

식용곤충인 갈색거저리, 장수풍뎅이 유충의 지방산 조성 및 함량 분석

이 경 행*

충청북도 증평군 대학로 61 한국교통대학교 보건생명대학 식품생명학부 식품영양학전공 27909

Fatty Acid Composition and Content Analysis of Edible Insects such as *Tenebrio molitor* and *Allomyrina dichotoma* Larvae

Kyung-Haeng Lee *

Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to identify nutritional functions as future food resources through fatty acid analysis of *Tenebrio molitor* and *Allomyrina dichotoma* larvae. Fatty acid analysis was conducted by the food process general ingredient test method fatty acid test method. As a result of analyzing fatty acid composition in *Tenebrio molitor* larvae, linoleic acid was the most abundant at 4,643.85 $\mu\text{g/mL}$, followed by oleic acid at 1,669.46 $\mu\text{g/mL}$. The ratio of saturated fatty acids to unsaturated fatty acids was about 1:8.5 or more and the content of unsaturated fatty acids was high. The ratio of monounsaturated fatty acids to polyunsaturated fatty acids was more than 2.5 times higher than that of polyunsaturated fatty acids. The results of analyzing the fatty acid composition of *Allomyrina dichotoma* larvae showed that oleic acid was the most abundant at 556.71 $\mu\text{g/mL}$, followed by palmitoleic acid at 286.77 $\mu\text{g/mL}$, and palmitic acid at 283.16 $\mu\text{g/mL}$. The ratio of saturated fatty acids to unsaturated fatty acids was about 1:2.9 or more and the content of unsaturated fatty acids was high. The ratio of monounsaturated fatty acids to polyunsaturated fatty acids is more than 12.6 times that of monounsaturated fatty acids.

Key words : edible insects, *Tenebrio molitor*, *Allomyrina dichotoma*, fatty acid content

1. 서 론

사람은 아주 오래전부터 곤충을 식용으로 이용해 왔는데, 식용곤충의 경우, 종(species)과 서식지에 따라 함유되어 있는 일반성분과 영양성분들의 함량에 차이가 있지만, 대개 50~60% 정도의 조단백질이 포함된 고단백질 원료이며, 8.1~59.0%의 조지방과 4.9~12.1%의 Fe와 비타민 B군 등을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(1, 2).

우리나라에서는 오래전부터 번데기와 메뚜기 식용으로 주로 이용되어 왔으며, 식품의약품안전처에서는 2014년에는 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충을 식품 원료로써 인정하게 되었으며(3). 장수풍뎅이 유충과 귀뚜라미도 한시적인 식품 원료로 인정되었다(4).

축산업으로 인한 온실가스의 배출이 지구 온난화 전체의 17%에 달한다는 점에 대비해 식용 곤충은 그 친환경적인

가치를 인정받고 있으며, 영양학적인 가치를 인정받아 미래의 식량 자원으로 떠오르고 있다.

국제연합식량농업기구(FAO)에 따르면, 곤충은 쇠고기에 비해 단백질뿐만 아니라, 미네랄, 비타민, 그리고 섬유질의 함량이 높다. 더불어 포화지방보다 불포화 지방산 함량이 높은 음식으로, 영양학적 가치가 매우 크다고 할 수 있다. 곤충은 냉온동물로 체온을 유지하는데 적은 에너지를 소모하므로 적은 양의 사료를 필요로 하며, 물발자국과 온실가스 발생량이 기존 가축보다 현저히 낮다. 식용 곤충은 전통적인 가축보다 기하급수적으로 빠른 성장과 번식주기를 보여주고, 필요한 토지공간이 적은 것도 장점이라 할 수 있다. 식용곤충이 미래식량으로 대중화되기 위해 안전성에 대한 연구가 진행되고 있다(5).

갈색거저리(*Tenebrio molitor*, mealworm)는 딱정벌레목 거저리과로 분류되며, 한국을 비롯한 전 세계에 분포되어 있다. 알, 유충, 번데기 및 성충의 시기를 거치는 완전변태를 거치는 곤충으로, 2016년 식품의약품안전처로부터 일반식

* leekh@ut.ac.kr

품 원료로 허용받았다. 갈색거저리 유충에 대한 연구는 아직은 초기 단계이나, 양질의 단백질과 필수지방산 급원 식품임이 밝혀져 있는 정도이다(6-10).

장수풍뎅이(*Allomyrina dichotoma*)는 한국, 일본, 중국, 인도에 분포하고 있으며, 상수리나무 또는 졸참나무와 같은 여러 종류의 나무에 서식하는 것으로 보고되었다. 최근까지 기능성 식품소재로서 장수풍뎅이 유충에 관한 연구로는 항산화 효능 또는 항비만, 항균효과, 치매예방효과 등 탁월한 기능이 보고되었다(10-13).

이들 식용곤충 내에는 단백질 함량이 높을 뿐만 아니라 지방함량도 매우 많은 편이나, 친환경 및 고영양식 먹거리로 사용하기 위하여 탈지 후 분말의 상태로 활용되고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 갈색거저리 유충과 장수풍뎅이 유충에 함유되어 있는 지방산 조성 분석을 통해 유충의 미래 식량 자원으로서 영양학적 기능을 규명하고, 탈지된 지방을 활용하기 위한 기초연구를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

갈색거저리 유충과 장수풍뎅이 유충은 시중에서 판매되고 있는 시료를 구입하여 동결건조기(Ilsin Biobase, Kyunggi-do, Korea)를 이용하여 동결건조시킨 후 시료로 사용하였다.

2. 지방산 조성 및 함량 측정

지방산 조성 및 함량을 측정하기 위하여 식품공전(2023)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 건조시킨 시료에 n-hexane을 첨가하여 지방을 추출하고 n-hexane은 제거시킨 뒤 메탄올성 수산화나트륨용액으로 처리하여 알칼리염을 만든 후 BF₃ methanol 용액을 가하고 가열하여 에스테르화한 후 Gas chromatograph로 측정하였다. GC 분석 조건은 Table 1과 같으며 이때 사용한 표준물질은 혼합 지방산 메틸 에스테르 (FAME mixture 37종)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 갈색거저리 유충의 지방산

갈색거저리 유충의 지방산 조성 및 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 총 19종의 지방산이 검출되었으며, 그 중 가장 많은 함량을 보이는 것은 linoleic acid가 4,643.85 µg/mL

Table 1. Operation condition of GC for the measurement of fatty acid in edible insects

Instrument	GC (TRACE_1300_1310, Thermo Scientific, USA)
Detector temp.	230°C
Column	TR-FAME (100 m × 0.25 mm × 0.2 µm)
Carrier gas and flow rate	N ₂ , 350 mL/min
Injector temp.	230°C
Oven condition	100°C(0.2 min), 2°C/min, 240°C
Injection volume	1.0 µL
Split ratio	10:1

로 가장 많았고 다음으로는 oleic acid가 1,669.46 µg/mL의 함량을 보였다.

포화지방산과 불포화 지방산의 비율은 약 1:8.5 이상의 비율로 불포화 지방산의 함량이 많았고, 불포화 지방산 중 단일불포화지방산과 다가 불포화지방산의 비율을 살펴보면 2.5배 이상으로 다가불포화지방산을 많이 함유하고 있었다.

필수지방산으로는 linoleic acid와 linolenic acid가 검출되었으며 주로 linoleic acid가 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다.

Kang 등(15)은 갈색거저리의 지방산 조성을 분석한 결과, 포화지방산(23.22%)과 불포화지방산(76.78%)의 구성비율로 되어 있다고 하여 본 결과와 거의 일치하는 결과를 보였고, 지방산의 함량을 분석하지는 않아 비교할 수는 없었다.

Ha 등(16)은 소고기의 전체 포화지방산(SFA: 42.78%)과 불포화지방산(USFA: 55.92%) 결과와 비교할 때 갈색거저리 유충의 불포화지방산 함량이 확연히 높음을 알 수 있었다 (15).

2. 장수풍뎅이 유충의 지방산

장수풍뎅이 유충의 지방산 조성 및 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총 19종의 지방산이 검출되었으며 그 중 가장 많은 함량을 보이는 것은 oleic acid가 556.71 µg/mL로 가장 많았고, 다음으로는 palmitoleic acid가 286.77 µg/mL, palmitic acid가 283.16 µg/mL의 함량을 보였다.

포화지방산과 불포화 지방산의 비율은 약 1:2.9 이상의 비율로 불포화 지방산의 함량이 많았고, 불포화 지방산 중 단일불포화지방산과 다가 불포화지방산의 비율을 살펴보면 12.6배 이상으로 단일불포화지방산을 많이 함유하고 있었다.

필수지방산으로는 linoleic acid와 linolenic acid가 검출되

Table 2. Fatty acid composition of *Tenebrio molitor* larva

Fatty acid composition	µg/mL	Area %
Methyl caproate (C6:0)	8.62	0.23
Methyl capylate (C8:0)	1.32	0.03
Methyl decanoate (C10:0)	1.12	0.02
Methyl dodecanoate (C12:0)	13.37	0.39
Methyl tridecanoate (C13:0)	4.91	0.07
Methyl myristate (C14:0)	171.3	4.90
Methyl pentadecanoate (C15:0)	7.88	0.11
Methyl palmitate (C16:0)	445.37	18.34
Methyl heptadecanoate (C17:0)	25.24	0.34
Methyl stearate (C18:0)	90.31	2.47
Methyl myristoleate (C14:1 [cis-9])	2.16	0.03
Methyl palmitoleate (C16:1 [cis-9])	194.86	2.73
Methyl oleate (C18:1 [cis-9])	1,669.49	46.29
Methyl linoleate (C18:2 [cis-9, 12])	4,643.85	23.05
Methyl linolenate (C18:3 [cis-6,9,12])	49.29	0.7
Methyl eicosaenoate (C20:1 [cis-11])	4.00	0.11
Methyl linolenate (C18:3 [cis-9, 12,15])	7.16	0.09
Methyl eicosadienoate (C20:2 [cis-11, 14])	2.73	0.03
Methyl eicosatrienoate (C20:3 [cis-11,14,17])	1.82	0.05
SFA ¹⁾	769.44	26.90
PUFA ²⁾	4,704.85	23.92
MUFA ³⁾	1,870.51	49.16
UFA ⁴⁾	6,575.36	73.08
EFA ⁵⁾	4,651.01	23.14

¹⁾SFA, saturated fatty acid.

²⁾PUFA, poly-unsaturated fatty acid.

³⁾MUFA, mono-unsaturated fatty acid.

⁴⁾UFA, unsaturated fatty acid.

⁵⁾EFA, essential fatty acid.

였으나 oleic acid와 비교하면 그 함량은 많지는 않았다.

Back 등(17)은 장수풍뎅이 유충의 지방산 조성을 분석한 결과, oleic acid와 palmitic acid가 차지하는 비율이 가장 높다고 하여 본 결과와 유사한 경향을 보였다.

이상의 결과를 요약해 보면 갈색거저리 유충의 지방산 조성은 linoleic acid가 가장 많았고, 장수풍뎅이 유충의 지방산 조성은 oleic acid가 가장 많은 함량을 보이고 있어 이들 지방산 조성이 각기 다르므로 식품에서의 활용도도 다를 것으

로 기대되어진다.

IV. 요약 및 결론

곤충은 미래 식량부족 문제의 대안으로서 부각되고 있으며, 전 세계적으로 식용곤충에 대한 관심이 증가하는 추세이다. 갈색거저리(*Tenebrio molitor*, mealworm)는 딱정벌레목 거저리과의 곤충으로 건물 100 g당 지방 33.7 g을 함유하

Table 3. Fatty acid composition of *Allomyrina dichotoma* larva

Fatty acid composition	µg/mL	Area %
Methyl dodecanoate (C12:0)	1.43	0.11
Methyl myristate (C14:0)	8.96	0.80
Methyl pentadecanoate (C15:0)	0.73	0.02
Methyl palmitate (C16:0)	283.16	31.73
Methyl heptadecanoate (C17:0)	1.51	0.05
Methyl stearate (C18:0)	13.81	1.20
Methyl arachidate (C20:0)	0.94	0.03
Methyl tricosanoate (C23:0)	1.38	0.05
Methyl myristoleate (C14:1 [cis-9])	1.02	0.03
Methyl palmitoleate (C16:1 [cis-9])	286.77	13.02
Methyl oleate (C18:1 [cis-9])	556.71	49.96
Methyl linoleate (C18:2 [cis-9,12])	49.91	2.25
Methyl linolenate (C18:3 [cis-6,9,12])	1.78	0.07
Methyl eicosaenoate (C20:1 [cis-11])	1.04	0.07
Methyl linolenate (C18:3 [cis-9,12,15])	9.75	0.42
Methyl eicosadienoate (C20:2 [cis-11,14])	0.58	0.01
Methyl eicosatrienoate (C20:3 [cis-8, 11,14])	3.01	0.13
Methyl eicosatrienoate (C20:3 [cis-11,14, 17])	na	0.02
Methyl arachidonate (C20:4 [cis-5,8,11,14])	0.74	0.02
SFA ¹⁾	311.92	33.99
PUFA ²⁾	66.81	2.97
MUFA ³⁾	845.54	63.08
UFA ⁴⁾	911.31	65.98
EFA ⁵⁾	51.69	2.32

¹⁾SFA, saturated fatty acid.

²⁾PUFA, poly-unsaturated fatty acid.

³⁾MUFA, mono-unsaturated fatty acid.

⁴⁾UFA, unsaturated fatty acid.

⁵⁾EPA, essential fatty acid.

고 있으며, 장수풍뎅이(*Allomyrina dichotoma*)는 딱정벌레목 장수풍뎅이과의 곤충으로 건물 100 g당 지방 25.2 g을 함유하고 있다. 본 연구에서는 갈색거저리 유충(mealworm)과 장수풍뎅이 유충의 지방산 분석을 통해 미래 식량자원으로서 영양학적 기능을 규명하기 위한 기초연구를 실시하였다. 지방산 분석은 식품공전 일반성분시험법 지방산 시험법으로 진행하였으며, 표준용액은 혼합지방산 메틸에스테르(FAME mixture 37종)를 사용하였다. 갈색거저리 유충에는 linoleic

acid가 4,643.85 µg/mL로 가장 많았고, 다음으로는 oleic acid가 1,669.46 µg/mL의 함량을 보였다. 포화지방산과 불포화 지방산의 비율은 약 1:8.5 이상의 비율로 불포화 지방산의 함량이 많았고, 불포화 지방산 중 단일불포화지방산과 다가불포화지방산의 비율을 살펴보면 2.5배 이상으로 다가불포화 지방산을 많이 함유하고 있었다. 장수풍뎅이 유충의 지방산 조성을 분석한 결과는 oleic acid가 556.71 µg/mL로 가장 많았고, 다음으로는 palmitoleic acid가 286.77 µg/mL,

palmitic acid가 283.16 µg/mL의 함량을 보였다. 포화지방산과 불포화 지방산의 비율은 약 1:2.9 이상의 비율로 불포화 지방산의 함량이 많았고, 불포화 지방산 중 단일불포화지방산과 다가 불포화지방산의 비율을 살펴보면 12.6배 이상으로 단일불포화 지방산을 많이 함유하고 있었다.

사 사

이 논문은 2023년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

참고문헌

- Bukens SG. (1996) The nutritonal value of edible insects. *Ecol Food Nutr.* 36, 87~319.
- Rumpold BA, Schluter OK. (2013) Nutritonal compositon and safety aspects of edible insects. *Mol Nutr Fod Res.* 57, 802~23.
- Lee DH. (2014) Effectiveness of improving liver function of edible insects mealworms and slugs. *Korea Agricultural Newspaper.*
- Kim JY. (2015) Crickets are recognized as food ingredients. *Medical newspaper.*
- https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%8B%9D%EC%9A%A9_%EA%B3%A4%EC%B6%A9 [cited 24 August 2023].
- Kim HS, Jung CE. (2013) Nutritional characteristics of edible insects as potential food materials. *Korean J Apic.* 28, 1~8.
- Simon E, Baranyai E, Braun M, Fabian I, Tothmeresz B. (2013) Elemental concentration in mealworm beetle (*Tenebrio molitor* L.) during metamorphosis. *Biol Trace Elem Res.* 154, 81~7.
- Yoo JM, Hwang JS, Goo TW, Yun EY. (2013) Comparative analysis of nutritional and harmful components in Korean and Chinese mealworms (*Tenebrio molitor*). *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 42, 249~54.
- Youn KJ, Yun EY, Lee JH, et al. (2014) Oleic acid and lioneic acid from *Tenebrio molitor* larva inhibit BACE1 activity *in vitro*. *Molecular docking studies. J Medicinal Food.* 17, 284~9.
- Lee JE, Jo DE, Lee AJ, Park HK, Youn K, Yun EY, Hwang JS, Jun M, Kang BH. (2015) Hepa-toprotective and anticancer activities of *Allomyrina dichotoma* larvae. *J Life Sci.* 25, 307~16.
- Kim M, Youn K, Yun EY, et al. (2014) Effects of solvent fractions of *Allomyrina dichotoma* larvae through the inhibition of *in vitro* BACE1 and β -amyloid(25-35)-induced toxicity in rat pheochromocytoma PC12 cells. *Entomol Res.* 44, 23~30.
- Chung MY, Yoon YI, Hwang JS, Goo TW, Yun EY. (2014) Anti-obesity effect of *Allomyrina dichotoma* (Arthropoda: Insecta) larvae ethanol extract on 3T3-L1 adipocyte differentiation. *Entomol Res.* 44, 9~16.
- Yamada M, Nakamura K, Saido-Sakanaka H, et al. (2004) Effect of modified oligopeptides from the beetle *Allomyrina dichotoma* on *Escherichia coli* infection in mice. *J Vet Med Sci.* 66, 137~42.
- <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EC%A7%80%EB%B0%A9%EC%82%B0&itemCode=FC0A104004005A119> [cited 12 December 2023].
- Kang MS, Kim MJ, Han JS, Kim AJ. (2017) Fatty acid composition and anti-inflammatory effects of the freeze dried *Tenebrio molitor* larva. *Korean J Food Nutr.* 30, 251~6.
- Ha JJ, Kim BK, Yi JK, et al. (2014) Cortisol and fatty acid contents in Hanwoo meat produced by antibiotics-free rearing system. *Reprod Dev Biol.* 38, 129~36.
- Baek M, Hwang JS, Kim MA, et al. (2017) Comparative analysis of nutritional components of edible insects registered as novel foods. *J Life Sci.* 27, 334~8.

Received Oct. 23, 2023, Revised Nov. 24, 2023, Accepted Dec. 8, 2023