

대체 먹이원으로 한약재 부산물이 흰점박이꽃무지 유충 생육에 미치는 영향

김미혜, 박장우, 김미정, 박정준^{1,*}

오상킨섹트, ¹경상대학교 식물학과, 농업생명과학연구원

Effect of herbal medicine by-products on the larval growth of white-spotted flower chafer (*Protaetia brevitarsis seulensis*)

Mi-Hye Kim, Jang-Woo Park, Mi-Jung Kim and Jung-Joon Park^{1,*}

Osangkinsect Co. Ltd., Uiryeong 52129, Republic of Korea

¹Department of Plant Medicine, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

*Corresponding author

Jung-Joon Park

Tel. 055-772-1928

E-mail. jungpark@gnu.ac.kr

Received: 22 February 2019

Revised: 11 March 2019

Revision accepted: 12 March 2019

Abstract: The objective of this study was to verify the stability of nutrient composition by using herbal medicine by-products as an alternative food source and to examine the growth effect on *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae. As a result of comparing the nutritional components of food source, crude protein, crude fat, and crude ash content, except crude fiber content, was high in both non-fermented and fermented medicinal herbal by-products. Especially, crude protein content was highest. Cadmium, lead, mercury, and other heavy metals were not detected and thus stability as alternative food was confirmed. The growth comparison based on the feeding sources showed no significant difference between the fermented oak sawdust fed control group and the herbal medicine by-products fed laboratory group from week 1 to week 3. The weight of a 4 week larva was 0.137 g in the control group and 0.671 g in the laboratory group and so began to reveal differences at a significant level ($p < 0.05$). As a result of comparing weights of *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae according to the level of herbal medicine by-product addition, HMB40 recorded the heaviest weight in week 7. Statistical analysis showed that there was no significant difference in each body weights of HMB40 and HMB80 at week 5 ($p < 0.05$). These results indicate that if the shipping date of an edible insect is a third instar larva, it arrives at the time of shipment at week 5. Thus feeding HMB40 and HMB80 at the 5th week is the most effective.

Keywords: *Protaetia brevitarsis seulensis*, alternative diet source, herbal medicine by-product, industrial insect

서론

전 세계적으로 20억 명의 사람들이 1,900여 종 이상의

곤충을 식품으로 이용하고 있다 (FAO 2013). 식용으로 이용되는 곤충으로는 나비목 (Lepidoptera), 딱정벌레목 (Coleoptera), 메뚜기목 (Orthoptera), 흰개미목 (Isoptera),

벌목(Hymenoptera) 등이 있다(Chung *et al.* 2013). 농촌진흥청의 연구로 갈색거저리 유충과 흰점박이꽃무지 유충, 쌍별귀뚜라미, 장수풍뎅이 유충이 2016년 식품의약품안전처(Korea Food & Drug Administration; KFDA)의 최종적인 신소재식품의 인증절차를 통과하여 식품공전에 등록되어 현재 우리나라에서는 전통적으로 섭취해오던 벼메뚜기와 누에번데기, 백강잠과 더불어 총 7종의 곤충(흰점박이꽃무지 유충, 쌍별귀뚜라미, 장수풍뎅이 유충, 갈색거저리)이 식품으로서 제조 및 판매가 가능하게 되었다. 특히 흰점박이꽃무지(white-spotted flower chafer, *Protaetia brevitarsis seulensis*)는 딱정벌레목 꽃무지과에 속하는 곤충으로 알, 유충, 번데기, 성충의 시기를 거치며 완전변태를 하며 한국, 일본, 대만, 중국, 유럽에 분포하고 있다(Kim and Kang 2005). 흰점박이꽃무지 성충은 몸길이 약 17~24 mm의 식식성 곤충으로 성충은 야외에서 7월 상순부터 출현하여 8월 상순에 가장 출현빈도가 높다(Zhang 1984; Kim and Kang 2006). 유충은 미생물에 의해 발효된 참나무 톱밥과 같은 부엽토 속에서 서식하여 10월 하순까지 3령 유충으로 변태 후 월동에 들어간다(Kim and Kang 2005).

곤충산업은 ‘곤충을 사육하거나 곤충산물, 부산물을 생산·가공·유통·판매하는 등 곤충관련 재화를 취급하는 사업이나 관련 용역업’으로 대통령령으로 정하고 있는데 세부적으로 ① 곤충의 산물 또는 부산물의 생산업(곤충 사육업 포함)·가공업·유통업 ② 곤충을 이용한 표본 제작업·유통업 ③ 곤충의 먹이, 사육상자 등 곤충 관련 용품 생산업·유통업 ④ 곤충을 이용한 전시장·박람회장·생태원·체험학습장 등 조성업·운영업 등으로 구분된다(곤충산업의 육성 및 지원에 대한 법률). 이에 따라 농림수산식품부는 전통적인 양잠과 양봉을 벗어나 곤충산업육성 5개년 계획을 발표하며, 2020년까지 곤충산업규모를 5,000 억으로 확대할 계획이며(RDA 2016), 곤충산업법 관련 법률의 재해석도 경제적인 관점에서 이루어지고 있는 상황이다(Kim *et al.* 2018). 하지만 학습, 애완용 곤충, 화분매개 곤충, 천적곤충과 달리 식용곤충은 인체내에 직접 작용하므로 그 먹이원의 안정성에 대한 지속적인 감시와 관리가 요구되며, 곤충시장의 활성화를 위한 이익의 극대화, 지속적인 곤충자원의 보급을 위해 안전한 급이원의 확보가 무엇보다 중요하다. 급이에 관한 연구는 발효 알로에 대체먹이 급여(Kang *et al.* 2012)와 유충사료 급여가 흰점박이꽃무지 유충의 영양성분과 생육에 미치는 영향(Yoon *et al.* 2016), 버섯수확 후 배지가 흰점박이꽃무지 발육에 미치

는 영향(Lee *et al.* 2018)에 대해 보고된 바 있다. 종래의 흰점박이꽃무지 유충의 배합사료는 그 조성물 중 대부분을 차지하는 참나무 톱밥을 전량 구입하기 때문에 비용 절감이 어렵고 대량생산 시 필연적으로 참나무의 훼손을 야기시키며 일부에서는 참나무 톱밥의 공급량 부족으로 폐가구, 폐목재 사용으로 식용에 부적합한 문제가 대두되어 이를 대체할 새로운 사료 개발이 절실하다(Kang *et al.* 2005).

한약재 부산물은 한약방과 한방식품 제조에서 각종 한약과 약제 식품을 중탕한 후 발생하는 불용성 물질로 식물성 및 동물성 약제가 혼합되어 100~120°C 정도에서 24~72시간 중탕 가공한 혼합물을 압착, 추출하고 남은 잔여물이다. 2008년도 기준 전국 한약재 취급업소에서는 약 7만 톤의 한약재가 유통되었다(Lee 2011). 이들 한약재에 포함되어 있는 성분 중 약리성분으로 이용하는 것은 극히 일부분이고 거의 대부분은 폐기물로서 배출되고 있다. 이렇게 배출되는 한약재 부산물은 일부 사료나 퇴비로 이용되거나 버섯 배지의 원료로 이용되는 것 외에는 대부분이 폐기처분되어지고 있다(Jun *et al.* 2009). 하지만 한약재 부산물에는 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량, 항산화 활성이 높아 반추동물의 사료로 사용 가능하다는 연구결과가 있다(Ahn *et al.* 2014).

본 연구는 대부분 폐기처분 되는 한약재 부산물을 이용하여, 흰점박이꽃무지 유충의 먹이원으로써 영양성분 분석을 통한 안정성을 검증하고 대체 먹이원으로 유충의 생육에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

1. 공시충

본 실험에서 사용한 공시충인 흰점박이꽃무지 유충은 경상남도 합천군 ‘희망곤충농장’에서 공급 받았다. 공시충은 의령곤충생태학습관의 곤충사육실에서 16L:8D, 25±2°C, 60±5% RH 조건으로 사육하였다.

2. 흰점박이꽃무지 대체 먹이 영양성분 분석 및 증감속 분석

흰점박이꽃무지 유충의 먹이원으로써의 안전성과 영양성분을 확인하기 위하여 농업기술 실용화재단 종합분석검정센터에 의뢰하여 일반성분 및 증감속 함량을 분

석 의뢰하였다. 일반성분은 AOAC (Association of Official Analytical Chemists)의 기준에 준하여 분석하였다(AOAC 2000). 조단백질 함량은 Kjeldahl 분석기 (2300 Kjeldahl Analyzer Unit, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 자동분석기법, 조지방함량은 ether 추출법 원리 (FOSS soxtec™ 2050)를 이용한 조지방 자동분석기법, 회분함량은 550°C 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 그리고 사료의 안전성 확인을 위하여 중금속 분석은 마이크로웨이브로 분해하여 Inductively Coupled Plasma-mass spectrometer (ICP-MS, Perkin Elmer, USA)를 사용하여 분석하였다.

3. 흰점박이꽃무지 유충 영양성분 분석

흰점박이꽃무지 유충의 먹이 급이에 따른 영양성분을 분석하기 위하여 한국식품연구원에 분석 의뢰하였다. 일반성분은 AOAC의 기준에 준하여 분석하였다(AOAC 2000). 조단백질 함량은 Kjeldahl 분석기 (2300 Kjeldahl Analyzer Unit, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 자동분석기법, 조지방함량은 ether 추출법 원리 (FOSS soxtec™ 2050)를 이용한 조지방자동분석기법, 회분함량은 550°C 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 아미노산 조성 분석은 아미노산 자동 분석기(L-9000, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였다(AOAC 2000).

4. 흰점박이꽃무지 유충 대체 먹이 제조

일반 농가에서 관행적으로 사용하는 참나무 발효톱밥(참나무 톱밥 흥천 ‘신우임산’ 구입)을 대조군으로 사용하였고 실험군으로 한약재 부산물을 사용하였다. 의령 소재 한의원(인제한의원에서 수거한 한약재 부산물은 한약재를 추출하는 과정에서 미량의 영양소가 남게 되며, 성분 함량은 조단백 11.08%, 조지방 6.12%, 조섬유 20.78%, 조회분 3.41%이다(Table 2). 이를 70°C에서 12시간 건조(다목적 농산물 건조기 KED-035A), 고속채 분쇄기(가려산업, GRC-12) 처리하여 분쇄하였다. 한약재 부산물의 발효를 위해 농가에서 관행적으로 사용하는 유용미생물(effective microorganisms; yeast, lactic acid bacteria, Bacillus, photosynthetic bacterium, 의령군 유용미생물 배양센터에서 분양)을 이용하여 중량대비 20%의 비율로 EM균을 첨가하여 잘 혼합한 후 상온 25°C에서 30일간 발효과정을 실시하였다. 발효된 대체 사료는 중량 체크시마다 새것으로 교체하여 급이하였다.

Table 1. Feed mix rate of *Protaetia brevitarsis seoulensis* larvae

Treatment	Food source	
	Fermented oak sawdust (%)	Fermented herbal medicine by-products (%)
Control	100	-
HMB20	80	20
HMB40	60	40
HMB60	40	60
HMB80	20	80
HMB100	-	100

5. 흰점박이꽃무지 유충 발육 특성

완전히 발효된 각각의 한약재 부산물을 기존 농가에서 관행적으로 사용하는 참나무 발효톱밥(effective microorganisms 발효)에 먹이 비율은 총중량 200 g을 100% 기준 잡아 중량 비율 0% (control), 20% (HMB20), 40% (HMB40), 60% (HMB60), 80% (HMB80), 100% (HMB100) 비율로 첨가 혼합하여 흰점박이꽃무지 1령 초기 유충부터 각각 급이 하였다(Table 1). 실험은 투명한 폴리프로필렌(polypropylene) 재질의 원형(외경 Ø12 cm, 내경 Ø9 cm, 높이 8 cm)용기에서 1령 초기 유충 10마리씩 사용하였으며 번데기 방을 짓는 날까지 처리군 간 생육속도를 비교하기 위하여 주 1회 미량전자저울(한성계기 전자저울, HS3130F)을 이용하여 무게를 측정하였고 유충의 생존율, 마리당 유충무게, 유충의 발육기간을 비교 관찰하였다. 모든 실험은 3회 반복 진행하였으며, 처리군 중에 유충시기가 최초 끝나는 시기까지 관찰을 실시하였다.

6. 통계분석

수집된 데이터는 SAS프로그램(Ver. 9.2)의 Repeated measure ANOVA (PROC GLIMMIX)를 이용하여 시기별, 처리별 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다(SAS institute 2010).

결과 및 고찰

1. 흰점박이꽃무지 대체 먹이 영양성분 분석 및 중금속 분석

흰점박이꽃무지 사육농가에서 주로 사용하는 방법으로 EM균을 활용하여 발효시킨 참나무 발효톱밥과, 미발효시

Table 2. Comparison of general components of food sources

Food sources	Crude protein	Crude fiber	Crude fat	Crude ash
Oak sawdust (fermented)	2.12%	53.61%	0.94%	1.27%
Herbal medicine by-products (non-fermented)	11.08%	20.78%	6.12%	3.41%
Herbal medicine by-products (fermented)	18.47%	24.55%	3.55%	10.06%

Table 3. Heavy metal content of food sources

Food sources	Cd	Pb	Hg
Oak sawdust (fermented)	ND ¹⁾	ND ¹⁾	ND ¹⁾
Herbal medicine by-products (non-fermented)	ND ¹⁾	ND ¹⁾	ND ¹⁾
Herbal medicine by-products (fermented)	ND ¹⁾	ND ¹⁾	ND ¹⁾

¹⁾not detected

킨 한약재 부산물, EM균으로 발효시킨 한약재 부산물의 영양성분을 비교한 결과 조섬유를 제외한 조단백, 조지방, 조회분 함량이 미발효, 발효조건 한약재 부산물 모두에서 높게 나타났으며, 특히 조단백질의 함량이 매우 높게 나타났다(Table 2).

이는 단백질의 경우 곤충의 성장과 생체중 증가에 영향을 줄 것으로 보이며 한약재 부산물의 급이에 따라 흰점박이꽃무지 유충의 성장에 있어서 생체중의 증가와 성장기간 단축에 효과가 있을 것으로 판단되며, 또한 한약재 부산물의 발효와 미발효 조건을 비교한 결과 발효 한약재 부산물의 경우 조지방을 제외하고 조단백질과 조섬유, 조회분 등이 높은 것으로 나타났다. 이는 발효 미생물의 성장에 따라 단백질의 함량 및 조섬유, 조회분의 증가로 판단되며 흰점박이꽃무지 유충의 경우 부속된 유기물을 먹이로 이용하는 습성이 있어 발효조건에 따른 성장에 큰 영향을 줄 것으로 판단된다. 그리고 먹이원의 안전성을 확인하기 위하여 카드뮴, 납, 수은 등의 중금속 함량을 분석한 결과, 참나무 발효톱밥, 미발효·발효 한약재 부산물에서 불검출로 확인되었다(Table 3). 이러한 결과를 통해 흰점박이꽃무지 유충의 대체먹이원인 한약재 부산물의 경우, 식용곤충의 먹이로 활용하는 데 있어서 안정성이 확보되었다고 할 수 있다.

2. 한약재 부산물 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 영양성분 분석

대체먹이 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말 100g

Table 4. The general components of the *Protaetia brevitarsis seoulensis* larvae with respect to food sources

Composition	Treatment	
	Control (fermented oak sawdust 100%)	HMB100 (herbal medicine by-products 100%)
Moisture (%)	14.9	14.9
Crude fat (%)	13.5	9.9
Crude protein (%)	45.6	65.1
Crude ash (%)	6.6	7.0

의 일반성분 분석 결과는 Table 4와 같다. 한약재 부산물을 급이한 흰점박이꽃무지 유충의 단백질 함량이 65.1%로 참나무발효톱밥을 급이한 유충의 단백질 함량 45.6%에 비하여 42% 높음을 확인하였다. 일반적인 단백질 식품의 단백질 함량은 난류 8.5~14.4%, 육류 15.2~34.7%, 어류 10.4~47.7%로 흰점박이꽃무지 유충의 단백질 함량이 월등히 높은 편임을 알 수 있다. 이는 Table 2에서 먹이원의 단백질 함량과 같은 결과를 나타내고 있으며 먹이원의 높은 단백질 함량은 흰점박이꽃무지 유충의 단백질 함량과 관계가 있다고 판단되며 이에 대한 추가연구가 필요하다고 생각된다. 그리고 지방 함량에서는 참나무 발효톱밥 대비 한약재 부산물을 급이한 흰점박이꽃무지 유충의 수치가 낮음을 확인하였다. 이로써 한약재 부산물을 급이한 흰점박이꽃무지 유충이 고단백질, 저지방으로 영양학적 가치가 우수하다고 판단된다.

3. 한약재 부산물 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충 발육 특성

기존 농가에서 흰점박이꽃무지 유충의 먹이원으로 사용하는 참나무 발효톱밥에 대한 대체먹이로서 한약재 부산물을 급이한 결과는 Fig. 1과 같다. 참나무 발효톱밥을 급이한 대조구와 한약재 부산물을 급이한 실험구는 1~3주차까지 큰 차이가 없다가 4주차 유충의 중량이 대조구

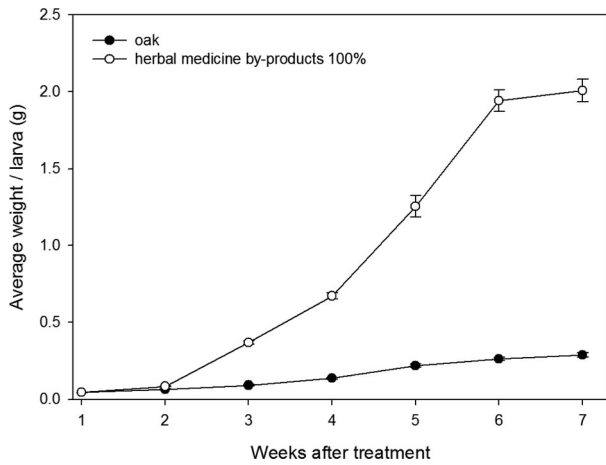


Fig. 1. Average growth effects (with standard error) of *Protactia brevitarsis seulensis* larvae when fed with herbal medicine by-products.

는 0.137g, 실험구는 0.671g으로 유의한 수준에서 차이를 보이기 시작했다 ($p < 0.05$). 그리고 유의한 수준에서 차이를 보이기 시작한 4주차 대비 7주차에서의 유충의 체중 증가율은 대조구인 참나무 발효톱밥을 급이한 유충은 110%, 실험구인 한약재 부산물을 급이한 유충은 199%로 한약재 부산물을 급이한 실험구에서 89% 가량 높게 나타났다. 하지만 7주차에서 한약재 부산물을 급이한 실험구의 중량은 2.009g으로 이는 Kim *et al.* (2002), Kim and Kang (2005)이 보고한 3령 후기의 중량 2.374g, 2.643g에 비해서는 다소 낮았다. 실험에서 4주차 유충의 중량이 유의한 수준의 차이를 보인 것은 기존의 참나무 발효톱밥과 달리 한약재 부산물이 가지고 있는 Table 2의 높은 단백질 함량에 의한 것으로 4주차부터 그 영양성분의 효과가 나타난 것으로 사료된다.

대체먹이 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 생존율은 Fig. 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 실험 결과 참나무 발효톱밥을 급이한 대조구에 비하여 한약재 부산물을 급이한 실험구에서 7% 가량 높게 나타났지만 이는 통계적으로 유의하지 않았다 ($p > 0.5$). 이러한 생존율은 대체먹이로써의 한약재 부산물 급이 시 흰점박이꽃무지 유충의 안정적인 사육이 가능함을 알 수 있다.

4. 한약재 부산물 첨가 비율에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 중량변화

한약재 부산물 첨가비율에 따른 중량의 변화는 Table 5

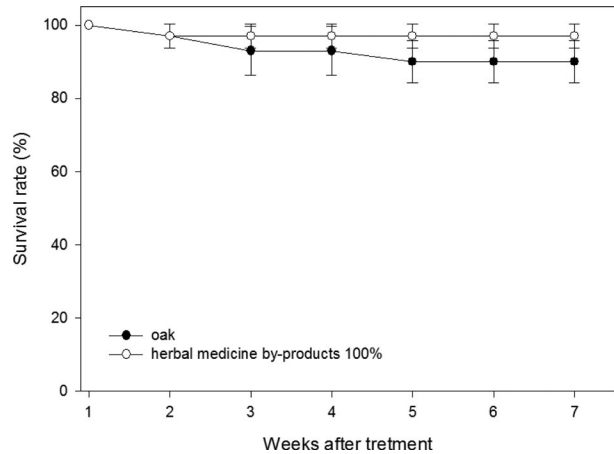


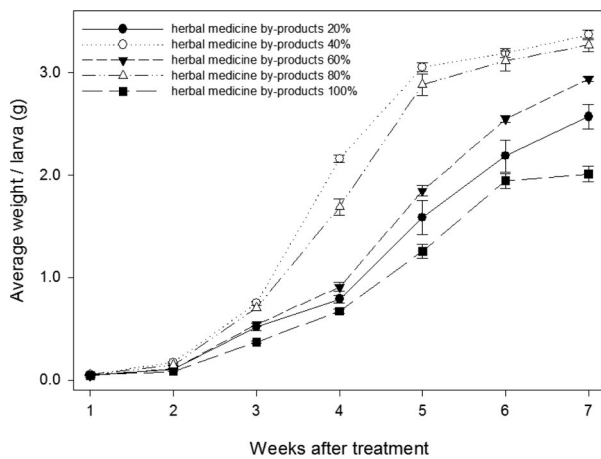
Fig. 2. Average survival rate (with standard error) of *Protactia brevitarsis seulensis* larvae when fed with herbal medicine by-products.

와 같다. 통계분석 결과 1주차에서는 차이를 보이지 않다가 2주차에서 HMB40, HMB80의 실험구에서 유의한 수준에서 차이를 나타내었다. 이후 3주차에서는 대조구를 제외한 모든 실험구에서 주차간의 유의적인 차이를 나타내었다 ($p < 0.05$). 그리고 기존 연구에서 항온, 항습 조건하 (16L : 8D, 25~30°C, 60~70% R.H.)에 번데기 전단계의 유충의 사육기간이 10주가 걸리는 것 (Park *et al.* 2012)과 비교해 7주경에 번데기 단계로 접어들어 유충기간이 3주 단축된 결과를 보였다. 또한 7주에서 control과 HMB100을 제외한 모든 실험구에서 Kim *et al.* (2002), Kim and Kang (2005)이 보고한 3령 후기의 중량 2.374g, 2.643g보다 월등히 높은 생체중량을 나타내고 있어, 한약재 부산물의 첨가별 급이가 흰점박이꽃무지 유충의 생체중량에 직접적인 영향을 미친다고 생각된다.

한약재 부산물 첨가별 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 중량을 비교한 결과 7주차에서 한약재 부산물 40%가 3.367g으로 가장 높은 중량을 보였다 (Fig. 3). 통계분석 결과 5주차의 같은 그룹인 HMB40, HMB80의 각각의 중량과 유의적으로 차이를 보이지 않았다 (Table 5). 이러한 결과는 식용곤충의 출하시기를 3령 유충으로 보았을 때 5주차에 이미 출하시점에 도달했음을 의미하며, 이는 HMB40, HMB80 조건의 급이가 가장 효율적이라고 할 수 있다. 또한 사육 기간을 2주간 단축함으로써 유충의 출하시기를 앞당길 수 있으며 이는 단축된 기간 동안 사육 농가의 사료비 절감으로 경제 효율성 증대가 예상되며, 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

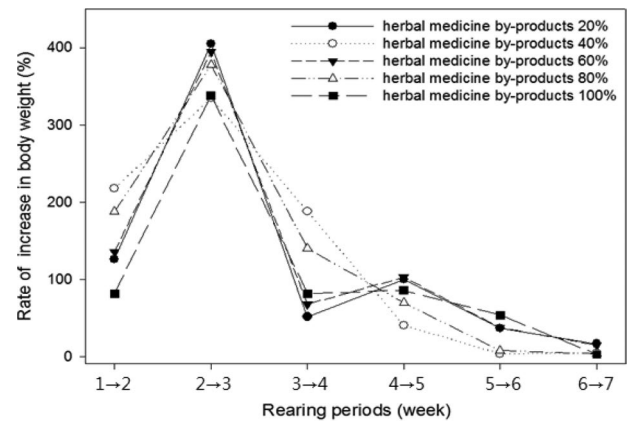
Table 5. Average weight (standard error) (g) of *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae with respect to the addition rate of herbal medicine by-products

Diet	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	7 week
Control	0.044 (0.068)	0.064 (0.068)	0.091 (0.068)	0.137* (0.068)	0.218* (0.068)	0.262* (0.068)	0.288* (0.068)
HMB20	0.045 (0.068)	0.102 (0.068)	0.516* (0.068)	0.789*c ¹⁾ (0.068)	1.587*d (0.068)	2.185*d (0.068)	2.568*b (0.068)
HMB40	0.054 (0.059)	0.172* (0.068)	0.749* (0.068)	2.159*a (0.068)	3.050*a (0.068)	3.189*a (0.068)	3.367*a (0.068)
HMB60	0.046 (0.083)	0.109 (0.068)	0.540* (0.068)	0.908*c (0.068)	1.844*c (0.068)	2.546*c (0.068)	2.935*a (0.068)
HMB80	0.051 (0.068)	0.147* (0.068)	0.703* (0.068)	1.689*b (0.068)	2.880*a (0.068)	3.113*a (0.068)	3.266*a (0.068)
HMB100	0.046 (0.068)	0.084 (0.068)	0.368* (0.068)	0.671*c (0.068)	1.254*d (0.068)	1.942*d (0.068)	2.009*c (0.068)

*significantly different within same column ($p < 0.05$)¹⁾values followed by the same letter within the same column are not significantly different (LSD test, $p < 0.05$)**Fig. 3.** Growth effects (with standard error) of *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae with respect to the addition rate of herbal medicine by-products.

5. 한약재 부산물 첨가 비율에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 체중 증가율

한약재 부산물 첨가별 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 체중 증가율은 3주차에 모든 실험구에서 300% 이상의 증가율을 보였다. 그 중 한약재 부산물 20%를 급이한 실험구는 405%로 가장 높은 증가율을 보였다. 이는 이 시기에 흰점박이꽃무지 유충의 섭식량이 가장 많을 것으로 추론할 수 있다. 그리고 앞에서 언급한 중량 비교 결과 가장 효과가 좋았던 HMB40, HMB80은 4주차에서 188%, 128%의 체중 증가율로 3주차에 비하여 낮은 증가율을 보였으며, 5주차부터는 점점 증가율이 감소하여 100% 이하

**Fig. 4.** Increasing rate in average body weight of *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae with respect to the addition rate of herbal medicine by-products.

의 증가율이 나타났고 7주차에서는 10% 미만으로 아주 낮은 체중 증가율을 보였다. 이와 같은 결과는 HMB40, HMB80을 급이한 실험구에서 5주차에 이미 3령 유충으로 접어들었다는 것을 추론할 수 있으며 흰점박이꽃무지 유충기간이 단축되었음을 의미한다(Fig. 4).

본 연구 내용을 종합하여 볼 때 흰점박이꽃무지 유충의 대체 먹이원으로 한약재 부산물을 급이 시 유충의 사육기간 단축을 통한 식용곤충으로서 출하 시기를 앞당길 수 있어 사육 농가의 사료비를 절감할 수 있다. 또한 영양성분에서의 우수한 결과로 안정적이면서 경제적인 사육 방법이 가능하리라 판단된다.

흰점박이꽃무지의 대량사육에 가장 중요한 것은 애벌레의 먹이인 톱밥을 발효한 것으로, 흰점박이꽃무지 사육

비용의 대부분을 차지하나(RDA 2017), 대량 사육의 증가로 인한 먹이원의 안전성 저하로 새로운 먹이원의 개발이 시급하며, 경제적으로 의미있는 먹이원의 개발도 요구된다(Kwon 2009; Kang *et al.* 2012; Lee *et al.* 2018). 본 연구결과, 발효된 한약재 부산물을 참나무 발효톱밥과 섞은 새로운 먹이원은 흰점박이꽃무지 유충의 동일한 체중까지의 발육기간을 줄이는 결과를 보였으며, 이는 곤충산업 종사자가 겪는 사육의 금전적 문제를 일부 해결하고, 국내 곤충산업 규모 확대를 위한 안정적인고 경제적인 대량사육방법의 개선을 유도할 것이다.

적 요

본 연구에서는, 한약재 부산물을 흰점박이꽃무지 유충의 먹이원으로 활용하기 위해서, 영양성분 함량, 증금속 함량, 유충의 생육효과에 미치는 영향을 분석했다. 먹이원의 영양성분을 비교한 결과, 조섬유를 제외한 조단백, 조지방, 조회분 함량이 미발효, 발효조건 한약재 부산물 모두에서 높게 나타났으며, 특히 조단백질의 함량이 매우 높게 나타났다. 먹이원의 안정성을 확인하기 위하여 한약재 부산물의 카드뮴, 납, 수은 등의 증금속 분석 결과, 모두 불검출로 먹이원으로써의 안정성을 확인할 수 있었다. 먹이원에 따른 생육 비교에서는 참나무 발효톱밥을 급이한 대조구와 한약재 부산물을 급이한 실험구는 1~3주차까지 큰 차이가 없다가 4주차 유충의 중량이 대조구는 0.137g, 실험구는 0.671g으로 유의한 수준에서 차이를 보이기 시작했다. 한약재 부산물 첨가별 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 중량을 비교한 결과 7주차에서 HMB40이 가장 높은 중량을 보였다. 통계분석 결과 5주차의 HMB40, HMB80의 각각의 중량과 유의적으로 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 식용곤충의 출하시기를 3령 유충으로 보았을 때 5주차에 이미 출하시점에 도달했음을 의미하며, 이는 HMB40, HMB80 조건의 급이가 가장 효율적이라는 것을 나타낸다.

사 사

본 연구는 의령군 향노화 기술개발·사업화 지원사업(세부과제명: 흰점박이꽃무지를 활용한 고령친화식품원료 기술개발)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

REFERENCES

- Ahn SK, YM Goo, KH Ko, SJ Lee, YH Moon, SS Lee, JW Kim and SS Lee. 2014. Study on the evaluation of nutritional values and antioxidant activities for herbal medicine by-products. *J. Agric. Life Sci.* 48:101-110.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA. pp. 1-26.
- Chung MY, EY Gwon, JS Hwang, TW Goo and EY Yun. 2013. Analysis of general composition and harmful material of *Protaetia brevitarsis*. *J. Life Sci.* 23:664-668.
- FAO. 2013. The state of food insecurity in the world, 2013: The multiple dimensions of food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Jun JH, BS Ko, JH Kim, SP Nam, YR Um, SM Hong, HS Hwang and SM Park. 2009. The comparison of growth and quality characteristics during the storage of *Pleurotus ostreatus* cultivated in the remnants of medicinal herb extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38:211-216.
- Kang MG, CG Kang, HK Lee, EK Kim, JS Kim, OS Kwon, HK Lee, HJ Kang, CH Kim and HS Jang. 2012. Effects of fermented aloe vera mixed diet on larval growth of *Protaetia brevitarsis seulensis* (Coleoptera: Cetoniidae) and protective effects of its extract against CCl₄-induced hepatotoxicity in Sprague-Dawley rats. *Entomol. Res.* 42:111-121.
- Kang SJ, CW Park, SC Han, YK Yi and YG Kim. 2005. A grub (*Protaetia brevitarsis seulensis*) rearing technique using cellulose-digesting bacteria and natural recycling of rearing byproduct to an organic fertilizer. *Korean J. Appl. Entomol.* 44:189-197.
- Kim CH, JS Lee, MS Go and KT Park. 2002. Ecological characteristics of *Protaetia orientalis submarmorea* (Burmeister) (Coleoptera: Cetoniidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 41:43-47.
- Kim HG and KH Kang. 2005. Bionomical characteristic of *Protaetia brevitarsis*. *Korean J. Appl. Entomol.* 44:139-144.
- Kim HG and KH Kang. 2006. Imago's flight and larval activities of *Protaetia brevitarsis* (Coleoptera: Scarabaeidae) and *Allomyrina dichotoma* (Coleoptera: Dynastinae). *Korean J. Appl. Entomol.* 45:139-143.
- Kim YS, CG Park, T Kim and JW Choi. 2018. A study on the legal status of insect industry. *Korean J. Appl. Entomol.* 57:401-408.
- Kwon O. 2009. Effect of different diets on larval growth of *Protaetia brevitarsis seulensis* (Kolbe) (Coleoptera: Cetoniidae). *Entomol. Res.* 39:152-154.
- Lee JH. 2011. Study on the application of RFID system for the improvement of circulation structure of medicinal herbs. Graduate school of Inje University. pp. 24-34.

- Lee SB, JW Kim, SM Bae, YH Hwang, HS Lee, BJ Lee, KP Hong and JG Park. 2018. Evaluation of spent mushroom substrates as food for white-spotted flower chafer, *Protaetia brevitarsis seulensis* (Coleoptera: Cetoniidae). Korean J. Appl. Entomol. 57:97–104.
- Park JH, SY Kim, M Kang, M Yoon, YI Lee and E Park. 2012. Antioxidant activity and safety evaluation of juice containing *Protaetia brevitarsis*. J. Korea Soc. Food Sci. Nutr. 41:41–48.
- RDA. 2016. Insect industry. Human Resource Development, Rural Development Administration. Jeonju, Korea.
- RDA. 2017. The standards and qualification of industrial insects. National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration. Jeonju, Korea.
- SAS Institute. 2010. SAS/STAT (R) 9.22 User's Guide. NC, Cary, USA.
- Yoon CH, HS Song, BJ Lee, D Son, SH Jeon and YS Cho. 2016. Effects of feeds on larval development of white-spotted flower chafer, *Protaetia brevitarsis seulensis*. J. Korean Soc. Int. Agric. 28:541–546.
- Zhang ZL. 1984. Economic insect fauna of China. Fascicle. 28. Coleoptera: larva of Scarabaeidae. Science Press, Beijing.