

국산 및 중국산 갈색거저리(*Tenebrio molitor*)의 영양성분 및 유해물질 비교분석

유정미 · 황재삼 · 구태원 · 윤은영[†]

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부

Comparative Analysis of Nutritional and Harmful Components in Korean and Chinese Mealworms (*Tenebrio molitor*)

Jeongmi Yoo, Jae-Sam Hwang, Tae-Won Goo, and Eun-Young Yun[†]

Dept. of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science,
Rural Development Administration, Gyeonggi 441-100, Korea

Abstract

As part of a study on insects as food, the nutritional and harmful components in the mealworm (*Tenebrio molitor*) were analyzed. In addition, due to a recent introduction of live Chinese mealworms in the Korean market, components between Korean and Chinese mealworms were compared. Analysis of general composition (moisture, crude protein, crude fat, crude ash, crude fiber, and carbohydrates) showed that crude protein (50.32~52.79%) was abundant in both Korean and Chinese mealworm powders, with the protein content in the Chinese mealworm powder higher than that in the Korean mealworm powder by 2.67%. The amino acid compositions were similar, but the fatty acid compositions differed in the Korean and Chinese mealworm powders. The unsaturated fatty acid contents were 76.80~80.55% of the total fatty acid content in the mealworms. The linoleic acid contents in the Korean and Chinese mealworms were $20.8 \pm 1.1\%$ and $34.69 \pm 1.9\%$; the linolenic acid contents were 0.47% and 1.31%; and the oleic acid contents were $51.40 \pm 0.9\%$ and $40.20 \pm 1.5\%$, respectively. With respect to harmful components, such as heavy metals and bacteria that cause food poisoning, bacteria such as *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. were not detected in both Korean and Chinese mealworms, and the mercury content was below the standard values for common foods (Korea, 0.03 mg/kg; China, 0.08 mg/kg).

Key words: mealworm (*Tenebrio molitor*), amino acid, fatty acid, harmful components

서 론

식용곤충(edible insect)이란 식용을 목적으로 하는 곤충을 통칭하며 현재 아프리카, 아시아, 남아메리카 및 호주 등의 많은 지역에서 동물성 단백질, 필수아미노산 및 미량영양소 섭취를 위해 메뚜기, 흰개미, 딱정벌레 등의 다양한 곤충을 식용으로 이용하고 있다(1). 식용으로 이용되는 곤충으로는 나비목(Lepidoptera), 딱정벌레목(Coleoptera), 메뚜기목(Orthoptera), 흰개미목(Isoptera)과 벌목(Hymenoptera) 등이 있다. 나비목 곤충은 앙골라, 나이지리아, 남아프리카의 Pedi, 호주 중북부, 수단, 파푸아뉴기니, 에콰도르, 멕시코, 태국 및 중국 등에서, 딱정벌레목 곤충은 앙골라, 콩고, 파푸아뉴기니, 가나, 필리핀, 태국, 콜롬비아, 멕시코 및 에콰도르 등에서, 메뚜기목 곤충은 말라위, 수단, 태국, 짐바브웨, 필리핀, 파푸아뉴기니, 에콰도르 및 멕시코 등에서, 흰개미목에 속하는 곤충은 앙골라, 카메룬, 케냐, 나이지리아, 잠바브웨, 필리핀 및 콜롬비아에서, 벌목에 속하는 곤충은 필리핀, 중국, 태국, 파푸아뉴기니, 에콰도르 및 멕시코 등에서 식용으

로 이용되고 있다(1). 이러한 식용곤충은 일반적으로 조단백질 함량이 50~60% 정도로 매우 높게 함유되어 있는 고급 단백질 공급원으로서의 중요성이 보고된 바 있고, 조지방 함량은 8.1~59%, 섬유소 함량은 4.9~12.1%, 그 밖의 풍부한 무기물(Fe)과 비타민 B 등을 함유하고 있으며 식용곤충의 종(species)과 서식지에 따라 영양성분의 함량 차이가 있을 수 있다(1,2).

갈색거저리(*Tenebrio molitor*, mealworm)는 딱정벌레목 거저리과로서 전 세계에 널리 분포하고 있고 주로 곡류에서 서식하는 야행성 곤충으로 알려져 있으며 대량으로 사육하고 공급할 수 있는 시스템이 체계적으로 구축되어 있어서 산업화에 용이할 뿐만 아니라 중국, 네덜란드 등 국외에서 식용으로 이용되고 있는 곤충이므로 식용으로서의 가치가 높을 것으로 판단되나(3), 현재까지 갈색거저리에 대한 연구는 형태적 특성 및 항진균 물질에 관련된 연구만이 보고되어 있을 뿐 식용 소재로 이용하기 위한 성분 분석 및 안전성에 대한 연구는 전무한 실정이다(4,5). 또한 갈색거저리는 2011년부터 건조물뿐만 아니라 생체도 수입이 허가되어 다량의

[†]Corresponding author. E-mail: yuney@korea.kr
Phone: 82-31-290-8576, Fax: 82-31-290-8543

갈색거저리가 중국으로부터 수입되고 있으므로 원산지 구분 및 안전성을 확인하기 위한 기초자료 확보가 시급한 실정이다.

현재 국내에서 식품의약품안전청(Korea Food & Drug Administration, KFDA)의 식품공전에 등록되어 식용으로 유통 및 판매가 가능한 곤충은 누에(*Bombyx mori*)와 비메뚜기(*Oxya chinensis sinuosa*) 외에는 전무한 실정이다(6-11). 누에와 비메뚜기를 제외한 나머지 곤충을 식용으로 사용하기 위해서는 2010년 9월부터 식약청에서 시행하고 있는 새로운 식품원료의 안전성평가 가이드라인에 부합되는 연구결과 및 자료를 확보한 후 식약청으로부터 한시적 인정 허가를 받아야 해당 곤충이 식품으로 사용 가능하다. 한시적 인정 허가를 받기 위한 필수자료로는 기원 및 개발경위, 국내·외 인정 및 사용현황, 원료의 특성에 관한 자료(성상 및 물성, 섭취방법 및 용도, 주요성분, 유해물질 등) 및 우수실험실운영규정(Good Laboratory Practice, GLP)에 따라 운영된 기관에서 실시하고 경제협력개발기구에서 정한 독성시험법(OECD Test Guideline)에 따른 독성시험을 통한 원재료의 안전성에 관한 자료가 필수적이다(12).

따라서 본 연구에서는 갈색거저리의 식품화 연구의 일환으로 국산 및 중국산 갈색거저리의 주요 영양성분 및 유해물질을 비교 분석하여 그 차이점을 확인하였고, 본 연구결과는 식약청에 갈색거저리의 새로운 식품원료로 한시적 인정 요청 시 필수자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

실험곤충

본 실험에 사용된 곤충은 중국에서 수입한 건조 갈색거저리 유충과 국내산 갈색거저리 유충을 에스웜(Swarm, Gyeonggi, Korea)으로부터 구입하여 사용하였다. 국내산 갈색거저리 유충은 동결건조 하였고 건조 국산 및 중국산 갈색거저리 유충을 가정용 분쇄기로 분쇄한 후 -70°C 초저온냉동고에 보관하며 분석 시료로 사용하였다.

일반성분 분석

갈색거저리의 일반성분(수분, 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분) 분석은 공인분석화학자협회(Association of Official Analytical Chemists, AOAC)의 공정분석방법(13)에 준하여 분석하였다. 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질 함량은 Kjeldahl 질소정량법, 조지방 함량은 ether 추출법, 조회분 함량은 직접회화법에 따라 각각의 성분을 측정하였다.

아미노산 분석

아미노산 분석을 위하여 갈색거저리 유충 분말 5 g과 6 N HCl 40 mL를 둥근 플라스크에 넣고 혼합한 다음 110°C 에서 24시간 동안 질소가스를 주입하여 가수분해하였다. 염산을 50°C 에서 감압 농축시킨 다음 농축시료는 0.2 N sodium

citrate buffer(pH 2.2) 50 mL를 넣어 희석시키고 여과지($0.45\ \mu\text{m}$)로 여과하였다. 여과한 시료($30\ \mu\text{L}$)는 아미노산 분석기(Model L-8900, Hitachi, Naka, Japan)를 이용하여 분석하였다.

지방산 분석

동결건조된 갈색거저리 유충 분말의 지방산 분석을 위해 Folch 등(14)의 방법으로 chloroform : methanol=2:1(v/v)로 지방을 추출하였으며, 가수분해는 Morrison과 Smith(15)의 방법으로 분석하였다. 지방산 조성은 gas chromatography (US/HP 6890, Aglient Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 분석하였으며, gas chromatography(GC) 조건은 silica capillary column(Omegawax 205, $0.25\ \mu\text{m}$ film thickness, Sigma-Aldrich Co., Bellefonte, PA, USA)을 이용하였고 injection port 온도는 250°C 이었으며 검출기 온도는 260°C 로 유지하였다.

유해물질 분석

국산 및 중국산 갈색거저리의 안전성 확인을 위하여 식품공전의 규정에 따라 식중독균(*Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp.)의 존재 유무와 증균속 검사를 실시하였다. 대장균 O157:H7(*E. coli* O157:H7)의 검사를 위해서 시료 25 g을 mEC 배지(EC broth, Novobiocin Supplement, Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK) 225 mL에 넣어 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$, 24시간 동안 증균 배양 후, 배양액을 cefixime과 potassium tellurite를 첨가한 MacConkey sorbitol 한천배지(Sorbitol MacConkey Agar, Thermo Fisher Scientific)에 접종하였다. 무색 집락으로 확인된 집락을 EMB 한천배지에 접종 후 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$, 24시간 동안 배양하였다. 대장균으로 추정되는 보라색 집락을 보통한천배지에 접종하여 순수 배양하여 그람염색법과 O/H 혈청형 시험법을 이용하여 분석하였다. 살모넬라균(*Salmonella* spp.)은 시료 25 g을 peptone water 225 mL에 넣어 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$, 24시간 동안 배양한 후, 배양액 0.1 mL를 Rappaport-Vassiliadis 배지 10 mL에 접종하고 $42\pm 1^{\circ}\text{C}$, 24시간 동안 배양하였다. XLD 한천배지에 접종 후 집락의 중앙 부분이 검거나 붉으면 보통한천배지에 접종하여 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$, 24시간 동안 배양하고 TSI 한천배지(Triple Sugar Iron Agar, Thermo Fisher Scientific)에 접종 후 살모넬라로 의심되는 성상 여부를 관찰하였다. 살모넬라로 의심될 경우 그람염색법과 *Salmonella* O/H 혈청 응집 시험법을 이용하여 분석하였다.

국산과 중국산 갈색거저리의 증균속 검사를 위해 동결건조 유충의 분말 5 g을 도가니에 취하고 600°C 의 전기 회화로에서 2시간 이상 회화시킨 뒤 방냉시키고 염산용액(HCl : H_2O =1:1) 10 mL를 가하여 하룻밤 방치하여 용해시킨 다음 Whatman NO. 6 filter paper(Whatman International Co., Maidstone, England)를 이용해 여과하여 분석시료를 준비하였다. 분석시료는 Inductively Coupled Plasma Optical

Emission Spectrometer(ICP-OES, Horiba, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였고, 원소별 측정 파장은 납(Pb) 220.353 nm, 수은(Hg) 194.227 nm, 비소(As) 193.696 nm, 카드뮴(Cd) 228.802 nm로 측정하였다.

통계분석

일반성분 분석과 아미노산 및 지방산 분석결과는 2회 반복 실험을 진행한 후 Microsoft Office Excel 2007 program (Microsoft, Seattle, WA, USA)을 사용하여 평균과 표준편차(standard deviation, SD)를 구하였고, 각 그룹간의 유의성을 검증하기 위하여 Student's t-test(p<0.05)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분의 함량

동결건조 갈색거저리 분말의 일반성분 분석 결과, 국산과 중국산의 수분 함량은 각각 2.90±0.04%와 3.72±0.04%로 중국산이 국산보다 유의적(p<0.05)으로 높았고, 조단백질 함량은 각각 50.32±0.21%와 52.99±0.36%로 중국산 갈색거저리의 조단백질 함량이 국산에 비해 유의적(p<0.05)으로 높았다. 주요 식품의 단백질 함량은 난류 8.5~14.4%, 육류 15.2~34.7%, 어류 10.4~47.7%(16)이며 이와 같은 식품과 비교하였을 때 갈색거저리의 단백질 함량은 매우 높았고, 기존의 식용곤충인 누에와 메뚜기의 경우에도 단백질 함량은 각각 55~76%와 68~78%로 단백질 함량이 높으므로(6-11), 본 연구에서 분석한 갈색거저리를 포함한 식용곤충은 앞선 보고(1)에서처럼 고단백질 식품소재로 이용 가능할 것으로 판단되었다.

갈색거저리의 조지방 함량은 국산 및 중국산 각각 33.70±0.13%와 27.25±0.15%, 조회분 함량은 각각 3.73±0.03%와 4.28±0.17%, 탄수화물 함량은 각각 9.32±0.14%와 11.77±0.34% 정도였다(Table 1). 조지방의 경우 국산 갈색거저리가 6.45%로 다소 높았고, 조회분 및 탄수화물의 함량은 서로 비슷한 수준으로 확인되었으므로 조지방의 함량은 원산지에 따라 다소 차이가 있을 것으로 판단된다.

Table 1. The contents of general components of Korean and Chinese mealworm

Common ingredient (%, w/w)	Korea	China
Moisture	2.90±0.04 ^{*)2)}	3.72±0.04
Crude protein	50.32±0.21 [*]	52.99±0.36
Crude fat	33.70±0.13 [*]	27.25±0.15
Crude ash	3.73±0.03	4.28±0.17
Crude fiber	4.81±0.12	4.70±0.26
Carbohydrate ¹⁾	9.32±0.14	11.77±0.34

¹⁾Crude carbohydrate=100-(moisture+crude protein+crude fat+crude ash).

²⁾Values are mean±SD (n=2).

^{*}Significantly different at p<0.05.

아미노산의 함량

동결 건조 국산과 중국산 갈색거저리를 대상으로 구성아미노산의 함량을 분석한 결과, 필수아미노산 methionine, threonine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine 및 lysine 중에서 threonine, valine, leucine 및 lysine이 2.14~3.70%로 약간 높게 함유되어 있었지만 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. 그 밖의 histidine, isoleucine, methionine, phenylalanine, tryptophan 및 valine은 약 0.57~2.06%로 다소 낮게 함유되어 있음을 확인하였으며 국산과 중국산 갈색거저리의 필수아미노산의 함량은 서로 비슷한 수준으로 확인되었다. 비필수아미노산인 cysteine, glycine, alanine, tyrosine, arginine, aspartic acid, serine, glutamic acid 및 proline 중에서는 glutamic acid가 국산 및 중국산이 각각 6.59±0.1%와 6.61%로 함유되어 비필수아미노산 중 가장 많았고, aspartic acid는 각각 4.15±0.1%와 4.31%, proline은 각각 3.15±0.4%와 3.66±0.7%, tyrosine은 각각 4.08%와 3.73%, alanine은 각각 3.67%와 3.61%, arginine은 각각 2.69%와 2.74%로 함유되어 있었다. 필수 및 비필수아미노산을 포함하는 총 17종의 구성아미노산 함량은 원산지에 따른 영향을 받지 않고 국산과 중국산이 유의적인 차이 없이 비슷한 수준이었으며, 공통적으로 glutamic acid의 함량이 가장 높았다(Fig. 1). 누에의 경우, 구성아미노산 중에서 glycine이 4.81~4.85%로 가장 높았고, 누에의 glycine, alanine, arginine, serine, aspartic acid는 알코올성 간 독성 관련 연구에서 간 질환을 개선하는 효과가 있으며(17,18), 특히 arginine은 어린이들의 성장호르몬의 합성과 성인 체내에서 혈액순환 개선에도 관여하는 것으로 보고된 바 있다(19). 따라서 풍부한 아미노산이 함유된 갈색거저리도 누에와 같이 식품소재뿐만 아니라 건강기능식품 소재로서의 활용가치도 높을 것으로 사료된다.

지방산의 함량

국산과 중국산 갈색거저리의 총지방산을 분석한 결과, 국산 갈색거저리의 포화지방산(saturated fatty acids) 함량은 23.2±0.28%, 중국산은 19.46±0.35%로 국산이 3.74% 높았고, 불포화지방산(unsaturated fatty acids) 함량은 총지방산 중 각각 77%, 80.79%로 중국산이 3.75% 높은 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05)(Fig. 2A). 특히 불포화지방산을 구성하는 단가불포화지방산(monounsaturated fatty acids)의 함량은 국산 55.51±0.90%, 중국산 44.50±1.64%로 국산이 11.01% 차이로 높았으며, 다가불포화지방산(polyunsaturated fatty acids)의 함량은 국산 21.29±1.19%, 중국산 36.05±1.98%로 중국산이 14.76% 더 높았다(그림 생략). 더욱이 식품을 통한 필요 이상의 지방과 포화지방산의 섭취는 동맥경화, 심근경색, 뇌혈전, 암발생의 위험요인이 될 수 있으므로 단일식품의 포화지방산, 단가불포화지방산 및 다가불포화지방산(polyunsaturated fatty acids/monounsaturated fatty acids/saturated fatty acid, P/M/S)의 비율을 약 1/1/1

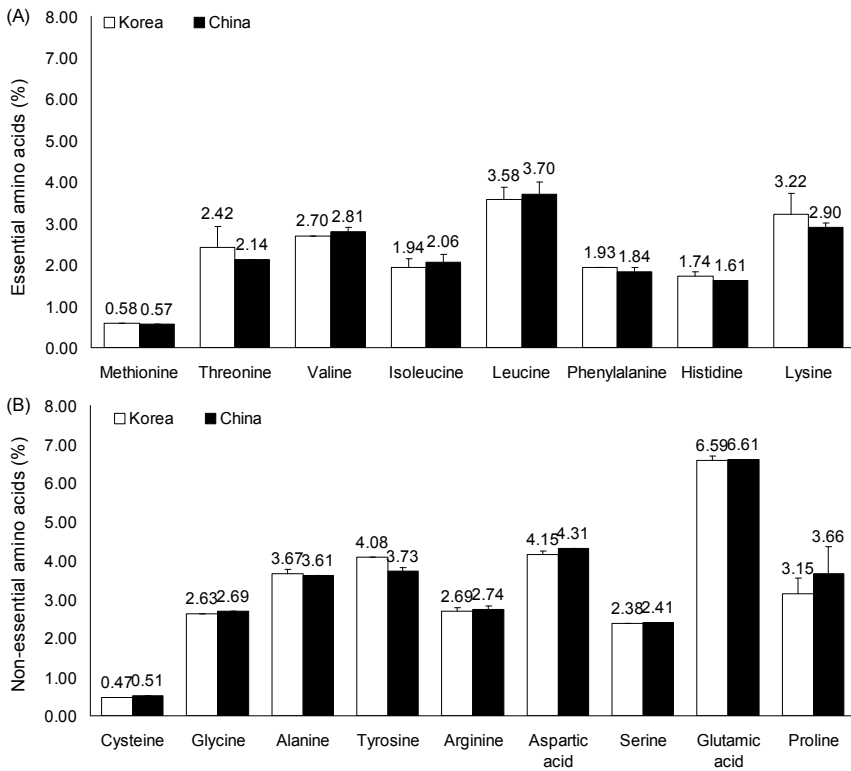


Fig. 1. Essential (A) and non-essential amino acid (B) contents of Korean and Chinese mealworm. The values showed as mean ± SD (n=2).

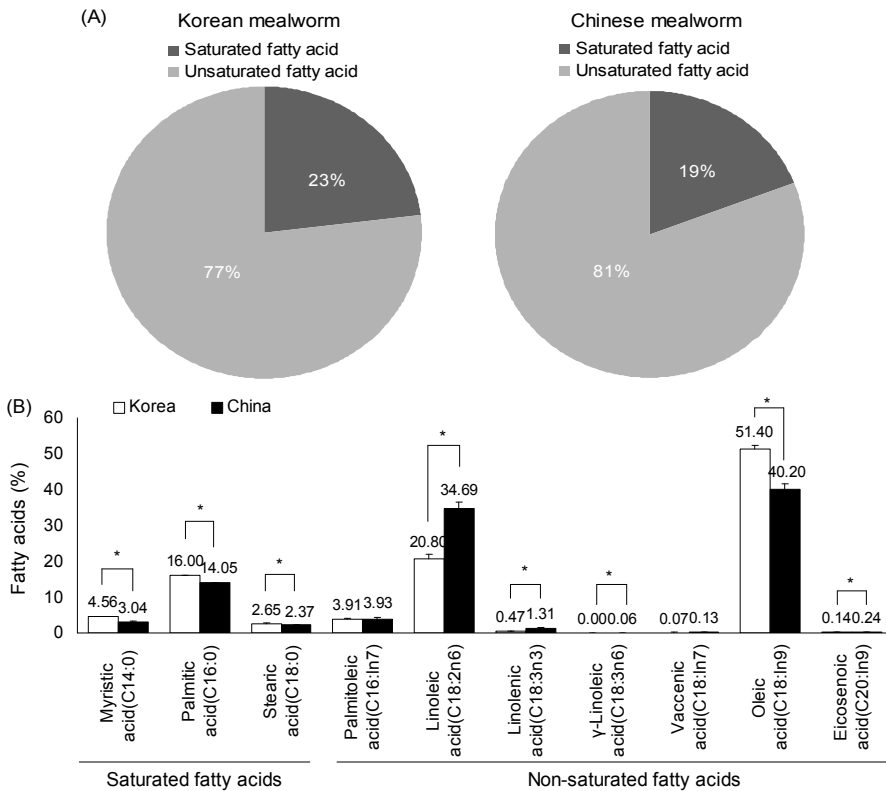


Fig. 2. Fatty acid composition of Korean and Chinese mealworm. The values showed as mean ± SD (n=2). *Significantly different at p < 0.05.

로 권장하고 있다(20,21). 본 연구에서 확보한 국산과 중국산 갈색거저리 지방산의 균형을 확인하기 위해 지방산의 P/M/S 비율을 확인한 결과, 국산 0.92/2.39/1, 중국산 1.85/2.29/1로 확인되었으며, 국산이 중국산보다 안정적인 비율을 유지

하는 것으로 판단되었다. 특히 다가불포화지방산은 혈중 저밀도지질단백질(low density lipoprotein, LDL)을 감소시킬 뿐만 아니라 저밀도지질단백질의 산화를 억제하는 효과가 있으므로 심혈관계 질환을 예방하는 효과가 있는 것으로 보

고된 바 있다(22).

갈색거저리의 불포화지방산을 구성하는 myristic acid(C14:0), palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0)을 분석한 결과, palmitic acid(C16:0), myristic acid(C14:0), stearic acid(C18:0)의 순서로 함유되어 있었고, 총지방산 중에서 가장 높은 palmitic acid는 국산과 중국산이 각각 $16.00 \pm 0.1\%$ 와 $14.05 \pm 0.1\%$ 로 국산이 1.5% 높았다(Fig. 2B). 불포화지방산을 구성하는 palmitoleic acid(C16:1n7), linoleic acid(C18:2n6), linolenic acid(C18:3n3), γ -linolenic acid(C18:3n6), vaccenic acid(C18:1n7), oleic acid(C18:1n9), arachidonic acid(C20:4n6), eicosenoic acid(EPA, C20:5n3), docosatetraenoic acid(C22:4n6), docosahexaenoic acid(DHA, C22:6n3)를 분석한 결과, 국산과 중국산이 동일하게 oleic acid(C18:1n9)가 가장 높고 다음으로 linoleic acid(C18:2n6), palmitoleic acid(C16:1n7), linolenic acid(C18:3n3, alpha-linolenic acid)의 순으로 높았으며, 이와 같은 불포화지방산은 주로 식물과 종자유에 다량으로 함유되어 있다(23)(Fig. 2B). 구체적으로 전체불포화지방산 중에서 oleic acid는 국산과 중국산이 각각 $51.40 \pm 0.9\%$ 와 $40.20 \pm 1.5\%$ 로 국산이 11.2%로 눈에 띄게 더 높았고, 이러한 oleic acid는 주로 식물성 유지인 올리브유(olive oil)에 61.1~77.9% 정도 함유되어 있으며, 혈중의 고밀도지질단백질(high density lipoprotein, HDL)의 함량을 높이고 저밀도지질단백질(LDL)의 함량을 낮춰주는 효과가 있다고 보고된 바 있다(24,25). 다음으로 높게 검출된 linoleic acid는 국산 21.6%, 중국산 36%로 중국산이 14.4% 정도 더 높았고, 특히 linoleic acid와 linolenic acid는 생체막의 구성성분 및 인체의 성장과 유지를 위한 필수지방산으로서 반드시 음식으로 섭취해야 한다(26). 그리고 최근 linoleic acid와 linolenic acid의 혼합액이 종양세포 증식을 억제시킴으로써 항암 기능을 수행하고 혈중 콜레스테롤 감소 및 체지방 감소 효과와 항산화 효과 등의 여러 생리활성 작용을 나타낸다고 보고된 바 있다(27-29). 본 연구 결과를 토대로 갈색거저리의 대표 지방산인 oleic acid와 linoleic acid의 함량을 비교 분석할 경우 명확하게 국산과 중국산 갈색거저리를 구분할 수 있을 것으로 판단된다.

유해물질 분석

갈색거저리의 원산지에 따른 안전성 확인을 위해서 미생물과 중금속 존재유무를 확인한 결과, 국산과 중국산 갈색거저리의 식중독균인 대장균(*E.coli* O157:H7)과 *Salmonella* spp.는 모두 검출되지 않았다. 중금속(납, 수은, 비소, 카드뮴) 함량 분석 결과, 국산 및 중국산 갈색거저리에서 납(Pb), 비소(As) 및 카드뮴(Cd)은 검출되지 않았고, 수은(Hg)의 경우 국산 0.03 mg/kg, 중국산 0.08 mg/kg의 미량의 수은이 검출되었으며 중국산이 국산에 비해 유의적($p < 0.05$)으로 높게 함유되어 있었다. 수은은 신장, 간장 및 신경계 등에 선택적으로 독성을 나타내며, 심할 경우에는 신경장애를 유발할

Table 2. Harmful component contents of Korean and Chinese mealworm

Hazardous substance	Components	Korea (mg/kg)	China (mg/kg)
Heavy metals	Lead (Pb)	ND ¹⁾	ND
	Mercury (Hg)	$0.03 \pm 0.004^{2)}$	0.08 ± 0.001
	Arsenic (As)	ND	ND
	Cadmium (Cd)	ND	ND
Food poisoning bacteria	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	ND	ND
	<i>Salmonella</i> spp.	ND	ND

¹⁾ND: Not detected.

²⁾Values are mean \pm SD (n=2).

*Significantly different at $p < 0.05$.

수 있다(30,31). 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission, CODEX)의 수은에 대한 일반식품의 기준치에 따르면 어패류는 0.5 mg/kg, 천일염 및 가공소금의 경우 0.1 mg/kg(30,31)이므로 국산 및 중국산 갈색거저리에서 검출된 수은의 양은 일반식품의 기준치 이하임이 확인되었다(Table 2).

본 연구 결과를 통해 갈색거저리는 다양한 영양성분이 함유되어 있고, 특히 고단백 및 다량의 불포화지방산을 함유하는 것을 특징으로 하는 영양적 가치가 높으므로 식용으로의 개발이 가능할 것으로 판단되며, 또한 식중독균 및 각종 중금속이 거의 존재하지 않는 안전한 식품소재가 될 것으로 기대된다.

요 약

국산 및 중국산 갈색거저리 유충의 일반성분의 함량 분석 결과, 갈색거저리의 동결건조 분말은 고함량의 단백질(50.32~52.99%)을 포함하고 있었고, 중국산 분말이 약 2.67% 정도 국산에 비해 높은 단백질을 함유하고 있었다. 갈색거저리의 필수 및 비필수아미노산을 포함하고 있었고, 분석된 아미노산의 함량은 국산과 중국산이 비슷한 수준을 나타내었으며, 비필수아미노산 중 glutamic acid의 함량이 다른 아미노산에 비해 가장 높게 존재하였다. 지방산의 분석 결과, 갈색거저리 분말은 총 지방산 중 76.80~80.55%의 많은 불포화지방산을 함유하고 있었다. 불포화지방산 중 linoleic acid는 국산 $20.80 \pm 1.1\%$, 중국산 $34.69 \pm 1.9\%$ 로 13.89% 차이, oleic acid는 국산 $51.40 \pm 0.47\%$, 중국산 $40.20 \pm 1.5\%$ 로 11.2%의 차이, linolenic acid는 국산 0.5%, 중국산 1.4%로 명확한 함량 차이와 유의성($p < 0.05$)이 인정되었다. 유해물질인 식중독균(*E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp.)은 국산과 중국산 분말 모두에서 검출되지 않았으며, 중금속 검사 결과에서 수은(Hg)이 국산과 중국산에서 각각 0.03 mg/kg, 0.08 mg/kg으로 검출되었으나 일반식품의 기준치 이하로 확인되었고 그 밖의 중금속은 존재하지 않았다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 지원하는 2011년도 생명 산업기술개발사업(311006-3)과 농촌진흥청에서 지원하는 어젠다 프로그램(#PJ008706)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

문헌

- Bukkens SGF. 1997. The nutritional value of edible insects. *Ecol Food Nutr* 36: 287-319.
- Pemberton RW. 1988. The use of the Thai giant waterbug, *Lethocerus indicus* (Hemiptera: Belostomatidae), as human food in California. *The Pan-Pacific Entomologist* 64: 81-82.
- Yoo SO, Choi YC, Song HS. 2011. *Breed and utilization of mealworm (Tenebrio molitor)*. National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea. p 14-168.
- Lee HW, Jeong MJ, Mun MJ. 1999. Morphological characteristics of superposition ommatidium in the mealworm beetle, *Tenebrio molitor*. *Korean J Entomol* 29: 85-93.
- Chung SJ, Lee YH, Chung JH, Lee BR, Han DM. 1995. Antifungal effect and activity spectrum of crude antifungal proteins from hemolymph of larvae of *Tenebrio molitor* in Korea. *Korean J Micology* 23: 232-237.
- Cho CH, Cha WS, Kim JS. 1989. Effect of temperature, time and pH on the extraction of protein in a chrysalis of silk worm. *Korean J Biotechnol Bioeng* 4: 65-68.
- Cha JY, Kim YS, Ahn HY, Eom KE, Park BK, Jun BS, Cho YS. 2009. Biological activity of fermented silkworm powder. *J Life Sci* 19: 1468-1477.
- Yu TJ, Lee KY, Lee SK. 1978. Studies on the development of cocoon pupas for food materials. *Korean J Nutr* 11: 39-43.
- Lee JH, Kim TS, Choi BD, Kim KY, Lee KH. 1987. Lipid oxidation and browning during storage of dried grasshopper. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 294-299.
- Kim TS, Lee JH, Choi BD, Ryu HS. 1987. Nutritional value of dried paddy grasshopper, *Oxya chinensis formosana*. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 98-104.
- Lee JH, Kim TS, Choi BD, Kim GE, Lee KH. 1987. Effects of containing pigments of dried grasshopper on the lipid deterioration. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 300-305.
- Shon MG, Kim MC, Goo WE, Shin HS, Kim HK, Kim JM, Oh JM, Lee SY, Ha JU, Park NK, Lee JK, Choi KH, Ahn JH. 2012. *Safety assessment guideline of new food base material*. KFDA, Osong, Korea. p 1-58.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 17, 37, 770.
- Folch J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
- Morrison WR, Smith LM. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J Liquid Research* 5: 600-608.
- Korea Food and Drug Administration (KFDA). 2011. *Food composition table*. 8th ed. KFDA, Osong, Korea. p 3-116.
- Lee JH, Kim NK, Lee DY, Lee CH. 1999. Protective effect of selected amino acids and food extracts on ethanol toxicity in rat liver. *Korean J Food Sci Technol* 31: 802-808.
- Yin M, Ikenima K, Arteel GE, Seabra V, Bradford BU, Kono H, Rusyn I, Thurman RG. 1998. Glycine accelerates recovery from alcohol-induced liver injury. *J Pharmacol Exp Ther* 286: 1014-1019.
- Cho S, Kang G, Seong P, Park B, Jung S, Kang S, Kim Y, Kim J, Kim D. 2011. Meat quality and nutritional properties of Hanwoo and imported New Zealand beef. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 935-943.
- Koo NS, Wang SG, Park JM. 2002. Change of fatty acid content in egg yolk oil of various chicken eggs during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 184-188.
- Wang SK, Koo NS. 2001. Comparison of composition and content of fatty acid in egg yolk oil among general and functional eggs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 14-19.
- Pérez-Jiménez F, López-Miranda J, Mata P. 2002. Protective effect of dietary monounsaturated fat on arteriosclerosis: beyond cholesterol. *Atherosclerosis* 163: 385-398.
- Yang LF, Siriamornpun S, Li D. 2006. Polyunsaturated fatty acid content of edible insects in Thailand. *J Food Lipids* 13: 277-285.
- Zamora R, Alba V, Hidalgo FJ. 2001. Use of high-resolution ¹³C nuclear magnetic resonance spectroscopy for the screening of virgin olive oils. *J Am Oli Chem Soc* 78: 89-94.
- Nam HY, Lee KT. 2007. Analysis of characterization in commercial extra virgin olive oils. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 866-873.
- Lee KS, Shin JA, Lee KT. 2011. Preparation of conjugated linolenic acid from urea fractionated perilla seed oil hydrolysate. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1734-1742.
- Lim SY, Rhee SH, Yi SY, Park KY. 1997. Growth inhibitory effect and changes in membrane phospholipid fatty acid composition of MG-63 and AZ-521 human cancer cells by linoleic acid. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 662-668.
- Siegel I, Liu TL, Yaghoobzadeh E, Keskey TS, Gleicher N. 1987. Cytotoxic effects of free fatty acids on ascites tumor cells. *J Natl Cancer Inst* 78: 271-277.
- Codex Alimentarius Commission. 2006. Report of the 38th session.
- Kim AK, Cho SJ, Kwak JE, Kum JY, Kim IY, Kim JH, Chae YZ. 2012. Heavy metal contents and safety evaluation of commercial salts in Seoul. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 129-135.
- Kim SD, Jung SO, Kim BS, Yun ES, Chang MS, Park YA, Lee YC, Chae YZ, Kim MY. 2010. The content of heavy metals in herbal pills used as general processed food and risk assessment of heavy metal intakes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1038-1048.

(2012년 8월 31일 접수; 2013년 1월 14일 채택)