

경북 도내 사육 식용곤충의 영양성분과 생리활성

정혜진 · 심혜미 · 황희영 · 송다영 · 이재은 · 박승우

식품분석과

Nutritional Components and Antioxidant Activities of Edible Insects Breeding in Gyeongbuk Province

H. J. Jeong, H. M. Shim, H. Y. Hwang, D. Y. Song, J. E. Lee and S. W. Park

Food Analysis Division

Abstract

This study was conducted to evaluated the nutritional components and antioxidant activities of edible insects(*Tenebrio molitor*, *Protaetia brevitarsis*, *Gryllus bimscultus*, *Bombyx mori*) breeding in Gyeongbuk area. Four species of edible insects contained 2.51~5.62% moisture, 3.51~7.60% ash, 49.51~65.07% crude protein and 12.6~32.61% crude fat. As for minerals, K and P accounted for most of the minerals with 67.2~75.1%. All four types of unsaturated fatty acids were 68.6~79.0%, showing a higher distribution than saturated fatty acids 21.0~31.4%. The major constituent fatty acids were oleic acid, linoleic acid, palmitic acid, stearic acid, and linolenic acid. DPPH radical scavenging activity of four species of edible insects showed 71.7%, 63.1%, 47.6%, and 46.1% in the order of *G.bimscultus*, *B.mori*, *T.molitor*, and *P.brevitarsis*. Total polyphenols and total flavonoids were the same in the order of *B.mori*, *P.brevitarsis*, *T.molitor*, and *G.bimscultus*.

Key Words : *Tenebrio molitor*, *Protaetia brevitarsis*, *Gryllus bimscultus*, *Bombyx mori*, minerals, fatty acids, amino acids, DPPH, total polyphenol, total flavonoid

I . 연구사업

1. 서론

전 세계의 약 25억 명이 곤충을 식용으로 먹고 있으며, 곤충을 가장 많이 먹는 나라로는 중국과 타이, 남아프리카 공화국, 멕시코 등이 있다. 곤충을 식용으로 먹어온 지 3,000년이 넘는 중국에서는 170종의 곤충을 먹고 멕시코와 태국에서도 메뚜기와 귀뚜라미가 다양한 음식재료로 활용되고 있고, 인류가 먹는 곤충은 1,900여 종 이상 이를 것으로 추정하고 있다.¹⁾

우리나라에서도 동의보감에 95종, 본초강목에 106종 약용곤충이 수록되어 있으며 질병치료 및 민간약재로 널리 사용되었다.²⁾

과거부터 먹어왔던 식용곤충이 이제는 미래의 식량으로 부상하고 있다. 이것은 식용곤충의 경제적, 환경적, 영양적 가치 때문이라 할 수 있다. 경제적인 측면에서 보면, 세대수가 짧고 번식력이 강한데 좁은 사육 면적에서 규격화된 방식으로 사육할 수 있어 소, 돼지 사육과 비교할 때 노동력이 획기적으로 절감되면서 생산성이 높다는 점이 큰 장점이다. 또한 사육에 필요한 사료도 적어 경제성이 높은데다 단백질 함량이 높고 불포화지방산이 풍부해 영양학적으로도 가치가 높은 점이 식용곤충의 또 다른 장점이라고 할 수 있다.^{2,3)}

그뿐 아니라 사육할 때 발생되는 온실가스와 암모니아가 단백질 급원인 가축(소, 돼지 등)의 사육과 비교할 때 획기적으로 적게 배출되어 매우 친환경적이라는 점에서 미래 식량으로 적합하다고 볼 수 있다.^{4,5)}

이렇게 경제적, 영양적, 환경적 측면에서 우수한 식용곤충에 대한 관심이 지속적으로 증가하여 우리나라에서도 2014년도에 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충이 식약처로부터 새로운 식품원료로 인정을 받기 시작하여 2020년 7월 수별번데기까지 한시적원료로 인정됨에 따라 우리나라에서 먹을 수 있는 곤충은 백강잠, 식용누에(유충, 번데기), 메뚜기, 갈색거저리(유충), 흰점박이꽃무지(유충), 장수풍뎅이(유충), 쌍별귀뚜라미(성충), 아메리카왕거저리(유충) 9종으로 늘어났다.⁶⁾

특히 2019년 기준 경북에서 사육되는 식용 곤충은 경기도 551개소, 경북 443개소로 전국에서 두 번째로 사육농가수와 생산량이 많다.⁷⁾ 곤충의 변태 시기 및 서식지와 먹이 원에 따라 영양학적 가치는 매우 다양한 것으로 알려져 있는데^{2,8)} 경북 도내 농가에서 사육하고 있는 식용곤충의 영양성분이나 생리활성 등의 데이터는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 경북 도내 농가에서 직접 사육하여 상품으로 판매하고 있는 식용곤충 4종의 영양성분과 생리활성을 분석하여 향후 고부가가치 식품으로 활용하기 위한 기본 정보를 제공하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료

실험에 사용된 갈색거저리유충 (*Tenebrio molitor*), 흰점박이꽃무지유충 (*Protaetia b*

revitarsis), 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 누에(*Bombyx mori*)는 예천, 경산, 영천, 상주의 사육 농가에서 상품으로 판매하는 것을 구입하여 사용하였다.

모든 시료는 구입 후 -18°C 냉동실에 보관한 후 실험 당일 분쇄기로 분쇄하여 사용하였다.

2.2. 일반성분 측정

식용곤충의 일반성분은 수분은 105°C 상압가열건조법으로, 조단백질은 Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet추출법으로, 조회분은 550°C에서 회화하여 측정하였다.

2.3. 중금속 및 무기질 함량 분석

시료 0.2g에 질산 7ml과 과산화수소 1ml을 가해 고압력마이크로웨이브(Antonpaar)로 분해한 후 중류수를 가해 적정량으로 희석한 후 ICP(Perkinelmer)로 분석하였다.

중금속은 식품공전에 기준이 있는 납(Pb), 카드뮴(Cd), 비소(As) 항목을, 무기질은 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 인(P), 철(Fe), 아연(Zn), 망간(Mn), 구리(Cu)를 분석하였다.⁹⁾

2.4. 지방산 분석

건조시료 10g을 n-Hexane 100ml로 48시간 진탕한 후 Whatman No.4 여과지로 여과한 후 여과액을 40°C에 감압 농축하여 n-Hexane을 완전히 제거하여 지방을 추출

하였다.

추출된 지방을 정밀히 취하여 14% BF₃/MeOH 용액으로 지방산을 methyl ester화하여 gas chromatography(GC, Shimadzu JP/GC2010)을 사용하여 분석하였다.

지방산 표준품은 Supelco 37 component FAME Mix를 사용하였고 컬럼은 SP-2560 (100m × 0.25mm × 0.2um)를 사용하였다.⁹⁾

2.5. 아미노산 조성 분석

시료의 가수분해를 위해 건조기에 105°C로 미리 예열한 뒤 시료 0.1g을 유리튜브에 넣고 6N HCl 1mL을 가하였다. 후드에서 유리튜브에 N₂ gas를 충진하여 진공상태로 만들고 105°C에서 24시간 동안 가수분해 반응을 하였다. 가수분해가 끝난 바이알을 개봉하여 내용물을 eppendorf tube에 넣고 13,000rpm으로 5분간 원심분리한 후 상등액 100μL를 취하여 농축하였다.

아미노산 분석은 AccQ-Tag법을 사용하였으며 Waters AccQ-taq Fluor Reagent kit를 사용하여 아미노산을 유도체화 시켰고 컬럼은 AccQ-Tag column(3.9 × 150mm)을 사용하여 분석하였다.¹⁰⁾

2.6. DPPH radical 소거 활성 측정

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거활성 측정은 Brand-Williams 방법 등을 변형하여 측정하였다.^{11,12)}

건조시료 1g에 70% 에탄올용액 100mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mentle에

I . 연구사업

80℃, 2시간 반복추출 후 Whatman No.4로 여과하였다. 여과액은 n-Hexane으로 지질을 제거한 다음 100mL로 정용하였다. DPPH 시약을 에탄올에 녹여 2mM DPPH 용액으로 만든 후 517nm에서 흡광도가 1.0 ± 0.02가 되도록 에탄올로 희석하였다. 위 정용액 1mL 과 2mM DPPH용액 를 혼합하여 6분간 상온에서 반응시킨 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 활성 비교를 위한 대조군으로 BHA를 사용하였으며, DPPH radical scavenger activity(%)는 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도차를 백분율로 표시하였다.

DPPH radical scavenger activity(%) =

$$[1 - (\frac{\text{실험군의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}})] \times 100$$

2.7. 총페놀 측정

총페놀 함량은 Folin-Denis법을 이용하여 측정하였다.^{13,14)}

건조시료 1g에 70% 에탄올용액 100mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mentle에 80℃, 2시간 반복추출 후 Whatman No.4로 여과하였다.

여과액은 n-Hexane으로 지질을 제거한 다음 추출액 50mL를 취하여 40℃ 진공농축 건고 후 70% 에탄올용액 5mL로 정용하였다. 정용액 1mL과 Folin-Denis 시약 3mL 를 혼합하여 30분간 실온에 방치한 다음 10% Na₂CO₃ 용액 3mL를 가하여 혼합하고 실온에서 1시간 정치시킨 후 760nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준검량곡선은 Gallic

acid를 이용하여 작성하였다.¹⁵⁾

2.8. 총플라보노이드 측정

건조시료 1g에 70% 에탄올용액 100mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mentle에 80℃, 2시간 반복추출 후 Whatman No.4로 여과하였다. 여과액은 n-Hexane으로 지질을 제거한 다음 추출액 10mL를 취하여 40℃ 진공농축 건고 후 50% 메탄올용액 5mL로 정용하였다. 정용액 1mL와 diethylene glycol 10mL를 혼합하고 여기에 1N-NaOH용액 1mL를 가하여 혼합한 후 37℃에서 1시간 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준검량곡선은 Quercetin을 이용하여 작성하였다.¹⁵⁾

3. 결과 및 고찰

3.1. 일반성분

식용곤충의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 2.51 ~ 5.62%로 측정되었고, 단백질함량은 49.51 ~ 65.07%로 누에, 쌍별귀 뚜라미, 흰점박이꽃무지유충, 갈색거저리유충 순으로 높았으며, 이는 kim¹⁶⁾의 연구와 결과와 비슷하였다. 난류 8.5 ~ 14.4%, 육류 15.2 ~ 34.7%, 어류 10.4 ~ 47.7%¹⁷⁾ 분포의 단백질과 비교할 때 4종의 식용곤충은 우수한 고단백 식품 급원이라 할 수 있다.

지방 함량은 12.60 ~ 32.61%로 갈색거저리 유충, 쌍별귀뚜라미, 흰점박이꽃무지유충, 누에 순으로 높게 나타났다. 식용곤충에 따라 지방함

량과 단백질 구성 비율이 차이가 있었는데 이는 곤충별 특성 차이에 기인한 것이라 생각된다.

3.2. 중금속과 무기질 함량

식품공전의 기준규격인 납(Pb), 카드뮴(Cd), 비소(As)를 분석한 결과 4종 식용곤충 모두에서 중금속이 검출되지 않았다.

식용곤충별 무기질 함량은 Tabel 2~3과 같다. 주된 무기질은 K, P, Ca, Mg, Na이었다. 이 5가지 무기질은 전체 무기질 중 97.4 ~ 99.1%를 차지하고 있고 그 중 K, P가 67.2 ~ 75.1%로 무기질 대부분을 차지하고 있었다.

Yoo^{8,18~20)}등 연구에서도 식용곤충의 무기질 성분을 분석한 결과 K, P의 함량이 가장 많다고 한 것은 본 연구와 일치하였으나 개별 함량은 다

소 차이가 있었다.

한편, 미량으로 Fe, Zn 등 무기질도 있었는데 Fe은 결핍될 경우 철결핍성 빈혈을 유발하고, Zn의 경우 결핍 시 소아에서 성장 장애, 생식기관 발달 저하, 성적 성숙 지연, 성기능 장애 등을 일으킬 수 있고 면역기능이 약해져 감염이 쉽게 발생한다²¹⁾. 아프리카와 같은 만성적인 기아에 시달리는 곳의 소아들은 Fe, Zn 결핍이 발생할 수 있어 이 지역에서는 결핍으로 문제가 될 수 있다.

우리나라는 영양부족으로 무기질이 결핍되는 경우보다는 노인과 수술 후 환자 등에게 양질의 무기질이 충분량 공급되어야 하는 경우에 식용곤충을 활용한 식품 공급이 중요할 수 있는데, 고급 단백질이면서 좋은 무기질 급원으로 활용 가치가 높다고 볼 수 있다.²²⁾

Table1 . The contents of general components of edible insects

Common Ingredient (%, dry basis)	<i>T.molitor</i>	<i>P.brevitarsis</i>	<i>G.bimuculatus</i>	<i>B.mori</i>
Moisture	2.51	5.62	3.30	4.51
Crude protein	49.51	54.24	63.71	65.07
Crude Fat	32.61	15.80	23.51	12.60
Crude ash	3.51	7.60	4.20	5.11

Table2 . Macro mineral concentrations of edible insects(mg/100g)

Sample	K	Ca	Mg	Na	P
<i>T.molitor</i>	560.55±8.91	38.99±0.49	304.51±7.05	294.67±8.07	809.44±24.00
<i>P.brevitarsis</i>	1067.27±6.23	89.77±0.72	296.19±3.49	153.62±1.62	683.25±14.24
<i>G.bimuculatus</i>	599.01±34.95	225.93±11.23	113.19±5.47	222.09±10.42	879.7±37.81
<i>B.mori</i>	2053.69±14.06	616.35±0.74	362.76±2.51	3.72±0.22	804.3±12.94

I . 연구사업

Table3 . Micro mineral concentrations of edible insects(mg/100g)

Sample	Fe	Zn	Mn	Cu
<i>T.molitor</i>	5.94±0.07	20.03±6.95	2.56±0.05	1.97±0.01
<i>P.brevitarsis</i>	15.72±0.48	18.79±0.5	5.93±0.03	1.78±0.05
<i>G.bimuculatus</i>	4.7±0.05	39.25±0.64	9.39±0.19	2.06±0.21
<i>B.mori</i>	11.78±0.04	11.54±0.15	12.6±0.05	0.41±0.06

3.3. 지방산 조성

지방산 분석 결과를 보면 4종 모두 불포화 지방산이 68.6 ~ 79.0%로 포화지방산 21.0 ~ 31.4% 보다 높은 분포를 나타냈다.(Fig.1, Fig2.)

주요 구성 지방산은 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid, stearic acid, linolenic acid로 나타났다. 누에를 제외하고 3종의 식용곤충의 지방산 중 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid는 전체의 84.5~87.9%를 차지하여 전체 지방산의 대부분을 차지하였다. 3종과 달리 누에는 linolenic acid가 26.3%로 함량이 높았는데 Kwon²⁰⁾의 연구에서는 누에분말에서 전체 지방산 중 Linolenic acid가 34.7%로 가장 높고 oleic acid, palmitic acid, linoleic acid 순으로 분포한다고 보고하였다.

불포화지방산 중에서 linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid는 인체에 꼭 필요하지만 체내에서 합성되지 않아 외부에서 식품으로 섭취해야 하는 필수지방산(essential fatty acid)으로 알려져 있다.

소, 맷, 돼지 등 육류 속 동물성 지방산에는 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid가 대부분이므로 누에분말 섭취는 linolenic acid 같은 필수지방산을 보충할 수 있을 것이다.²⁰⁾

oleic acid는 혈중 중성지방과 콜레스테롤을 감소시켜 동맥경화증 같은 성인병 예방에 효과가 있다고 알려져 있다.²³⁾

또한 Linoleic acid는 프로스타글란딘, 트롬복산, 류코트라이엔과 같은 에이코사노이드들의 전구물질인 아라키돈산의 생합성에 사용되는 불포화 지방산이다. Linoleic acid는 견과류, 참깨, 대마 씨앗 등과 여기서 유래한 식물성 기름에서 많이 발견된다. 리놀레산이 부족하면 가벼운 피부 벗겨짐, 탈모 및 상처 치유가 거의 잘 되지 않는 것으로 알려져 있다.²⁴⁾ 이러한 불포화지방산이 식물성 유지가 아닌 식용곤충에 많이 들어있다는 것은 이들이 양질의 불포화지방산의 급원이 될 수 있으므로 식용유지로 활용 가능성이 다양할 것으로 기대한다.

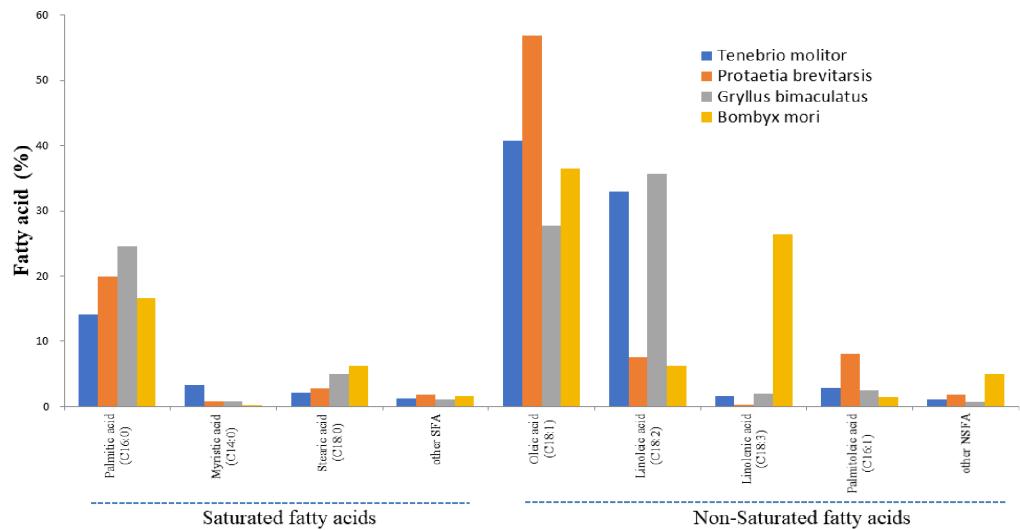


Fig1. Fatty acid composition of edible insect

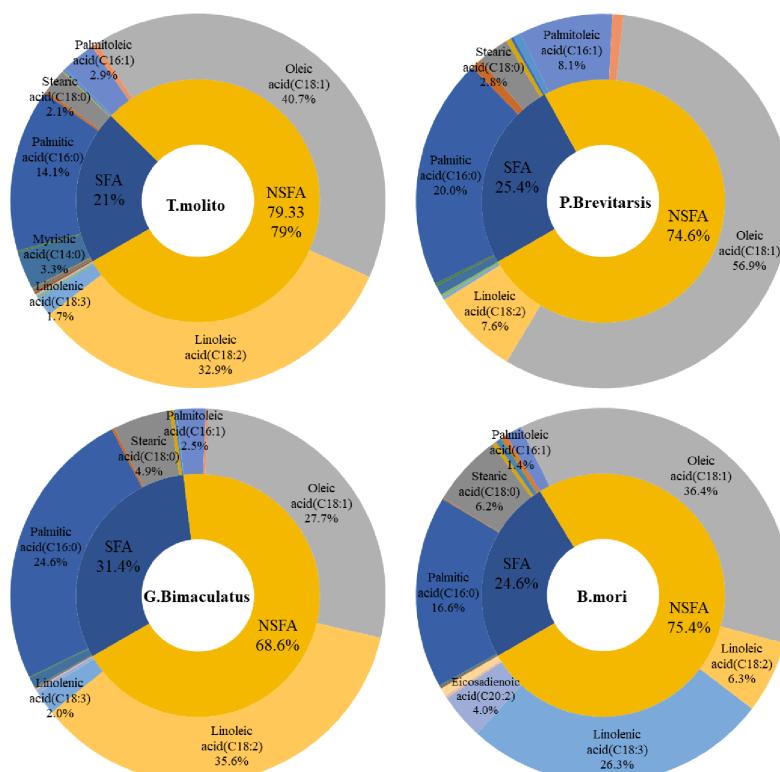


Fig2. Fatty acid composition of edible insect

I . 연구사업

3.4. 아미노산 조성

식용곤충 4종의 아미노산 조성 결과는 Fig.3 ~4와 같다. 필수아미노산은 체내에서 합성되지 않아 반드시 식품으로 섭취해야 되는 아미노산으로 특히 BCAA(Branched-chain amino acid)인 Leucine, Isoleucine, Valine은 다른 아미노산이 간에서 산화되는 것과는 달리 골격근에서 직접 산화되어 에너지원으로 사용된다.

인체가 운동을 할 때 소비되는 열량의 주된 에너지원은 탄수화물의 글리코겐, 지방, 단백질 순으로 사용되는데 강도 높은 운동이나 장시간 지속되는 운동 시 단백질이 주된 에너지원이 되고 이 중 BCAA는 특히 좋은 에너지원으로 사용되는 것으로 알려져 있어 필수 아미노산 중에서도 매우 중요하다고 할 수 있다.²⁵⁾

식용곤충 4종의 경우에도 BCAA를 다량 함유하고 있었는데 갈색거저리유충과 쌍별귀뚜라미에 보다 많이 함유하고 있었다.

Kim¹⁶⁾의 연구에서 4종의 식용곤충 중 Leucine

은 쌍별귀뚜라미가 Valine은 갈색거저리유충에서 함량이 가장 높았다는 결과는 본 연구와 같은 결과로 나타났다.

홍선 성장 촉진과 면역에 관여하는 Threonine, 뇌하수체의 정상 호르몬 분비 촉진에 관여하는 Arginine, Tyrosine의 전구체로 항우울 작용을 하는 Phenylalanine 외에 Histidine, Methionone, Lysine 등 필수 아미노산을 골고루 함유하고 있었다.

비필수 아미노산 중 Asparagine, Glycine은 누에가, Glutamine과 Tryptophan은 흰점박이 꽃무지유충이, Serine과 Alanine은 쌍별귀뚜라미가 가장 많은 양을 나타내었다.

4종 식용곤충 모두 필수 아미노산과 비필수 아미노산 모두 골고루 가지고 있는 것으로 나타나 고단백질의 양질의 아미노산 급원이라 할 수 있었다.

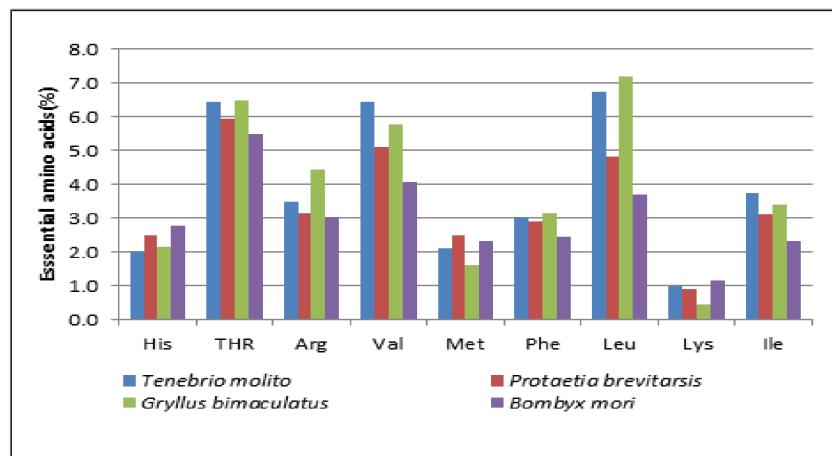


Fig3. Essential amino acid contents of edible insect

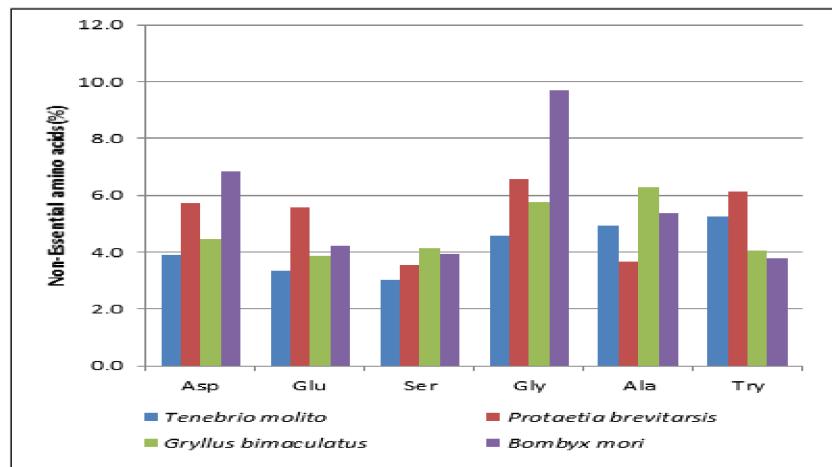


Fig4. Non-Essential amino acid contents of edible insect

3.5. DPPH radical 소거 활성

항산화 물질이 전자를 공여할 수 있는 능력을 측정하는 것으로 DPPH radical 소거능은 DPPH의 보라색이 항산화 물질에 의해 환원되면서 옅은 노란색으로 변하게 된다. 이를 이용하여 4종의 식용곤충의 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과 쌍별귀뚜라미 성충, 누에, 갈색거저리유충, 흰점박이꽃무지유충 순으로 71.7%, 63.1%, 47.6%, 46.1%로 나타났다. (Fig.5)

식용곤충의 단백가수분해물 중 항산화활성을 비교한 Jang²⁶⁾의 연구에서도 쌍별귀뚜라미의 DPPH radical 소거능이 가장 우수하다고 하였고 흰점박이꽃무지유충, 갈색거저리유충, 장수 풍뎅이유충에 비해 활성이 매우 뛰어나다고 하였다.

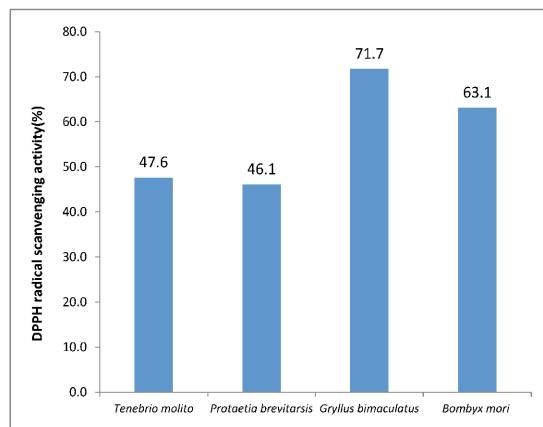


Fig 5. DPPH radical scanvenging activity of edible insects

3.6. 총 폴리페놀

총 폴리페놀 함량은 누에, 흰점박이꽃무지유충, 갈색거저리유충, 쌍별귀뚜라미 순으로 각각 4.3, 3.8, 2.9, 2.8 mg/g GAE 나타났다(Fig.6). Kim¹⁶⁾의 연구에서 누에의 총 폴리페놀이 1.10 mg/g GAE로 함량이 가장 낮게

I . 연구사업

측정되었다고 하는 점은 달랐으나, 다른 3종의 곤충은 3.10 ~ 3.14 mg/g GAE 분포를 나타낸 것과는 비슷한 분포를 보였다. 이러한 차이는 구입한 누에의 먹이와 건조방법 등에 따른 차이에 기인한다고 생각된다.

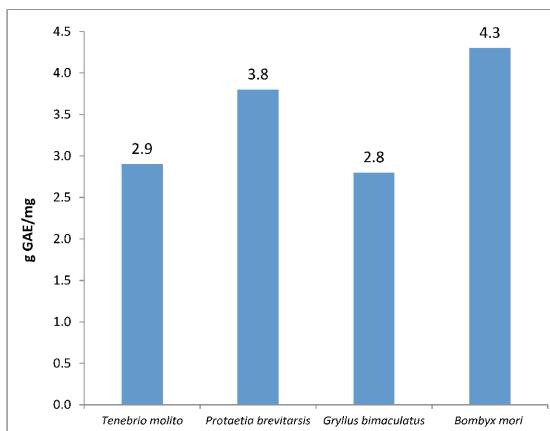


Fig6. Total Polyphenol content of edible insects

3.7. 총 플라보노이드

총 플라보노이드 함량은 누에, 흰점박이꽃무지유충, 쌍별귀뚜라미, 갈색거저리유충 순으로 각각 10.7, 2.5, 1.0, 1.0 mg/g QE로 나타났다 (Fig.7). 플라보노이드는 γ -pyrone기를 지니고 있는 폴리페놀화합물의 일종으로서 식물의 액포에 주로 배당체로 존재하는 식물성색소 화합물로 C6-C3-C6구조를 가지고 있다. 이 기본골격은 식물만이 합성할 수 있기 때문에 이제 까지 알려져 있는 플라보노이드의 대부분은 식물에서 유래된 것이다. 동물에서 유래된 플라보노이드는 극히 드물다.

누에의 먹이가 되는 뽕잎에는 rutin, iso-quercetin, kaempferol 3-O-rutinoside 등

플라보노이드가 풍부하다고 알려져 있고²⁷⁾ 누에의 소화관에서 여러 반응을 거쳐 생체이용률이 현저하게 상승하여 플라보노이드 함량이 높게 나타나는 것으로 생각된다.

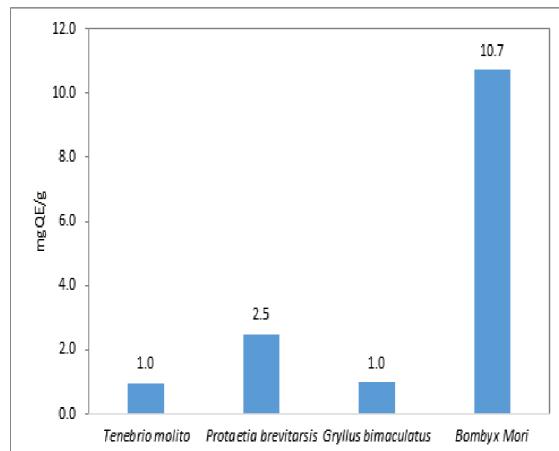


Fig7. Total Flavonoid content of edible insects

4. 결론

경북도내에서 사육하여 판매되고 있는 갈색거저리유충, 흰점박이꽃무지유충, 쌍별귀뚜라미, 누에를 구입하여 영양성분과 생리활성을 측정하였다.

일반성분으로 수분, 회분, 단백질, 지방을 측정하였는데 수분은 2.51 ~ 5.62%, 회분은 3.51 ~ 7.60%로 나타났다. 단백질함량은 누에, 쌍별귀뚜라미, 흰점박이꽃무지유충, 갈색거저리유충 순으로 높았으며 49.51 ~ 65.07%를 나타내어, 난류, 어류, 육류와 비교하였을 때 매우 우수한 단백질 급원이라고 할 수 있었다. 지방은 12.60 ~ 32.61%로 갈색거저리유충, 쌍별귀뚜라미, 흰점박이꽃무지유충, 누에 순으로 높게 나타났다.

영양성분으로 무기질, 지방산, 아미노산을 분석하였다. 무기질은 K, P, Ca, Mg, Na의 5가지가 전체 무기질 중 97.4 ~ 99.1%를 차지하고 있고 그 중 K, P가 67.2 ~ 75.1%로 무기질 대부분을 차지하고 있었다. 이외에 Fe, Zn, Cu, Mn이 미량으로 포함되어 있었다. 지방산의 경우 4종 모두 불포화지방산이 68.6 ~ 79.0%로 포화지방산 21.0 ~ 31.4% 보다 높은 분포를 나타냈다. 주요 구성 지방산은 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid, stearic acid, linolenic acid로 나타났다. 누에를 제외하고 3종의 식용곤충의 지방산 중 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid는 전체의 84.5~87.9%를 차지하여 전체 지방산의 대부분을 차지하였고, 누에의 경우 특별히 linolenic acid가 26.3%로 함량이 높았다.

생리활성으로는 DPPH radical 소거능 활성, 총폴리페놀, 총플라보노이드를 측정하였다. 4종의 식용곤충의 70%에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능 활성을 측정한 결과 쌍별귀뚜라미, 누에, 갈색거저리유충, 흰점박이꽃무지유충 순으로 71.7%, 63.1%, 47.6%, 46.1%로 나타나 항산화활성이 우수한 것으로 나타났다. 총폴리페놀과 총플라보노이드는 누에, 흰점박이꽃무지유충, 갈색거저리유충, 쌍별귀뚜라미 순으로 같았으나 농도 함량의 정도는 차이가 있었다. DPPH radical 소거능, 총폴리페놀, 총플라보노이드 함량의 결과를 볼 때 식용곤충 4종의 항산화 활성은 매우 우수하다고 볼 수 있다.

경북 도내 사육 식용곤충 4종의 분석결과 일반적으로 알려진 것처럼 단백질 함량이 매우 높고 양질의 불포화 지방산이 포함되어 있었다.

또한 K, P를 포함한 다양한 무기질과 BCAA를 포함한 필수아미노산과 비필수아미노산이 골고루 포함되어 있어 영양적으로 우수하였을 뿐만 아니라 생리활성도 매우 뛰어난 것으로 나타났다.

식용곤충은 먹이가 단순하여 서식환경과 먹이에 따라 영양성분과 생리활성이 매우 다양할 것으로 예상되는데 향후에는 먹이원에 따른 개별 식용곤충의 영양성분과 생리활성 등의 차이, 기능성 변화 등에 대한 연구가 추가된다면 더욱 의미있는 결과가 나올 수 있으리라 기대한다.

참 고 문 헌

1. 농림축산식품부, “식용 곤충을 이용한 고부가 가치 기능성 식품 소재 발굴 및 산업화 기술 개발 최종보고서”(2018)
2. Yun, EY and Hwang, JS, “Status and prospect for development of insect foods”, Korean J Food Sci Tec hnol 49 : 31-39 (2016)
3. Chung MY, Kwon EY, Hwang JS, Goo TW, Yun EY. Pretreatment conditions on the powder of *Tenebrio molitor* for using as a novel food ingredient“, Journal of Sericulture Entomological Science, 51: 9-14(2013).
4. Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. 2010. The green, blueand grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCOIHE, Delft, the Netherlands.
5. Nakagaki, B. J. and Defoliart, G. R. 1991. Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orth

I . 연구사업

- optera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *J. Econ. Entomol.* 84, 891-896.
6. MFDS(Ministry of Food and Drug Safety) : https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=44402
7. 농림축산식품부 : <https://www.mafra.go.kr/sn3hcv/skin/doc.html?fn=B30CECD3-4F46-2684-B144-48376D9D12A2.hwp&rs=/sn3hcv/atchmnfl/bbs/202102/>
8. Yoo J, Hwang JS, Goo TW, Yun EY , “Comparative analysis of nutritional and harmful components in Korean and Chinese mealworms (*Tenebrio molitor*)”. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 249-254 (2013)
9. MFDS(Ministry of Food and Drug Safety) : http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp
10. Analysis of amino acids in Golden mushroom:"Gumboit" (*Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus*) and Pink mushroom:"Noeul"(*Pleurotus salmoneostramineus*), *Kor. J. The korean Society of Mushroom Science*, 6(3), 111-114.
11. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28, 25-30.
12. Kim, JH, Kim, JK, Woo-Won Kang, Ha, YS, Choi, SW, Moon, KD, “Chemical Compositions and DPPH Radical Scavenger Activity in Different Sections of Safflower”, *J. Korean. Soc. Food. Sci. Nutr.*, 32(5), 733~738(2003).
13. Lee JH, Lee SR. “Anaylsis of phenolic substances content in Korean plant foods. *Korean J. Food Sci Technol.* 26: 310-316.(1994).
14. Nowak K, Kujawa R, Zadernowski R., “Antioxidative and antibacterial properties of phenolic compounds in rapeseed”, *Fat Sci Technol* 94: 149-152(1992)
15. Lister CE, Lancaster JE, Stutton KH. “Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar”, *J Sci Food Agric* 64: 155-161 (1994).
16. Kim, SM, An, CW, Han, JA, “Characterization and application of the proteins isolated from edible insects”, *KOREAN J.Food SCI.Technol.* 51,,537~542(2019)
17. Chung,MY, Gwon, EY,Hwang, JS,Goo, TW,Yun, EY, “Analysis of general composition and harmful material of protaetia brevitarsis”, *Journal of Life Science* 23(5):664~668(2013)
18. Kim,SH, Kim,YK, Han, JS, “Antioxidant Activities and Nutritional Components of Cricket(*Gryllus bimaculatus*) Powder and Protein Extract”, *Asian J Beauty Cosmetol* 18(2) : 163~172(2020)
19. Lee, JH, Lee, JY, Whang, JB, Nam, JS, Han, HK, Kim, SM, Im, JY, Choi, YM, Kim, HR, Kim, SN, “Changes in Food Composition of *Tenebrio molotor* by Life Stage”, *Korean J Food Cook Sci.*, 32(5), 656-663(2016)
20. Kweon, HY, Jo,YY, Kim, HB, Ju, WT, Lee, JH, “Proximate and nutritional compositions of freezw-dried silkworm powder as edible insect resources”, *J. Seric Etomoi Sci.*, 55(2), 33~39(2019).

21. Larry E. Johnson, <https://www.msdmanuals.com/ko-kr/>
22. 김미애, 황재삼, 이희삼, 백민희, 박인균, 윤형주,
김원태, 최지영, 윤은영, 김형미, 김성현, 손진영,
김정남, 김진수, 이정민, 정미영. 고소애로 만든
환자식 메뉴. 농촌진흥청 국립농업과학원. pp. 10-
13 (2016)
23. Heo,W, Lee, SY, Lim,SY, Pan,JH, Kim,HN and K
im, YJ, “The Functionalities and Active Constituent
s of Olive Oil”, KOREAN J. Food. SCI. Technol.
44(5), 526~531 (2012)
24. https://ko.wikipedia.org/wiki/Linoleic_acid
25. David JM., “Carbohydrates, Branched chain amino
acids and endurance.Int.”, Sport Nutr. 5 : 29-39
(1995)
26. Jang, HY, Park, CH, Lee, SO, “Composition of antiox
ident capacity of protein hydrolysates from 4 differ
ent edible insects”, KOREAN J.Food SCI.Technol.
51(5),480~485(2019)
27. Chae, JY, Lee, JY, Hoang, IS, Whangbo, D, Choi,
PW Lee, WC , Kim, JW. Kim, SY, Choi, SW Rhee,
SJ, “Analysis of Functional Components of Leaves
of Different Mulberry Cultivars”, The korean
Society of Food Science and Nutrition, 32(1),
2003.1, 15-21(7)

