 기술되어 있으나 그 구체적인 독성에 대해서는 언급되어 있지 않다. 이와 관련하여 李(2001)는 “흰쥐에서 흰점박이꽃무지 균질액의 급성경구독성시험”이란 연구를 수행하고 결과를 발표하였다. “최근 건강에 대한 관심이 고조되고 있는 반면 생약의 효능과 안전성이 검증되지 않은 많은 천연물 또는 한약재들이 무분별하게 사용되고 있으며 이들의 수요도 급증하고 있다. 제조도 이런 예의 일종으로서 생약의 수요증가와 더불어 중국에서 채집, 건조된 불명의 종들이 대량으로 수입, 유통되어 이들의 오용 또는 남용으로 자칫 건강을 해칠 우려가 있다. 현재 민간요법으로 사용되는 제조는 간암 등의 간 질환에 탁월한 효능이 있는 것으로 알려져 있어 널리 사용되고 있다. 그러나 지금까지의 연구들은 안전성에 대한 것은 전무하였기에 민간요법에 널리 사용되는 흰점박이꽃무

지의 독성을 알아보기 위하여 독성시험기준에 따라 흰쥐에서 흰점박이꽃무지의 급성 경구독성시험을 실시하여 안전성을 평가하였다. 흰점박이꽃무지의 사용에 대한 안전성을 검증하기 위하여 흰쥐를 사용하여 PBH에 대한 급성독성을 평가하였다. 즉 SD 계 흰쥐에 체중 Kg 당흰점박이꽃무지 추출물 1.25g, 2.50g, 3.75g을 경구 투여하여 치사율, 생리적 변화, 체중, 혈액과 뇨의 생화학적 검사, 주요장기의 병리적 변화를 측정하였다. 경구투여 후 14일까지 치사된 실험동물은 관찰되지 않았으며 체중, 생리적 및 병리적 증상에서 유의한 변화는 관찰되지 않았다. 그러나 고농도의 PBH가 투여된 수컷 흰쥐에서만 혈청 albumin, 총 단백질 및 glucose 수준이 다소 증가되었다. 혈청과 뇨의 다른 생화학적성상의 측정결과에서는 추출물 투여시 유의한 변화가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 흰점박이꽃무지 추출물이 흰쥐에 단일 경구투여시 실험에 사용된 최고농도 내에서는 급성독성이 없는 것을 보여준다“.

이와 비슷한 실험으로 최근 황 등(2000)은 “흰쥐에서 흰점박이꽃무지의 아만성독성시험”의 제목으로 수행한 실험결과를 발표하였다. 논문의 일부내용을 발췌해보면 다음과 같다. “본초강목과 동의보감에서는 제조(鱗鱉)가 유독하다고 기술되어 있으나 어떤 종류의 제조가 어떤 농도로 이용될 때 어떤 독성을 일으키는지에 대해서는 그 구체적인 내용이 언급되어 있지 않다. 이전의 흰점박이꽃무지 추출물에 대하여 급성독성시험을 수행하여 적어도 일상 사용농도의 10배 이상에서도 흰쥐에서는 급성독성이 없다는 것을 확인하였다. 따라서 본보에서는 흰점박이꽃무지에 대한 안전성 시험의 일환으로 흰쥐에서 아만성독성을 평가하였다. 흰점박이꽃무지는 한방처방 및 민간요법에 이용되는 전통약재로서 만성 간 질환환자의 치료에 널리 사용되고 있으나 흰점박이꽃무지에 대한 독성은 연구된 바 없다. 본 연구에서는 흰점박이꽃무지의 사용에 대한 안전성을 검증하기 위하여 수컷 흰쥐를 사용하여 4주와 12주 동안 각각 0.04, 0.2, 1.0%의 PBE를 첨가한 먹이를 공급하면서 아만성 독성을 평가하였다. PBE 식이군들은 대조군과 비교하여 체중과 장기무게 등에서 유의한 변화가 없었으며 실험기간 동안 외형적으로 어떠한 비정상적인 증상도 관찰되지 않았다. 혈액과 뇨의 생화학적 성상에 있어서도 PBE식이 동안 이상증상은 관찰되지 않았다. 4주동안 1%와 0.04%

PBE를 첨가한 먹이를 공급한 흰쥐에서 혈청 albumin 과 총 단백질 수준은 유의적인 증가양상을 나타내었으나 12주 동안 식이한 실험군에서는 대조군의 수준으로 회복되었다. 반면 4주동안 1%PBE 식이군과 12주동안 1%와 0.04%농도로 식이한 실험군에서는 혈청 AST와 ALT의 감소양상을 보였으나 이러한 변화는 정상적으로 사육한 흰쥐의 정상수준에 해당되었다. 이러한 결과를 종합해볼 때 흰점박이꽃무지 추출물은 흰쥐에 12주 동안 1% 농도까지의 식이는 아만성 독성이 없는 것을 보여준다”.

3. 문제점

이들 실험에서 대상으로 이용한 꽃무지의 종이 정확히 어떤 종이었는지 그 근거를 확보 할 길이 없다. 실험을 실시한 연구자들이 이들 꽃무지류의 종에 대한 정보가 미흡하였으며, 사실상 분류전문가가 아니고는 정확한 분류동정이 어려운 탓으로 분류동정에 대한 확신을 갖기는 사실상 불가능하기 때문이다. 그러므로 근연종간의 분류동정이 까다로운 곤충들을 대상으로 한 시험들은 반드시 사전에 종의 분류동정에 대해 분류전문가의 도움을 받아 시험에 임하여야 할 것이다. 실제 많은 곤충들은 외형적으로 비슷하여 감별이 어려운 경우가 많으며, 외형상 비슷하다고 하여 실험을 진행하였으나 나중에 다른 종으로 판별되었거나 실험에 사용되었던 소재의 확실한 종명이 명확하지 않을 경우 그 실험결과는 신뢰도가 있을 수 없다. 종이 다를 경우 모든 생리적, 생태적 조건이 다르며, 그들 종이 갖는 유전적, 유래물질도 다르다는 사실은 상식적인 일이다.

4. 앞으로의 전망

꽃무지류 유충들의 약리적 효과가 규명되고, 누에의 경우처럼 특수 농가에서의 사육이 가능해지거나 대량생산체제 구축이 이루어지게 되면, 이들 유충의 안정적 공급이 가능해지며, 이들을 이용한 산업화(제제화 등)가 촉진되고, 이에 대한 수요가 민간인들이나 산업부문에서 급증될 것으로 예상된다. 이를 감안하면 신지식인 농업전문가를 활용한 소규모 농촌산업으로 육성, 발전시킬 수 있을 것이다.

또한 일반인들의 애완 동물에 대한 관심증가와 함께 곤충이 유년충의 새로운 애완 동물로 부상되고 있으며, 자연 교육대상의 교재활용 등으로 곤충산업이 발전될 것을 예상하면 이들 유용곤충의 사육 기술보급을 농촌의 신 소득원으로 적극 장려해 볼만하다. 또한 이들 곤충들을 재료로 한 활용성 연구는 타 선진국에서도 거의 이루어진 것이 없으며, 특히 이들 곤충자원은 지역 국한성이 크므로 우리 나라 분포종(種)들이 갖는 종 특이성이나 고유성은 국제 경쟁 학술적인 면이나 산업 기술적인 면에서 부가가치가 매우 높은 분야이다. 그러므로 이러한 사육기술의 개발보급은 최근 수요가 증가되고 있는 일반 곤충들의 사육에 관한 기초 정보를 제공함은 물론 국내 곤충산업의 정착을 위한 원동력이 될수 있을 것이다. 국내에서도 최근 애완곤충의 메니아충이 형성되고 일반 국민들의 자연보호 의식이 점차 고취되고 있음을 미루어 볼 때 하나의 새로운 산업으로 육성시키기에 충분한 조건을 갖추고 있다고 판단된다. 특히 이들 기술은 나비류등 다른 환경곤충들의 사육기술 개발에 도움을 줄 수 있을 뿐 아니라 정보의 제공이나 관심도를 증대시킬 수 있으므로 이러한 곤충사육 및 보급 시도가 지역의 청정화 내지는 무공해 농산물 보급이라는 이미지 창출로 그 지역 농산물의 브랜드화에도 직접적 영향을 미칠 수 있을 것이다. 지역의 농업기술센터를 중심으로한 지도기관에서 농촌형 새로운 사업의 개발이나 보급은 시급한 과제라고 생각된다. 이러한 곤충 사육 붐의 조성은 직접적 곤충생체의 공급뿐 아니라 최근 주 5일 근무제의 실현에 따라 그 수요가 급증하고 있는 자연 생태원 등 체험 자연교실의 인기를 감안 할 때 지역 농업 지도기관에서 새로운 아이디어 산업으로 개발하여 침체되어 가는 농업 분위기를 쇄신하는 방안으로 발전시켜 나가기를 바라는 바이다.

참고로 곤충을 이용할 수 있는 농촌형 산업으로는 유아용 자연 교재로서의 곤충 보급, 음식 폐기물의 분해를 돕는 분해곤충의 개발 이용 (파리류 등), 낚시 인구의 증가로 낚시용 먹이(미끼)로의 곤충개발 등 그 활용도는 다방면에 걸쳐 넓다. 특히 유아 및 초등 교육 과정에서 생명의 신비를 체험하고 생물에 대한 이해도를 높혀 주므로써 인성교육에도 크게 영향을 줄 수 있다는 점등 국내 생체곤충의 수요는 급증할 것이라 예상된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 실험 방법

1. 종(種)의 분류동정 및 우점도 파악

가. 종의 분류동정 및 분포조사

종의 분류동정은 외부적인 형태를 위주로 하였으며 등판의 점각 배열 특징을 현미경하에서 관찰하였다. 또한 수컷의 생식기에 의한 정확한 종 동정을 위해 복부 전체를 떼어내어 5% KOH에 넣고 약 15분간 증탕한 후 50% 알콜에 담아 세척, 분리하였으며, 75%알콜로 옮겨 재 세척한 후 해부현미경하에서 관찰하였다. 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지의 전국분포조사는 강원대학교의 표본 및 문헌기록을 참조하여 작성하였다.

나. 성충의 출현시기와 분포조사

우리 나라 점박이꽃무지류(*Protaetia* spp.)의 야외 발생상황과 분포를 파악하기 위하여 야외에서의 성충채집과 소장표본, 그리고 발표된 문헌자료를 활용하여 조사하였다. 성충 채집은 강원도와 경기도 지역을 중심으로 1999-2000년 4-9월까지 월1회씩 채집하였으며, 주로 먹이 트랩을 이용하여 유인된 개체를 채집하였다. 총 755개체의 표본을 대상으로 종별 우점율, 월별 발생량, 그리고 지역별 분포상황을 조사하였다.

다. 종별 유충 서식지 조사

유충채집은 야외에 썩은 벗짚더미로 산란을 유도하여 채집하였으며 농가주변의 퇴더미와 썩은 벗짚더미, 그리고 부식된 나무에서도 채집하였다. 점박이꽃무지류 총 1,220 마리를 바탕으로 우점종을 파악하였다. 또한 성충 725개체를 대상으로 월별 출현시기의 경향을 알아보았다.

다. 성충의 크기

성충의 크기는 채집 표본 중 무작위로 일정 수를 선발하여 체폭과 체장을 측정하였다. 체폭과 체장은 현미경하에서 Vernier calipers를 사용하여 측정하였다.

2. 실내조건에서의 점박이꽃무지류의 발육특성 조사

가. 공시충 및 사육환경

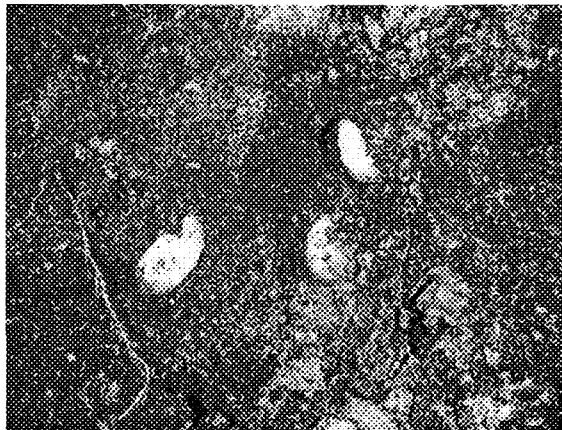


그림 1. 야적해 놓은 벼짚부산물에서 유충채집

1) 공시충 확보

공시충은 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지등 2종을 대상으로 하였으며, 유충의 채집은 부숙된 벚짚더미, 퇴비더미, 부숙된 나무, 유기물이 풍부한 토양을 대상으로 강원도, 경기도, 제주도, 경상북도 지역에서 주로 채집하였다.

2) 사육환경

공시충은 28℃, 70% RH, 16L: 8D의 장일 조건하에서 15cm×25cm×20cm 크기의 투명한 플라스틱 용기를 사용하였으며, 성충의 성비는 1:1로 하여 조사하였다. 성충의 먹이는 바나나, 사과, 배 등의 비교적 당도가 높은 과일류를 이용하였다. 유충의 각 태별 조사는 개체 사육을 통하여 조사하였다. 유충성장 소요기간은 투명한 빙수용기에 개체사육을 하여 조사하였으며, 조사기간 동안 유충의 먹이는 충분히 부숙 시킨 참나무 톱밥을 발효시켜 사용하였다.

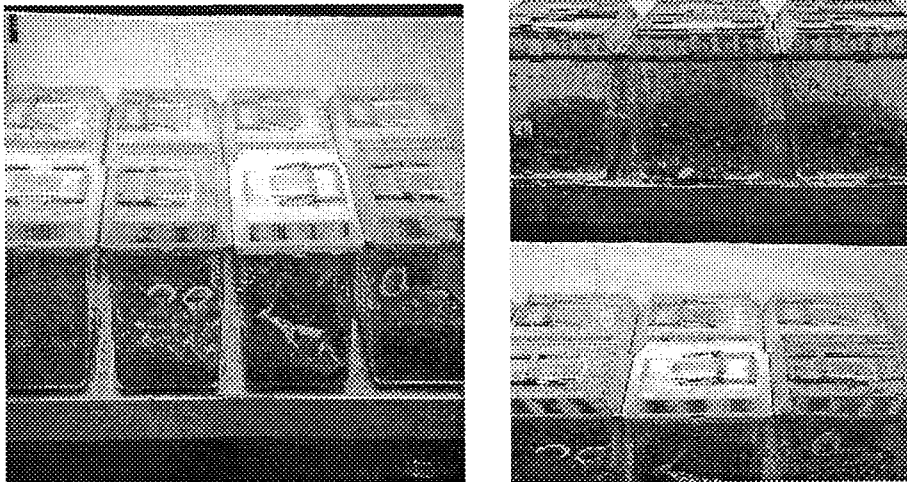


그림 2 (A). 유충과 성충용 사육용기

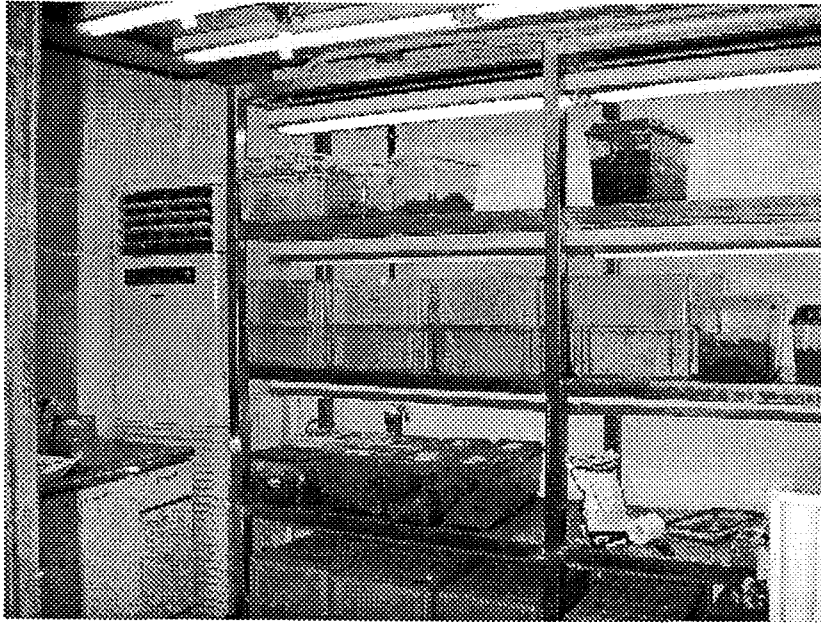


그림 2 (B). 유충과 성충용 사육용기

3) 유충의 먹이제조

유충의 먹이는 참나무 톱밥을 발효시켜 사용하였다. C : N = 20-30 : 1을 고려하여 5m×3m 공간에 80cm의 높이로 [그림 3]과 같은 야외 부숙 시설을 만들고 참나무 톱밥 16m³ 부피에 쌀겨 200kg를 혼합한 후 발효균(토양미생물 배양제)을 혼합하여 90일 동안 발효시켜 사용하였다. 발효를 촉진시키기 위해 10일 간격으로 교반을 실시하였으며, 수분은 10일 간격으로 급수를 하여 약 60%의 수분을 유지 시켰다.

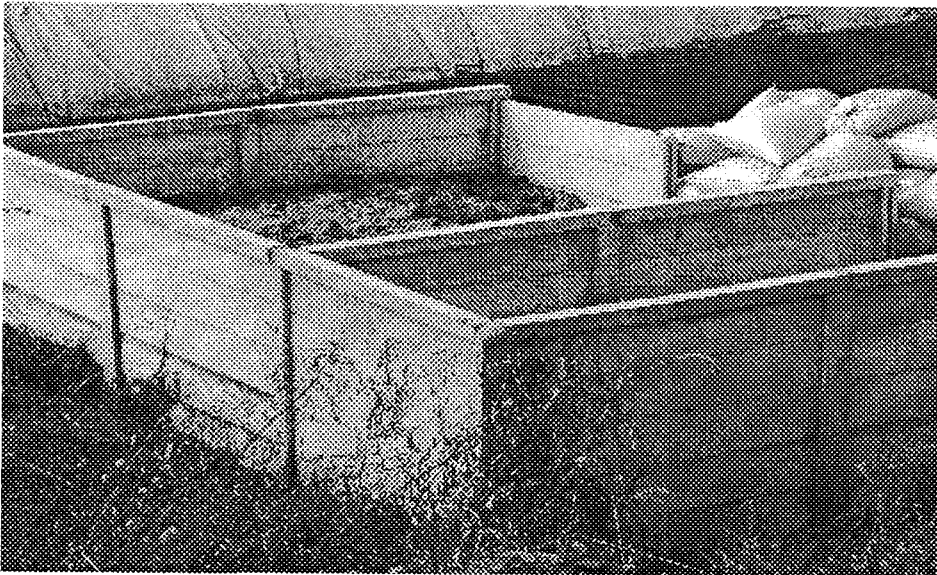


그림 3. 유충용 사료를 위한 톱밥 발효조와 발효과정

나. 생태적 특성 조사

생태적 특성 조사는 발육특성, 산란수 등을 점박이꽃무지를 대상으로 하였으며 먹이 및 사육관련시험 대상은 흰점박이꽃무지를 대상으로 하였다. 그 이유는 흰점박이꽃무지의 발육특성에 대해서는朴 등(1994)에 의해 조사되었으며, 예비실험을 통해 점박이꽃무지가 흰점박이꽃무지 보다 사육환경에 보다 예민한 상태로 나타나 대량사육에 유리한 흰점박이꽃무지를 대상으로 하였으며, 점박이꽃무지에 대해서는 부분적으로 비교시험을 실시하였다.

1) 발육특성 조사

발육 특성 조사는 점박이꽃무지를 대상으로 하였으며, 28℃, 70% RH, 16L: 8D의 장일 조건하에서 15cm×25cm×20cm 크기의 투명한 플라스틱 용기를 사용 수행 하였다. 산란전기(Preoviposition period)는 성충이 우화한 후부터 매일 동일시간에 산란 유무를 조사 확인하였다. 난 기간, 유충의 각 령기간, 용기간 그리고 성충수명은 1일 간격으로 개체별로 조사하였다. 난과 유충에 대한 발육 특성은 동일 령기(令期)의 집단 사육 구에서 무작위로 20여 개체를 선발하여 조사하였다. 난과 1령 유충의 체장과 체폭은 현미경하에서 측정 하였으며, 2 령과 3 령의 유충은 Vernier calipers를 사용하여 측정하였다.

유충의 체중은 각 태별 소요기간을 근거로 령(令)별 변화에 따른 무게를 측정하였다.

2) 산란수 조사

성충의 산란수를 측정하기 위하여 점박이꽃무지의 경우 성충 4쌍을 대상으로 암수 비율을 1 : 1로 15cm×25cm×20cm 크기의 투명한 용기에 넣은 후 조사하였다. 산란수는 성충의 생존기간 동안 매 2일 간격으로 산란이 종료될 때까지 일별 산란 수를

측정하였다. 흰점박이꽃무지는 성충 10쌍을 대상으로 암수비율을 1 : 1로 15cm×25cm×20cm의 투명한 용기에 넣은 후 조사하였으며, 산란 습성의 조사는 성충 5쌍을 대상으로 생존기간동안 10일 간격으로 산란이 종료될 때까지 산란수를 측정하였다.

3) 온도 조건별 난의 부화 소요시간 및 난 크기의 변화

난의 부화소요 기간은 점박이꽃무지를 대상으로 산란 1일째의 난을 20℃, 25℃, 30℃, 70%RH의 조건하에서 각각 30개의 난을 대상으로 매 1일 간격으로 조사하였다. 난폭 및 난 길이의 변화는 2일 간격으로 현미경하에서 측정하였다.

4) 먹이에 따른 산란수 조사

먹이에 따른 산란수를 조사하기 위하여 흰점박이꽃무지를 대상으로 하였으며 성충의 먹이로는 바나나, 수박, 젤리포, 흑설탕물을 사용하였다. 처리구별로 성충 5쌍을 대상으로 암수비율 1 : 1로 15cm×25cm×20cm 크기의 투명한 용기에 넣은 후 80일간 조사하였다.

5) 사료 첨가물에 따른 유충의 성장률 비교

사료첨가물에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 성장변화 조사는 28℃, 70% RH, 16L:8D조건하에서 31cm×17cm×24cm 크기의 투명한 플라스틱용기를 사용하였다. 사육용기에 10cm의 높이로 발효된 톱밥을 넣은 후 같은 령(2령말)의 유충을 처리구별로 30마리씩 넣었다. 처리구별로 첨가물질(밀가루, 콩가루, 분유, 흑설탕)을 10일 간격으로 15g씩 첨가하였으며, 유충의 체중변화는 5일 간격으로 5회 실시하였다.

6) 유충먹이에 따른 성장 변화 조사

유충먹이에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 성장 변화 조사는 25℃, 70% Rh, 16L: 8D 조건하에서 31cm×17cm×24cm 크기의 투명한 플라스틱 용기를 사용하였다. 유충의 먹이로는 참나무 톱밥, 은사시나무 톱밥, 표고버섯 폐목을 이용한 톱밥, 벚짳을 각각 36cm³용적에 500g의 밀가루를 혼합하여 60일간 발효시켰다. 사육용기(31cm×17cm×24cm)에 10cm의 높이로 발효된 톱밥을 넣은 후 같은 령(2령말)의 유충을 처리구별로 35마리씩 넣은 후 유충의 무게를 5일 간격으로 5회 측정하였다.

3. 야외에서의 점박이꽃무지류의 생태적 특성 조사

가. 생활환 조사

주요 우점종이며 약용대상으로 고려되는 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지를 대상으로 야외에서의 생태적 특성을 알아보기 위해 4-10월까지 매월 간격으로 2회씩 각 태별 변화를 관찰하였다. 야외에서의 생활환을 조사하기 위해 강원도 춘천 근교의 야외 포장에서 120x 80 x 80 cm 공간에 성충 20 마리씩을 방사하고 1999.10 ~ 2002. 10월까지충태의 변화와 발생현황을 관찰 하였다. 하우스 내에서도 1m×1m 구획에 30-40cm 깊이로 2개씩의 구획을 설정하였으며, 지상부위는 80cm×70cm×150cm의 크기에 망사로 막은 사육케이지를 만들어 이용하였다. 야외에서는 쥐 등 설치류의 피해(被害)를 고려하여 양 옆을 80cm 높이로 철망을 처리한 비닐하우스 내에서 시험을 수행하였다.

나. 월동상황

점박이꽃무지류의 월동 특성은 야외와 4 x 10 x 2.5 m 크기의 비닐 하우스 내에

각각 1m×1m의 구획을 설정하여 50- 100여 마리의 3령 유충을 표면에 분산하여 넣고 10 정도의 벚짚을 덮어 월동을 시켰으며, 이듬해 4월초에 벚짚을 걷어 내고 지표면에서부터 유충이 있는 곳까지의 월동 개체의 생존율과 토양 내에서의 서식 깊이를 측정하였다.

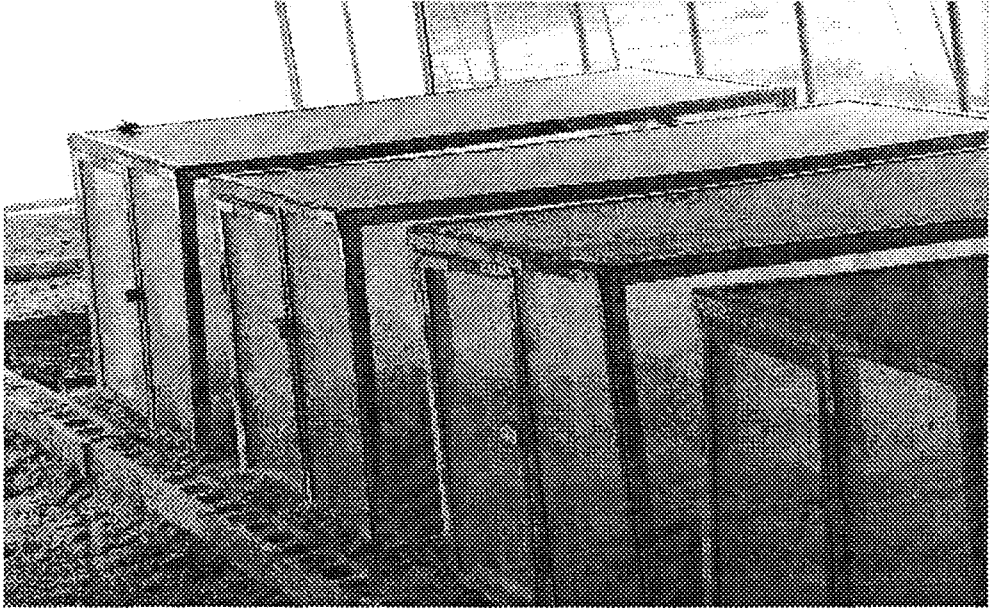


그림 4. 야외에서의 생태적특성 조사를 위해 사용한 사육 용기.

4. 유충의 인공사료 개발

가. 인공사료 개발용 부재료 선발

자연상태에서 유충의 서식지는 벚짚이 부숙된 곳, 두엄더미, 부숙된 나무더미, 유기질이 많은 토양이기 때문에 부재료 선정은 유충의 서식지를 고려하여 주위에서 쉽게 구할 수 있는 것들을 대상으로 하였다.

나. 유충 사육용 인공사료 개발

시험 재료로는 벚짚, 참나무 톱밥, 참나무 폐목, 버섯 부산물(버섯 종균), 상토 등을 대상으로 유충을 공시하여 섭식 기호도를 조사하였으며, 유충의 체중 변화를 조사하였다.

다. 발효균의 선발

벚짚이나 참나무 톱밥의 발효를 촉진 시키기 위한 발효균 첨가시험을 실시하였다. 발효균으로서 HMF의 발효촉진 효과를 검증 하였다.

5. 성충의 인공사료 개발

꽃무지류의 성충은 단 성분을 좋아하기 때문에 흑설탕에 소주를 넣고 끓인 것을 대조로 과일시럽 3종(딸기, 포도, 메론)을 공시하여 섭식성을 조사하였다.

성충의 산란수에 영향을 가장 많이 미치는 것은 단백질이기 때문에 단백질 원으로는 탈지 대두분(s), 꽃가루(p), 글루텐(g) 및 카제인(c)을 첨가하여 고형물로 만들어 사용하였다. 다음 [표16]에서와 같은 기본 메뉴에 근거하여 4종의 단백질원만 달리한 고형 먹이를 조제, 공시하여 성충의 섭식성을 조사하였다.

표 16. 고형먹이(젤리) 기본메뉴

재료	단백질 원	고형제	무기염 복합	구연산	비타민C	비타민B 복합	설탕	시럽	물
합량 (g)	1	2	1	2	3	3	73	15	300ml

6. 최적 사육환경 조건의 구명

가. 온도 및 광주기 조건

온도 및 광주기 조건이 유충발육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 15℃, 24D조건(A구), 20℃, 10L·14D조건(B구), 25℃, 16L·8D(C대조구), 30℃, 16L·8D조건(D구)를 설정하여 3령충을 각각 10두씩 3반복으로 40일간 처리한 후 25℃구로 옮겨 총 유충발육기간, 용화율, 우화율 및 성충무게를 조사하였고 산란성을 검토하였다.

나. 암수 비율에 따른 산란력 비교

성충이 교미 산란하는 최적 조건으로서 암수 비율을 알아보기 위하여 가로 58.5×세로 38.5×높이 15cm 크기의 사육상에 암수 비율을 1: 1, 2 : 1, 3 : 1로 달리하여 공시한 후 흑설탕 물만을 공급하면서 산란수를 비교, 조사하였다.

다. 유충 사육환경 개선

꽃무지류의 유충인 굽벙이는 썩은(발효된) 짚이나 참나무 톱밥에서 서식하므로 습도가 높아 곰팡이가 발생할 확률이 높다. 따라서 사육환경을 개선해 주기 위해 사육상자의 밑바닥에 2cm 정도로 숯가루, 황토, 질석 또는 맥반석을 깔아 주었다. 이 실험을 위해 3령충 10두씩을 3반복 처리하여 50일간 사육후의 평균체중, 유충기간, 용화율, 우화율 등을 비교 검토하였다.

7. 채란기술 개발

채란의 효율성을 기하기 위해 사육용기의 바닥에 5mm의 구멍을 뚫고 5cm두께로 유충먹이를 깔 후 채란을 실시하는 방법으로 효율성을 검토 하였다.

8. 발육 단계별 저온저장 가능성의 검토

곤충을 연중 대량 공급하기 위해서는 항상 일정 발육단계(알, 유충, 번데기 및 성충)를 장기간 유지시키는 기술이 필요하다. 따라서 본 시험에서는 필요할 때 항상 사용할 수 있도록 각 발육단계별로 저온에 얼마나 저장이 가능한지를 시험하였다. 알, 유충 (3령충), 번데기, 성충 등 각 생육단계별로 10두씩 3반복하여 5℃ 또는 15℃에 5, 10, 15 및 30일을 저온 처리한 후 생존율이나 용화율, 우화율등을 비교 조사 하였다.

9. 발병 및 대처방안

가. 주요 발병균의 분류동정

꽃무지의 주요 발병균을 동정함으로써 사육중의 발병대책을 마련하고자 수원 잠사연구소, 전주, 강화, 구리 등지의 굼벵이 사육장으로부터 발병 폐사충을 수집하여 분류 동정 하였다.

나. 유충질병의 발병요인 분석 및 방제 대책

실내에서 차아염소산나트륨 20배 희석액 및 30배 희석액, 숯과 황토의 표면처리 및 혼합처리의 방법을 사용하여 비교시험 하였다. 즉 하라솔(차아염소산나트륨), 숯, 황토, 대조구에서 각각 20마리의 공시충을 3반복하여 병원균을 접종한 30일 후에 유

충의 유무를 확인하였다. 또한 예비실험으로 하라솔이 유충에 유해한지를 알아보기 위해 하라솔 20배 희석액을 300mm² 표면면적에 매일 40mm ㄷ씩 30일간을 분무하여 유충성장에 영향을 미치는가를 확인 하였다.

10. 현지 적응시험

농가용 비닐 하우스를 이용하여 야외에서 꽃무지류의 대량사육을 위한 실증 시험을 위해 폭 5m, 길이 30m의 비닐하우스에 유충먹이의 높이를 25cm로 하여 반은 부숙된 떡이와 나머지 반은 부숙되지 않은 떡이를 놓은 후 번데기 되기 직전의 종령 총 2000마리와 성충 1000여 마리를 방사하여 산란 및 정착상태를 관찰하였다. 초기 방사시기는 6월말에 실행하여 8, 9월말에 유충의 밀도를 조사하였다.

또한 병원균에 대한 이병의 예방을 위한 실험을 진행하기 위해 별도 하우스내에서 120cm × 80cm의 구획에 25cm의 높이로 톱밥먹이를 투여하고 후하라솔 20배, 30배, 40배, 처리구 등 처리구별로 각각 유충 200마리를 방사한후 병원균을 접종하였다. 균 처리후에도 하라솔 20배, 30배, 40배는 1주에 1회에 1리터씩 분무하면서 발병정도를 조사하였다.

제 2 절 결과 및 고찰

1. 종 분류동정 및 발생상황

점박이꽃무지류(*Protaetia* spp.)는 한국, 일본, 중국, 시베리아등 극동지방과 인도와 인도차이나 반도등 넓은 지역에 분포하고 있으며, 유충은 썩은 나무나 초가의 지붕, 낙엽, 퇴비나 건초더미, 유기질이 많은 토양속에 서식하는 부시성 딱정벌레의 일개 군이다. 성충은 주행성이며, 나무의 수액등에 잘 모인다. 높은 온도에서 활동성이 뛰어나고, 크기는 17-25mm이다. 유충은 3령을 거쳐 번데기, 성충에 이르는 완전 변태의 곤충이다.

점박이꽃무지류의 야외 발생상황과 국내 분포상황을 파악하고 우점종을 파악하기 위하여 야외에서의 성충채집과 유충의 서식상황을 조사하였으며, 채집된 표본을 근거로 꽃무지류에 속하는 전종(全種)를 대상으로 조사한 결과는 다음과 같다. 풀색꽃무지가 52.4%로 우점종으로 나타났으며, 점박이꽃무지 11.4%, 흰점박이꽃무지 10.5%, 호랑꽃무지 10.4%, 알락풍뎅이 1.3%, 매끈한점박이꽃무지 1%, 아무르점박이꽃무지 0.5%, 넓적꽃무지 0.4%, 풍이 0.3%순으로 나타났다. 월별분포를 보면 5월과 6월에 각각 446, 364의 개체수로 나타났는데 이는 총 984개체수의 84.3%을 차지하였으며 4월, 9월, 10월은 38개체, 3.9%로 나타났다. 이는 꽃무지科 성충이 꽃가루, 과즙액, 수액 등을 먹이로 하는 것으로 미루어 먹이가 가장 풍부한 시기에 맞춰 우화하고, 그에 따른 활동이 가장 활발한 것으로 사료된다.

현재 양식되고 있거나 약용으로 사용되어온 “금벙이”는 점박이꽃무지류에 속하는 종류들의 유충을 통칭한다. 점박이꽃무지류 성충채집, 유충채집, 그리고 이 등(1999)이 조사한 문헌을 통한 점박이꽃무지류 총 개체수 1,220마리를 기준으로 종 우점도를 파악하였다. 그 결과 점박이꽃무지, 흰점박이꽃무지, 만주점박이꽃무지, 아무르점박이꽃무지, 매끈한점박이꽃무지 각각 652, 394, 92, 66, 16으로 나타났다. 1차년도에 야외에

서의 유충채집결과는 497개체로 각각 점박이꽃무지 224, 흰점박이꽃무지 251, 만주점박이꽃무지 22마리로 나타났으며, 부속된 짚이나 두엄에서 채집된 종은 대부분 앞의 2종이었다.

이상의 조사결과에서 벼짚에서 발생하는 점박이꽃무지류의 우점종은 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지 2종으로 약용대상은 이들 2종을 대상으로 고려되어야 할 것이다. 그러나 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지는 서식지조건에 따라 일시적으로 우점하거나 다발하는 경향이 있어 어느 종이 더 우점종인지는 1차조사로 판단하기 어려우며 전국적 세밀한 분포조사가 장기적으로 이루어짐으로서 판단 될 수 있을 것이다.

본 실험의 결과는 “점박이꽃무지의 발생 및 생육특성에 관한 연구 (*Ecological characteristics of Protaetia orientalis submarmorea (Coleoptera, Cetoniidae)*)”의 제목으로 한국응용곤충학회지, 2002, 41(1): 43-47에 발표 되었음.

가. 종의 분류동정

1) 주요 종의 외부 형태적 특징

점박이꽃무지:

몸은 녹색이고, 광택이 있으며 개체별로 밝고 어둠의 차이가 있다. 두순 전연은 상반하였고, 중앙은 만입하였다. 이마는 융기하였고, 둥근 점각이 깊고, 거칠게 밀포하였다. 전흉배판 중앙에는 점각이 없고, 양옆으로 둥근 점각이 밀포하였다. 전경절 외치는 3개이나, 제3치는 흔적 적이다. 딱지날개의 백색 무늬는 개체변이가 매우 심하며, 전체에 반원형의 인각이 밀포하였다. 미절판의 말단이 불룩하게 부풀었다. 복부 마지막 마디 길이는 짧다.

흰점박이꽃무지:

몸은 흑동색으로 광택이 있으며, 황백색의 무늬가 흩어져 있다. 두순 전연은 직선형이다. 이마는 융기하였고, 등근점각이 밀포하였다. 전흉배판 중앙에는 아령형의 점각이 밀포하였다. 후흉돌기는 넓직한 은행 모양이다. 전경절 외치는 3개인데, 3번째는 것은 특히 작다. 딱지날개의 어깨융기와 날개 끝 융기는 발달하였고, 2개의 중융선이 있으며, 이들 상이에 말발굽 모양의 인각이 밀포되어 있다.

2) 주요 점박이꽃무지류(*Protaetia* spp.) 유사종 간의 크기 비교

외형상으로 5종의 성충은 종 감별이 어려우며 종간의 비교를 위해 종간의 크기를 비교 측정하였다(표 1). 점박이꽃무지류의 성충[그림 5] 중 점박이꽃무지, 흰점박이꽃무지, 매끈한점박이꽃무지와 만주점박이꽃무지의 체장 및 체폭의 크기는 비슷하였으나 아무르점박이꽃무지의 크기는 다른 종에 비해 상대적으로 소형이었다.

표 1. 점박이꽃무지류 성충의 체장 및 체폭

(단위; mm, 반복수= 40)

종	체장	체폭
흰점박이꽃무지 (<i>P. brevitalis</i>)	22.7±0.15	12.4±0.07
점박이꽃무지(<i>P. orientalis</i>)	22.8±0.15	12.2±0.09
만주점박이꽃무(<i>P.mandschuriensis</i>)	21.6±0.11	12.0±0.10
매끈한점박이꽃무지(<i>P. lugubris</i>)	22.3±0.15	11.5±0.08
아무르점박이꽃무지(<i>P. famelica</i>)	17.9±0.07	9.4±0.05

* 평균±S.D.

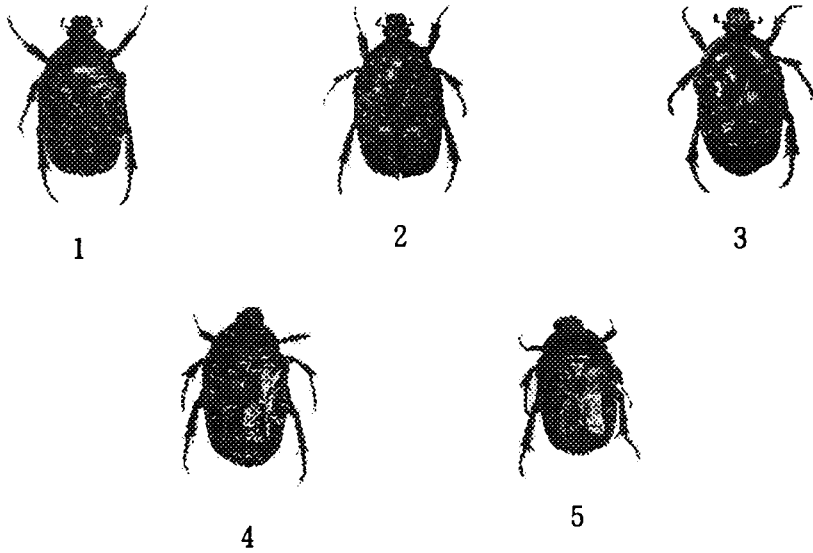


그림 5. 점박이꽃무지류의 성충.(1. 점박이꽃무지, 2. 흰점박이꽃무지 3. 만주점박이꽃무지, 4. 매끈한점박이꽃무지, 5. 아무르점박이꽃무지.)

점박이꽃무지류의 월별 출현경향은 6월부터 발생하기 시작하여 8월에 최다 발생기를 이루었다. 점박이꽃무지류의 종별 출현시기는 점박이꽃무지가 8월에 최성기를 나타낸 반면, 흰점박이꽃무지는 7월에 최다 발생기를 나타내어 후자가 전자에 비해 조기 출현 경향을 나타내었다.

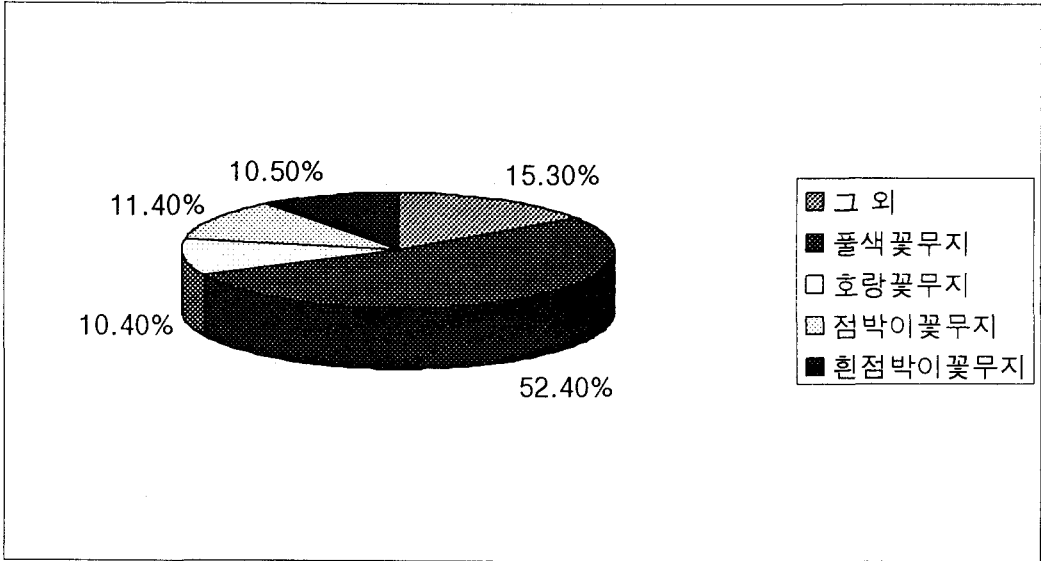


그림 6. 야외에서 꽃무지류의 종류별 채집 개체수 비율.

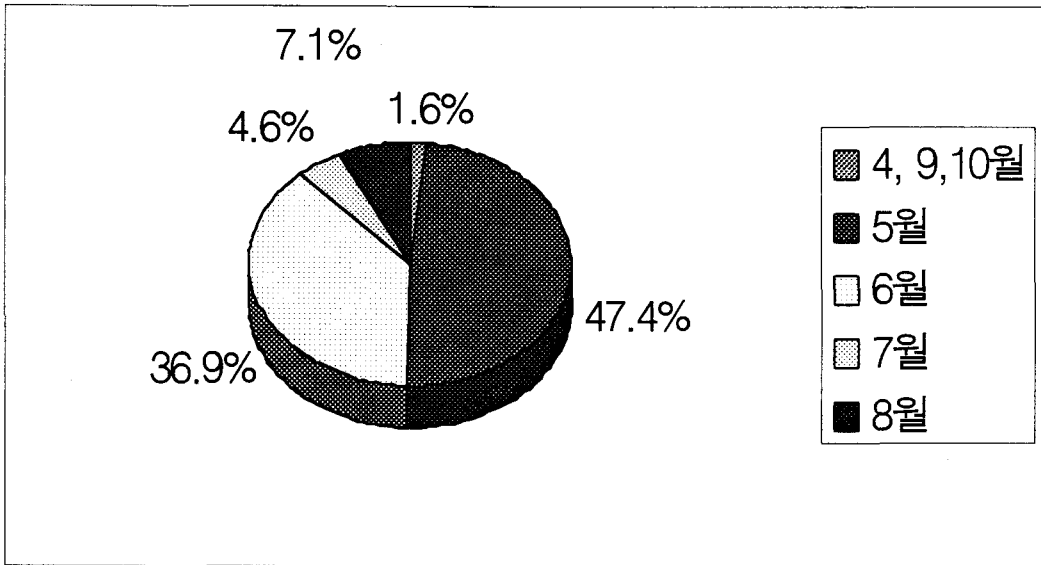


그림 7. 꽃무지류의 성충의 월별 채집개체수 비율

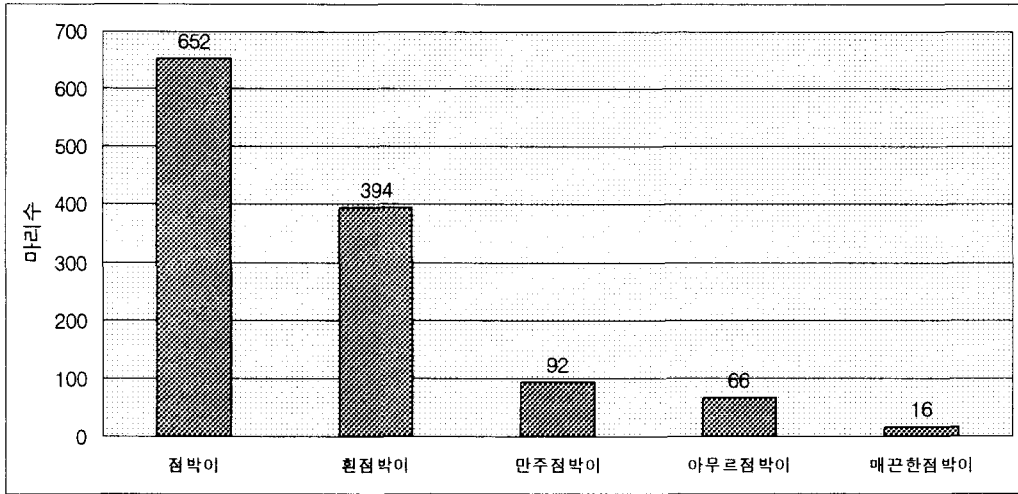


그림 8. 점박이꽃무지류의 성충 채집 개체수

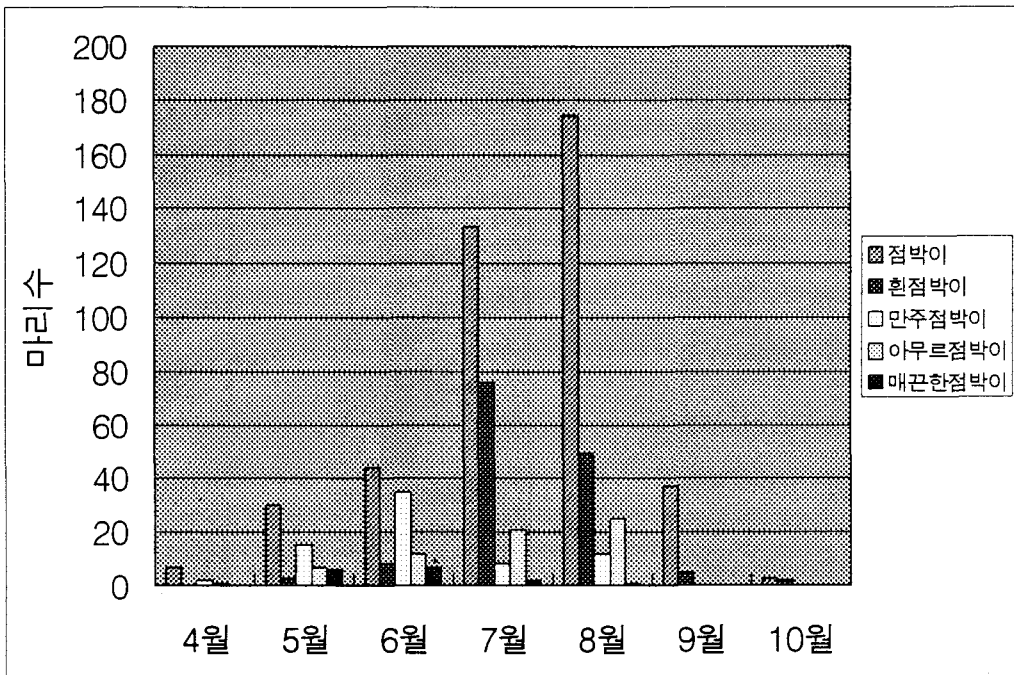
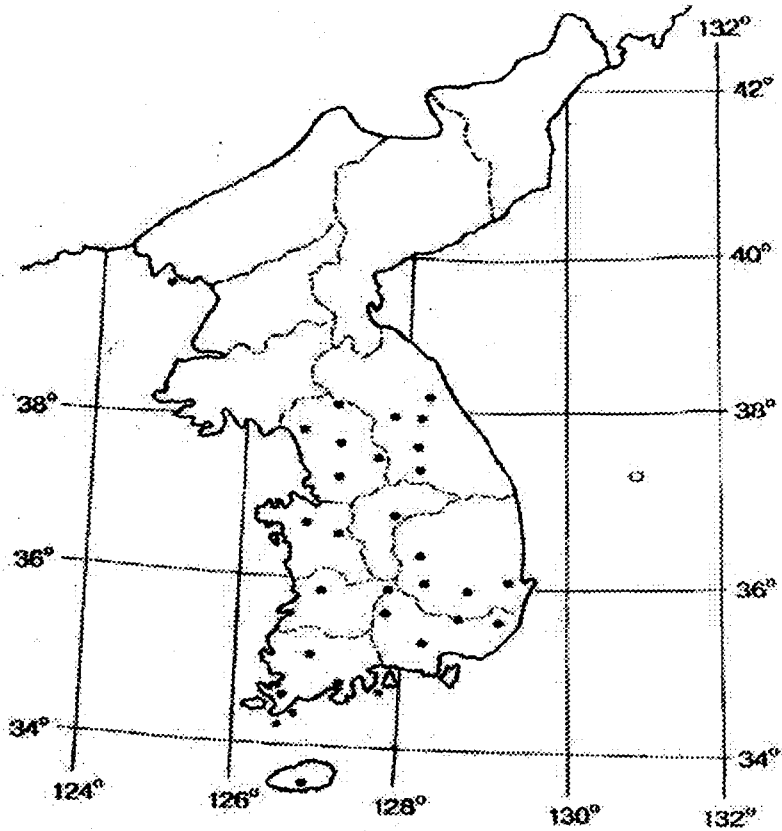


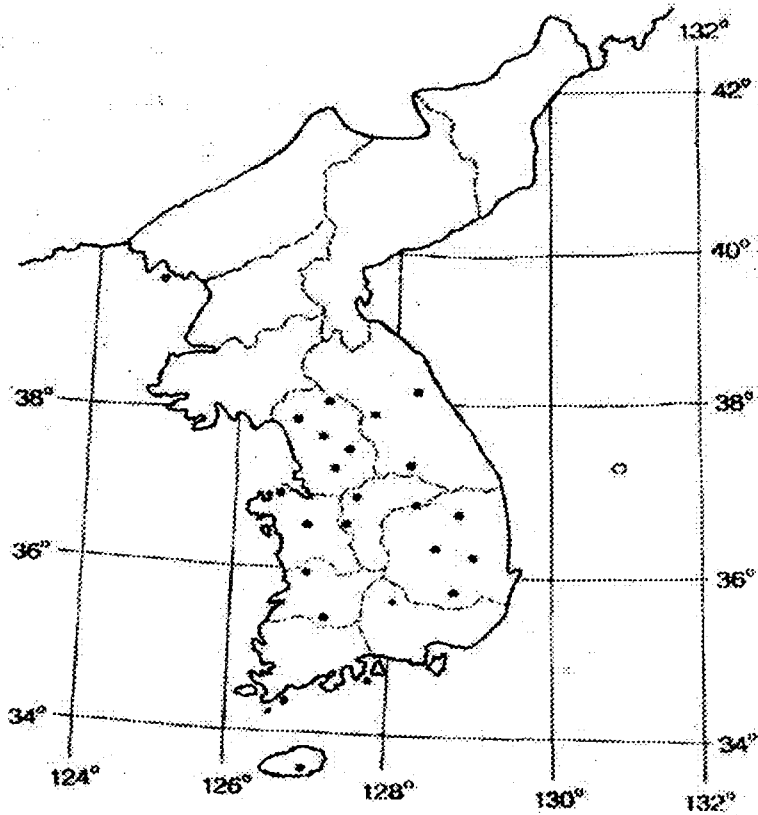
그림 9. 채집된 점박이꽃무지류 성충의 월별 발생 개체수

나. 점박이꽃무지류의 분포 및 발생 상황

점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지의 분포는 전국적으로 고루 분포하는 것으로 나타났다. 과거의 기록을 근거로 분포자료를 정리하기는 어려운 실정이다. 왜냐하면 외부 형태적으로 두종 간의 차이를 구분하기란 전문가가 아니고는 거의 불가능하기 때문에 과거의 기록에 대한 신빙성이 아주 낮다. 점박이꽃무지나 흰점박이꽃무지의 국내 분포는 그들의 생태적 특성을 고려해 볼 때 발생량의 차이는 있지만 전 지역에 고루 분포할 것으로 추정된다.



A. 점박이꽃무지(*Protaetia orientalis*)의 국내 분포



B. 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis*)의 국내 분포

그림 10. 점박이꽃무지(A)와 흰점박이꽃무지(B)의 국내 분포현황

다. 유충의 채집에 의한 서식지 특성조사

다음 [표 2]은 1차 년도에 야외에서 유충을 채집한 결과이며, 이중 소양댐 인근의 과수원에서 다수의 점박이꽃무지 유충이 채집되었다. 이곳에서 점박이꽃무지가 특히

표 2. 점박이꽃무지류 유충의 채집결과에 의한 서식지 특성조사

채집 지역	서식지특성	종 동정결과
경기도 포천(99)	부속된 벼짚더미(30개체중10개체우화)	10개체 흰점박이꽃무지
용인 한국민속촌(99)	초가지붕(20개체중 8개체우화)	8개체 흰점박이꽃무지
춘천 소양땀 인근(99)	과수원: 배밭(273개체중240개체우화)	223개체 점박이꽃무지, 12개체 만주점박이꽃무지, 5개체 흰점박이꽃무지
춘천 소양땀 인근(99)	부속된 벼짚더미(130개체중 111개체우화)	108개체 흰점박이꽃무지 2개체 만주점박이꽃무지 1개체 점박이꽃무지
춘천인근부분(99)	부속된 참나무 수피사이(9개체중 8개체우화)	8개체 만주점박이꽃무지
여주, 이천(2000)	부속된 벼짚(124)	100개체 흰점박이꽃무지
경상남도 안동(2000)	두엄더미(31)	20개체 흰점박이꽃무지
<p>계: 497개체(점박이꽃무지; 224개체, 흰점박이꽃무지: 251개체, 만주점박이꽃무지: 22개체) 그 외 제주도, 경기도 구리등 사육농가에서 수집한 유충은 모두 흰점박이꽃무지로 확인되었다.</p>		

우점한 원인을 정확히 설명하기는 어렵다. 그러나 수년간 정황을 살펴본 결과 인근의 팽이농장에서 팽이농사를 짓고 남은 부산물을 과수의 거름으로 사용하였다. 팽이농장에서 1년 이상 야적한 부산물을 조사한 결과 거름속에서도 다량의 꽃무지

유충이 발견되었다. 따라서 조사대상이었던 과수원에서 다발하였던 점박이꽃무지는 거름으로 유입되었던 버섯부산물에서 인입되어 들어온 탓으로 과수원에 우점 하였던 것으로 추정된다. 한편 인근 벚집 더미에서는 흰점박이꽃무지가 다발하였던 것으로 미루어 보아 지역의 차이 보다는 서식지의 조건에 따라 종별 발생 밀도가 달리 나타나는 것으로 추정된다.

1차 년도와 2차 년도에 걸쳐 유충의 채집결과 버섯을 재배하고 남은 부산물을 야적해 놓은 곳에 많은 수의 꽃무지 유충을 채집할 수 있었다. 하지만 야적해 놓은 톱밥 속에 유충은 어느 한 종이 우점하는 경향이 많았으며, 대부분이 흰점박이꽃무지였다. 문헌기록이나 성충표본을 근거로 분석 하였을 경우에는 점박이꽃무지가 우점종으로 나타났으나 전국에 걸쳐 유충을 채집한 결과에서는 흰점박이꽃무지의 유충이 한 서식처를 기준으로 하였을 때 우점하였고 개체수 또한 많았다. 버섯부산물을 야적하여 놓

표 3. 점박이꽃무지류의 유충채집을 통한 서식지 특성조사

	흰점박이꽃무지 (<i>P. brevitarsis</i>)	점박이꽃무지 (<i>P. orientalis</i>)	만주점박이꽃무지 (<i>P. mandschuriensis</i>)	계
벚집, 초가지붕	246	1	2	249
퇴비더미, 유기 질로 피복된 토양내	5	223	13	241
부숙이 잘된 나무	0	0	15	15
야적해 놓은 버섯 부산물	3252	15	5	3273
계	3503	254	35	3,792

은 곳에서 유충을 채집할 때 활엽수의 톱밥을 사용한 곳에서는 유충의 크기가 침엽수 톱밥을 사용한 부산물과 비교하였을 때 보다 크기가 컸으며 건강상태도 양호하였다. 이는 이들 유충이 참나무가 주인 활엽수의 부산물을 선호하며, 리그닌의 함량이 많은 침엽수의 부산물은 선호하지 않거나 먹이에 적합하지 않기 때문일 것이다.

라. 사육 대상종의 선정.

이상의 조사 결과에서 점박이꽃무지류의 우점종은 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지로 나타났으며, 과거의 표본자료에는 점박이꽃무지가 많았으나 최근 채집물에는 흰점박이꽃무지의 양이 많은 것으로 나타나고 있다. 유충채집 결과를 미루어볼 때는 흰점박이꽃무지가 우점화 되고있는 것으로 나타났다. 이는 오동정으로 인한 과거 기록의 오기가 그 원인이 될 수 있으며, 최근 채집된 재료는 비교적 정확히 분류동정된 것이므로 실재 야외 발생은 전반적으로 흰점박이꽃무지가 우점할 것이란 예측이 가능하다.

대량증식용 사육 대상종을 선정하기 위해 있어서 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지를 대상으로 예비실험을 실시한 결과 실내조건하에서 점박이꽃무지는 산란유도에서 어려운 점, 미세 사육환경에 예민한 점등 세대를 거듭하며 생육상태를 관찰하기에는 부적절한 종으로 사료되었다. 반면 흰점박이꽃무지는 실내사육에 있어 점박이꽃무지보다 산란유도 등 사육환경에 덜 민감하기 때문에 대량 사육대상 종은 흰점박이꽃무지를 선정하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

2. 실내 조건에서의 점박이꽃무지류의 발육특성

본 실험의 결과는 “점박이꽃무지의 발생 및 생육특성에 관한 연구 (*Ecological characteristics of Protaetia orientalis submarmorea (Coleoptera, Cetoniidae)*)”의 제목으로 한국응용곤충학회지, 2002, 41(1): 43-47에 발표 되었음.

가. 생활사

대상종의 생활사 조사는 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지를 대상으로 실내에서 실시하였으나 점박이꽃무지에 대해 중점적으로 실시하였다. 흰점박이꽃무지에 대해서는 이미 박 등(1999)에 의해 조사 발표 되었었기 때문이다. 조사 결과 흰점박이꽃무지와 점박이꽃무지의 생활사나 생육특성상에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나, 산란전기는 점박이꽃무지보다 흰점박이꽃무지가 약 8일 정도 긴 것으로 나타났다. 실내조건에서 조사된 대상 종의 생활사는 다음 [표 4]와 같다.

표 4. 흰점박이꽃무지와 점박이꽃무지의 생육상황 조사

(28℃, 70RH, 16L:8D) (단위: 일)

점박이꽃무지	산란전기 (n=5)	산란수 (n=4)	난기간 (n=55)	령기			번데기 (n=41)	성충	
				1령 (n=66)	2령 (n=52)	3령 (n=42)		♀ (n=11)	♂ (n=9)
	10.2 ±4.9	82.8 ±50.3	8.4 ±1.8	10.6 ±3.3	18.7 ±2.1	38.1 ±7.4	35.5 ±4.5	135.2 ±57.8	121.7 ±51.9
흰점박이꽃무지	산란전기 (n=5)	산란수 (n=10)	난기간 (n=40)	령기			번데기 (n=30)	성충	
				1령 (n=30)	2령 (n=30)	3령 (n=30)		♀ (n=19)	♂ (n=9)
	18.8 ±9.2	106.4 ±20.8	8.2 ±0.8	11.3 ±1.1	17.4 ±3.1	40.3 ±2.2	36.4 ±3.1	134.5 ±50.2	145.3 ±52.1

점박이꽃무지 암컷 성충 한 마리당 산란수는 평균 82.8개, 난기간은 8.4일, 1령기는 10.6일, 2령기는 18.7일, 3령기는 38.1, 번데기 기간은 35.5일, 성충의 수명은 암컷이 135.2일, 수컷의 경우 121.7일이 소요되었다. 한편 흰점박이꽃무지 암컷 성충 한 마리당 산란수는 평균 106.4개, 난기간은 8.2일, 1령기는 11.3일, 2령기는 17.4일, 3령기는 40.3, 번데기 기간은 36.일, 성충의 수명은 암컷이 134.5일, 수컷의 경우 145.3일이 소요되었다. 산란수에 있어 흰점박이 꽃무지가 다소 많은 것을 제외 하고는 비슷한 결과 이었다. 이 결과는 박 등(1994)에 의한 흰점박이꽃무지의 결과와 비교해 볼 때 특히 성충의 수명이 암컷의 경우 48.7일에 비해 134.5일로 2배 이상이었으며, 산란수에 있어서도 68개에 비해 106.4개로 거의 2배를 나타내었다. 이는 먹이등 사육조건이나 환경의 적합 여부에 따른 것으로 판단되며, 최적사육 조건이 얼마나 중요한 요인가를 잘 나타내어 주고 있다.

나. 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지의 유충의 층체적 특성

다음 [표 5-6]은 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지의 각 태별 크기, 체중, 두폭의 측정 결과로 유충태의 특성을 나타낸 것이다. 알은 초기단계나 성숙단계에서 점박이꽃무지가 흰점박이꽃무지보다 크게 나타났다.

점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지 유충의 각 태별 크기의 측정 결과는 전반적으로 비슷한 경향을 나타내었다. 두폭의 경우 1령기에는 점박이꽃무지가 평균 1.62 mm로 흰점박이꽃무지 1.56mm보다 다소 크게 나타났으나, 3령기에는 흰점박이꽃무지가 4.60mm로 점박이꽃무지 4.42mm 보다 조금 크게 나타났다. 체중은 1령기에는 두 종이 비슷하였으나 2령과 3령기에 흰점박이꽃무지가 다소 크게 나타났다.

표 5. 점박이꽃무지의 알 및 유충 령기별 크기측성

(28℃, 70% RH, 16L:8D)

성장단계		체폭(mm)	체장(mm)	체중(mg)	두폭(mm)
알	초기단계	1.73±0.09	2.17±0.07	3.9±0.50	
	성숙단계	2.4±0.06	2.69±0.07	9.3±0.80	
1령충	초기	1.78±0.06	5.58±0.20	9.7±0.70	1.62 ±0.09
	말기	4.26±0.41	12.59±0.55	88.3±13.80	
2령충	초기	4.31±0.35	6.82±0.45	99.7±6.60	2.82 ±0.09
	말기	6.82±0.45	21.5±0.80	503.6±67.90	
3령충	초기	7.53±0.41	22.85±1.45	529.8±110.7 0	4.42 ±0.16
	말기	10.91±0.56	35.13±1.56	2242.8±223. 50	

* 평균±S.D.

알- (초기단계: 산란 후 1일 이내; 성숙단계: 산란 후 7일)

1령- (초기: 부화 후 1일 이내; 말기: 부화 후 10일)

2령- (초기: 2령 탈피 후 1일 이내; 말기: 2령 탈피 후 15일)

3령- (초기: 3령 탈피 후 1일 이내; 말기- 3령 탈피 후 30일)

표 6. 흰점박이꽃무지의 알 및 유충 령기별 크기측성

(28℃, 70% RH, 16L:8D)

성장단계		체폭(mm)	체장(mm)	체중(mg)	두폭(mm)
알	초기단계	1.67±0.08	2.19±0.15	3.6±0.40	
	성숙단계	2.36±0.20	2.72±0.12	7.7±0.70	
1령충	초기	1.83±0.09	5.69±0.42	9.3±1.50	1.56±0.05
	말기	3.87±0.38	12.35±0.49	71.8±9.20	
2령충	초기	4.43±0.43	14.29±0.99	103.1±24.90	2.84±0.09
	말기	6.99±0.22	24.34±0.99	554.4±45.00	
3령충	초기	7.11±0.50	25.13±1.45	572±86.50	4.60±0.16
	말기	10.73±0.45	37.45±1.49	2374.6±254.00	

* 평균±S.D.

알- (초기단계: 산란 후 1일 이내; 성숙단계: 산란 후 7일)

1령- (초기: 부화 후 1일 이내; 말기: 부화 후 10일)

2령- (초기: 2령 탈피 후 1일 이내; 말기: 2령 탈피 후 15일)

3령- (초기: 3령 탈피 후 1일 이내; 말기- 3령 탈피 후 30일)

다. 산란 특성

1). 점박이꽃무지의 산란 경향

점박이꽃무지는 산란 전기간 중 산란시작 시점에 다소 많은 산란수를 나타내었으나 그 이후의 기간 동안에는 일정한 산란의 양상을 보이다가 40일 후에는 다소 적어지는 경향을, 보였으며 산란기간은 약 50일 동안 이루어졌다.

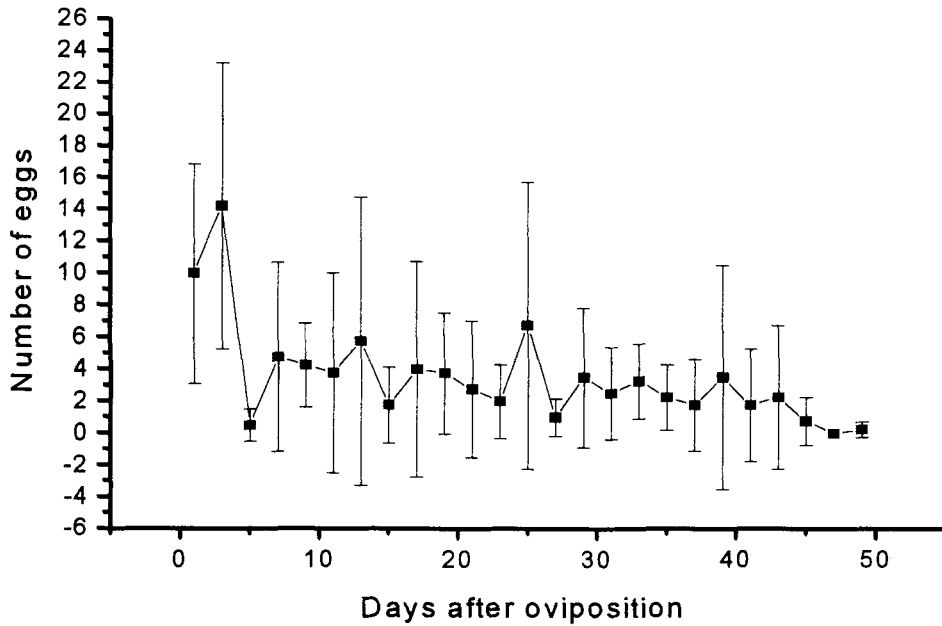


그림 11. 실내에서의 점박이꽃무지 성충의 산란 특성(♂:♀=1:1)

2) 흰점박이꽃무지의 산란 경향

흰점박이꽃무지의 산란수는 10일 간격으로 총 산란수를 확인한 결과 우화 후 20일과 40일에 산란수가 가장 많았고 그 이후에는 다소 감소한 결과를 보였으며 산란기간은 약 80일간 이루어졌다.

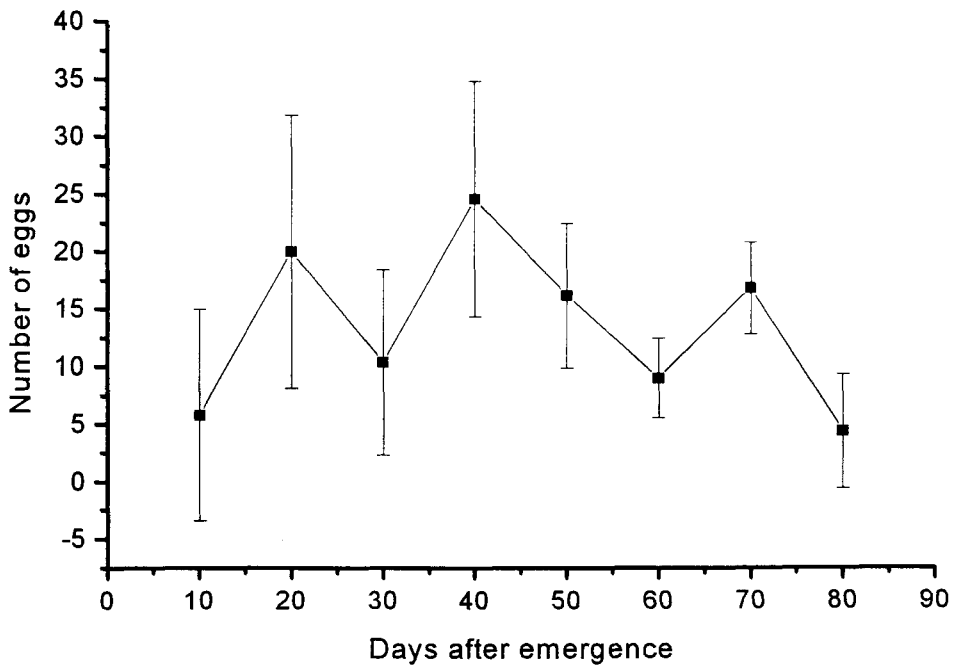


그림 12. 실내에서의 흰점박이꽃무지의 산란 경향성(♂:♀=1:1)

흰점박이꽃무지의 대량사육을 위한 기초자료를 얻기 위한 방안으로 실내사육을 위한 예비시험에서 점박이꽃무지는 산란유도 및 사육과정상 흰점박이꽃무지 보다 환경조건에 예민하게 반응하므로 대량사육에 문제점이 많을 것으로 판단되어 성충먹이에 따른 산란수, 온도에 따른 난의 부화 소요시간 및 난의 크기 변화, 유충먹이에 따른

성장특성 등 사육조건 탐색을 위한 실험들은 흰점박이꽃무지를 대상으로 조사하였다. 라. 온도에 따른 흰점박이꽃무지의 난 기간

실내의 20℃, 25℃, 30℃ 조건하에서 조사한 흰점박이꽃무지 난기간과 부화율을 조사한 결과 [표 7]에서와 같이 난기간은 20℃의 경우 평균 21.8일, 25℃의 경우 9.0일, 그리고 30℃의 경우 6.9일로 온도가 높은 조건일수록 난기간이 짧아졌다. 부화율은 25℃의 경우 가장 높게 나타났으나 큰 차이는 인정되지 않았다.

표 7. 온도별 흰점박이꽃무지의 난기간 및 부화율

	20℃ (n=30)	25℃ (n=30)	30℃ (n=30)
난기간(일)	21.8±0.77	9.05±0.69	6.9±0.64
부화율	86%	100%	90%

바. 온도에 따른 흰점박이꽃무지의 난폭 및 난 길이의 변화

난폭 및 난길이의 변화를 20℃, 25℃, 30℃에서 2일 간격으로 측정한 결과 시간의 지남에 따라 난폭 및 난 길이는 증가하는 것을 볼 수 있었다. 산란 직후 난은 하얀 우유 빛을 띠고 있으며, 시간이 지남에 따라 옅은 갈색을 띠게 된다. 난폭과 난길이의 경우 25℃에서 난폭은 가장 크게 나타났으며, 난 길이에서는 큰 차이가 없었다(그림 13-14).

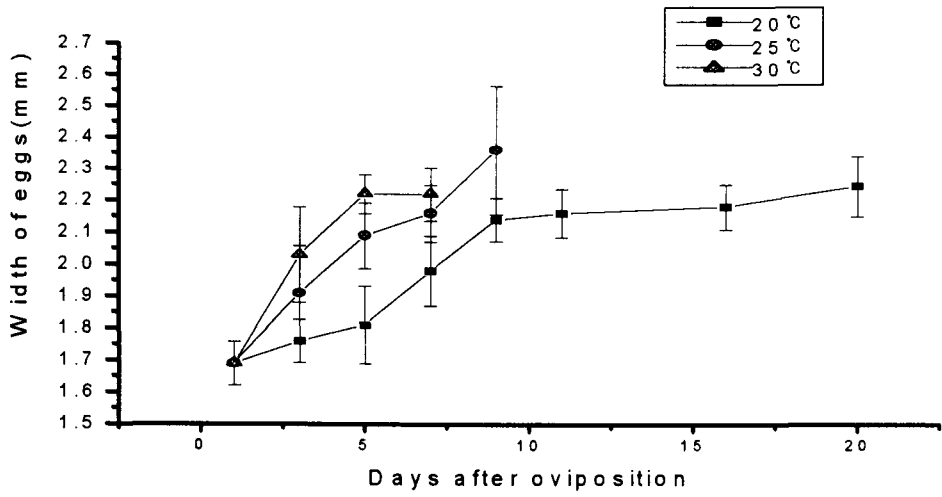


그림 13. 흰점박이꽃무지의 산란 후 기간에 따른 온도별 난 폭의 변화

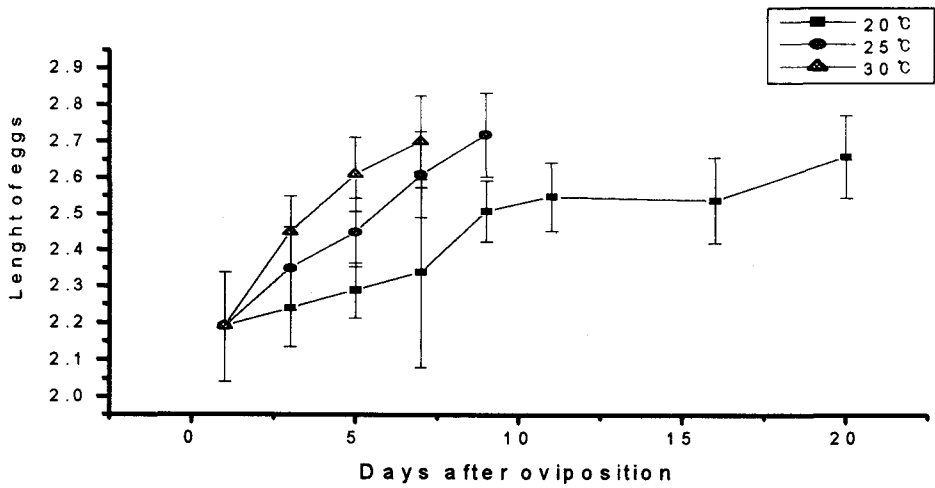


그림 14. 흰점박이꽃무지의 산란 후 기간에 따른 온도별 난 길이의 변화

3. 야외 조건하에서의 생태적 특성

야외에서의 꽃무지류의 생활환을 조사하기 위하여 강원도 춘천시 근교의 야외 포장에 120 x 80 x 80 cm 크기의 공간을 설정하고, 성충 20쌍을 7월에 방사한 후 매 15일 간격으로 1999-2001년 11월 까지 층태의 변화를 관찰하였다. 유충의 먹이로는 발효된 참나무 톱밥을 사용하였다. 조사결과 연중 점박이꽃무지류의 생활환은 아래 그림과 같이 나타났다.

표 8. 야외조건하에서의 점박이꽃무지의 생활환

		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
점박이꽃무지	1년						난						
							1-2령						
								3령					3령월동
								번데기					
									성충으로 우화				성충월동
점박이꽃무지	2년	3령월동				성충							
		성충월동			성충								

표 9. 야외조건하에서의 흰점박이꽃무지의 생활환

		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
흰 점 박 이 꽃 무 지	1년						난						
							1-2령						
								3령					3령월동
								번데기					
									성충우화			성충월동	
2년		3령월동				성충							
		성충월동				성충							

가. 월동 특성

점박이꽃무지 유충의 월동 태와 월동상태를 조사하기 위하여 야외조건과 자연형 비닐하우스 내에 처리한 공시충을 대상으로 이듬해 4월 초순에 각각 생존충을 비교 조사하였다.

비닐하우스 (4 x 10 x 2.5 m) 내에 1m x 1m 크기의 구획을 설정, 각각 100마리씩의 노숙유충을 표면에 분산하여 넣고 10 cm정도의 짚을 피복하여 월동시킨후 이듬해 3월에 지표면에서부터 유충이 있는곳 까지의 깊이와 월동 상태를 조사하였다.

점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지의 월동유충 생존율을 비교한 시험에서는 흰점박이꽃무지가 51.5%로 점박이꽃무지 44% 보다 다소 높은 결과를 나타내었다 [표 10-11]. 번데기는 지표와 벚짚의 경계부분에서 발견할 수 있었으며, 월동한 유충의 우화율은 40%로 관찰되었다.

점박이꽃무지의 경우 야외조건하에서는 월동유충이 위치한 토양의 깊이는 평균 17.6cm의 깊이로 비닐하우스 내에서 월동한 경우 20.6 cm 보다 조금 낮은 깊이에서 월동하는 것으로 관찰되었으며, 생존율은 야외에서는 44%,로 비닐하우스에서 보다 조금 낮게 나타났다.

현재까지 문헌에 의하면 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지는 유충태로 월동하는 것으로 알려져 왔으나 본 실험을 통하여 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지는 일부 개체가 성충으로도 월동하는 것이 관찰되었다. 그러나 대부분은 중령(3령)상태로 월동하는 것으로 조사되었다. 또한 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지는 연 1회 발생하는 것으로 보고되어 왔으나 실험결과 경우에 따라 환경조건이 적절하면 성충 태로 월동한 개체가 일찍 산란하여 일찍 자란 개체가 8월에 일부 성충으로 우화하여, 이들이 성충 태로 월동하는 것으로 조사되었다.

표 10. 야외와 비닐하우스 내에서 점박이꽃무지의 월동상태 조사

	야외	비닐하우스
반복수	100	100
생존율	44%	51%
월동깊이	17.6±5cm	20.6±4.7cm

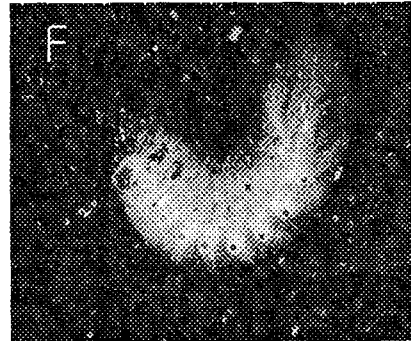
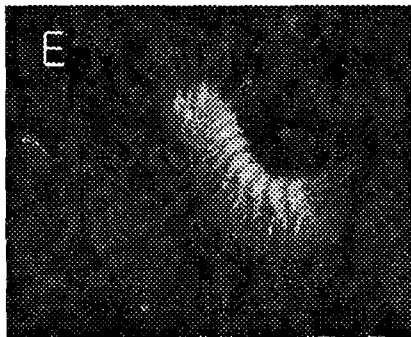
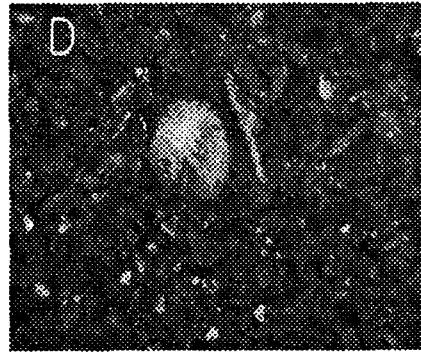
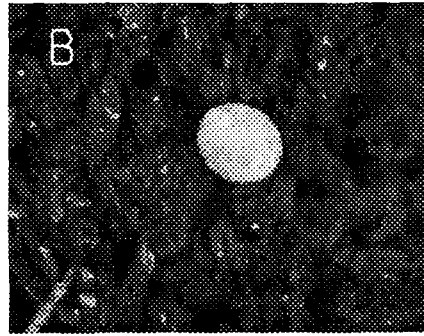
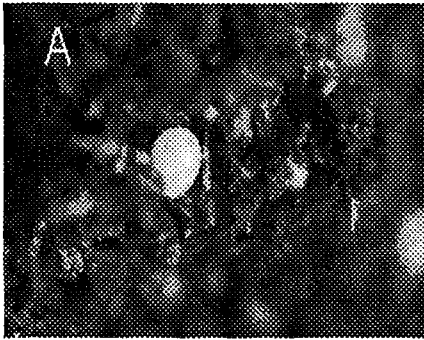
표 11. 점박이꽃무지와 흰점박이꽃무지의 월동유충의 생존율 비교

	점박이꽃무지	흰점박이꽃무지
반복수	200	200
생존수	95	103
생존율	47.5%	51.5%

한편 야외 자연 서식층의 월동태를 조사하기 위해 2000년 10월 경상북도 안동에서 버섯재배 후 폐기한 톱밥배지에서(야외에 3년간 방치) 흰점박이꽃무지 유충, 번데기, 성충 등 총 3,278개체를 채집하였다. 이들의 구성비는 2령 말의 유충이 335개체(10.2%), 3령 유충이 2889(88.1%)개체, 번데기가 31(0.9%)개체, 성충 23(0.7%)으로 나타났다. 버섯재배 후 폐기한 톱밥배지는 자체 발열이 나는 상태로 월동하기 유리하며 번데기는 이내 성충으로 우화하여 성충으로 월동할 것이다.

아래 [그림 15]는 점박이꽃무지류의 각 태별 사진이다. 점박이꽃무지는 처음 산란 후 알의 색깔은 우유 빛을 띄나 시간이 지남에 따라 알은 크기가 변화하면서 색도 누런빛을 띄게 된다(사진B). 알에서 부화하면 머리가 하얀색으로 연약한 상태이나 1일 이상 휴식을 통하면서 머리는 갈색으로 변화하고 단단해진다. 휴식이 끝나면 처음으로 자신의 알 껍질을 먹음으로써 초기 영양분으로 사용한다. 1령이 말이 되면 토양속에서 작은 형태의 방을 형성한 후 그곳에서 탈피를 하게된다(사진D).

2령으로 탈피 할 때도 머리는 연하고 하얀색을 띄며 시간이 지나면서 단단하게 굳어진다. 3령을 거쳐 번데기가 될 때는 단단한 토양과 연한지상 부위 경계부분에 둥근 형태의 토와(구슬 같은 형태의 방으로 자신의 분비물에 토양이나 짚 등을 붙여 단단하게 만든다)를 형성하여 그 속에서 허물을 벗고 번데기가 된다(사진H). 토와 속은 자신의 분비물을 묻혀 반들반들하고 견고하게 만들어서 외부의 곤충이나 세균으로부터 자신을 보호한다. 번데기 방에서 약 1달이 지난 후 성충이 되어 번데기 방을 부수고 밖으로 나오게 된다.



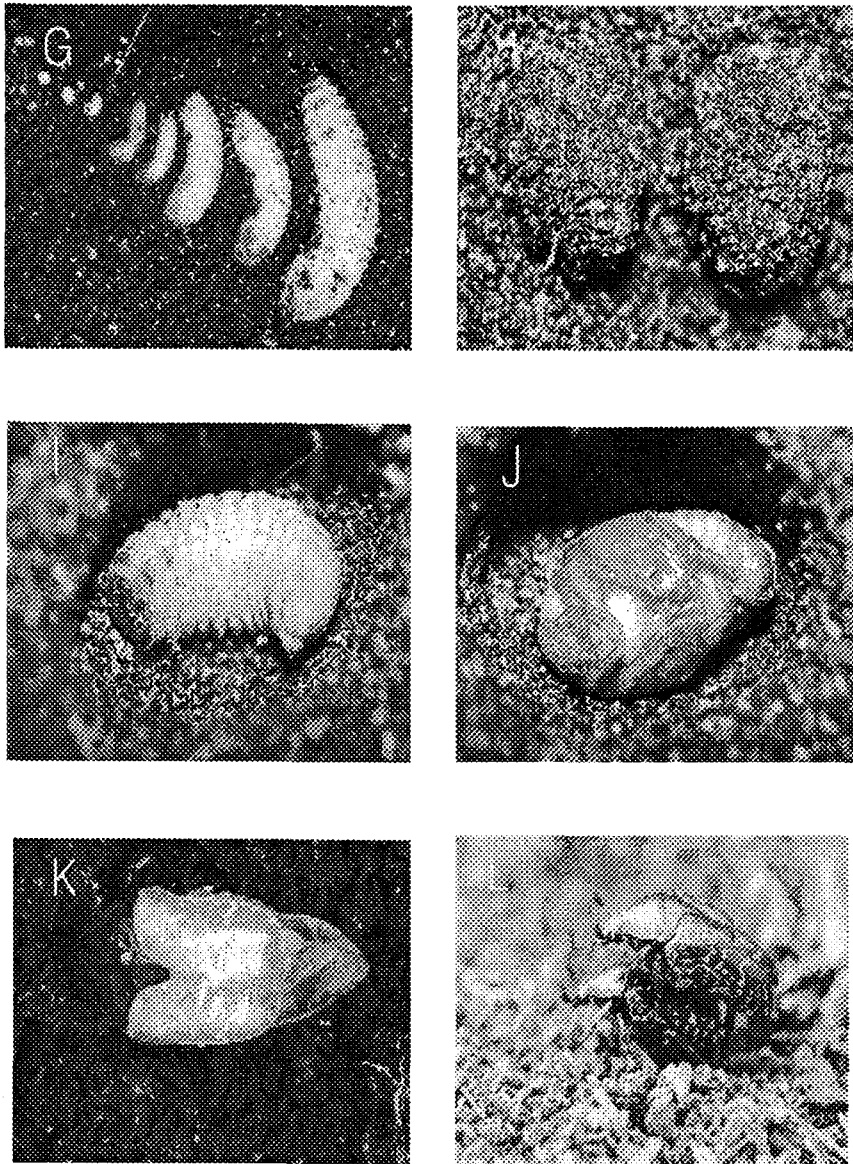


그림 15. 점박이꽃무지의 생활환 A. 산란직후, B. 부화 전, C. 부화 후, D. 1령 유충, E. 2령 유충, F. 3령 유충, G. 알에서 3령 유충까지 성장변화, H. 번데기방, I. 전용, J. 번데기, K. 우화, L. 교미

4. 대량증식용 유충의 인공사료개발

가. 인공사료 개발용 부재료 선별.

꽃무지유충의 인공사료를 개발하기 위하여 몇 가지 예비실험과 함께 부재료 선발을 위해 입엽 부산물인 참나무 톱밥, 버섯재배후의 폐목, 볏짚 등을 비교 검토하였다.

1) 참나무톱밥을 발효시켜 사용하였을 경우

쌀겨와 참나무톱밥을 1:10의 비율로 혼합한 후 미생물제를 혼합하여 발효하였을 경우

○ 단점:

① 톱밥이 발효하는데 많은 시간이 소요된다. 발효를 촉진시키기 위해 주기적으로 (1주 1회) 교반을 하는 것이 효율적이며, 이 경우 약 6개월 이후에 사용하면 좋다.

② 추가적 비용이 많이 발생한다.: 참나무와 쌀겨 구입비가 추가 부담된다.

○ 장점:

① 양질의 유충먹이를 만들 수 있다.

○ 기타-참나무 생톱밥을 노지에 첨가물을 넣지 않고 야적하였을 경우 약 2년 정도의 시간이 필요하다.

2) 표고버섯재배 후 폐기하는 참나무톱밥

○ 단점:

① 표고목 톱밥은 축산농가에서 많이 사용하므로 계절에 따라 구입하기 힘들 경우가 있다.

○ 장점:

① 참나무 생톱밥을 구입하는 가격보다 저렴하다.

② 톱밥을 부숙시키는 기간이 단축된다. - 쌀겨 등의 첨가물과 혼합하여 발효시키

면 3-6개월이면 사용이 가능하다.

3) 일반 벼재배 후 폐 부산물 이용

○ 단점:

① 팽이버섯이나 기타 버섯을 재배하는 경우 톱밥의 비용 때문에 농가에서는 일반적으로 침엽수 톱밥을 사용하는 경우가 많다. 일반적으로 침엽수 톱밥을 야적하여 두면 빨간색의 형태로 부숙이 용이하지 않다. 지표면에 수분과 공기가 접하는 곳만 검은 색으로 변하기 때문에 유충 채집시에도 검은 부분에 주로 서식한다. 따라서 침엽수의 톱밥일 경우 인위적으로 수분첨가와 교반을 통하여 양질의 부숙 상태를 만들어 주어야 하는 세심한 주의가 필요하다.

② 벼재배 직후 부산물은 봄에서 가을인 경우 약 3-6개월간 추가적인 발효를 거치면 사용 가능하다.-교반이 필요하다.

○ 장점:

① 벼재배 후 부산물인 경우 추가적인 비용 부담이 적다.

② 부산물을 야적하였을 때 1년이상 야적한 톱밥인 경우 활엽수와 잡목의 경우 바로 유충의 먹이로 사용이 가능하다.

○기타-벼재배부산물을 노지에서 1년이상 야적 후 사용이 가능하다.

4) 벼짚을 이용한 먹이제조

○ 단점:

① 발효 후 부피가 크게 감소한다.

② 운반용이나 취급상 어려움이 따른다.

③ 발효 시 수분 조절성이 떨어진다.

○ 장점:

① 꽃무지 유충 성장이 양호하다.

사료용 부자재의 종류에 따라 유충의 성장상태를 비교 조사하였다. 실험을 위해

참나무톱밥, 은사시나무 톱밥, 표고버섯목 톱밥, 벚짚을 대상으로 2달간 발효를 시킨 후 3령초의 유충을 대상으로 약 25일간 급여 후 체중을 비교 측정하였다. 그 결과 벚짚을 먹인 유충이 가장 양호하게 성장한 것으로 나타났다. 하지만 이 결과는 2개월간 톱밥을 발효한 결과이기 때문에 발효시간에 대한 유충성장의 차이가 나타날 수 있으므로 전적으로 부자재의 종류에 따른 요인으로 평가할 수는 없다. 벚짚과 나무는 C:N 비율의 많은 차이가 있다. 탄소와 질소의 비율이 적정수준까지 이루어져야 발효시간을 단축시킬 수 있으며, 나무의 재료는 리그닌, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 등의 성분으로 인해 그 분해와 발효의 속도가 늦어진다. 따라서 농가에서 유충의 먹이를 제조할 때는 시간과 경비를 고려하여 버섯 부산물을 이용하여 유충사료를 제조하는 것이 경제적으로 시간적으로 유리하다고 판단된다.

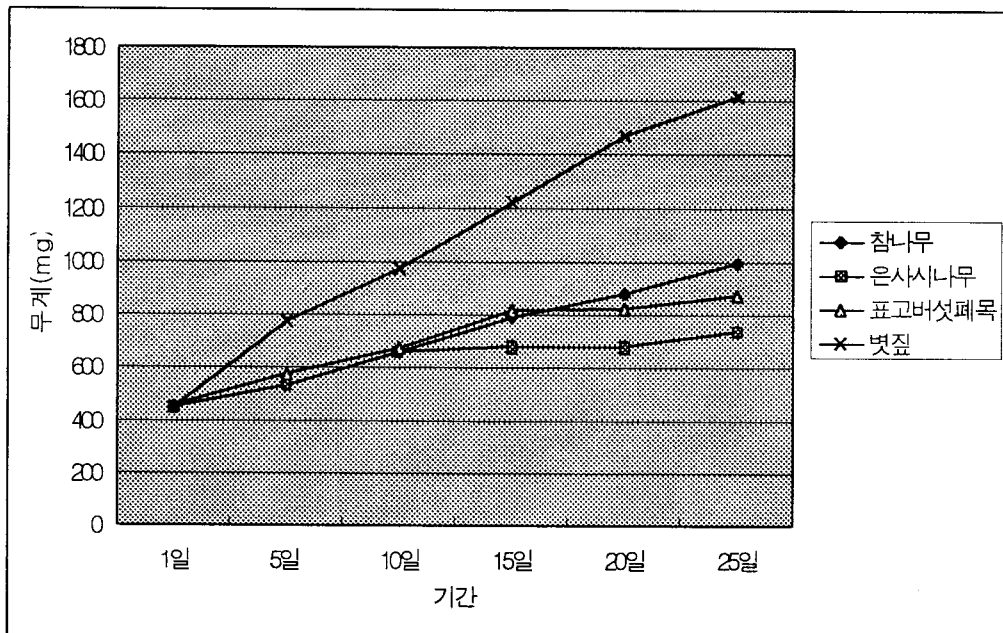


그림 16. 부재료 먹이에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 체중변화

나. 대량증식용 유충의 인공사료 개발

1) 유충용 인공먹이의 개발

약용으로 이용하고 있는 꽃무지류의 유충은 일반적으로 부식된 벼짚을 먹고 성장하거나 발효된 참나무 톱밥도 잘 먹고 성장한다. 이러한 소재를 기본으로 발효에 유효한 균을 탐색하는 한편 새로운 소재로서 시판되고 있는 부엽토(상토) 및 버섯종균(참나무톱밥에 버섯종균을 접종하여 어느 정도 발효시킨 것) 등을 유충 먹이로서의 유효성을 검토하였다. 아래 [표 12], [그림 17]에서와 같이 부엽토(상토)에 대한 유충의 섭식은 불량하여 성장도 지지 부진하다가 병이 발생하여 63일 이후 전부 폐사 하였다.

또한 버섯종균의 섭식은 비교적 양호하였으나 성장속도가 늦었고 70일 이후 2g을 상회하는 수준에서 성장이 부진하다가 119일째 토와가 처음으로 형성되었다. 이것은 버섯종균을 접종한 참나무톱밥은 완숙된 것이 아니라 반정도 발효된 것으로 유충의 성장에는 적당하지 않는 것으로 추정된다.

한편 벼짚, 참나무톱밥 및 참나무 폐목은 유충성장이 양호한 것으로 나타났으며, 그중 참나무 폐목은 초기 성장은 다소 늦었지만 후기성장이 매우 좋은 것으로 보여 표고 버섯 재배후에 폐목으로 처리된 참나무 폐목을 이용하는 것이 효율적인 것으로 고려된다.

표 12. 유충용 먹이원에 따른 섭식성 및 유충의 발육상태

먹 이 원	섭 식 성	유 충 경 과 (부화에서 최초 토와 까지)
벼짚	양호	51일
참나무톱밥	양호	54일
상토(부엽토)	불량	병발생폐사
참나무폐목	양호	54일
버섯종균	양호	119일

2) 발효균의 선발

벗짚 및 참나무톱밥을 발효시키는데는 발효균으로서 사일리지 첨가제 HMF를 kg당 10mg 첨가해서 시험한 결과 벗짚은 발효에 100일 이상 걸려 벗짚의 사전 처리 등을 통해 빨리 발효될 수 있도록 하는 방법이 고안되어야 할 것으로 생각되며, 참나무톱밥의 경우 발효에 15~20일 정도 걸려 단기간의 먹이제조가 가능하여 발효기간을 단축하고 영양원으로서도 작용할 수 있도록 쌀겨 또는 고구마분말을 첨가해 보았으나 발효되기 전에 잡균들에 의한 부식이 먼저 진행되어 악취가 나는 등 먹이 제조에 어려움이 있어 추천하기 어렵다. 따라서 이러한 첨가제의 개발은 실제 사육시험을 계속하면서 추후 새로운 소재의 개발이나 방법을 고안하는 것이 필요할 것이다.

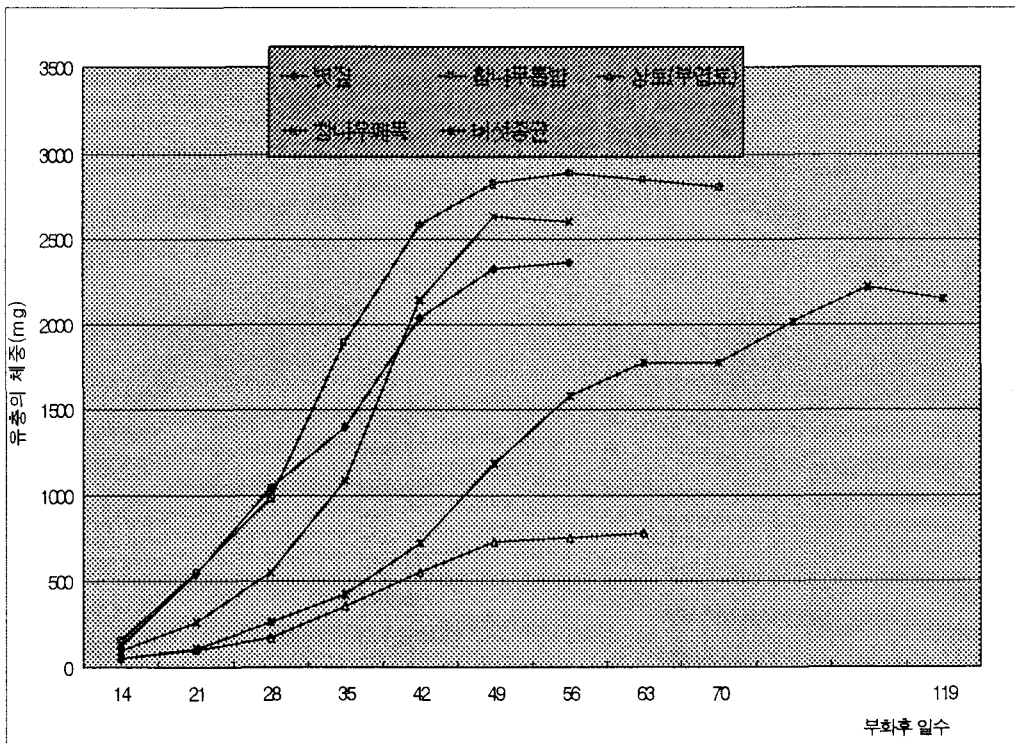


그림 17. 먹이원에 따른 유체의 체중의 변화

표 13. 먹이원 부자재에 따른 부화유충의 체중변화 * 토와시작

일 수 먹이원	14일	21일	28일	35일	42일	49일	56일	63일	70일	~	119일
벼짚	120.8	543.1	1036.4	1391.5	2033.7	2326.2*	2363.6
참나무 톱밥	153.3	550.4	983.1	1896.3	2578.1*	2831.5	2888.0	2852.5	2804.9	.	.
상토 (부엽토)	50.1	100.4	168.0	356.6	554.2	728.2	746.0	779.0	폐사	.	.
참나무 폐목	92.7	258.1	550.1	1083.5	2145.1	2632.8*	2599.9
버섯 종균	49.3	106.6	263.2	425.8	718.8	1177.9	1578.3	1774.2	1777.7	~	2150*

5. 성충의 인공사료 개발

가. 성충용 인공먹이의 개발

꽃무지의 성충은 꽃을 찾아 꿀과 꽃가루를 섭식하는 것으로 알려진 바와 같이 단 것을 매우 좋아한다. 따라서 흔히 수박과 같은 과일류 또는 설탕물을 공급하여 주는데 본 시험에서는 흑설탕에 소주를 넣고 끓인 것을 대조로 과일시럽 3종(딸기, 포도, 메론)을 공시하여 섭식성을 조사해 본 결과 [표 15]에서 나타난 바와 같이 흑설탕물을 가장 많이 섭식하였고 다음에 메론시럽, 딸기시럽, 포도시럽의 섭식량에는 큰 차이가 없었다.

표 15. 액상먹이에 대한 꽃무지 성충의 섭식성

구 먹이원	섭식량(mg/일/두)			평균
	I	II	III	
m 메론시럽	9500	7174	6000	75.6
s 딸기시럽	10300	5520	5480	71.0
gr 포도시럽	7900	6068	6669	68.8
su 흑설탕물	9500	8722	6124	81.5

* su > m > s > gr

** 20두 15일간 평균

한편 성충의 산란을 위해서는 단백질의 첨가가 유효한 것으로 생각되며 시럽의 경우 성충에 의해 쏟아지기도 하고 성충의 몸에 묻기도 하여 생육에 지장을 줄 우려가 있으므로 고품의 젤리형 먹이를 만드는 것이 필요하였다. 다음 [표 16]에서와 같은 기본 메뉴에 근거 4종의 단백질 원만 달리한 고품먹이를 조제, 공시하여 성충의 섭식성을 조사하였다.

단백질 원으로서의 탈지대두분(s), 꽃가루(p), 글루텐(g) 및 카제인(c)을 공시하였다. 그 결과 [표 17]에서와 같이 젤리형 사료에서는 탈지대두분과 꽃가루를 첨가한 것을 가장 많이 섭식하였으며, 글루텐 및 카제인과는 유의적으로 섭식성에 차이를 보였다.

표 16. 고품먹이(젤리) 기본메뉴

재료	단백질원	고형제	무기염 복합	구연산	비타민C	비타민 B복합	설탕	시럽	물
합량(g)	1	2	1	2	3	3	73	15	300ml

이 고행 먹이구와 액상 먹이구의 산란수를 비교해 본 결과 21일간 고행 먹이구의 경우 암컷 15두의 산란수가 526개로서 1일 평균 암컷 1마리 당 1.67개를 산란한데 비해 액상 먹이구의 경우 총 산란수가 342개로 1일 평균 암컷 1마리 당 1.09개로 고행먹이구가 지수로 53% 산란수가 증가됨을 보였으며 또한 섭식량에 있어서도 고행먹이가 액상먹이에 비해 훨씬 적음에도 불구하고 산란량이 많아 사료효율이 높게 나타났다. 따라서 성충에게 단백질 원의 공급이 매우 중요함을 확인하였다. 또한 성충기에 산란수의 증가를 위해 단백질 원으로서 꽃가루 또는 탈지 대두분을 함유한 젤리형 먹이가 상당한 효과가 있었기 때문에 기존의 흑설탕 물 외에 단백질 원을 함유한 젤리형 먹이도 같이 공급해 주는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

표 17. 액상먹이에 대한 꽃무지 성충의 섭식성

구 먹이원	섭식량(mg/일/두)			평균
	I	II	III	
S 탈지 대두분	6356	7682	9309	64.7
P 꽃가루	6078	7938	8239	61.6
G 글루텐	4038	4819	5566	40.0
C 카제인	4249	3968	6928	42.0

* S > P > C > G

** 19두 19일간 평균

6. 최적 사육환경 조건의 구명

가. 온도 및 광주기 조건에 따른 유충 및 성충의 발육성장 및 산란성

모든 곤충은 온도 및 광주기 조건에 따라 발육 성장에 현저한 영향을 미친다. 본 시험에 있어서도 특히 꽃무지류의 유충 성장에 영향을 미치는 요인으로서 온도 및 광주기 조건을 달리하여 사육하였다. 그 결과는 표 18에 나타난 바와 같이 3령충을 저온 단일조건(A, B구) 처리한 후 사육한 경우 25℃구에서 그대로 사육한 경우(대조구)보다 유충 경과일수가 짧아졌으며, 그 중에서도 20℃구의 사육 성적이 종합적으로 볼 때 가장 양호하였다. 그러나 용화율, 우화율, 성충체중 등에서는 25℃구가 가장 양호하였다.

한편 30℃구에서는 유충 발육기간이 57일정도로 매우 짧아졌으나 용화율이 45.0%로 매우 낮았으며, 성충의 무게가 저온 리한 구의 것보다 약 40%정도나 가벼웠으며 최종적으로 전혀 산란하지 못하였다. 30℃ 이상의 고온 조건하에 사육할 경우 발육상태나 성충화에 이상이 생기는 것으로 나타났다.

표 18. 온도 및 광주기 조건에 따른 꽃무지의 발육 성장과 산란성

사육조건 조사항목	A (15℃, 24D)	B (20℃, 10L · 14D)	C (25℃, 16L · 8D)	D (30℃, 16L · 8D)
유충발육기간(일)	109.3±11.0	109.8±18.4	122.3±10.9	57.1±18.4
용 화 율(%)	62.5	71.7	75.0	45.0
우 화 율(%)	27.5	45.0	55.0	25.0
성충무게 (mg)	♀ 633.6±55.4	671.2±48.1	683.0±37.2	444.0±68.5
	♂ 675.0±70.7	674.2±81.8	691.4±57.1	407.5±31.5
산란성*(개/♀)	25	27	20	산란못함

* 30일간 우1마리의 평균 산란수

나. 암수 비율에 따른 산란력

성충이 교미 산란하는 최적 조건으로서 암수 비율을 알아보기 위한 시험에서 암수 각 5 마리 썩의 1:1구에서 49일간 총 196개를 산란하여 암컷 1마리가 1일평균 0.8개를 산란하였으며, 2:1구(암컷 6마리, 수컷 3마리)에서는 49일간 총 187개를 산란하여 1일 평균 암컷 1마리당 0.6개를 산란하였다. 3:1구(암컷 18마리, 수컷 6마리)의 경우 36일간 총 290개 산란하여 암컷 1마리당 1일 평균 0.45개를 산란하여 암컷의 비율이 높을 수록 오히려 산란량이 적었고 수컷이 암컷보다 많을 때에는 수컷끼리 공식현상(카니발리즘)이 일어나 서로 잡아먹기 때문에 암수 1:1또는 2:1의 비율로 교미 산란케 하는 것이 가장 좋은 것으로 사료된다.

다. 유충 사육환경 개선

꽃무지류의 유충인 굼벵이는 썩은(발효된) 짚이나 참나무톱밥에서 서식하므로 습도가 높아 굼벵이가 발생할 확률이 높다. 따라서 사육환경을 개선해 주기 위해 사육상자의 밑바닥에 2cm정도로 숯가루, 황토, 질석 또는 맥반석을 깔아주어 비교 실험을 수행하였다. 이 실험을 위해 3령충 10두씩을 3반복 처리하여 50일간 사육후의 평균체중, 유충기간, 용화율, 우화율 등을 비교 검토하였다.

[표 14]에 나타난 바와 같이 50일 후의 유충체중에는 무처리 대조구에 비해 숯가루 등을 깔아 준 처리구들의 유충체중 증가율이 높았으며, 특히 맥반석의 효과가 가장 좋았다. 그러나 유충발육기간은 황토구가 105일로 가장 짧았으며, 용화율 우화율도 각각 95%, 80%로 사육성적이 가장 양호하였으며 숯가루도 이와 비슷하였다. 그러나 질석구는 최종 우화율이 35%로 실용적 가치가 없는 것으로 나타났으며 맥반 석구도 자재비에 비해 사육성적이 숯 또는 황토보다 떨어져 유충사육 환경 개선제로서는 숯과 황토가 가장 바람직한 것으로 판단되었다.

즉 꽃무지의 유충은 발효한 톱밥속에 서식하므로 황토 또는 숯가루를 깔아주는 것이 습도 조절 및 병원균으로부터의 회피 등 효과가 있는 것으로 판단되었다.

표 14. 유충사육장 바닥첨가물 종류별 유충 발육비교시험

종류 조사항목	무처리	숫가루	황 토	질 석	맥반석
평균 공시충무게 (mg)	653±13.0	580±73.2	583±32.7	541±21.6	508±16.5
50일후 평균유충 무게(g)	2.5±0.13 (378)	2.3±0.88 (389)	2.4±0.15 (411)	2.3±0.18 (424)	2.2±0.15 (441)
유충발육기간(일)	138±12.7	114±14.4	105±7.0	133±20.5	126±6.7
용 화 율(%)	80.0	93.3	95.0	75.0	83.3
우 화 율(%)	56.7	80.0	80.0	35.0	70.0

* ()내는 공시충무게를 100으로 했을 때의 지수

7. 채란기술 개발

채란시험은 실내에서 실행하였으며, 사육용기의 바닥에 5mm의 구멍을 뚫고 5cm 두께로 유충먹이를 깐 후 채란을 실시하였다. 구멍을 뚫은 용기보다 큰 용기에 유충 먹이를 놓아 둔 후 그 위에 구멍을 뚫은 용기를 놓아두어 구멍사이로 산란을 하기도 하고 5cm의 유충먹이에 산란을 유도하여 5일 간격으로 채를 치듯이 난을 수거하였다. 이때 고려하여야 할 사항은 채란을 위한 배지는 1mm의 크기로 균일화되어 있어야 채를 쳤을 때 고루 빠져나갈 수 있게 할 수 있다. 채란된 배지내에서 부화를 유도한 후 유충 수거는 1mm의 크기의 채로 거르면 유충만 회수가 가능해진다. 유충의 두폭은 평균 1.5mm 이상이기 때문에 유충만 회수 가능할 수 있다. 그러나 본 실험은 계획당시 고려 하였던 부화 유충보급 시스템으로 발전시키기에는 여러 가지 어려움이 따를것으로 추정되었으며, 실현 가능성이 낮은 것으로 사료되었다.

8. 발육 단계별 저온저장 가능성 검토

곤충을 연중 대량 공급하기 위해서는 항상 일정 발육단계(알, 유충, 번데기 및 성충)를 장기간 유지시키는 기술이 필요하다. 따라서 본 시험에서는 필요할 때 항상 사용할 수 있도록 각 발육단계별로 저온에 얼마나 저장이 가능한지를 시험하였다. 본 실험(각 구 알을 30개씩 3반복으로 공시하였음) 결과 [표 19]에 나타난 바와 같이 알은 5℃에서 10일간 저장이 가능하나 부화율이 떨어졌으며, 15℃에서는 15일까지도 저장이 가능하였다. 따라서 알의 사용기간을 길게 사용하기 위해서는 15℃에서 2~3주간 저온처리 하면 얼마간의 기간이 연장될 수 있을 것으로 생각된다.

한편 유충의 경우 3령충을 5℃ 또는 15℃에 5, 10, 15 및 30일을 10두씩 3반복하여 저온 처리한 후 25℃구로 옮겨 사육한 결과 유충생존율은 30일 냉장하여도 매우 높은 편이었으나 15일이상 저온한 경우 용화율이 매우 떨어져 3령충을 냉장하여 보관할 경우 2주 이내에 꺼내어 사용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

번데기의 경우 저온기간이 길어질수록 출고 후 우화까지의 기간이 단축되었으며 15℃의 경우 10일 저온 처리한 것이 우화율 70%, 5℃의 경우 5일 저온한 것이 우화율 75%로 나타나 실용적으로 볼 때 번데기의 경우에는 5℃에서는 5일간, 15℃에서는 10일간 저온처리 한 경우 이상이 없는 것으로 판단된다. 참고적으로 우화한 성충의 암수 비율은 조사해 본 결과 대부분이 암컷이어서 공시충이 암컷에 편중된 것으로 보이나 유충기 암수를 구분할 수 있는 방법이 모색되어야 할 것이다.

또한 성충의 경우 현재까지 5℃ 및 15℃구에 15일 동안 저온처리 하여도 100% 생존하여 성충기에 비교적 저온에 강한 것으로 생각된다. 그러므로 금후 증식시스템을 개발함에 있어서 15℃ 전후의 저온처리가 바람직하며 성충을 저온 저장함으로서 사육기간을 조정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

꽃무지류의 대량사육기술 체계를 확립하기 위해 2년간 시험한 결과 유충발육기간을 단축시키기 위해서는 적어도 20℃ 이하의 저온에 40일 정도 유지시키는 것이 필요하며 이렇게 했을 때 년중 3~4회 우화 성충을 확보할 수 있어 대량 증식이 가능할 것으로 사료된다. 또한 유충이 발효한 톱밥속에 서식하므로 환경을 개선시키기 위해 황토 또는 숯 가루를 깔아주는 것이 습도 조절 및 병원균으로부터의 회피 등으로 사육성적이 양호해지는 결과를 얻을 수 있었다.

표 19. 알의 저온 저장 가능기간

처리온도(℃) 기간	5℃				15℃			
	5	10	15	30	5	10	15	30
조사항목								
부화율(%)	66.7	43.3	3.0	0	76.7	63.3	66.7	40.0
부화소요일수(일)	12.1 ±0.8	10.4 ±1.6	9.0 ±0.1	-	10.1 ±1.5	11.5 ±1.2	10.8 ±1.7	9.6 ±2.9

표 20. 3령 유충의 저온저장 가능기간

온도(℃) 기간(일)	5℃				15℃			
	5	10	15	30	5	10	15	30
조사항목								
유충생존율(%)	96.7	96.7	100	90.0	100	93.3	96.7	100
용화율(%)	76.7	90.0	40.0	20.0	80.0	80.0	25.0	40.0

표 21. 번데기의 저온 저장 가능기간

조사항목 \ 온도(°C) 기간(일)	5°C				15°C			
	5	10	15	30	5	10	15	30
출고후 우화까지 기간(일)	34.0	29.5	27.0	전부 폐사	33.0	27.3	26.0	-
우 화 율(%)	75	55	30		95	70	45	
암 수 비 율	10:5	11:0	2:1	-	12:7	12:2	8:1	-

표 22. 성충 저온 저장 가능기간

조사항목 \ 온도(°C) 기간(일)	5°C				15°C			
	5	10	15	30	5	10	15	30
생 존 율(%)	100	100	100	100	100	100	100	100

9. 발병 및 대처방안

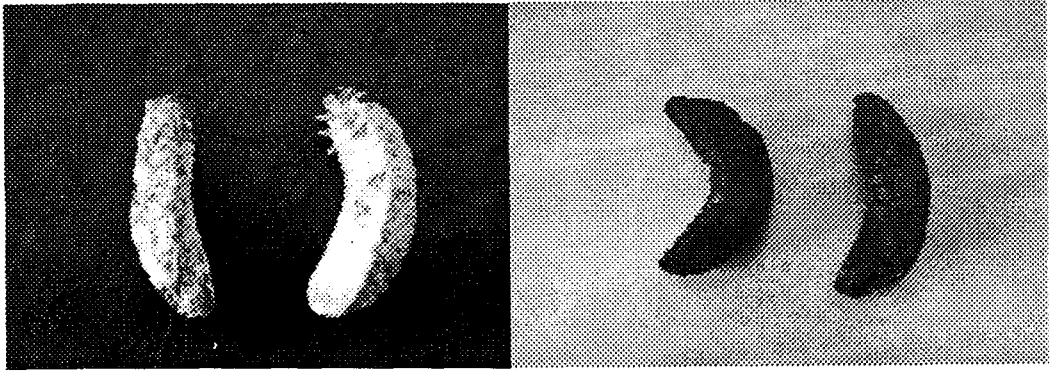
가. 주요 발병균의 분류동정

꽃무지의 주요 발병균을 동정함으로써 사육중의 발병대책을 마련하고자 전국 각지의 굼벵이 사육장으로부터 발병 폐사충을 아래와 같이 수집하여 분류 동정하였다. 흰점박이꽃무지 이병충으로부터 곤충병원 사상균을 분리하고, 전자현미경을 관찰하였으며 rDNA 염기서열을 이용하여 다른 종과의 homology를 비교 분석하여 동정하였다. 흰점박이꽃무지로부터 분리된 곤충병원 사상균은 전자현미경 관찰 결과 *Metarhizium*속의 전형적인 형태적 특성을 특성을 나타냈다. 따라서 이들의 용이한 동정을 위하여 28S rDNA 염기서열과 ITS 염기서열을 이용하여 다른 종과의 homology를 비교하였다. 그 결과 KMA-1은 28S rDNA D3 region 염기서열에서 굼은검은병 (*Metarhizium anisopliae*)와 98%의 높은 상동성을 보였다. 이상의 결과로서 본 실험에서 분리·명명된 KMA-1은 굼은검은병 (*Metarhizium anisopliae*)로 동정되었다.

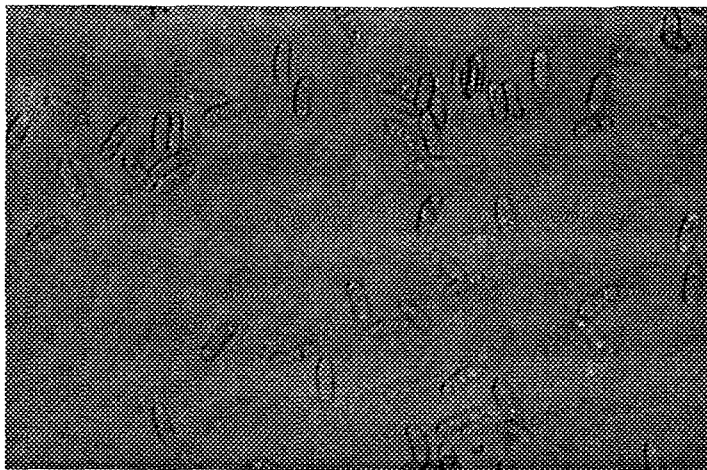
표 23. 폐사충의 병원균 분류동정 결과

수 집 지 역	농 과 원 잠사곤충부(수원)	곤 충 왕 국 (전주)	초 가 농 산 (구리)	백 스 투 유 (강화)
수집개체수	75	3	32	13
검은굼은병	38 (51)	3 (100)	27 (84)	채집병사충이 장수풍뎅이였음
기타(세균 등)	36 (48)	0	5 (16)	
선 총	1 (1)	0	0	

()*안은 %



〈 검은근음병에 걸린 유충 〉



검은근음병(*Metarhizium anisopliae*) 분생포자

그림 18. 흰점박이꽃무지의 질병 사충(死蟲)의 형태와 분생포자

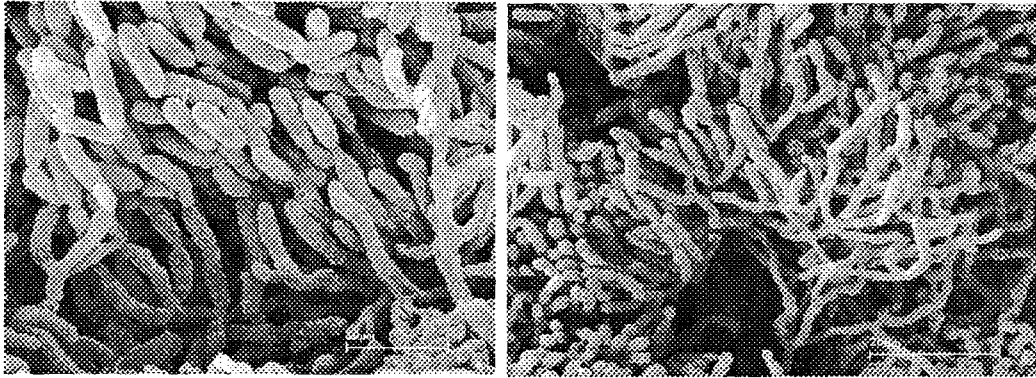


그림 19. 흰점박이꽃무지의 질병 사충(死蟲)으로부터 분리된 *Metarhizium* spp. 의 전자 현미경 사진

곤충의 대량사육에서는 항상 질병의 발병이 문제된다. 이들 질병은 방제 보다는 예방에 중점을 두어야 한다. 특히 2년차 시험에서 주요 발병균을 분류동정한 결과 기존의 백강 또는 녹강균으로 추정하였던 것들이 백강 또는 녹강균이 아닌 흑강균으로 분류 동정되었으며, 금번 사육환경 개선제 시험에서 공시한 재료를 사용한 경우 전혀 이러한 흑강병이 발생하지 않았기 때문에 흑강병의 예방에도 효과가 있는 것으로 추정된다. 따라서 다소의 비용을 고려해도 사육환경 개선제로서 황토 등을 사용하는 것도 바람직한 것으로 고려된다.

나. 유충질병 발병요인 분석 및 방제대책

실내에서 차아염소산나트륨 20배 희석액 및 30배 희석액, 숯과 황토의 표면처리 및 혼합처리의 방법을 사용하여 비교시험을 한 결과 차아염소산나트륨 처리구에서 효

표 24. ITS 염기서열에 의한 *Metarhizium* sp. KMA-1의 근연종과의 상동성 비교
 (1. *Metarhizium* sp. KMA-1; 2. *Metarhizium anisopliae*; 3. *Metarhizium* sp. KACC 40230; 4. *Metarhizium anisopliae* var. *majus*; 5. *Metarhizium taii*).

Fungal species	% rDNA gene sequence similarity1				
	1	2	3	4	5
<i>Metarhizium</i> sp. KMA-1	100				
<i>Metarhizium anisopliae</i>	98	100			
<i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>majus</i>	97	97	100		
<i>Cordyceps</i> sp. 97003	95	94	94	100	
<i>Cordyceps yakusimensis</i>	96	95	95	98	100

과를 볼 수 있었다. 차아염소산나트륨은 수돗물의 소독약으로 쓰이는 약품으로 살균 효과가 뛰어나며 분해가 빠르게 진행되어 잔류의 문제점이 없는 보조제로 고려된다. 하라솔 20배와 30배의 처리구에서 생존율이 높게 나타나 병원균의 예방 가능성을 발견할 수 있었다. 예비실험으로 하라솔이 유충에 유해한지를 알아보기 위해 하라솔 20배 희석액을 300mm² 표면면적에 매일 40mm l 씩 30일간을 분무하여 유충성장에 영향을 미치는가를 확인 한 결과 유충에 큰 유해성을 나타내지 않았다.

표 25. 병원균 접종 후 처리구별 효과

처리구	유충 사망수(반복)				
	1	2	3	평균	
하라솔	20배(20)	9	5	0	3.6
	30배(20)	1	0	0	0.3
숯	표면(20)	20	20	20	20
	혼합(20)	19	20	20	20
황토	표면(20)	20	19	20	20
	혼합(20)	19	20	20	20
대조	무접종(20)	2	0	0	0.7
	접종(20)	18	17	19	18

10. 현지 적용시험

가. 농가적용을 위한 사전 시험

야외 하우스내에서 120cm×80cm의 구획에 25cm의 높이로 톱밥을 깐 후 처리구별로 (하라솔 20배, 30배, 40배, 처리구)유충 200마리를 방사 후 병원균을 접종하고, 하라솔 20배, 30배, 40배를 1주에 1회에 1리터씩 분무하였다.

본 시험의 결과로 하라솔(차아염소산나트륨)의 처리구에서 유충의 생존수가 많은 것으로 나타났다. 무처리구에 비해 생존수는 높게 나타났으나 주위 사육환경과 관리 조건에 따라 질병발생은 예측할 수 없는 사항이므로 사육 당사자의 관리에 대한 세심한 배려와 주의, 그리고 경험을 통한 예방적 방안들이 앞으로 검토되어야 할 것이다. 비교시험한 결과는 아래 [표 25]에서와 같다.

나. 야외 비닐하우스 내에서의 농가실증 시험

폭 5m, 길이 30m의 야외 비닐하우스에 유충먹이의 높이를 25cm로 하여 반은 부숙된 먹이와 나머지 반은 부숙되지 않은 먹이를 놓은 후 번데기 되기 직전의 중령 충 2000마리와 성충 1000여 마리를 방사하여 산란 및 정착상태를 관찰하였다. 방사시기는 6월말에 실행하였으며, 8, 9월말에 유충의 밀도를 조사하였다. 시험 결과 먹이의 부숙 정도에 따라 부숙이 잘된 곳에는 많은 산란이 이루어졌지만 충분히 부숙되지 않은 곳에는 거의 산란의 흔적을 찾아 볼 수 없었다. 8월말에 유충의 밀도를 조사한 결과 50×50cm의 구획안에 평균 400여 마리가 생존하였으나, 9월의 밀도 조사에서는 평균 약 80마리 정도로 흑강균에 의해 이미 많은 충수가 폐사 하였었다. 성충 방사 후 산란과 초기 발육단계까지는 매우 성공적이었으나 그후 예상치못한 질병이 발생하였으며, 그 피해는 매우 크게 나타났다. 이 질병균은 흑강균으로 확인 되었다. 사육기간 동안은 환경 친화적인 방법으로 질병을 퇴치하기 위한 여러 가지 방안이 검토되었으나 사전 예방의 방법외는 질병 발생시의 치료방법에는 특별한 대안을 찾을 길이 없었다. 본 실험의 결과로 질병 발생은 예방적 차원에서 관리해야하며 치료나 발병 후 방제는 실현성이 떨어지며, 발병은 언제나 일어날 수 있는 복병임을 항상 염두에 두어야 할 것이다.

표 26. 야외에서 병원균 접종 후 처리구별 효과

처리구	30일 후 사망수	60일 후 사망수	총계
무처리구(200)	68	91	159
하라솔 20배 희석액(200)	39	64	103
하라솔 30배 희석액(200)	33	71	104
하라솔 40배 희석액(200)	57	79	114

현지 적응시험에서는 직접 비교 검토하지는 않았지만 이미 본 시험에서 검토한 바 있는 숯이나 황토를 사육장 바닥에 깔아 주는 방법도 고려해 볼 만 하다. 과학적인 근거에 의해 그 효과를 입증하기는 어렵지만 실재 대량 사육하는 농가의 의견이나 예비 시험결과에서도 유충사육 환경 개선제로서 숯과 황토가 바람직한 것으로 판단되었기 때문이다.

그러나 모든 생물시험에서 공통되는 사항이지만 어느 경우에도 생물의 집단 사육 조건하에서는 항상 발병에 대한 예방과 세심한 주의가 필요한 것임을 강조하는 바이다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 과제 의 연구내용을 크게 요약하면 1) 우리 나라에서 옛 부터 간 질환에 대한 민약재로 사용되어온 굽벙이(꽃무지 유충)가 어떤 종인가? 그리고 그들 대상종의 국내 분포나 발생상황을 조사하고, 2) 이들 대상종의 야외 및 실험조건하에서의 생태적 특성 파악, 3) 대량사육을 위한 유충 및 성충의 인공사료 개발, 4) 대량사육을 위한 최적 사육 환경조건 등을 파악하여 사육에 대한 실질적 기술을 보급하는데 그 목적을 두었다.

이러한 목적하에 수행된 본 연구 결과로 우리나라에서 과거부터 이용되어 왔던 굽벙이의 대상종은 점박이꽃무지 또는 흰점박이꽃무지로 확인되었으며, 이들 두 종의 국내 발생 및 분포현상은 서식조건에 따라 그 발생 량에 다소 차이가 있음이 확인 되었다. 그리고 이들 두 종의 생활사 및 생태적인 특성연구로 인공사육에 대한 기초 자료를 획득할 수 있었으며, 대량사육을 위해서는 사육환경에 덜 민감한 흰점박이꽃무지가 유리한 것으로 판단되어 그 이후의 모든 시험은 흰점박이꽃무지를 대상으로 하였다. 목적하였던 바 대로 유충의 인공사료를 부재의 선택, 발효균의 이용, 성충의 먹이, 그리고 최적 사육조건 등에 대한 시험 등도 계획대로 원만히 이루어졌다. 대량사육으로 인한 질병의 발병 원인도 구명되었다. 그러나 비닐 하우스 내에서의 적응시험에서 예기치 않던 질병이 발병하여 사육충이 대량 피해를 입은 결과는 앞으로 사육하는 농가들이 특별히 주의해야 할 요인으로서 조금만 방심하면 질병이 항상 발생할 수 있다는 교훈적 경험으로 받아들여져야 할 것이며, 실험결과에서 제시된 발병 억제 요인들을 최대한 고려하여야 할 것이다.

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

옛부터 민약재(民藥濟)로 사용되어온 많은 곤충들의 유용성에 대해서는 비교적 잘 알려져 있지만 대상곤충에 대한 정확한 증명이나 기능, 약리학적 효능에 대한 과학적인 근거 자료가 거의 없다. 또한 자연환경의 변화등에 기인한 야외 자연발생자원의 급격한 고갈 현상으로 점차 증가하고 있는 수요를 충족할 길이 없는 실정이다. 특히 최근 생물자원의 효율성이나 그 중요성이 인식되고 있는 시점에서 과거부터 알려졌던 이들 생물자원의 효용성에 대한 과학적인 근거를 찾기 위한 노력이 요구되고 있으며, 동시에 이러한 생물자원의 보존방안에 대한 구체적 방안도 마련하여야 할 때이다. 이러한 관점에서 약용곤충으로 잘 알려져 온 꽃무지 유충(굼벥이)의 대량사육 기술개발은 해당 생물종 생체의 원활한 공급을 가능케 함은 물론 여러 가지 기능과 생리학적, 약리학적 연구의 실험을 위한 자료의 제공으로 관련분야 연구의 활성화를 기할 수 있을 것이다. 이와 동시에 이들 곤충의 대량사육 기술개발은 근연 유용곤충 자원의 대량 생산화를 가능케 하고 국내 곤충 산업화의 기반을 조성하는 원동력이 될 것이다.

이러한 관점에서 볼 때 곤충의 사육기술 개발은 새로운 농촌형 소규모 지식산업, 그리고 농촌의 신 소득산업으로 발전시켜 볼만 하다. 농촌은 우리의 자연을 지켜나가고 있는 요람이기 때문이며, 자연을 소재로한 곤충산업은 새로운 소득원으로서 각광 받을 수 있을 것이므로 국가적 차원의 육성방안이 모색되어야 할 것이다.

한편 충분한 실험재료가 확보될 수 있어 민약재와 관련되는 각종 생리학적, 약리학적 시험이 가능해 지므로 곤충의 기능성 물질이나 유래물질 탐색 연구등 국제적 경쟁력이 높고, 부가가치가 높은 학문적 성취를 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 장일준, 김하경, 정치권, 김수진, 오덕환 2000. 굼벵이의 섭취가 에탄올 투여 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향, 한국식품영양과학지. 29(3): 479~484.
- 김진일, 1998. 한국곤충생태도감 III, 고려대학교 한국곤충연구소. p. 165.
- 김창효, 1993. 곤충의 사육법. 경상대학교 출판부. pp. 229~237
- 김창효, 1995. 산업곤충. 경상대학교 출판부. 204 pp.
- 남상호, 1998. 한국곤충생태도감 V, 고려대학교 한국곤충연구소. pp. 19~22.
- 류강선, 1995. 당노병과 누에분말. 월간잡사, 11: 8~13.
- 대한약사회, 1986. 漢藥研究 小委員會: 漢藥學. 13 p.
- 박규택, 1999. 국내 유용곤충자원의 탐색과 활용방안. 한국과학기술한림원 농수산학부 제1회 한림콜로키움, 1~14 pp.
- 박규택, 2001. 자원곤충학. 아카데미서적. pp. 334.
- 박규택, 2002. 토착유용곤충자원의 활용과 보존방안. 한국토종연구회 심포지움 (토종자원의 보존현황과 국가관리방향), 91~112 pp.
- 박규택, 2002. 국내 곤충산업화를위한 제언, 곤충산업화 기반조성방안 심포지움, 17~45
- 박노수, 1985. 가정한방의학. 동광문화사. 670~674 pp.
- 박상래, 윤수홍, 차상은, 김병학, 최정숙 1998. 제조가 흰쥐에 있어서 사염화탄소에 의해 유도된 간기능 장애에 미치는 영향, J. Korean Soc. Hygienic Sci., 4(2): 27~37.
- 박호용, 박순식, 오현우, 김정일, 1994. 실내사육 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis*)의 생육특성, 한국응용곤충학회지, 24(1): 1~5.
- 박호용, 박두상, 박순식, 오현우, 신상운, 이형규, 주창경, 홍순덕 1994. *Protaetia brevitarsis*가 생산하는 세균 유도성 항생활성물질, *Protaecin* Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 22(1): 52~58.
- 신동원, 김남일, 여인석, 1999. 한권으로 읽는 동의보감. 도서출판. 861 pp.
- 阿江茂, 1997. チョウと共に生きる, 裳華房: 44~55 pp.
- 유강선 등, 1999. 곤충생체활성물질의 분리동정 및 응용에 관한 연구(곤충유래 간 기능보호물질 탐색에 관한 연구). 농업과학기술원 시험연구사업보고서, 잠사곤충분야: 654.

- 이상인 1986. 본초학, 학림사, 서울, 475~476 pp.
- 이상인 1975.. 본초학, 의학계, 서울. 460 pp.
- 이상인, 안덕균, 신농본초학, 경희대학교 한의학과 본초학 교실 중경(中經), p. 14.
- 李時珍 本草綱目, 台北, 文友書店, 中華民國 54. 1330 pp.
- 이준무, 하지용 2000. 제조약침의 항암작용에 관한 연구. 대한동의병리학회지, 14(2): 132~143.
- 이형철, 황석연, 황상구, 전병훈, 이동욱 2001. 흰쥐에서 흰점박이꽃무지 균질액의 급성경구독성시험, 동의생리병리학회지, 15(4): 543~547.
- 이희아, 1999. 한국산 꽃무지과(딱정벌레목)의 분류학적 검색. 성신여자대학교 석사논문.
- 허 준, 1969. 東醫寶鑑 (國譯增補), 南山堂, 1300 pp.
- 황석연, 이영구, 황상구, 임홍빈, 김용익, 장경훈, 전병훈, 이동욱, 이형철 2001. 흰쥐에서 흰점박이꽃무지의 아만성 독성 시험, 동의생리병리학회지, 15(5): 703~707.
- Hong-Yen Hsu, Yuh-Panchen, et al. 1986. Oriental Materia Medica, Taiwan, R. O. C., Coiental Healing Arts Institute: 458 p.
- 島根孝典, 河上 清, 1991. 人工飼料によるキボシカミキリの大量累代飼育法, 蚕糸昆虫研報 2号 : 65~112 pp.
- 三宅恒方, 1919. 食用皮藥用昆虫に實ちる調査. 農事試特報 31号, pp. 203.
- 三橋淳, 1984. 世界の食用昆蟲. 古今書院. pp. 270.
- 小島啓史, 1996. クワガタムシ飼育のスーパーテクニク: 30~205 pp.
- 矢島 稔, 1993. 昆虫の飼い方, 東京動物園協會: 14~15 pp.
- 矢野幸夫, 1977. チョウの實驗と觀察, 東洋館出版社.
- 赤松金芳 1970. 和漢藥, 東京, 醫齒出版社. 950 pp.
- 德永雅明, 1943. 醫用昆蟲學 上・下. 診斷と經驗社. pp. 7610.
- 梅村眞太郎, 1943. 昆蟲本草. 正文館書店, pp. 209.