

## A Field Survey on Edible Insect Farms in Korea

Myung-Ha Song, Moon-Hee Han, Seokhyun Lee, Eun-Sun Kim, Kwan-Ho Park, Won-Tae Kim and Ji-Young Choi\*

Industrial Insect Division, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Association, 166 Nongsaeangmyeong-ro, Wanju, Jeollabuk-do 55365, Korea

Received May 16, 2017 / Revised June 19, 2017 / Accepted June 19, 2017

Insects and their extract have been traditionally used as medicinal resources in Asia. Recently, *Gryllus bimaculatus* and the larva of *Tenebrio molitor*, *Protaetia brevitarsis*, and *Allomyrina dichotoma* were enlisted as general food ingredients by Korean Ministry of Food and Drug Safety. As the interest in these insects is growing, the detailed investigation is needed for the standardization of suitable and safe rearing techniques. This survey was conducted via personal interviews about edible insect rearing farms in Korea. The basic feed is fermented oak sawdust for *P. brevitarsis* and *A. dichotoma* and wheat bran for *T. molitor*. The various feed additives are blended with each farm's own recipes. The overall growth condition, including sawdust fermentation method, feeding period, and rearing density, varies among the investigated farms. It seems that weight of last instar larva was correlated with the rearing density and duration of the larval period. The heavy metal contents were analyzed after 48 hour starvation and they were very small amount or not detected in investigated insects. We believe that the present data will contribute to develop and standardize the safe rearing techniques of edible insects in Korea.

**Key words** : Edible insect, feed, heavy metals, rearing, survey

### 서 론

세계적으로 곤충시장은 매년 성장하고 있다. 곤충자원의 식량, 기능성 소재, 그리고 농업자재 등 미래 농업자원으로 유망하여 농업소득 수준의 정체 속에서 농업 및 농촌의 새로운 활로로 부각되고 있다. 또한 사육 시 사료효율이 높고, 기존의 농약, 가축분뇨, 그리고 온실가스 등 환경오염 요소에서도 자유로워 공익적 가치에도 기여할 수 있다[11, 12, 14].

전 세계적으로 1,900여 종의 곤충이 문헌상 식용으로 사용되었다고 기록되어 있고 가장 많이 섭취하는 곤충은 딱정벌레목(31%)이며, 중국, 태국, 남아프리카공화국, 멕시코 등의 나라가 식용곤충 활용도가 가장 높은 것으로 알려져 있다[4, 13].

특히 해외에서는 미생물농약 제조법, 식물상과 동물상 관리법 등과 같은 법적 근거를 마련하고, 이에 근거하여 곤충자원을 활용하여 곤충산업에 적극적으로 투자·지원하고 있다[1]. 유럽연합을 비롯한 국제사회는 곤충을 식량자원으로 활용하려는 적극적인 움직임을 보이고 있고, 국제연합식량농업기구

(FAO)를 비롯한 전 세계 각국에서 식량부족 해결을 위해 실질적인 곤충 대량사육 기술연구에 돌입하였다. 네덜란드는 세계적인 곤충산업국으로 와게닝 대학은 2010년부터 정부로부터 100만 유로를 지원 받아 식용을 위한 지속 가능한 곤충 단백질 생산을 목표로 한 프로젝트 "SUPRO2"를 출범하여 고품질의 단백질 공급원으로서 곤충의 가치와 사육 관련 기술을 연구·개발 중에 있다[16]. 덴마크는 코펜하겐대학을 중심으로 지속 가능한 농업, 식품생산 및 가공 등에 대한 광범위한 연구를 수행하면서 식용곤충에 대한 연구를 진행하고 있다[2]. 태국, 라오스 등 동남아시아 국가들은 예로부터 손쉽게 얻을 수 있는 단백질 공급원으로서 개미알, 귀뚜라미, 메뚜기 등을 섭취해 왔다. 태국의 콘켄대학에서는 자국 내에서 소비되는 식용 곤충의 사육 방법을 중심으로 지속 가능한 농업시스템과 곤충 자원 보존을 연구 중이다[15]. 더욱이 미국과 유럽은 곤충 자원화의 중요성을 지역주민에게 인식시키기 위하여 홍보와 교육을 체계적으로 진행하는 동시에 곤충의 자원화와 곤충산업의 발전을 위한 투자는 물론 곤충사육 및 이용·개발을 위한 시설과 장비를 적극적으로 지원하고 있다[3].

국내에서도 곤충산업의 발달과 더불어 곤충의 대량사육이 전국적으로 이루어지고 있다. 이에 곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률 제정[7]과 일반식품원료 등록[8-10]으로 식용곤충의 생산 및 상품화를 위한 제도적 기반을 구축하였다. 그러나 곤충사육 과정 중에 발생하는 안전성 문제에 대한 관리기준이 마련되어 있지 않다. 따라서 곤충산업의 활성화를 위해서는 식용곤충의 위생적이고 표준화된 종합관리 기술개발이

#### \*Corresponding author

Tel : +82-63-238-2810, Fax : +82-63-238-3833

E-mail : choijy7@korea.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

요구된다.

이에, 식용곤충 사육 선도농가의 현황 조사는 식용곤충의 표준화된 안전사육 관리기술 개발을 위한 국내 곤충 사육환경의 기초기반 자료를 확보함으로써 곤충사육의 생산성과 안정성 향상을 위한 연구에 활용할 뿐만 아니라 안전하고 안정화된 사육방향을 제시할 수 있을 것으로 사료된다. 본 조사는 주요 식용곤충인 갈색거저리(*Tenebrio molitor*; *T. molitor*, 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis*; *P. brevitarsis*), 그리고 장수풍뎅이(*Allomyrina dichotoma*; *A. dichotoma*)에 대하여 전국 지역별 대량사육 선도농가를 대상으로 전반적인 사육조건에 대한 현황 조사를 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 조사 지역 및 대상

각 지역의 지방자치단체 담당자의 협조를 받아 흰점박이꽃무지(433곳)와 장수풍뎅이(241곳), 갈색거저리(126곳)의 지역별 곤충사육 농가에 대한 현황 조사를 우선으로 실시하였다. 조사결과를 바탕으로 곤충종별 흰점박이꽃무지 대량사육 선도농가 5곳(충남 금산; GS, 경남 창녕; CN, 경남 합천; HC, 경북 예천; YCP, 전북 장수; JS), 장수풍뎅이 대량사육 선도농가 3곳(대전 유성; YS, 강원 횡성; HS, 경기 시흥; SH), 그리고 갈색거저리 대량사육 선도농가 5곳(경기 양주; YJ, 경기 화성; HWS, 경북 성주; SJ, 경북 예천; YCT, 전남 담양; DY)을 직접 방문하여 조사를 수행하였다.

#### 조사 내용 및 방법

조사 내용은 농가별 식용곤충의 먹이원 관련 3개 항목(먹이원 주요 성분, 발효법, 급여방법), 생육특성 관련 3개 항목(사육조건, 부화부터 출하 전까지의 발육기간, 종령 유충의 무게), 중금속 분석 3개 항목(납, 카드뮴, 비소)으로 구성하였다. 중금속 분석은 각 곤충의 출하 전 종령 유충을 대상으로 48시간 절식 후 식품위생 전문검사기관을 통해 식품공전의 규정에 따라 분석하였다. 원소별 측정 파장은 납(Pb) 220.353 nm, 카드뮴(Cd) 228.802 nm, 비소(As) 193.696 nm 로 측정되었다.

#### 통계 분석

조사 결과는 곤충종별로 평균±표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후  $p < 0.05$ 수준에 Duncan's Multiple Range test를 시행하였다.

### 결과 및 고찰

#### 먹이원 관리 현황 흰점박이꽃무지

국내 흰점박이꽃무지 사육농가는 430여 곳으로, 조사한 식용곤충종 중에서 사육농가 수가 가장 많았다. 2016년 흰점박이꽃무지 유충이 일반식품 원료로 등록됨에 따라 식용곤충에 대한 관심이 증가하고, 약용뿐만 아니라 식용 소재로서 활용도가 높아지는 등의 원인에 기인하는 것으로 보여진다. 흰점박이꽃무지 사육농가의 경우 외부와 분리된 실내, 특히 비닐온실 사육장 형태가 전체 사육농가의 절반 가까이(47%)를 차지하였다(Fig. 1). 사육시설의 형태별로 한 곳 이상의 대량사육농가(GS; 비닐온실, CN; 컨테이너, HC; 철근콘크리트, YCP; 철근콘크리트, JS; 판넬)를 대상으로 방문조사를 실시하였다. 먹이원의 원료는 참나무 생톱밥을 기본으로 대두박, 당밀, 석회, 유용미생물(EM) 등의 첨가물 조성이 사육 농가별로 상이하였다. 먹이원 혼합물을 실내 발효장에서 약 1개월간 발효 후 사용하는 것으로 조사되어 각 농가간 먹이원 발효 방법은 유사한 것으로 나타났다. 참나무 생톱밥은 세포에 대한 독성이 없는 것으로 보고된 바 있으며[6], 사육 농가에서 가장 많이 이용하고 있고 경제적이므로 흰점박이꽃무지의 기본 표준 먹이원으로 사용되고 있는 것으로 판단된다. 먹이원 공급방법은 10일과 20일 간격으로 교체하는 농가 각각 1곳과 2곳, 그리고 필요시 수시로 첨가하는 농가 2곳으로 교체 시기가 농가별로 차이가 있었다(Table 1). 외부 온도 변화에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 성장속도 차이로 인해 필요시 먹이원을 수시 첨가하는 방법이 가장 이상적인 것으로 판단된다.

#### 장수풍뎅이

장수풍뎅이는 조사한 식용곤충종 중에서 유일하게 실외에서도 사육되고 있었으며, 실외 사육 농가는 전체 사육 농가의

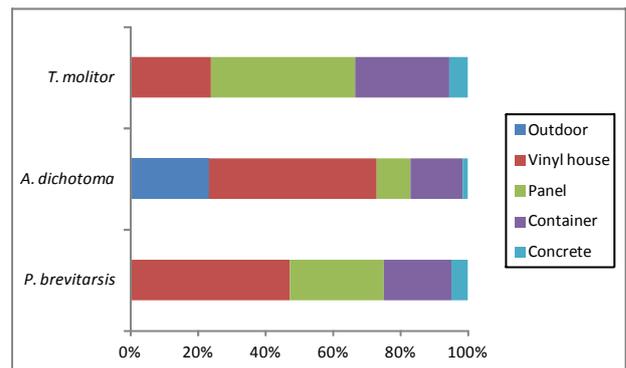


Fig. 1. The types of rearing facilities for edible insects. Among the 126 farms of rearing *T. molitor*, 54 farms (43%) have the panel structure for rearing them and panel type was the highest. There were 241 farms rearing *A. dichotoma*, and still 56 palces (23%) to rear them outdoors. And, there were 120 farms (49.8%) for rearing them in vinyl house, accounting for about half of the investigated farms. In the case of *P. brevitarsis*, the number of vinyl house type was 204(47%), with the largest number of the investigated farms.

23%로 비닐온실 다음으로 두 번째를 차지하였다(Fig. 1). 실외 사육의 경우 토양으로부터 중금속이나 병원균이 유입되거나 지렁이가 발생하여 비위생적인 환경이 야기될 수 있다. 이에 식용곤충의 사육시설은 별도의 격리된 장소에서 청결하게 관리되어야 하며, 사육시설을 포함한 식용곤충 사육기준과 관련된 내용은 농림축산식품부에서 제정 고시하였다. 따라서 실외 사육과 빈도가 적은 철근콘크리트 시설 형태를 제외한 컨테이너(YS), 비닐온실(HS), 판넬(SH) 형태의 대량사육 농가를 직접 찾아가 조사를 수행하였다. 장수풍뎅이와 흰점박이꽃무지 유충의 먹이원은 기본적으로 서로 다르지 않다. 참나무 생톱밥 혹은 참나무 폐목을 기본 원료로 하고, 조사한 농가별로 버섯 폐목, 미강, 대두박 등의 농업부산물을 혼합하여 실내 혹은 실외 발효장에서 1개월부터 5개월까지 발효 후 먹이원으로 사용하였다. 미생물이나 발효제를 첨가하면 발효 속도가 빨라지고 발효산물이 균일해지므로 조사한 세 농가 중 발효제를 첨가한 농가의 발효기간이 1개월로 가장 짧은 것으로 조사되었다. 또한 먹이원 공급방법은 조사한 세 농가 각각 20일, 30일, 60일 간격으로, 먹이원 교체 시기에 있어서 차이를 보였다(Table 1). 농촌진흥청에서 시행한 농업인기술개발사업의 연구보고서에 따르면 첨가물의 종류에 따라 성장량의 차이가 발생할 수 있다[5]. 또한 톱밥 입자의 크기가 사육에 큰 영향을 미치지 않는 않지만 입자 크기에 따른 톱밥의 수분 함유량과 유충의 섭식량에 있어 차이가 나타날 수 있으므로, 각 농가에서 사용하는 첨가물의 종류와 톱밥의 입자 크기 차이에 따라 먹이원 교체 시기가 상이한 것으로 판단된다.

**갈색거저리**

갈색거저리 유충은 관상용 조류와 전갈 등의 특수 경제동물의 살아있는 동물단백사료로 보편화되면서 일반사회의 인식이 점차 제고되었고, 이에 갈색거저리의 응용영역 역시 점점

넓어짐에 따라 공장규모화 생산기술이 발전하여 자리를 잡았다. 뿐만 아니라 갈색거저리는 다른 신종 식용곤충들에 비해 쿠키, 피자, 파스타, 죽, 주스 등 유충을 이용한 다양한 요리법이 출시되어 식용곤충 산업화에 기여하는 주요 종이다. 따라서 여러 사육시설 형태 중 위생적이라고 판단되는 판넬(YJ, HWS, DY)과 컨테이너 사육장(SJ, YCT)에서 갈색거저리를 대량 사육하는 선도 농가를 대상으로 방문조사를 실시하였다(Fig. 1). 갈색거저리는 다른 곤충들과 달리 번태기간이 비교적 짧고 적응력이 강하며 사육 기술을 익히기 쉬워 대량생산하고 있는 사육 농가가 상대적으로 잘 형성되어 있다. 먹이원으로는 밀기울, 대두박, 미강, 맥강, EM 등을 혼합하여, 조사한 농가별로 발효과정 없이 사용하거나 실내 발효장에서 3일 가량 발효 후 곤충에게 공급하였다. 먹이원 급여방법은 필요 시 수시 첨가 혹은 7일부터 50일까지의 주기로 교체해주는 등 농가별로 먹이원 교환 시기에 차이가 있었다(Table 1).

**생육특성**

**흰점박이꽃무지**

흰점박이꽃무지 유충은 25~31℃의 실내 사육장에서 600×400×300 mm 사육상자 기준으로 약 200개체부터 700개체까지 다양한 밀도로 사육하는 것으로 조사되었다. 그리고 부화 이후부터 출하 전까지의 유충 발육기간은 최단 35일에서부터 최장 70일까지이며, 종령 유충의 개체당 무게는 1.9~2.8 g으로 조사 농가별로 차이가 있었다. 경남 합천 농가의 경우 조사한 농가들 중에서 사육장 온도(25℃)가 가장 낮게 유지되었고 사육밀도(사육상자당 220개체)가 낮은 편이었다. 또한, 출하 전까지의 유충 사육기간이 70일로 가장 길었으며, 종령 유충의 무게가 2.8 g으로 가장 무거웠다(Table 2). 사육밀도가 낮고 사육기간이 긴 경우 유충의 무게가 많이 나가는 것으로 보아

Table 1. The present states of investigated farms

Insects	Farms	Location	Feed		
			Fermentation methods	Fermentation period (day)	Feeding period (day)
<i>Protaetia brevitarsis</i>	GS	Chungcheongnam-do, Geumsan	Natural fermentation, indoor	30	every 20
	CN	Gyeongsangnam-do, Changnyeong	Natural fermentation, indoor	OEM	every 10
	HC	Gyeongsangnam-do, Hapcheon	Natural fermentation, indoor	30	Supply if necessary
	YCP	Gyeongsangbuk-do, Yecheon	Natural fermentation, indoor	40	Supply if necessary
	JS	Jeollabuk-do, Jangsu	Natural fermentation, indoor	30	every 20
<i>Allomyrina dichotoma</i>	YS	Daejeon, Yuseong	Natural fermentation, outdoor	150	every 20
	HS	Gangwon-do, Hoengseong	Aerobic fermentation, indoor	30	every 30
	SH	Gyeonggi-do, Siheung	Natural fermentation, indoor	60	every 60
<i>Tenebrio molitor</i>	YJ	Gyeonggi-do, Yangju	Not fermented	-	every 10
	HWS	Gyeonggi-do, Hwaseong	Not fermented	-	every 7
	SJ	Gyeongsangbuk-do, Seongju	Natural fermentation, outdoor	3	Supply if necessary
	YCT	Gyeongsangbuk-do, Yecheon	Natural fermentation, outdoor	OEM	every 50
	DY	Jeollanam-do, Damyang	Natural fermentation, outdoor	4	every 30

Table 2. Growth characteristics of insects from each rearing farm

Insects	Farms	Density (No. of insects /breeding box <sup>*</sup> )	Larval period (day)	Weight of last instar larva (g) <sup>**</sup>
<i>Protaetia brevitarsis</i>	GS	400	60	2.1±0.06 a
	CN	210	35	2.0±0.28 a
	HC	220	70	2.8±0.38 c
	YCP	670	40	1.9±0.14 a
	JS	250	45	2.2±0.24 b
<i>Allomyrina dichotoma</i>	YS	45	180	21.1±1.09 b
	HS	45	210	16.8±2.08 a
	SH	25	240	25.3±2.01 c
<i>Tenebrio molitor</i>	YJ	6,000	120	0.3±0.04 c
	HWS	10,000	90	0.1±0.01 a
	SJ	8,000	100	0.1±0.02 a
	YCT	7,000	100	0.2±0.02 b
	DY	6,000	90	0.2±0.03 b

\*The size of the breeding box used for *P. brevitarsis*, *A. dichotoma*, and *T. molitor* is 600×400×300, 600×400×300, and 600×400×90 mm, respectively.

\*\*Different letters indicate the statistical differences according to Duncan’s Multiple Range test.

흰점박이꽃무지 유충의 무게는 사육밀도 및 사육기간과 연관성이 있는 것으로 생각된다.

**장수풍뎅이**

Table 2에 나타난 바와 같이, 25℃로 유지되는 사육장에서 600x400x300 mm 사육상자 기준 25 혹은 50 개체로 조사한 농가간 사육밀도가 약 2배정도 차이가 났다. 사육밀도가 높은 두 농가의 경우 부화 후부터 출하 전까지의 발육기간이 약 200일 정도로 비슷하였으나 상대적으로 사육밀도가 낮은 농가의 경우 발육기간이 240일로 조사되었다. 조사한 농가의 종령 유충 무게는 16.8~25.3 g이었으며, 사육밀도가 낮고 발육기간이 긴 경기 시흥 농가의 유충 무게가 가장 무겁게 측정되었다. 장수풍뎅이 유충의 무게는 사육밀도가 낮고 출하까지 사육기간이 길수록 무거운 것으로 나타났다.

특히 장수풍뎅이의 경우, 생활사 주기가 1년으로 생산조절을 위해 대부분의 농가에서 온도조절을 하지만 효율적인 생산방법과 우화시기 조절 등의 기술적인 문제가 정립되지 않았으므로 장수풍뎅이의 우화시기를 다변화할 수 있는 경제적 사육방법의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

**갈색거저리**

갈색거저리 사육 조사 농가는 25~27℃로 유지되는 실내 사육장에서 600×400×90 mm 사육상자 기준 6,000 개체에서부터 15,000 개체까지 다양한 밀도로 사육하였다. 갈색거저리 유충 출하 전까지 발육기간은 평균 100일 정도이며, 종령 유충의 무게는 0.1~0.3 g으로 조사되었다(Table 2). 사육밀도가 낮고 (사육상자당 약 6,000개체) 유충 발육기간이 가장 긴(120일) 경기 양주 농가의 갈색거저리 종령 유충의 무게는 0.3 g으로 다른 농가에 비해 1.5~3배 가량 무겁게 측정되었다. 갈색거저

리 유충 역시 사육밀도가 낮으며 발육기간이 길수록 증체량이 많이 나가는 것으로 나타나, 유충의 무게는 사육밀도와 유충 발육기간과 연관성이 있는 것으로 보인다.

**중금속 함량 분석**

식용곤충 사육에 있어 안전성을 확인하기위해 식품공전의 규정에 따라 흰점박이꽃무지, 장수풍뎅이, 그리고 갈색거저리 유충의 납, 카드뮴, 비소에 대한 중금속 함량 검사를 실시하였다(Table 3).

**흰점박이꽃무지**

충남 금산과 전북 장수 농가의 흰점박이꽃무지 유충에서는 납, 카드뮴, 그리고 비소 모두 검출되지 않았다. 나머지 세 농가의 경우, 검사대상 중금속 중 납의 함량이 각각 0.032, 0.1998, 0.033 mg/kg 검출되었으며, 카드뮴 함량은 0.003, 0.0047, 0.011 mg/kg, 비소 함량은 0.04, 불검출, 0.13 mg/kg으로 조사되었으나 일반식품허용기준(납 0.3, 카드뮴 0.05, 비소 0.1 mg/kg) 이하의 수준으로 확인되었다.

**장수풍뎅이**

조사한 장수풍뎅이 사육 농가 중 두 곳의 유충에서 0.16, 0.08 mg/kg으로 미량의 납이 검출되었으며, 카드뮴의 함량은 각각 0.01 mg/kg와 불검출로 조사되었다. 또한 경기 시흥 농가의 경우 납과 카드뮴의 함량이 불검출로, 조사한 모든 농가의 중금속 함량 분석 결과 일반식품의 허용기준치(납과 카드뮴 각각 0.3 mg/kg) 이하로 확인되었다.

**갈색거저리**

갈색거저리 유충에서 중금속(납, 카드뮴, 비소)은 전혀 검출되지 않아 그 안전성이 높게 평가되었다.

Table 3. Heavy metal contents of insects from the investigated farms

Insects	Farms	Heavy metal contents (mg/kg) <sup>*</sup>		
		Lead (Pb)	Cadmium (Cd)	Arsenic (As)
<i>Protaetia brevitarsis</i>	GS	ND <sup>**</sup>	ND	ND
	CN	0.032	0.003	0.04
	HC	0.1998	0.0047	ND
	YCP	0.033	0.011	0.13
	JS	ND	ND	ND
<i>Allomyrina dichotoma</i>	YS	0.16	0.01	-
	HS	0.08	ND	-
	SH	ND	ND	-
<i>Tenebrio molitor</i>	YJ	ND	ND	ND
	HWS	ND	ND	ND
	SJ	ND	ND	ND
	YCT	ND	ND	ND
	DY	ND	ND	ND

<sup>\*</sup>According to Korean Food Standards Codex proposed by the Ministry of Food and Drug Safety, the maximum permissible concentrations of lead, cadmium, and arsenic for *P. brevitarsis* larva is 0.3, 0.05, 0.1 mg/kg, respectively, while for *T. molitor*, the concentrations are 0.1, 0.05, and 0.1 mg/kg. On the other hand, for *A. dichotoma* larva, the concentrations of both lead and cadmium are 0.3 mg/kg. <sup>\*\*</sup>ND: Not Detected.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 식용곤충종별로 조사한 농가들은 기본 먹이원에 혼합하여 사용하는 첨가물의 조성 이상이었고, 출하 전까지의 유충 사육기간과 종령 유충 무게 등에 있어서도 농가별 차이를 보였다. 즉, 식용곤충별 총체 무게는 먹이원의 발효공정이나 급이방법과는 연관성이 적으나 사육밀도가 낮고 출하 전까지의 사육기간이 긴 경우 유충 무게가 무거운 것으로 나타나, 총체 무게는 사육밀도 및 사육기간과 연관성이 있는 것으로 판단된다. 특히 조사대상 곤충들의 유충이 최근 일반식품원료로 등록되어 식용곤충에 대한 관심이 증대됨에 따라 안정적인 대량생산 기술 확립에 대한 수요가 높아졌고, 각 농가에서는 생산확대를 위한 접근방법으로 먹이원 개발에 많은 노력을 기울였다. 이에 각 농가마다 여러 가지 첨가물들을 혼합하여 다양한 방법으로 사육하고 있으며, 본 조사를 통해 제시한 출하 전 종령 유충의 무게가 단편적인 결과라 볼 수 있겠다(Table 2).

그러나 곤충을 사육하는 데 있어 매우 많은 변수들이 작용하고 있으므로 제시된 몇 가지의 조사항목들만이 곤충사육에 영향을 주는 인자로 오인하는 오류를 범해서는 안될 것이다. 또한 곤충종별 전체적인 사육농가에 대한 조사가 아닌 소수의 대표적인 대량사육 선도농가를 대상으로 한 현장조사로, 조사결과를 바탕으로 일반화하기에는 무리가 있으나, 식용곤충의 사육이 활성화되고 있는 현시점에서 제도를 마련하거나 농가에 실용적인 정보를 제공하기 위한 기초 기반 자료 확보에 큰 의미가 있다. 그러나 자료의 객관성을 높이기 위해서는 보다 많은 수의 농가에 대한 추가조사가 필요할 것으로 사료된다.

조사한 식용곤충종에서 48시간 절식 후 중금속 함량 분석 결과, 납과 카드뮴, 또는 비소의 함량이 식품의약품안전처에

서 제시한 일반식품허용기준 이하의 수준이거나 검출되지 않았다(Table 3). 따라서 출하 전 48시간 절식 조건을 지킨다면 특히 부식성 식용곤충에 대해 제기되었던 식품원료로서의 안전성을 확보함으로써 식·약용 소재로의 활용 가능성이 매우 높을 것으로 기대된다.

이번 조사 결과를 바탕으로 유충 사육기간과 밀도, 그리고 종령 유충의 무게 등을 고려하여 가장 효과적인 먹이원 조성을 선별하고 각 곤충에 대해 검정할 필요가 있을 것으로 판단되지만 곤충사육 농가에 대하여 일괄적인 적용을 강요할 수는 없을 것이다. 하지만 주요 식용곤충을 대량사육하고 있는 국내 선도농가들에 대한 실태조사 자료들은 식용곤충 사육에 있어 안정성 확보를 위한 안전사육 관리기술을 개발함으로써 궁극적으로 곤충생산 농가의 소득을 증진시켜 곤충산업의 활성화에 기여할 수 있는 좋은 기초자료가 될 것이라고 생각한다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업기초기반연구사업(과제번호: PJ012024032017)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

## References

- Choi, Y. C. 2013. Current status and prospect of insect industry. Korea Rural Economic Institute, Korea.
- Evans, J., Alemu, M. H., Flore, R., Frøst, M. B., Halloran, A., Jensen, A. B., Maciel-Vergar G., Meyer-Rochow, V. B., Münke-Svendsen, C., Olsen, S. B., Payne, C., Roos, N.,

- Rozin, P., Tan, H. S. G., van Huis, A., Vantomme, P. and Eilenberg, J. 2015. 'Entomophagy': an evolving terminology in need of review. *J. Insects as Food and Feed* **1**, 293-305.
3. Jang, I. H. 2014. International trends of insects industry and its legislative issues in South Korea. Institution of American Constitution, Korea.
  4. Jongema, Y. 2012. List of Edible Insects of the World. <http://www.ent.wur.nl>.
  5. Kim, Y. G., Lee, Y. I., Yoon, M. S., Kim, E. K., Kang, J. H., Jung, I. K. and Jung, E. H. 2011. Economic breeding method development of using diversification of insects food and ecolosion seasons, Final report. Rural Development Association, Korea.
  6. Kwon, E. Y., Yoo, J. M., Yoon, Y. I., Hwang, J. S., Goo, T. W., Kim, M. A., Choi, Y. C. and Yun, E. Y. 2013. Pre-treatment of the White-Spotted Flower Chafer (*Protaetia brevitarsis*) as an ingredient for novel foods. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **42**, 397-402.
  7. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2010. Act on fosterage and support of the insect industry, Ministry of Government Legislation.
  8. Ministry of Food and Drug Safety. 2010. Guideline for safety evaluation of new food materials.
  9. Ministry of Food and Drug Safety. 2014. Korean Food Standards Codex (2014-106).
  10. Ministry of Food and Drug Safety. 2016. Food Sanitation Act, revised notice (2016-18).
  11. Nakagaki, B. J. and Defoliart, G. R. 1991. Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera, Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *J. Economic Entomol.* **84**, 891-896.
  12. Oonincx, D. G., van Itterbeek, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J. J. A. and van Huis, A. 2010. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS One* **5**, 1-7.
  13. Srivastava, S. K., Badu, N. and Pandey, H. 2009. Traditional insect bioprospecting-As human food and medicine. *Indian J. Traditional Knowledge* **8**, 485-494.
  14. van Huis, A. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu. Rev. Entomol.* **58**, 563-583.
  15. Voraphab, I., Hanboonsong, Y., Kobori, Y., Ikeda, H. and Osawa, T. 2015. Insect species recorded in sugarcane fields of Khon Kaen Province, Thailand, over three seasons in 2012. *Ecol. Res.* **30**, 415-415.
  16. Yi, L., van Boekel, M. A., Boeren, S. and Lakemond, C. M. 2016. Protein identification and in vitro digestion of fractions from *Tenebrio molitor*. *Eur. Food Res. Technol.* **242**, 1285-1297.

## 초록 : 식용곤충 사육 선도농가 실태 조사

송명하 · 한문희 · 이석현 · 김은선 · 박관호 · 김원태 · 최지영\*

(농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과)

최근 쌍별귀뚜라미와 갈색거저리, 흰점박이꽃무지 및 장수풍뎅이의 유충이 식품의약품안전처에서 정한 식품공전에 등록되어 일반식품원료로 인정되면서 식용곤충에 대한 관심이 높아짐에 따라 안전한 사육기술의 개발 및 표준화에 관한 연구가 요구되고 있다. 본 조사는 대표적인 식용곤충종인 흰점박이꽃무지, 장수풍뎅이, 그리고 갈색거저리를 대량사육하는 선도농가에 대한 현장조사 결과로, 흰점박이꽃무지와 장수풍뎅이는 참나무툽밥을 기본 먹이원으로 사용하고 갈색거저리는 밀기울을 기본 먹이원으로 사용하며, 각 곤충별로 추가되는 첨가물의 조성, 발효법, 먹이원의 공급시기, 사육조건, 출하 전까지의 유충 발육기간 등의 전반적인 생육조건들은 농가별로 상이하였다. 단지, 식용곤충별 유충의 무게는 사육밀도가 낮으며 출하 전까지 유충의 사육기간이 긴 경우 가장 무거운 것으로 조사되었다. 또한 식용곤충별로 48시간 절식 후 중금속 함량 분석 결과, 모든 곤충종에 있어 납과 카드뮴, 또는 비소의 함량이 식품의약품안전처에서 제시한 일반식품허용기준 이하의 수준이거나 검출되지 않았다. 따라서 조사 결과들을 바탕으로 흰점박이꽃무지, 장수풍뎅이, 그리고 갈색거저리의 사육조건과 먹이원, 사육방법 등을 표준화함으로써 양질의 균일한 곤충을 생산하고, 출하 전 48시간 이상의 절식 조건을 준수하여 중금속으로부터 안전성을 확보함으로써 식·약용 소재로의 활용 가능성이 매우 높을 것으로 기대된다.