

갈색거저리 분말을 첨가한 양갱의 품질특성

Quality and Characteristics of the Yanggaeng Made with Mealworm Powder

이한솔¹⁾ · 김우영²⁾ · 양지은²⁾ · 박승혜²⁾ · 지옥화³⁾ · 이선영*

충남대학교 식품영양학과 석사과정¹⁾ · 충남대학교 식품영양학과 학사과정²⁾ · 공주교육대학교 실과교육과 교수³⁾
· 충남대학교 식품영양학과 교수*

Lee, Han Sol · Kim, Woo Young · Yang, Ji Eun · Park, Seung Hye · Jhee, Ok Hwa¹⁾ ·
Ly, Sun Yung*

Department of Practical Arts Education, Gongju National University of Education¹⁾

Department of Food and Nutrition, Chungnam National University

Abstract

The objective of this study was to estimate the characteristics and quality of yanggaeng made with varying levels of mealworm powder, ranging from 0 to 12 percent. As the level of mealworm powder within yanggaeng increased, the ash and protein content levels increased and the moisture content level decreased. Additionally, as the mealworm powder content increased, the lightness (L), and yellowness (b) significantly increased while the redness (a) decreased simultaneously. Overall, the total content of polyphenols and antioxidant activities (DPPH radical scavenging, ABTS radical scavenging, FRAP value) in yanggaeng increased with the addition of mealworm powder. When compared to the control group, the addition of mealworm powder reduced yanggaeng's adhesion and elasticity, and augmented its cohesiveness, stickiness, and chewiness. The results of the sensory evaluation showed that yanggaeng with 6% mealworm powder received the highest ratings in chewiness, softness, and overall acceptability.

In conclusion, yanggaeng's protein content and antioxidant activity increased as the content of mealworm powder increased, and sensory evaluation participants preferred yanggaeng with a 6% mealworm addition, indicating that yanggaeng with a 6% mealworm content may act as an excellent functional food when supplemented with aroma and taste.

Keywords: Mealworm powder, Yanggaeng, Food quality testing, Antioxidant activity

I. 서론

국제식량농업기구(FAO)에 따르면 2050년에는 세계 인구가 90억 명에 이를 것이며 이에 따른 육류소비증가 및 그에 따른 단백질 대체 급원에 대한 적합한 대비를 위한 새로운 해결책으로 식용곤충을 들었다(FAO, 2013).

식용곤충(edible insect)이란 식용을 목적으로 사육하는 곤충을 의미하며 단백질을 비롯한 불포화지방산, 칼슘, 철, 아연 등이 풍부하게 들어있을 뿐만 아니라(김현석, 정철의, 2013; Bukkens, 1997) 현재 단백질 공급원으로 섭취되고 있는 가축에 비해 환경적, 경제적인 면에서도 효율적이라는 장점이 있다. 또한 이미 세계적으로 20억

본 논문은 2020년 (사) 한국생활과학회 동계학술발표대회에서 발표한 논문을 수정보완한 논문임.

* Corresponding author: Ly, Sun Yung

Tel: +82-42-821-6838, Fax: +82-42-821-8968

E-mail: sunly@cnu.ac.kr

© 2021, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

명의 사람들이 전통적인 식사의 일부로 섭취하고 있으며 그 종류는 1,900여종 이상 있는 것으로 알려져 있다 (FAO, 2013). 우리나라에서도 전통적으로 누에(*Bombyx mori*), 번데기, 벼메뚜기(*Oxya chinensis sinuosa*) 등을 섭취해 오고 있었으며 이후 새로운 식품원료로 등록하기 위한 연구를 통해 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충이 2014년에 식품원료로써 인정받았다(윤은영, 황재삼, 2016). 갈색거저리는 대표적인 식용곤충으로 ‘갈색거저리’라는 이름이 어렵고 거부감이 든다는 의견에 따라 ‘고소애’라는 이름으로 불리기도 한다(Jung, C, 2013). 갈색거저리의 높은 번식률은 개체 수를 빠르게 증가시켜 쉽게 사육이 가능하고 산업화에 용이하다(DeFoliart, 1995). 갈색거저리는 특히 단백질의 함량이 풍부하여 고 단백질 식품 소재로서 활용이 가능하다(농촌진흥청, 2016). 또한 대두보다 많은 필수 아미노산을 함유하고 있고, 수량성이 확보되는 후기령의 경우 총 아미노산 함량과 필수 아미노산 함량이 다른 곤충 유충보다 높아 영양식으로서의 활용성이 높을 것으로 판단된다(백민희 외, 2017; 서민철 외, 2019a; 최성진 외, 2019). 이 외에도 지방산(심소연 외, 2020), 골세포 분화 및 성장촉진(서민철 외 2019a), 항염증(서민철, 2019b), 항산화(유재묘 외, 2016) 등의 여러 생리활성효능이 밝혀지고 있다. 갈색거저리는 인체가 이용하기 가장 좋은 단백질을 많이 함유하고 있지만 포화지방의 함량이 높은 육류의 단백질과는 다른 단백질 급원으로 활용될 수 있다. 또한 갈색거저리 분말을 첨가하여 제품을 제조할 경우 높은 항산화 활성을 보이고 있어 식품 소재로서의 가치가 높다(박기홍, 김건영, 2018; 황수영, 최수근, 2015). 그러나 활용면에서는 아직도 소비자들의 수용도가 낮아 지금까지 알려진 갈색거저리를 활용한 식품에 대한 연구로는 갈색거저리 유충 분말을 이용한 쿠키, 패티, 선식 등으로 가공하기 위한 제조과정과 품질평가에 대한 연구로 국한되고 있다(김형미 외, 2015; 민경태 외, 2016; 박기홍, 김건영, 2018). 그러나 양질의 단백질 급원이 필요한 중장년층 소비자들의 기호에 맞는 더 많은 식품조리 응용연구가 필요한 실정이다.

양갱은 우리나라의 대표적인 전통 간식 중 하나로 팥과 한천, 설탕 등이 주재료로 에너지를 보충할 수 있는 기호식품이며 기본적으로 부재료의 특성에 따라 다양한 기능성을 기대할 수 있는 식품이다. 최근 여러 부재료를 첨가하여 기능성이 있는 양갱들이 제조되고 있어 관련한 선행연구로는 모링가 분말을 첨가한 양갱(지옥화, 2020), 우유 분말을 첨

가한 양갱(김남곤, 유승석, 2019), 복분자 분말을 첨가한 양갱(성기협, 한혜영, 2019), 아사이베리 분말을 첨가한 양갱(최석현, 2015) 등이 있으나 갈색거저리 분말을 활용한 양갱의 품질특성에 관한 연구는 한 건에 불과하고 이 연구에서 갈색거저리 분말 함량이 적어 유의미한 연구결과가 나오지 않았으므로(전아름, 정해정, 2018) 갈색거저리 분말의 함량을 증가시킨 양갱의 제조와 그의 품질특성에 대한 연구가 필요하다고 판단하였다.

따라서 본 연구에서는 갈색거저리 분말 첨가량을 팔앙금의 0~12%까지 증량하고 백색 팔앙금을 사용하여 양갱을 제조하여 물리적 특성 및 관능적 특성과 양갱의 항산화능에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 이 연구를 통해 식용곤충 소재의 활용성을 높이고 단백질 요구도가 높은 소비자층을 위한 기능성 제품으로서의 개발가능성을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 양갱 제조

양갱제조에 사용한 재료는 갈색거저리 분말(㈜MG네추럴), 백앙금(주)굿모닝서울, 한국), 한천분말(화인통상, 한국), 설탕(CJ제일제당, 한국), 소금(백설, 한국)으로 구입 후 실온에 보관하면서 사용하였다. 갈색거저리 분말의 성분은 <표 1>과 같다(농촌진흥청, 2016). 갈색거저리 분말의 첨가 비율은 갈색 거저리 분말을 첨가한 선식(박기홍, 김건영, 2018) 연구에서 사용한 5%를 중앙값으로 하여 0%, 3%, 6%, 9%, 12%로 정하였다(<표 2>). 이는 앙금에 대한 갈색 거저리 분말의 질량 백분율이다. 나머지 재료인 물, 한천, 설탕, 소금의 양은 모든 군에서 동일하게 첨가하였다. 양갱 제조방법은 선행연구(지옥화, 2016)를 참고하였으며 간략하면 다음과 같다. 한천 8g을 물 400g에 12시간 이상 불린 후, 앙금, 갈색거저리 분말, 설탕을 넣고 중불에서 10분간 나무 주걱으로 저으며 가열한 뒤 약불에서 20분간 더 저어 주었다. 젤화가 시작되면 소금을 넣고 5분 더 가열한 후 양갱몰드에 부어 저온(20±3°C)에서 1시간 동안 굳혔다.

2. 성분 분석

각 양갱의 회분 함량은 basic method(AACC Method 08-01, 2000), 단백질 함량은 Kjeldahl method(AACC Method 46-13, 2000)방법으로 충남대학교 농업과학연구소

〈표 1〉 갈색거저리 분말의 일반 성분

성분	함량	성분	함량	성분	함량
에너지(kcal)	537	탄수화물(g)	14.41	베타카로틴(μg)	69
수분(g)	0.3	식이섬유(g)	12.8	비타민E(mg)	1.44
단백질(g)	51.39	칼슘(mg)	46	니아신(mg)	7.983
지질(g)	30.43	철(mg)	4.92	엽산(μg)	237
회분(g)	3.47	셀레늄(μg)	146.78	비타민C(mg)	0

농촌진흥청 농촌진흥청(2016). 제9개정판 국가표준식품성분표 I & II 에서 발췌

〈표 2〉 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 제조법

재료	실험군 ¹⁾				
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12
양갱	200g	194g	188g	182g	176g
갈색거저리 분말	0g	6g	12g	18g	24g
설탕	50g	50g	50g	50g	50g
한천	8g	8g	8g	8g	8g
소금	1g	1g	1g	1g	1g
물	400g	400g	400g	400g	400g

¹⁾MP0: 0% 갈색거저리 분말 첨가 양갱, MP3: 3% 갈색거저리 분말 첨가 양갱, MP6: 6% 갈색거저리 분말 첨가 양갱, MP9: 9% 갈색거저리 분말 첨가 양갱, MP12: 12% 갈색거저리 분말 첨가 양갱

에 의뢰하여 측정하였다. 각 양갱의 수분 함량은 적외선 수분 측정기(Infrared Moisture Analyzer FD-660)를 이용하여 측정하였으며, 잘게 자른 양갱 1g씩을 3회씩 반복 실험하였다. 실험결과는 3회 반복 실험의 평균과 표준편차로 나타내었다.

3. 물리화학적 특성 측정

각 양갱의 pH는 양갱 시료 5g에 증류수 45 ml를 가하여 충분히 교반한 후 40℃ 초음파파쇄기(Powersonic 420)에서 30분간 침지시킨 후, 8,000rpm으로 20분간 원심 분리(Combi-514, Hanil)하여 얻은 상층액을 pH meter(PH-220L, iSTEK, Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 실험결과는 3회 반복 실험의 평균과 표준편차로 나타내었다. 각 양갱의 당도 및 염도를 측정하기 위하여 전처리한 방법은 pH 측정 시와 동일하다. 즉, 양갱 5g에 증류수 45ml를 가하여 교반한 후, 40℃ 초음파파쇄기(Powersonic 420)에 30분간 침지시키고 원심분리기(Combi-514, Hanil)

에서 8,000rpm으로 20분간 원심 분리하여 얻은 상층액을 사용하였다. 상층액을 각각 당도계(ATAGO PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)와 염도계(ATAGO PAL-03S, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 당도와 염도를 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복 측정 후, 그 결과를 평균값 및 표준편차로 나타내었다. 각 양갱의 색도는 색차계(Chroma meter CR-410, Minilta, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하였으며 각 측정치의 평균값을 Hunter's L value, a value, b value로 나타내었다. 이때 사용한 표준백판의 보정치는 L=98.46, a=-0.23, b=+1.02이었다.

4. 기계적 조직감 측정

양갱의 기계적 조직감은 texture analyzer(TA XT Express, Stable Micro Systems, UK)로 <표 3>의 조건에 따라 측정하였다.

〈표 3〉 텍스처 프로파일 분석을 위한 조작 조건

측정	조건
Pre-test speed	2.0nm/sec
Test speed	2.0nm/sec
Post-test speed	2.0nm/sec
Test mode and option	T.P.A
Probe	P10(10nm DIA cylinder)
Contact force	5.0g
Threshold	20.0g
Distance	25mm
Strain deformation	50.0%

5. 관능검사 (기호도 검사)

관능검사는 연구의 목적과 평가 방법을 인지시킨 충남대학교 학부생 및 대학원생 총 17명을 대상으로 실시하였다. 평가 항목으로는 색(color), 맛(taste), 향기(flavor), 씹힘성(chewiness), 부드러운 정도(softness), 전체적인 기호도(overall acceptability)로 모두 9점 척도를 이용하여 평가하였다.

6. 양갱의 총 페놀 화합물 농도 및 항산화 활성측정

양갱 2.5g에 70% ethanol 50mL를 가하여 150rpm으로 설정한 진탕기(SHO, Daihan scientific)를 이용하여 상온에서 3시간 추출한 후 8,000rpm에서 20분간 원심분리(Combi-514, Hanil)하여 상층액을 시료로 사용하였다. 양갱의 총 폴리페놀 화합물 함량은 Folin & Denis의 방법(1912)을 이용하여 측정하였다. 각 시료 10 μ L에 2N Folin 시약(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, Mo, USA)과 증류수를 1:2의 비율로 섞은 혼합액 10 μ L를 넣었다. 암실에서 3분간 방치한 뒤 20% sodium carbonate(Na₂CO₃) 150 μ L를 가하고 다시 1시간 동안 암실에서 반응시킨 후에 ELISA reader(Microplate absorbance spectrophotometer, Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA, USA)로 765nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 증류수에 녹여 1mg/ml의 gallic acid 용액을 만든 후 gallic acid 용액의 표준검량곡선을 작성하고 총 폴리페놀 함량은 시료 1g 중의 mg gallic acid(mg GAE/g)로 도출하였다. 양갱의 총철 환원능(Ferric Reducing Ability:

FRAP)은 Benzie & Strain의 방법(1996)에 따라 측정하였다. 시약은 300mM sodium acetate buffer(pH3.6)와 10mM TPTZ(2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine), 20mM FeCl₃ · 6H₂O를 각각 10:1:1(v/v/v)의 비율로 혼합하여 FRAP reagent를 제조하였다. 시료 30 μ L와 FRAP reagent 300 μ L를 가하여 37 $^{\circ}$ C, 10분간 반응시킨 후 ELISA reader (Microplate absorbance spectrophotometer, Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA, USA), 로 593nm에서 흡광도를 측정하였다. FRAP value는 표준물질인 Ferrous sulfate heptahydrate(FeSO₄·7H₂O)의 검량곡선을 이용하여 얻었다. 양갱의 DPPH 라디칼 소거능 측정은 시료의 항산화 물질이 산화를 개시하는 DPPH radical을 이용하여 초기의 전자공여능을 확인할 수 있는 Blois법(1958)을 일부 변형하여 측정하였다. 0.15mM DPPH(Sigma-Aldrich Co.)용액 100 μ L을 각 시료 100 μ L에 넣었다. 광산화를 막기 위해 은박지로 well plate를 감싼 뒤 교반하고 암실에서 30분간 반응시킨 후 ELISA reader(Microplate absorbance spectrophotometer, Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA, USA)로 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 아래 식을 통해 3시간 추출한 시료액의 농도별 DPPH radical 소거능을 구하였다. 양성대조군으로는 ascorbic acid를 사용하였다. 양갱의 ABTS 라디칼 소거능 측정은 Fellegrini et al.(1999)의 방법으로 측정하였다. ABTS [2,2'-azinobis(3-ethylenbenzothiazoline-6-sulfonate)] 7mM 용액 10mL와 K₂S₂O₈ 140mM 용액 176 μ L를 잘 혼합하여 암실에서 16시간 정도 정치하였다. 이를 95% ethanol과 1:88 비율로 섞어 734nm에서 대조군의 흡광도 값이 0.7 \pm 0.02가 되도록 조절된 ABTS solution을 이용하였다. 각 시료 10 μ L과

ABTS solution 200 μ L를 가하여 암실에서 2분 30초간 반응시킨 후 ELISA reader(Microplate absorbance spectrophotometer, Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA, USA)로 734nm에서 흡광도를 측정하였다. 아래 식을 통해 3시간 추출한 시료액의 농도별 ABTS radical 소거능을 산출하였다. 양성대조군으로 ascorbic acid를 사용하였다.

$$\text{DPPH or ABTS radical 소거능(\%)} = (1 - \text{실험군의 흡광도} / \text{대조군 흡광도}) * 100$$

7. 통계분석

모든 실험은 결과는 SPSS 20.0(Statistical Package for the Social Sciences, IBM)을 사용하여 통계처리 하였으며 연구결과는 평균과 표준편차를 나타내었다. 각 군 간의 평균의 차이는 일원배치 분산 분석 (One-way ANOVA test) 후 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 검증을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 양갱의 일반성분

갈색거저리 분말 첨가량에 따른 양갱의 일반성분 분석(회분 및 단백질) 측정 결과는 <표 4>에 나타내었다. 회분 함량은 갈색거저리 분말을 첨가하지 않은 대조군(0.26%)에서 가장 낮았으며 갈색거저리 분말의 첨가량 12%인 양갱이 0.77%로 회분 함량이 가장 높았다. 단백질량 역시 대조군(3.31%)에서 가장 낮았으며 갈색거저리 분말 3% 첨가군은 4.43%, 6% 첨가군은 4.60%, 9% 첨가군은 5.64%, 12% 첨가군은 6.60%로 갈색거저리 분말 첨가량이 증가함에 따

라 단백질 함량도 증가하였다. 국가표준식품성분표 제9개정판(농촌진흥청, 2016)에 의하면 갈색거저리 유충 건조품 100g 당 함량은 단백질 51.39g, 총 아미노산 48.1g, 필수 아미노산 22.1g, 비필수 아미노산 25.9g으로 총 아미노산의 46%가 필수 아미노산인 매우 양질의 단백질성분을 다량 함유하고 있음을 알 수 있다. 대조군 양갱의 주요 단백질 급원은 앙금으로 국가표준식품성분표 제9개정판의 식품 중 가장 유사한 '팥 페이스트'를 참고하면 100g 당 총단백질량은 9.8g, 총아미노산은 9.6g로 이에 비해 갈색거저리 분말의 대체량이 많을수록 양갱의 단백질 영양가는 상승하게 된다. 전아름과 정해정의 연구(2018)에 의하면 양갱의 붉은 팥 앙금을 갈색거저리 분말로 1~3% 대체하였을 때 농도 의존적으로 조단백의 함량이 증가함을 보고하고 있다(전아름, 정해정, 2018). 신승미(2019)의 연구에 따르면 탈지 밀웬 분말 첨가량에 따른 설기떡의 품질특성을 연구한 결과 밀웬 분말을 6% 첨가한 설기떡이 탈지 밀웬 분말이 첨가되지 않은 대조군과 비교하였을 때 단백질의 함량이 유의하게 증가하였다고 보고한 바 있다(신승미, 2019). 따라서 갈색거저리 분말 첨가는 양갱의 단백질 함량을 증가시키며 이는 단백질 함량이 높은 식용 곤충이 고단백 강화식품 소재로서의 활용가능성이 있다는 사실을 확인 할 수 있다.

2. 양갱의 수분함량

갈색거저리 분말을 첨가한 양갱의 수분함량의 측정 결과는 <표 5>에 나타내었다.

갈색거저리 분말을 첨가하지 않은 양갱의 수분 함량은 39.44%이었고, 갈색거저리 분말의 첨가에 따라 수분함량이 점차 감소하는 경향을 보였지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 갈색거저리 분말의 수분함량은 0.3%이며 팥 앙금의 수분함량은 62%(농촌진흥청, 2016)로 갈색거저리 분말 함량이 높을수록 양갱의 수분 함량은 낮아졌지만 대체량이

<표 4> 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 회분 및 단백질 함량

구분	b실험군 ¹⁾					F-value
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12	
회분	0.26±0.02 ^{2)a3)}	0.55±0.02 ^b	0.63±0.02 ^c	0.69±0.0 ^d	0.77±0.02 ^c	469.681 ^{***}
단백질	3.31±0.07 ^a	4.43±0.12 ^b	4.60±0.12 ^b	5.64±0.06 ^c	6.60±0.12 ^d	453.555 ^{***}

¹⁾ <표1>과 동일한 시료

²⁾ 평균±표준편차, *** $p < 0.001$.

³⁾ 서로 다른 위첨자(a-e)를 가진 평균값들은 Duncan's multiple range test 결과 유의미한 차이를 나타냄

많지 않았기 때문에 양갱의 최종 수분함량에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다. 이러한 결과는 전아름과 정해정의 연구(2018)에서도 유사하게 나타났다. 그 외에 양갱 제조 시 건조분말 시료를 대체하였던 미나리 가루 첨가양갱(오경철, 2015)의 연구 결과에서도 유사한 결과를 볼 수 있었다. 그러나 아사이베리 분말 첨가 양갱(최석현, 2015)이나 모링가 분말 첨가 양갱(지옥화, 2020)에서는 첨가물의 함량이 높을수록 수분함량이 증가한다고 보고하여 첨가물에 따라 양갱의 수분함량에 미치는 영향이 다른 것을 알 수 있다. 이러한 차이는 시료의 수분 보수성이 다르기 때문으로 생각된다.

3. 양갱의 pH

갈색거저리 분말 첨가량에 따른 양갱의 pH 측정 결과는 <표 6>에 나타내었다. pH는 대조군이 7.06으로 가장 높았고 갈색거저리 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 유의하게 감소($p < 0.001$)하여 첨가량 12%인 양갱이 6.76으로 pH가 가장 낮았다. 갈색거저리를 첨가하여 양갱을 제조하였던 선행연구(전아름, 정해정, 2018)에서도 대조군에 비해 갈색거저리 분말을 첨가한 군의 pH가 낮게 나타나 본 실험결과와 유사한 결과를 보여주었다. 또한 이경화(2019)의 연구 결과에 의하면 갈색거저리 분말의 pH는 5.98로 약산성이었으며 김소영 외(2015)의 연구에 의하면 갈색거저리 분말의 lactic acid 함량이 높아 pH가 낮음을 밝히고 있다. 그 외에 이주

혜 외(2016)는 갈색거저리의 성분분석 연구에서 아미노산 조성 중 glutamic acid가 많은 것으로 보고하고 있다. 이와 같이 갈색거저리의 여러 성분들은 최종 제품의 pH 변화를 일으킬 수 있으나 양갱 제조 시 가열에 따른 변화도 배제할 수 없어 이에 관한 검증은 추가연구를 통하여 이루어져야할 것으로 사료된다. 반면, 갈색거저리를 첨가한 풀먼 식빵 연구(이경화, 2019)와 갈색거저리를 첨가한 돈육 패티의 품질 특성(최주혜 외, 2019)의 연구 등에서는 오히려 pH가 유의하게 증가하였는데 저자들은 그 이유로 유기산, 돈육의 pH, 첨가제, 가열온도 등이 영향을 미쳤을 것으로 추정하여 식품의 여러 성분들을 종합적으로 고려해야함을 밝혔다.

4. 양갱의 당도 및 염도

갈색거저리 분말 첨가량에 따른 양갱의 당도와 염도 측정 결과는 <표 7>에 나타내었다. 갈색거저리 분말 첨가량에 따른 당도는 유의한 차이가 없었다. 갈색 거저리 분말의 총당류 함량은 1.95%로 당도에 영향을 미칠 만큼 높지 않다(농촌진흥청, 2016). 갈색거저리 분말을 첨가한 풀먼 식빵의 품질특성(이경화, 2019)에서도 갈색거저리 첨가량이 당도에 영향을 미치지 않았다. 또한 갈색거저리 분말의 염분 함량은 '0'(농촌진흥청, 2016)으로 양갱의 첨가량에 따라 염도 역시 유의한 차이가 없었다. 따라서 본 연구에서 대체한 정도의 갈색거저리의 함량은 양갱의 전반적인 단맛과 짠맛에는 큰 영향이 없을 것으로 사료된다.

<표 5> 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 수분함량

구분	실험군 ¹⁾					F-value
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12	
수분함량(%)	39.44±3.63 ²⁾	39.77±3.97	38.46±1.15	33.18±0.35	37.00±1.39	3.338 ^{NS}

¹⁾ <표1>과 동일한 시료

²⁾ 평균±표준편차

<표 6> 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 pH

구분	실험군 ¹⁾					F-value
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12	
pH	7.06±0.01 ^{c3)}	6.83±0.01 ^b	6.83±0.02 ^b	6.78±0.01 ^a	6.76±0.11 ^a	226.574 ^{***}

¹⁾ <표1>과 동일한 시료

²⁾ 평균±표준편차, *** $p < 0.001$.

³⁾ 서로 다른 위첨자(a-c)를 가진 평균값들은 Duncan's multiple range test결과 유의미한 차이를 나타냄

5. 양갱의 색도

갈색거저리 분말을 첨가한 양갱의 색도 측정 결과는 <표 8>에 나타내었다.

명도(L)는 대조군에서 가장 높았으며 갈색거저리 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의하게 감소하였다(p<0.001). 갈색거저리는 색이 진한 부가재료로 한천과 백색양금을 주 재료로 한 양갱에 첨가될수록 명도가 감소하는 것은 아사 이베리 분말 첨가 양갱(최석현, 2015), 초석잠 분말 첨가 양갱(최상호, 2016) 우영분말 첨가 양갱(김남곤, 유승석, 2019)에서와 유사한 결과이었다. 적색도를 나타내는 a 값은 갈색거저리 분말을 첨가하지 않은 대조군에서 1.72±0.01을 나타냈으며, 갈색거저리 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다(p<0.001). 황색도를 나타내는 b 값은 대조군에서 9.72±0.05로 가장 높게 나타났으며 갈색거저리 분말을 첨가함에 따라 유의하게 낮아졌다(p<0.001). 이는 유사한 갈색을 띄는 밤 분말을 첨가한 양갱(지옥화, 2016)의 결과와 유사하였다. 갈색거저리 분말을 첨가한 양갱의 색도는 갈색거저리 분말의 첨가량이 증가할수록 명도(L)와 황색도(b)는 낮아지고 적색도(a)는 높아져 양갱의 전반적인 색을 변화시키므로 기호도 조사에서 검토

되어야 할 항목이다.

6. 기계적 조직감

갈색거저리 분말을 첨가한 양갱의 기계적 물성을 측정된 결과는 <표 9>에 나타내었다. 경도(Hardness)는 갈색거저리 분말을 9% 첨가한 군에서 가장 높았다. 이는 수분함량이 가장 낮았던 것과 관련이 있다. 부착성(Adhesiveness)은 갈색거저리 분말을 첨가하지 않은 대조군에서 가장 높았으며 갈색거저리 분말의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 이는 모링가잎 분말을 첨가한 양갱(지옥화, 2020)에서도 모링가잎 분말의 첨가량이 증가할수록 부착성이 감소한 것과 유사한 결과이다. 탄력성(Springiness)은 대조군과 3%, 6% 첨가군들 간에는 유의한 차이가 없었으나 9%와 12% 첨가군에서 유의하게 감소하였고(p<0.001), 응집성(Cohesiveness)은 12% 첨가군에서만 유의하게 증가하였다. 끈적임(Gumminess)과 씹힘성(Chewiness)은 대조군에서 가장 낮았으며 갈색거저리 분말을 9%와 12% 첨가한 군에서만 유의하게 증가하였다(p<0.05). 홍삼을 첨가하여 제조한 양갱(구수경, 최해연, 2009)의 연구와 가시파래 첨가 알룰로스 양갱(김수진 외, 2019)의 연구에서 부재료의 첨가량이 증가

<표 7> 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 당도 및 염도

구분	실험군 ¹⁾					F-value
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12	
당도	3.17±0.15 ²⁾	3.27±0.06	3.27±0.06	3.33±0.06	3.30±0.10	1.346 ^{NS}
염도	2.80±0.00	2.80±0.00	2.73±0.15	2.80±0.00	2.83±0.06	0.750 ^{NS}

¹⁾ <표1>과 동일한 시료

²⁾ 평균±표준편차

<표 8> 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 Hunter's color value

Color value	실험군 ¹⁾					F-value
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12	
L value	52.24±0.21 ^{e3)}	41.34±0.15 ^d	38.94±0.02 ^c	36.31±0.10 ^b	35.53±0.23 ^a	5490.683 ^{***2)}
a value	1.72±0.01 ^a	2.68±0.04 ^c	2.59±0.01 ^b	2.84±0.02 ^d	2.98±0.02 ^e	1491.405 ^{***}
b value	9.72±0.05 ^c	8.48±0.06 ^d	7.63±0.04 ^c	7.10±0.03 ^b	7.00±0.04 ^a	1982.949 ^{***}

¹⁾ <표1>과 동일한 시료

²⁾ 평균±표준편차, *** p<0.001.

³⁾ 서로 다른 위첨자(a-e)를 가진 평균값들은 Duncan's multiple range test결과 유의미한 차이를 나타냄

함에 따라 응집성, 끈적임, 씹힘성이 증가한 것과 유사하였다. 전아름과 정해정의 연구(2018)에서는 갈색거저리 첨가량이 1~3%로 경도에서 유의한 차이를 보이지 않았고 다른 물성은 측정되지 않았으나 본 연구결과, 갈색거저리 분말 첨가량이 6% 이상에서는 양갱의 경도가 증가하고 부착성은 감소하며 9% 이상에서는 끈적임과 씹힘성이 증가하는 등 전반적인 물성에 어느 정도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

7. 관능검사

갈색거저리 분말을 함유한 양갱에 대한 기호도 검사는 9점 척도로 점수가 높을수록 기호도가 높음을 의미한다. 양

갱의 맛, 색, 향미, 씹힘성, 부드러운 정도, 전반적인 기호도에 대해 평가하였으며 검사 결과는 <표 10>에 나타내었다. 색, 씹힘성, 부드러운 정도, 전체적인 기호도에서 갈색거저리 분말 6% 첨가 양갱이 가장 높은 경향을 보였으나 씹힘성과 부드러운 정도를 제외한 나머지 요인에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 갈색거저리 분말 6%첨가 양갱의 씹힘성과 부드러운 정도는 각각 5.41 ± 1.37 , 5.65 ± 1.58 로 가장 높은 기호도를 나타냈다. 일반적으로 식용곤충을 활용한 제품의 경우 시각적인 혐오감, 향미에 대한 거부감으로 인하여 기호도가 감소하는 경향이 있다. 그러나 전아름과 정해정(2018)의 연구에서 1~3%의 갈색거저리 분말을 첨가한 양갱은 첨가된 갈색거저리 분말의 양이 소량이어서 색, 향, 맛, 전체적인 기호도에 큰 영향을 미치지 않는다고 보고하

<표 9> 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 기호도 검사

기호도	실험군 ¹⁾					F-value
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12	
맛	$4.65 \pm 2.01^{2)}$	4.76 ± 2.17	4.59 ± 2.29	4.41 ± 2.09	4.41 ± 2.15	1.185^{NS}
색	4.59 ± 2.50	4.94 ± 1.89	5.82 ± 1.94	5.82 ± 2.07	5.53 ± 2.04	0.088^{NS}
향	4.41 ± 1.73	5.12 ± 2.00	4.82 ± 2.22	4.65 ± 1.54	5.35 ± 2.06	0.639^{NS}
씹힘성	5.00 ± 1.32	5.00 ± 1.32	5.41 ± 1.37	4.65 ± 1.22	4.35 ± 1.54	1.48^{NS}
부드러운 정도	4.94 ± 1.82	5.00 ± 1.73	5.65 ± 1.58	4.35 ± 1.27	4.29 ± 1.31	2.139^{NS}
전체적인 기호도	4.29 ± 1.96	4.59 ± 1.87	5.06 ± 1.82	4.35 ± 1.84	4.12 ± 2.32	0.579^{NS}

¹⁾ <표1>과 동일한 시료

²⁾ 평균±표준편차

<표 10> 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 물리적 특성

구분	실험군 ¹⁾					F-value
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12	
경도 (kgf)	$1043.88 \pm 53.20^{a3)}$	1179.74 ± 13.29^c	1120.37 ± 23.26^b	1433.64 ± 34.66^d	1213.48 ± 13.91^c	$65.168^{****2)}$
부착성 (%)	-565.41 ± 29.21^c	-609.82 ± 23.23^c	-964.79 ± 11.35^b	-916.07 ± 110.77^b	-1129.51 ± 23.22^a	61.104^{***}
탄력성 (%)	0.99 ± 0.00^b	0.98 ± 0.02^b	0.99 ± 0.00^b	0.93 ± 0.00^a	0.93 ± 0.00^a	51.399^{***}
응집성 (%)	0.43 ± 0.01^a	0.44 ± 0.00^a	0.43 ± 0.01^a	0.42 ± 0.01^a	0.46 ± 0.01^b	7.062^{**}
끈적임 (kgf)	419.74 ± 46.98^a	481.91 ± 21.08^{ab}	477.90 ± 2.16^{ab}	529.33 ± 82.17^b	561.07 ± 16.69^b	4.516^*
씹힘성 (kgf)	404.38 ± 49.69^a	468.71 ± 5.31^{ab}	474.73 ± 1.84^{ab}	520.38 ± 87.32^b	542.86 ± 0.89^b	4.233^*

¹⁾ <표1>과 동일한 시료

²⁾ 평균±표준편차, *** p<0.001., ** p<0.01, * p<0.05

³⁾ 서로 다른 위치자(a-d)를 가진 평균값들은 Duncan's multiple range test결과 유의미한 차이를 나타냄

였다. 본 연구의 결과, 갈색거저리 분말의 첨가량을 12%까지 증가시켜도 양갱의 색이나 맛, 향미 등과 전반적인 기호도에 큰 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 갈색거저리 분말을 양갱의 부재료로 사용하여도 소비자들의 거부감이 크지 않을 것임을 시사한다. 다만, 맛과 향, 색을 증진시키는 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

8. 양갱의 총 페놀 화합물 농도 및 항산화 활성

갈색거저리 분말 첨가 양갱의 항산화 활성 측정 결과는 <표 11>에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 대조군에서 0.19mg GAE/g 이었고, 갈색거저리 분말의 함량이 증가함에 따라 용량의존적으로 페놀 함량이 증가하였다 ($p<0.001$). 갈색거저리 분말을 첨가하지 않은 대조군에서 DPPH radical 소거능은 55.90%였으며 갈색거저리 분말 첨가량이 증가할수록 63.22~81.56% 까지 유의하게 증가하였다 ($p<0.001$). ABTS radical 소거능은 대조군에서 13.10%였으며, 갈색거저리 분말 3~12% 첨가군에서 16.28~26.74%으로 지속적으로 증가하여($p<0.001$) DPPH radical 소거능과 같은 양상을 보이고 있었다. 한라봉 분말이나 미나리 분말을 첨가한 양갱(김현은 외, 2015; 오경철, 2015)에서 부재료의 첨가량에 따라 DPPH 소거능과 ABTS 소거능이 증가하여 항산화 활성 증가하였다는 결과 등 항산화능이 있는 부재료의 함량은

최종 제품의 항산화능으로 반영될 수 있음을 알 수 있다. 철 환원능(FRAP)의 경우 대조군이 0.14mg ISHE/g 으로 가장 낮았고 갈색거저리 분말의 첨가 비율이 높을수록 FRAP value 가 증가하였으나($p<0.001$) 갈색거저리 분말 9% 첨가군과 12% 첨가군 사이에 유의한 차이는 보이지 않았다. 일반적으로 시료의 총 폴리페놀 함량이 높을수록 항산화 활성은 증가한다(서민철 외, 2019b; Rice-Evans et al., 1996). 박기홍과 김건영(2018)에 의하면 갈색거저리를 첨가하지 않은 선식에 비해 갈색거저리가 첨가된 선식의 총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거능이 더 높은 값을 보인다고 보고하였으며(박기홍, 김건영, 2018), 황수영과 최수근(2015)의 연구에서는 갈색거저리 분말을 첨가하지 않은 일반머핀보다 갈색거저리 분말을 첨가한 머핀에서 더 높은 항산화 활성이 나타난다고 보고하였다(황수영, 최수근, 2015). 본 연구결과를 통해서도 갈색거저리 분말에는 항산화작용에 영향을 주는 폴리페놀이 함유되어 있으므로 첨가량이 증가할수록 free radical 소거능과 철 환원능 또한 증가시키는 것을 알 수 있었으며, 양갱 제조 후에도 항산화 활성이 유지되는 것을 확인하였다. 따라서 갈색거저리 분말을 이용해 제품을 개발할 경우, 제품의 항산화 활성 향상에 큰 도움을 주어 기능성 성분을 지닌 상품의 개발 및 영양균형 식품의 개발에 도움을 줄 것으로 사료된다.

<표 11> 갈색거저리 분말 첨가 양갱의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

구분	실험군 ¹⁾					F-value
	MP0	MP3	MP6	MP9	MP12	
총 폴리페놀 (mg GAE/g) ²⁾	0.19±0.01 ^{a5)}	0.27±0 ^{ab}	0.40±0.04 ^{bc}	0.49±0.04 ^c	1.30 ±0.15 ^d	119.69 ^{***4)}
DPPH 라디칼 소거능 (%)	55.90±0.72 ^a	63.22±0.68 ^b	69.31±0.66 ^c	78.55±0.4 ^d	81.56±0.62 ^e	856.33 ^{***}
ABTS 라디칼 소거능 (%)	13.10±0.14 ^a	16.28±0.64 ^b	19.33±0.44 ^c	24.92±0.64 ^d	26.74±0.63 ^e	344.22 ^{***}
FRAP값 (mg ISHE/g) ³⁾	0.14±0.01 ^a	0.31±0.06 ^b	0.45±0.02 ^c	0.65±0.05 ^d	0.69±0.04 ^d	96.91 ^{***}

¹⁾ <표1>과 동일한 시료

²⁾ GAE: 갈산 당량

³⁾ ISHE: 황산철 당량($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

⁴⁾ 평균±표준편차, *** $p<0.001$.

⁵⁾ 서로 다른 위첨자(a-e)를 가진 평균값들은 Duncan's multiple range test결과 유의미한 차이를 나타냄

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 갈색거저리 분말의 첨가량을 양갱의 0~12% 달리하여 양갱을 제조하였으며 일반성분, 수분, pH, 당도 및 염도, 색도, 기계적 조직감, 관능평가 결과와 총 페놀 및 항산화 활성을 측정하였다. 회분과 단백질 함량은 갈색거저리 분말의 첨가량이 증가할수록 높아졌고 수분함량은 대조군에 비해 9% 첨가 양갱부터는 감소하였다. 색도는 L값과 b값은 모두 갈색거저리 분말을 첨가하지 않은 대조군이 가장 높았으며, 갈색거저리 분말을 첨가함에 따라 유의하게 감소하였다. a값은 갈색거저리 분말을 첨가함에 따라 증가하였다. 경도는 갈색거저리 분말을 9% 첨가한 군에서 가장 높았으며, 분말 첨가량이 증가할수록 부착성과 탄력성은 감소하고 끈적임, 씹힘성은 증가하였다. 갈색거저리 분말을 첨가한 양갱의 기호도로 색, 씹힘성, 부드러운 정도에서 갈색거저리 분말 6% 첨가 양갱이 가장 높은 점수를 받았으나 다른 지표에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 항산화 활성 측정에서 총 페놀 화합물의 함량, DPPH radical과 ABTS radical 소거능, FRAP 값 모두 갈색거저리 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다. 결론적으로 갈색거저리 분말의 함량이 증가할수록 단백질 함량과 항산화 활성은 증가하나 관능검사 결과 양갱의 6% 정도의 첨가 선에서 기호도가 가장 높게 나왔으므로 색도나 향, 맛 등의 추가적인 보완이 이루어진다면 우수한 기능성 기호식품으로의 활용이 가능할 것으로 보인다.

주제어 : 갈색거저리(고소애)분말, 양갱, 품질특성, 항산화능

REFERENCE

- 구수경, 최해연(2009). 홍삼양갱의 항산화활성 및 품질특성. *한국식품조리과학회지*, 25(2), 219-226
- 김남곤, 유승석(2019). 우영 분말 첨가 양갱의 품질 특성. *Culinary Science & Hospitality Research*, 25(4), 156-162.
- 김소영, 손양주, 김수희, 김안나, ... 황인경(2015). 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충의 냉장 저장 중 산화 안정성에 관한 연구. *한국조리과학회지*, 31(1), 62-71.
- 김수진, 김다희, 김미리(2019). 가시파래 첨가 알룰로스 양갱의 이화학적 품질 특성 및 항산화 활성 평가. *한국식품영양과학회지*, 48(9), 977-986.
- 김현석, 정철의(2013). 가식성 곤충의 식품소재화 가능성 탐색을 위한 성분학적 특성 연구. *Journal of Apiculture*, 28(1), 1-8.
- 김현은, 임정아, 이준호(2015). 한라봉 분말을 첨가한 양갱의 품질 및 항산화 활성. *한국식품영양과학회지*, 44(12), 1918-1922.
- 김형미, 김정남, 김진수, 정미영, ... 김애정(2015). 갈색거저리 유충 분말을 이용한 패티 제조 및 품질특성. *한국식품영양과학회지*, 28(5), 813-820.
- 농촌진흥청 국립농업과학원(2016). *제9개정판 국가표준식품성분표 I&II*. 전북: 농촌진흥청.
- 민경태, 강미숙, 김민주, 이선희, ... 김애정(2016). 갈색거저리 유충 분말을 이용한 쿠키 제조 및 품질평가. *한국식품영양과학회지*, 29(1), 12-18.
- 박기홍, 김진영(2018). 식용곤충(갈색거저리) 을 첨가한 신식의 품질특성. *Culinary Science & Hospitality Research*, 24(1), 13-23.
- 백민희, 황재삼, 김미애, 김수희, ... 윤은영(2017). 새로운 식품원료로 등록된 식용곤충의 영양성분 비교 분석. *생명과학회지*, 27(3), 334-338.
- 서민철, 백민희, 이준하, 이화정, ... 김미애(2019a). 갈색거저리 유충 오일이 MG-63 조골세포 분화에 미치는 영향. *생명과학회지*, 29(9), 1027-1033.
- 서민철, 이화정, 이준하, 백민희, ... 김미애(2019b). 알칼리법으로 추출한 갈색거저리 유충 단백질의 항염증 효능. *생명과학회지*, 29(8), 854-860.
- 성기협, 한혜영(2019). 복분자 분말을 첨가한 양갱의 항산화 활성 및 품질 특성. *한국외식산업학회지*, 15(3), 19-29.
- 신승미(2019). 탈지 밀웜 분말 첨가량을 달리하여 제조한 설기떡의 품질특성. *한국산학기술학회 논문지*, 20(8), 523-530.
- 심소연, 장성호, 조영수, 안희영(2020). *Saccharomyces cerevisiae* M1 (KACC 93023) 으로 발효한 갈색 거저리 유충이 비 알코올성 지방간 유발 흰 쥐에 미치는 영향. *생명과학회지*, 30(5), 434-442.
- 오경철(2015). 미나리 가루 첨가 양갱의 품질특성. *Culinary Science & Hospitality Research*, 21(6), 291-302.
- 유재묘, 장재윤, 김현정, 조용훈, ... 안봉진(2016). 갈색거저리

- 리 (*Tenebrio Molitor*) 의 항산화능과 Raw 264.7 대 식세포의 항염증 효과. *한국식품저장유통학회지*, 23(6), 890-898.
- 윤은영, 황재삼(2016). 곤충식품 개발 현황 및 전망. *식품과학 산업*, 49(4), 31-39.
- 이경화(2019). 갈색거저리 분말을 첨가한 풀먼 식빵의 품질 특성. *외식산업경영연구*, 15(2), 21-44.
- 이주혜, 이지윤, 한진봉, 남진식, ... 김세나(2016). 생애주기에 따른 갈색거저리의 식품성분 변화. *한국식품조리과학회지*, 32(5), 656-663.
- 전아름, 정해정(2018). 밀웬(갈색거저리) 분말 첨가량을 달리한 양갱의 품질특성. *한국식생활문화학회지*, 33(2), 169-175.
- 지옥화(2016). 밤 분말을 첨가한 양갱의 품질 특성. *Culinary Science & Hospitality Research*, 22(8), 182-191.
- 지옥화(2020). 모링가 잎 분말을 첨가한 양갱의 품질 특성. *Culinary Science & Hospitality Research*, 26(1), 93-101.
- 최상호(2016). 초석잠 분말을 첨가한 양갱의 품질 특성. *Culinary Science & Hospitality Research*, 22(8), 99-108.
- 최성진, 박아름, 이효영, 김희연, ... 석영식(2019). 식용 곤충 갈색거저리 유충의 생육 특성 및 영별 영양성분 변화. *한국식품영양과학회 학술대회 발표집*(p.272), 서울, 한국.
- 최석현(2015). 아시아베리 분말 첨가 양갱의 품질 특성. *Culinary Science & Hospitality Research*, 21(6), 133-146.
- 최주혜, 용해인, 구수경, 김태경, 최윤상(2019). 갈색거저리 유충의 대체 비율에 따른 돈육 패티의 품질특성 연구. *한국식품조리과학회지*, 35(5), 441-449.
- 황수영, 최수근(2015). 밀웬 (갈색거저리) 분말 첨가 머핀의 품질 특성. *Culinary Science & Hospitality Research*, 21(3), 104-115.
- AACC. (2000). Approved methods of the American association of cereal chemists. (10th ed.). St. Paul: American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee
- Benzie, I. F., & Strain J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Bukkens, S. G. (1997). The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2-4), 287-319.
- DeFoliart, G. R. (1995). Edible insects as minilivestock. *Biodiversity & conservation*, 4(3), 306-321.
- F.A.O. (2013). *Edible forest insects*. Rome: FAO.
- Fellegrini, N., Ke, R., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2, 2'-azinobis (3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid radical cation decolorization assay. *Methods in enzymology*, 299, 379-389.
- Folin, O., & Denis, W. (1912). On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *Journal of Biological Chemistry*, 12(2), 239-243.
- Jung, C. (2013). Prospects of insect food commercialization: a mini review. *Korean J Soil Zoology*, 17(1), 5-8.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga G. (1996). Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic Biol Med*, 20, 933-956.

Received 03 December 2020;

1st Revised 05 January 2021;

Accepted 11 January 2021