



RESEARCH ARTICLE

Open Access

Nutritional Value and Anti-inflammation Activity of Misutkaru with Added *Gryllus bimaculatus* Powder

Jung-Soon Han

Graduate School of Human Ecology, Korea University, Seoul, Korea

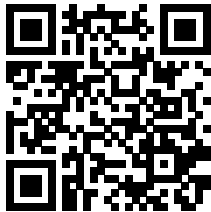
Corresponding author: Jung-Soon Han,
Graduate School of Human Ecology, Korea
University, 145 Anam-ro, Seongbuk-gu,
Seoul 02841, Korea
Tel.: +82 2 3290 2320
Email: yohwa0960@korea.ac.kr

Received August 16, 2021

Revised August 23, 2021

Accepted September 15, 2021

Published September 30, 2021



Abstract

Purpose: This study investigated the nutritional value of Misutkaru with added *Gryllus bimaculatus* powder (GBM) and its applicability as a healthy functional food. **Methods:** Chemical analysis of the moisture, crude fat, protein, and mineral contents was performed in accordance with the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) guidelines. The amino acid and fatty acid compositions were analyzed using an automatic amino acid analyzer and gas chromatography, respectively. The levels of inflammatory cytokines tumor necrosis factor-alpha (TNF- α), interleukin 1 beta (IL-1 β), and interleukin 6 (IL-6) induced by lipopolysaccharides in RAW 264.7 cells were measured. **Results:** The general composition per 100 g of GBM was 41.87 g protein, 19.75 g fat, and 28.52 g carbohydrates. The mineral content per 100 g of GBM was 889.66 mg calcium, 1189.73 mg potassium, 220.36 mg magnesium, 207.51 mg sodium, 694.81 mg phosphorus, and 15.50 mg zinc. In particular, valine (21.361 mg/kg), leucine (29.180 mg/kg), and isoleucine (15.562 mg/kg) were abundant in GBM. GBM also effectively downregulated the production of the inflammatory cytokines TNF- α , IL-1 β , and IL-6 in RAW 264.7 macrophages. **Conclusion:** Misutkaru with added *Gryllus bimaculatus* powder may have potential for application in the development of food materials or foods to prevent muscle loss in elderly individuals and sarcopenia patients, build muscle, and prevent increase in blood lipid concentrations in middle aged people. In particular, as *Gryllus bimaculatus* is low in fat and carbohydrates, it can be used as a diet material.

Keywords: Misutkaru, *Gryllus bimaculatus* powder, Amino acids, Fatty acid, Anti-inflammation activity

Introduction

바쁜 현대사회에서 간편식에 대한 요구와 수요는 계속 증가되고 있고 이에 맞추어 각종 편이식품이 다양하게 개발되고 있다. 또한 인간의 건강과 아름다움에 대한 관심은 영양소가 균형있게 함유된 건강한 다이어트 식품에 대한 개발로 이어지고 있다(Lee *et al.*, 2019). 건강한 다이어트는 체지방은 감소하고 제지방 즉, 근육은 줄어들지 않게 하는 것이 바람직하나 잘못된 방법으로 인한 체중감량, 단기간의 체중감소, 부적절한 식사섭취로 인해 수분이나 근육손실로 이어지는 경우가 많다(Lee *et al.*, 2002). 이는 여러 가지 부작용을 유발하여 건강에 위해가 되므로 바람직한 체중감량을 위한 식품이나 식사행동, 식사를 제안하고 권고하는 것이 매우 중요하고 필요하다(Kim *et al.*,

2020, Han, 2020). 이에 따라 체중을 감소시키고 건강한 아름다움을 유지하면서도 근육감소를 줄일 수 있는 근감소 예방 다이어트 기능성 단백질 식소재나 식품에 대한 관심과 요구가 증가하고 있다(Jung & Hwang, 2015; Kang *et al.*, 2011). 이를 위해서는 단백질 섭취가 매우 중요한데 양질의 단백질 식품급원으로는 육류 등이 대표적인 동물성 단백질 식품이나 과잉섭취는 포화지방산과 콜레스테롤 등의 과다 섭취로 이어져 각종 대사질환인 암, 당뇨병, 고혈압, 심혈관계 질환의 원인이 될 수 있다(Singer *et al.*, 1990). 이러한 이유로 육류단백질을 대체할 동물성 단백질 급원에 대한 요구도는 그 어느때보다도 높으며 이에 적합한 식품재료로 세계적으로 오래전부터 식용해은 식용 곤충이 대두되고 있다(Hegsted *et al.*, 1993). 식용곤충은 포화지방이 많은 육류에 비해 포화지방과 탄수화물은 적고 단백질 특히 근육형

성에 도움이 되는 분지아미노산(branched chain amino acid)과 무기질 함량이 많다(Han *et al.*, 2020). 이러한 식용곤충 중 그릴루스 비마쿨루투스는 다른 식용곤충에 비해 단백질은 더 많고 포화지방은 적게 함유되어 있어 저장성 면에서도 우수한 단백질 급원이나 아직까지 이에 대한 연구는 많지 않다(Jang *et al.*, 2008). 한편 질병은 인체의 면역능력이 저하된 상태에서 일어나는 것으로 식품을 통해 면역 반응을 증진시킬 수 있으며 이러한 면역세포의 기능 조절에 지방산조성이 관련이 높음은 이미 잘 알려진 사실이다(Jeong *et al.*, 2012). 자연계에 가장 많이 분포하고 있는 팔미트산, 스테아르산 등과 같은 포화지방산은 여러 염증반응을 일으키는 요소로 대식세포에서 항원전달능력을 조절함이 보고되었다(Digng *et al.*, 2009). 반면 단일불포화지방산인 올레산은 혈액내의 콜레스테롤 수치를 낮추어 심장질환, 뇌혈관 질환 등 동맥경화성질환의 발병 위험을 감소시킨다(Kim & Moudgil, 2008)고 알려져 있다. 또한 현대인의 식생활은 간편화 추세에 맞추어 식사대용 건강식품들이 선호되고 있으며 한 끼 대용식으로 미숫가루, 생식 등이 간편식품으로 많이 소비되고 있다. 특히 미숫가루는 농도 조절, 첨가물의 종류에 따라 다양하게 활용할 수 있으며 생식보다 위생적이고 안전하며 분말이어 저장성이 높으며 휴대하기에도 편리하다(Kim *et al.*, 2005). 또한 바쁜 현대생활에서 아침식사를 거르는 경우가 많은데 아침 결식은 점심이나 저녁의 과식과 폭식으로 이어질 수 있으며 이는 위장건강을 해칠 수 있고 비만으로 이어질 수 있다. 미숫가루는 현미, 찹쌀, 보리쌀, 검정콩, 검정깨, 들깨, 울무 등 곡식을 볶아서 만든 것으로 위에 부담이 적고 한 끼 식사로 적당하나 곡류 위주의 식품(Park & Cha, 2016, Lee *et al.*, 2010)이므로 여기에 동물성단백질을 대신할 수 있는 식용곤충을 첨가하여 보완한 단백질 강화 미숫가루는 영양소가 완전하게 갖추어진 한 끼 식사로 충분할 뿐 아니라 근감소 예방 위한 노인이나 환자식뿐 아니라 다이어트 식품으로도 손색이 없을 것이다. 이에 본 연구에서는 식용곤충 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루를 제조하여 일반성분과 무기질 함량, 아미노산과 지방산 조성 및 함량 및 항염증 활성을 측정하여 근육감소는 예방하고 다이어트에도 도움이 되는 건강식품(health food)으로써의 가능성을 알아보려고 하였다.

Methods

Table 1. Composition for *Gryllus bimaculatus* Misutkaru

Ingredients	GBM	(Unit: g)
<i>Gryllus bimaculatus</i> powder	26	
Brown rice flour	0.5	
Black sesame	4	
Almond powder	3	
Broccoli powder	6.5	
Total	40	

1. 연구재료

본 실험에 사용한 그릴루스 비마쿨루투스는 2020년 10월 귀뚜라미 농원(담양, 한국)에서 구입하여 2일간 절식시켜 세척한 다음 썬서 건조(60℃)한 후 믹서기(DA 5000; 대성아트론, 한국)로 분쇄 후 동결 건조 한 다음 시료로 사용하였다. 현미가루, 검정깨, 아몬드, 브로콜리는 초록마을(주)에서 일괄 구입하여 사용하였다.

2. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루 제조

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루(GBM)는 분쇄 후 동결건조한 그릴루스 비마쿨루투스를 65℃에서 8 h 건조 후 40 mesh (Hahnshin S&T, Korea 제조사, 제조국) 체에 내려 분말화 한 후 현미가루, 검정깨, 아몬드, 브로콜리를 섞어 Table 1과 같이 제조하였다.

3. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루 추출물 제조

그릴루스 비마쿨루투스 미숫가루 추출 시료는 무게 대비 20배 부피의 물을 첨가한 후 72 h 동안 상온에서 추출시켜 여과지(Whatman filter paper No.3; GE Healthcare, UK)를 사용하여 여과하여 얻었다. 이렇게 얻은 추출액은 농축기(Rotary Evaporator, EYELA N-1110; Tokyo Rikakikai, Japan)로 용매를 증발시킨 후 동결건조기(FD5808; IShinBioBase, Korea)로 동결 건조하여 분말화 한 후 냉동보관 하여 사용하였다.

4. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 일반성분 분석

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 일반성분은 공인분석화학자협회(Association of Official Analytical Chemists, AOAC) 방법(AOAC, 2005)에 따라 수분은 105℃ 상압가열건조법(HAHNVAPOR HS-2005V-N; Hanshin S&T, Korea), 조단백질은 semi-micro kjeldhal법, 조지방은 soxhlet법, 조회분은 550℃ 직접 회화법으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 분석된 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량으로부터 계산하였다. 무기질 분석은 유도결합 플라즈마 발광광도계(Inductively Coupled Plasm Spectrophotometry Mass, ICP Integra XL; GBS Scientific Equipment Pty Ltd., Australia)로 칼슘(Ca), 인(P), 마그네슘(Mg), 칼륨(K) 및 나트륨(Na) 함량을 측정하였다.

5. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 아미노산 조성 및 함량 분석

아미노산 분석을 위하여 그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루 5 g과 0.03% β-mercaptoethanol을 함유한 6 N 염산용액 40 mL을 둥근 플라스크에 넣고 혼합한 다음 110°C에서 24 h 동안 질소가스를 주입하여 가수분해하였다. 염산을 50°C에서 감압 농축시킨 다음 0.2 N sodium citrate buffer (pH 2.2) 50 mL을 넣어 희석 시키고 여과지(0.45 μm, Millipore)로 여과하였다. 여과한 시료(30 μL)는 아미노산분석기(L-8900; Hitachi, Japan)를 이용하여 분석하였다

6. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 지방산 조성 및 함량 분석

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 지방산 조성은 Min *et al.* (2016)의 방법에 준하여 gas chromatography (US/HP 6890; Aglient Techonlgies, USA)를 사용하여 분석하였다. Gas chromatography (GC) 조건은 silica capillary column (Omegawax 295; 0.25 m film thickness, Sigma-Aldrich, USA)를 이용하였고, injection port 온도는 250°C이며, 검출기 온도는 260°C로 유지하였다.

7. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 항염증 활성 측정

그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 항염증 활성은 Baek *et al.* (2020)의 방법에 의해 측정하였다. RAW 264.7 세포를 10% fetal bovine serum (FBS; HyClone, Korea)과 1% penicillin/streptomycin (HyClone)이 함유된 Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM) 배지에 배양한 후 lipopolysaccharide (LPS; Sigma-Aldrich) 50 ng/ml을 넣어 염증을 유도하였다. 여기에 GBM 추출물 100 μg/ml 을 처리한 후 18 h 배양 후 ELISA kits (Wuhan USCN Business Co., Ltd., China)로 tumor necrosis factor-α (TNF-α), interleukin-1β (IL-1β), interleukin-6 (IL-6) 활성을 측정하였다.

8. 통계처리

실험결과는 SPSS statistics 21 (IBM, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며 각 실험군에 대해 분산 분석(ANOVA)을 실시하였고 Duncan's multiple range test로 유의수준 5%에서 시료간의 유의차 검정을 실시하였다($p < 0.05$).

Results and Discussion

1. 그릴루스 비마쿨루투스 미숫가루의 일반성분

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 단백질 함량은 100 g 당 41.87 g, 지방 19.75 g, 탄수화물 28.52 g 이었다. 이는 Park & Kim (2018)의 갈색거저리를 첨가한 선식의 단백질 함량 18-19% 보다 훨씬 많이 함유되어 있음을 보여주었다. 이 같은 결과로 볼때 식용곤충은 양질의 동물성 단백질을 대체할 수 있는 식품 소재로 적합할 것으로 생각된다. 또한 향후 식용곤충 중 단백질 함량은 월등히 많고 탄수화물은 적으며 불포화지방산이 풍부한 그릴루스 비마쿨루투스는 노인이나 환자의 근감소 예방이나 근육증강 및 중장년 이후 혈당이나 혈중 지질이 높아지는 것을 예방하기 위한 당뇨병, 이상지질혈증 예방을 위한 식품소재나 식품개발 등에 긍정적인 일 것으로 사료되며, 특히 지방과 탄수화물 함량이 적어 다이어트 소재로도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 그릴루스 비마쿨루투스 미숫가루의 무기질 성분 및 함량

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 무기질 함량은 Table 3에서 보는 바와 같다. 칼슘은 889.66 mg/100 g, 칼륨 1189.73 mg/100 g, 마그네슘 220.36 mg/100 g, 나트륨 207.51 mg/100 g, 인 694.81 mg/100 g, 아연 15.50 mg/100 g이었다. 이는 Park & Cha (2016) 쥐눈이콩을 이용한 당뇨병 치료위한 약선 미숫가루의 무기질 성분분석결과에서 칼슘 254.10 mg/100 g, 칼륨 345.20 mg/100 g, 아연 2.02 mg/100 g 에 비해 월등히 많아 식물성 단백질 급원인 콩에 비해 우수함을 입증하였으며 특히 칼슘, 칼륨 등은 고혈압 강하에 긍정적이며 아연은 면역기능을 강화시킬 수 있는 영양소이므로(Kang *et al.*, 2017) 기능성 식품소재로서의 활용에도 역

Table 2. Proximate composition of *Gryllus bimaculatus* Misutkaru (Unit: g)

	Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate
GBM	6.84±0.53 ¹⁾	3.00±0.00	41.87±0.77	19.75±0.33	28.52±0.45

GBM, *Gryllus bimaculatus* Misutkaru.
¹⁾Values are the means ±S.D of triplicate measurements.

Table 3. Mineral composition of *Gryllus bimaculatus* Misutkaru (Unit: mg/100 g)

	Ca	K	Mg	Na	P	Zn
GBM	888.9	1189.9	220.4	207.1	694.3	15.5

GBM, *Gryllus bimaculatus* Misutkaru.

할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 필수아미노산 조성 및 함량

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 필수아미노산 함량은 Table 4와 같다. 분지아미노산인 발린 21,361 mg/g, 이소루이신 15,562 mg/g, 루이신 29,180 mg/g 이었으며, 히스티딘 8.56 mg/g, 트레오닌 161.91 mg/g, 메티오닌 60.90 mg/g, 페닐알라닌 147.39 mg/g, 리신 199.05 mg/g이 함유되어 있었다. 이는 밀을 첨가한 강정의 발린 6,82mg/g, 이소루이신 4,92 mg/g, 루이신 10.13 mg/g에 비해 훨씬 많이 함유되어 있었다(Lee et al., 2019). 필수 아미노산은 체내에서 합성되지 않아 반드시 식사로 섭취해야 하는 아미노산으로 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 선식에는 필수 아미노산이 골고루 다량 함유되어 있었다. 특히 쌍별귀뚜라미에 많은 분지아미노산(BCAA)인 루이신, 이소루이신, 발린은 골격근에서 산화되어 근육의 에너지원으로 이용되며(Min et al., 2016), 근세포에서 단백질의 이화 작용을 억제시켜 근 세포의 단백질의 감소를 최소화 할 수 있고(Ahn et al., 2015), 장기간 운동을 할 때에는 근육의 에너지원으로 사용된다고 알려져 있다(Min et al., 2016).

그러므로 분지아미노산이 많이 함유된 쌍별귀뚜라미를 이용한 미숫가루는 근력증강(Na et al., 2016; No, 2010), 근육생성과정(Chong et al., 2017)에 관여해 노인과 환자들의 근감소 예방에 도움이 되는 식품, 성장기 아동이나 청소년들 뿐 아니라 일반인들에게도 영양보충식 소재나 건강기능식품으로서의 활용가치가 있을 것으로 기대된다. 또한 과잉의 육류섭취로 인해 혈중 지질의 증가가 우려되는 사람들과 건강을 중요시 하는 현대인들의 요구에 부합되는 적합한 식량대체자원으로 식품소재나 각종 기능성(Hwang & Choi, 2015); Kim et al., 2014), 운동선수를 위한 단백질 보충식품(Min et al., 2016), 환자를 위한 영양 보충식(Kang et al., 2017; Kim et al., 2015), 의약품과 기능성 화장품의 신소재 원료로도 개발될 가능성이 있을 것으로 사료된다. 또한 리신도 많이 함유되어 있는데 리신은 콜라겐 합성에 관여하여 피부건강을 유지하고 피부노화를 억제하는데 도움을 주는 것으로 알려져 있어(Zhang et al., 2007) 향후 피부미용관련 소재나 뷰티푸드로서도 이용될 수 있을 것이다.

4. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 비필수아미노산 조성 및 함량

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 비필수 아미노산

Table 4. Essential amino acids (EAA) contents of *Gryllus bimaculatus* Misutkaru (Unit: mg/g)

Amino acids	GBM
Histidine	8.560
Threonine	16.192
Arginine	34.967
Valine	21.361
Methionine	6.010
Phenylalanine	14.739
Isoleucine	15.562
Leucine	29.180
Lysine	19.906

GBM, *Gryllus bimaculatus* Misutkaru.

Table 5. The non-essential amino acids (NEAA) contents of *Gryllus bimaculatus* Misutkaru (Unit: mg/g)

Amino acids	GBM
Aspartic acid	34.809
Glutamic acid	55.357
Serine	19.263
Glycine	19.710
Arginine	34.967
Alanine	34.443
Taurine	1.891
GABA	0.424
Tyrosine	15.765
Proline	23.000

GBM, *Gryllus bimaculatus* Misutkaru.

함량은 Table 5에서 보는 바와 같다. 아스파르트산 34,80 mg/g, 글루탐산 55,35 mg/g, 세린 19,26 mg/g, 글리신 19,71 mg/g, 알라닌 34,44 mg/g, 타우린 1,89 mg/g, GABA 0,42 mg/g, 티로신 15,76 mg/g, 프로린 23,00 mg/g 이 함유되어 있었다. 이는 밀웬이 함유된 강정의 아미노산 함량과 비교해 볼 때 아스파르트산 13,05 mg/g, 글루탐산 30,02 mg/g, 세린 8,41 mg/g, 글리신 7,08 mg/g, 알라닌 6,80 mg/g, 티로신 5,39 mg/g, 프롤린 5,12 mg/g 보다 많이 함유되어 있었으며(Lee *et al.*, 2019) 특히 비필수 아미노산 중 프롤린은 리신과 함께 콜라겐 합성에 관여하므로(Zhang *et al.*, 2007) 향후 주름 개선 피부미용관련 소재나 뷰티푸드 소재로 활용될 수 있을 것이다. 또한 비단백질 아미노산인 gamma aminobutyric acid (GABA)도 함유되어 있는데 이는 신경전달물질로 뇌나 척추에 존재하며 혈류를 개선하며 뇌의 산소공급을 증가시켜 뇌의 대사 촉진 및 뇌 기억을 증진시키고 근육의 상태를 직접적으로 조절하는 것으로 알려져 있어(Watanabe *et al.*, 2002). 향후 노인의 근기능 개선과 치매 예방을 위한 식품소재로도 활용될 가능성을 시사하는 결과로 사료된다.

5. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 지방산 조성 및 함량

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 지방산 조성은 Table 6과 같다. 오메가 9 지방산인 올레산 71,01 mg/g, 리놀레산 62,33 mg/g, 리놀렌산 1,87 mg/g 함유되어 있었다. 이의 포화지방산으로는 팔미트산이 38,32 mg/g 이 함유되어 있었다. 이는 동물성 식품에 비해 불포화지방산 함량이 월등히 높다(Ha *et al.*, 2014). 특히 올레산이 가장 많이 함유되어 있는데 Singer *et al.* (1990)에 따르면 올레산과 리놀레산은 혈중 LDL 콜레스테롤을 낮추고 혈압을 낮추어 주는 효능이 우수하다고 알려져 있어 이를 이용한 식품이나 식소재는 혈행개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 또한 기능성식품이나 신약소재로도 활용될 수 있을 것으로 기대되는 바이다.

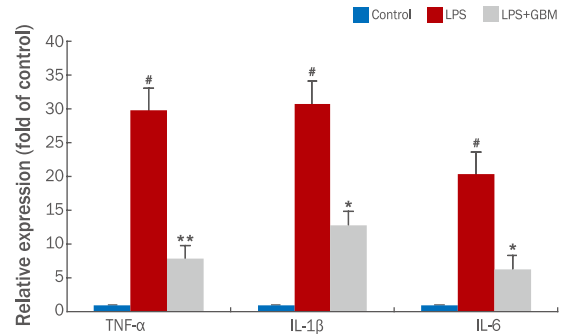


Figure 1. Inhibitory effects of *Gryllus bimaculatus* Misutkaru (GBM) on cytokine production in LPS-stimulated RAW 264.7 cells. Con, control; LPS, lipopolysaccharides; LPS+GBM, lipopolysaccharides +*Gryllus bimaculatus* Misutkaru. Values are the mean±S.D. of triplicate measurements and asterisks indicate the significant differences (#*p*<0.05 compared to control, **p*<0.05 and ***p*<0.01 compared to LPS).

6. 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 항염증 효과

그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 항염증 효과는 Figure 1에서 보는 바와 같다. 면역계는 외부 항원의 생체내 침입을 차단하여 방어역할을 하며 대식세포는 내재면역계의 면역세포로 감염초기에 숙주 방어에 중요역할을 하며 세균류에 의해 분비되는 내독소 LPS에 의해 IL-6, TNF-α, IL-1β와 같은 pro-inflammatory cytokine 발현을 증가시킨다(Lee & Lim, 2008). IL-1β는 T-cell의 활성화, B-cell의 성숙 등에 관련하는 것으로 알려져 있으며 IL-6는 B cell이 plasma cell로 분화되는 마지막 단계를 활성화시키고, 염증병변에서 증가하며, TNF-α는 LPS 반응의 주요 매개체로서, 염증성 병변과정에서 발현이 증가되는데 대식세포와 mast cell에서 분비되는 TNF-α는 tumor cell에 세포독성을 나타낸다(Kim *et al.*, 2011). 본 연구에서 LPS 처리는 RAW 264,7 대식세포의 TNF-α, IL-1β, IL-6의 생성을 유의적으로 증가시켰으며, GBM을 처리한 결과 TNF-α,

Table 6. Fatty acids contents of *Gryllus bimaculatus* Misutkaru (Unit: mg/g)

Amino acids	GBM	GBM
Essential fatty acids	Linoleic acid (Omega-6)	62.337
	Alpha-linolenic acid (ALA) (Omega-3)	1.871
Non-essential fatty acids	Palmitic acid (hexadecanoic acid)	38.325
	Palmitoleic acid (Omega-7)	2.608
	Stearic acid (octadecanoic acid)	11.911
	Oleic acid† (Omega-9)	71.014
	Arachidic acid (icosanoic acid)	1.186
	Eicosenoic acid† (Omega-9)	0.236
	Behenic acid (docosanoic acid)	0.866
	Lignoceric acid (tetracosanoic acid)	0.122

IL-1 β 및 IL-6 발현을 억제하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 항염증 효과(Park & Han, 2021)가 강했기 때문으로 판단되며 향후 그릴루스 비마쿨루투스는 염증을 억제할 수 있는 식품소재나 식품 등에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Conclusion

본 연구는 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 영양 성분과 항염증활성을 측정하여 그릴루스 비마쿨루투스의 건강기능 식품으로써의 활용가능성을 탐색하고자 수행되었다. 그 결과 그릴루스 비마쿨루투스 미숫가루는 단백질 함량은 많고 탄수화물 함량은 적었다. 특히 필수아미노산 조성이 우수하였고 분지아미노산 함량이 많았다. 지방산조성은 올레산이 많았으며 무기질은 칼슘, 칼륨, 아연이 많이 함유되어 있었다. 또한 대식세포에서 염증 전 인자인 IL-6, TNF- α , interleukin-1 β 발현을 억제하였다. 이상의 결과, 그릴루스 비마쿨루투스 첨가 미숫가루는 아미노산 조성이 우수하고 불포화지방산이 많으며 칼슘, 칼륨, 아연 함량이 높고 항염증 활성을 나타내어 향후 건강기능 식품으로써의 활용가능성뿐 아니라 식사대용식, 노인 및 환자의 근감소 예방과 다이어트 식품 등으로 활용되어 건강유지와 증진에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다. 앞으로 그릴루스 비마쿨루투스를 활용한 다양한 식품 등에 대한 연구가 이루어지길 기대하는 바이다.

Acknowledgements

This work was supported by grants from Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2019R1I1A1A01041076).

Author's contribution

JSH designed, performed study, interpreted data, and wrote the manuscript. Korea Basic Science Institute supported experiment equipment, advice and performed experiment of research project.

Author details

Jung-Soon Han (Instructor), Graduate School of Human Ecology, Korea University, 145 Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea.

References

- AOAC. Official methods of analysis (18th ed.). Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, pp112-113, 2005.
- Ahn MY, Hwang JS, Yoon HJ, Park K, Kim S, Kim EM. Fasting conditions and dietary phenomena of edible cricket (*Gryllus bimaculatus*). *Journal Sericultural and Entomological Science*, 53: 78-81, 2015.
- Baek HS, Min HJ, Hong VS, Kwon TK, Park JW, Lee J, Kim S. Anti-inflammatory effects of the novel PIM kinase inhibitor KMU-470 in RAW 264.7 cells through the TLR4-NF- κ B-NLRP3 pathway. *International Journal of Molecular Sciences*, 21: 5138, 2020.
- Chong HS, Kim SY, Cho SR, Park HI, Baek JE, Kuk JS, Suh HJ. Characteristics of quality and antioxidant activation of the cookies adding with mealworm (*Tenebrio molitor*) and black bean powder. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 32: 521-530, 2017.
- Ding C, Cicuttini F, Li J, Jones G. Targeting IL-6 in the treatment of inflammatory and autoimmune diseases. *Expert Opinion on Investigational Drugs*, 18: 1457-1466, 2009.
- Ha JJ, Kim BK, Yi JK, Oh DY, Kim SS, Kim TK, Chae HB, Kim SJ, Park YS. Cortisol and fatty acid contents in hanwoo meat produced by antibiotics-free rearing system. *Reproductive and Developmental Biology*, 38: 129-136, 2014.
- Han JS. Improving awareness on edible insects through dietary education based on health belief model. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 18: 549-558, 2020.
- Hegsted DM, Ausman LM, Johnson JA, Dallal GE. Dietary fat and serum lipids: an evaluation of the experimental data. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 57: 875-883, 1993.
- Hwang SY, Choi SK. Quality characteristics of muffins containing mealworm (*Tenebrio molitor*). *Culinary Science and Hospitality Research*, 21: 104-115, 2015.
- Jang HY, Park HS, Kwon KR, Rhim TJ. A study on the comparison of antioxidant effects among wild ginseng, *Gryllus bimaculatus*, and cultivated ginseng extracts. *Journal of Korean Pharmacopuncture Institute*, 11: 67-78, 2008.
- Jeong JB, Hong SC, Jeong HJ, Koo JS. Anti-inflammatory effects of ethyl acetate fraction from *cnidium officinale*

- makino on LPS-stimulated RAW 264.7 and THP-1 cells. *Korean Journal of Plant Resources*, 25: 299-307, 2012.
- Jung EY, Hwang SK. Health literacy and health behavior compliance in patients with coronary artery disease. *Korean Journal of Adult Nursing*, 27: 251-261, 2015.
- Kang MS, Kim MJ, Han JS, Kim AJ. Fatty acid composition and anti-inflammatory effects of the freeze dried *Tenebrio molitor* Larva. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 30: 251-256, 2017.
- Kang MJ, Joung HJ, Lim JH, Lee YS, Song YJ. Secular trend in dietary patterns in a Korean adult population, using the 1998, 2001, and 2005 Korean national health and nutrition examination survey. *Journal of Nutrition and Health*, 44: 152-161, 2011.
- Kim HM, Kim JN, Kim JS, Jeong MY, Yun EY, Hwang JS, Kim AJ. Quality characteristics of patty prepared with mealworm powder. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 28: 813-820, 2015.
- Kim EY, Moudgil KD. Regulation of autoimmune inflammation by pro-inflammatory cytokines. *Immunology Letters*, 120: 1-5, 2008.
- Kim HJ, Park TS, Jung MS, Son JH. Study on the anti-oxidant and anti-inflammatory activities of sarcocarpand calyx of persimmon (Cheongdo Bansi). *Journal of Applied Biological Chemistry*, 54: 71-78, 2011.
- Kim JH, Park PS, Kim JK. Manufacture of nutritionally balanced "Misutkaru" for the moderns: its quality characteristics. *Korean Journal of Food Preservation*, 12: 123-129, 2005.
- Kim SH, Kim KB, Noh JS, Yun EY, Choi SK. Quality characteristics of pasta with addition of mealworm (*Tenebrio molitor*). *FoodService Industry Journal*, 10:55-64, 2014.
- Kim YJ, Kim YK, Han JS. Perception of edible insect and insect foods among adults. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 18: 53-63, 2020.
- Lee BY, O JH, Kim MH, Jang KH, Lee JC, Surh JH. Influences of roasted or non-roasted brown rice addition on the nutritional and sensory properties and oxidative stability of Misutkaru. Korean heated cereal powder. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 26: 872-886, 2010.
- Lee SM, Jeon IG, Lee JY. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Aquaculture*, 211: 227-239, 2002.
- Lee SM, Han JS, Kim AJ. Quality evaluation of Perilla seed Gangjung added with mealworm powder. *Asian Journal of Beauty Cosmetology*, 17: 187-197, 2019.
- Lee SJ, Lim KT. Phytogly coprotein inhibits interleukin-1 β and interleukin-6 via p38 mitogen activated protein kinase in lipopolysaccharide stimulated RAW264.7 cells. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 377: 45-54, 2008.
- Min KT, Kang MS, Kim MJ, Lee SH, Han JS, Kim AJ. Manufacture and quality evaluation of cookies prepared with mealworm (*Tenebrio molitor*) powder. *The Korean Journal of Food Nutrition*, 29: 12-18, 2016.
- Na EJ, Jang HH, Kim GR. Review of recent studies and research analysis for anti-oxidant and anti-aging. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 14: 481-491, 2016.
- No JK. A study of the sarcopenic obesity in aging. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 8: 139-148, 2010.
- Park KH, Kim GY. Quality and characteristics of manufacturing Sunsik with edible insect (mealworm). *Culinary Science & Hospitality Research*, 24: 13-23, 2018.
- Park SH, Cha KO. Oriental and western food effects analysis of Misutgaru for fusion remedy in diabetes mellitus. *Journal of the Korea Convergence Society*, 7: 137-143, 2016.
- Park WJ, Han JS. Gryllus bimaculatus extract protects against lipopolysaccharide and palmitate-induced production of proinflammatory cytokines and inflammasome formation. *Molecular Medicine Reports*, 23: 206, 2021.
- Singer P, Jaeger W, Berleben H, Wirth M, Richter-Heinrich E, Voigt S, Godicke W. Effects of dietary oleic, linoleic and alpha-linolenic acids on blood pressure, serum lipids, lipoproteins and the formation of eicosanoid precursors in patients with mild essential hypertension. *Journal of Human Hypertension*, 4 : 227-233, 1990.
- Zhang Y, Guo K, LeBlanc RE, Loh D, Schwartz GJ, Yu YH. Increasing dietary leucine intake reduces diet-induced obesity and improves glucose and cholesterol metabolism in mice via multimechanisms. *Diabetes*, 56: 1647-1654, 2007.
- Watanabe M, Maemura K, Kanbara K, Tamayama T, Hayasaki H. GABA and GABA receptors in the central nervous system and other organs. *International Review of Cytology*, 213: 1-47, 2002.

국문초록

그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 영양평가와 항염증 활성

한정순

고려대학교 일반대학원 생활과학과, 서울, 한국

목적: 본 연구에서는 그릴루스 비마쿨루투스 분말을 첨가한 미숫가루의 일반성분, 무기질 함량, 아미노산, 지방산 조성 및 함량, 항염증 활성을 측정하여 건강기능성 식소재나 식품으로서의 가능성을 확인하여 향후 건강식품으로서의 응용가능성을 검증하고자 하였다. **방법:** 그릴루스 비마쿨루투스 분말이 함유된 미숫가루를 제조하여 아미노산은 자동분석기, 지방산은 gas chromatography 방법으로 조성 및 함량을 측정하였고, 일반성분은 AOAC방법, ICP-OES Ultima Wxpert 를 사용하여 분석하였다. **결과:** 그릴루스 비마쿨루투스 분말 첨가 미숫가루의 함유량은 100 g 당 조단백질 41.87 g, 조지방 19.75 g, 탄수화물 28.52 g, 칼슘 889.66 mg, 칼륨 1189.73 mg, 아연 15.50 mg 이었다. 분지아미노산인 valine 21.361 mg/kg, leucine 29.180 mg/kg, isoleucine 15.562 mg/kg 함유되어 있었다. 또한 대식세포에서 염증 전 인자인 TNF- α , IL-6, interleukin-1 β 발현을 억제하였다. **결론:** 이상의 결과 그릴루스 비마쿨루투스 분말이 첨가된 미숫가루는 필수아미노산 조성이 우수하고 단일불포화지방산이 많으며 탄수화물은 적고 항염증 활성이 있어 노인이나 환자의 염증을 억제하고 근감소 예방이나 중장년 건강관리를 위한 기능성 식소재나 식품으로의 이용이 가능할 것으로 사료된다. 특히 포화지방산과 탄수화물 함량이 낮아 다이어트 식소재로서의 개발 가능성도 기대되는 바이다.

핵심어: 미숫가루, 그릴루스 비마쿨루투스, 아미노산, 지방산, 항염증 활성

This work was supported by grants from Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2019R1I1A1A01041076).

참고문헌

- 강미숙, 김민주, 한정순, 김애정. 동결건조 갈색겨저리 유충의 지방산 조성 및 항염증 효과. *한국식품영양학회지*, 30: 251-256, 2017.
- 강민지, 정효지, 임정현, 이연숙, 송윤주. 우리나라 성인의 식사패턴 변화 추세: 1998, 2001, 2005년도 국민건강영양조사 자료를 이용하여. *한국영양학회지*, 44: 152-161, 2011.
- 김수희, 김기쁨, 노재승, 윤은영, 최수근. 갈색겨저리를 첨가한 파스타의 품질특성. *한국외식산업학회지*, 10: 55-64, 2014.
- 김윤정, 김유경, 한정순. 성인의 식용곤충과 식용곤충 식품에 대한 인식. *아시아부티화장품학술지*, 18: 53-63, 2020.
- 김준한, 박필숙, 김종국. 현대인을 위한 영양균형미숫가루의 제조와 품질. *한국식품저장유통학회지*, 12: 123-129, 2005.
- 김형미, 김정남, 김진수, 정미영, 윤은영, 황재삼, 김애정. 갈색겨저리 유충 분만을 이용한 패티 제조 및 품질특성. *한국식품영양학회지*, 28: 813-820, 2015.
- 김희정, 박태순, 정미송, 손준호. 청도 반시의 과육과 감꼭지(시체: 柿滯)의 항산화 및 항염증 활성 연구. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 54: 71-78, 2011.
- 나은주, 장현희, 김규리. 자연유래 항산화 원료와 제품개발을 위한 항산화 및 항노화 연구의 최신동향. *아시아부티화장품학술지*, 14: 481-491, 2016.
- 노재경. 노화과정에서 저근육형 비만에 대한 이론적 연구. *아시아부티화장품학술지*, 8: 139-148, 2010.
- 민경택, 강미숙, 김민주, 이선희, 한정순, 김애정. 갈색겨저리 유충 분말을 이용한 쿠키 제조 및 품질평가. *한국식품영양학회지*, 29: 12-18, 2016.

- 박기홍, 김진영. 식용곤충(갈색거저리)을 첨가한 선식의 품질특성. *한국조리학회지*, 24: 13-23, 2018
- 박성혜, 차경옥. 당뇨의 식·의약 치료를 위한약선 미숫가루의 동, 서 식품학적 효능 분석. *한국융합학회논문지*, 7: 137-143, 2016.
- 안미영, 황재삼, 윤형주, 박꽃하얀, 김성현, 김은미. 쌍별귀뚜라미 식품 용도 개발에 따른 절식조건. *한국잡사곤충학회지*, 53: 78-81, 2015.
- 이병용, 오진환, 김미현, 장기효, 이재철, 서정희. 현미의 볶음 처리 유무와 첨가량이 선식의 영양적 관능적 특성 및 산화안정성에 미치는 영향. *한국조리식품과학회지*, 26: 872-886, 2010.
- 이선미, 한정순, 김애정. 밀웬 분말 첨가 들깨강정의 품질 평가. *아시아뷰티화장품학술지*, 17: 187-197, 2019.
- 장해영, 박희수, 권기록, 임태진. 자연산 산삼, 산양삼 및 인삼의 항산화능 비교연구. *대한약침학회지*, 11: 67-78, 2008.
- 정은영, 황선경. 관상동맥질환자의 건강정보이행능력과 건강행위이행. *성인간호학회지*, 27: 251-261, 2015.
- 정희선, 김수연, 조성륜, 박현일, 백지은, 국지수, 서희재. 식용 밀웬(*Tenebrio molitor*)분말과 검은콩 분말을 첨가한 쿠키의 품질특성 및 항산화 활성. *한국식품위생안전성학회지*, 32: 521-530, 2017.
- 하재성, 김병기, 이준구, 오동엽, 김석수, 김태균, 채형복, 김승준, 박영식. 무항생제 사육방식으로 생산된 한우육내 코티졸과 지방산 함량. *Reproductive and Developmental Biology*, 38: 129-136, 2014.
- 한정순, 건강신념 모델에 근거한 식용곤충 인식 개선 식생활교육의 효과. *아시아뷰티화장품학술지*, 18: 549-558, 2020.
- 황수영, 최수근. 밀웬(갈색거저리) 분말 첨가 머핀의 품질 특성. *한국조리학회지*, 21: 104-115, 2015.

中文摘要

添加双斑蟋蟀粉的谷物烘焙粉的营养价值和抗炎活性

韩正顺

高丽大学一般大学院生活科学科, 首尔, 韩国

目的: 探讨添加双斑蟋蟀粉 (*Gryllus bimaculatus* powder, GBM) 的谷物烘焙粉的营养价值及其作为健康功能食品的适用性。**方法:** 根据官方分析化学家协会 (AOAC) 指南对水分、粗脂肪、蛋白质和矿物质含量进行化学分析。分别使用自动氨基酸分析仪和气相色谱分析氨基酸和脂肪酸组成。在RAW 264.7细胞中测量脂多糖诱导的炎性细胞因子肿瘤坏死因子 α 、白细胞介素 (IL) -1β 和IL-6的水平。**结果:** 每100 g 的GBM的中含有41.87 g蛋白质、19.75 g 脂肪和28.52 g 碳水化合物。每100克GBM的矿物质含量包含钙 889.66 mg、钾 1189.73 mg、镁 220.36 mg、钠 207.51 mg、磷 694.81 mg和锌 15.50 mg。特别是缬氨酸 (21.361 mg/kg)、亮氨酸 (29.180 mg/kg) 和异亮氨酸 (15.562 mg/kg) 在GBM中含量丰富。GBM还有效地下调RAW 264.7巨噬细胞中炎性细胞因子TNF- α 、IL- 1β 和IL-6的产生。**结论:** 添加双斑蟋蟀粉的谷物烘焙粉可能在食品材料或食品的开发中有潜在的应用, 以防止老年人和肌肉减少症患者的肌肉损失, 增强肌肉, 防止中年人血脂浓度的增加。特别是, 由于双斑蟋蟀的脂肪和碳水化合物含量较低, 因此可以作为一种饮食材料。

关键词: 谷物烘焙粉, 双斑蟋蟀粉, 氨基酸, 脂肪酸, 抗炎活性