

## 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 품질 특성

남혜현 · \*심기현\*

숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 대학원생,  
\*숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 부교수

### Quality Characteristics of *Garaedduk* Enriched with Mealworm (*Tenebrio molitor*) Powder

Hye Hyun Nam and \*Ki Hyeon Sim\*

Master's Student, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

\*Associate Professor, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

#### Abstract

Mealworm is the most widely used edible insect in Korean traditional food. In this study, the quality characteristics and antioxidant activity of *Garaedduk* containing different proportions of powdered mealworm (0%, 3%, 6%, 9%, and 12%) were evaluated in order to enhance the utilization of mealworm. The results revealed that moisture content decreased while pH and starch elution increased, with increasing amount of mealworm. Furthermore, the amount of total amino acids, essential amino acids, and non-essential amino acids increased with increasing amount of mealworm. Regarding chromaticity, the L value decreased while the a and b values increased as the amount of mealworm increased. The addition of 6% mealworm showed slight differences in the pore size and surface smoothness as compared to plain *Garaedduk*. Texture, hardness, chewiness, and gumminess increased, but cohesiveness decreased with increasing amount of mealworm. The preference test evaluating the appearance, flavor, taste, texture, and overall preference showed that 6% mealworm additive group had the highest preference. In addition, antioxidant activity of the newly developed *Garaedduk* increased with increasing amount of mealworm. In conclusion, *Garaedduk* enriched with 6% mealworm showed promising results for developing rice cake with improved nutrition and antioxidant activity and excellent overall preference and quality.

Key words: mealworm, *garaedduk*, quality characteristics, amino acid, antioxidant activity

#### 서론

단백질은 생물체가 생명을 유지하고 제 기능을 하게 하는 필수 영양소로서 성장기의 성장 발달과 노년기의 근육 손실을 예방하기 위해서는 필수 아미노산 조성이 우수한 동물성 단백질 식품을 섭취해야 한다(Min 등 2016; Seo 등 2019). 그러나 양질의 동물성 단백질 급원인 육류는 가축 사육 시 환경오염을 일으키고 다량 섭취 시 심혈관계 질환을 유발할 위험성이 높다. 특히 축산물의 수요 증가로 가축의 대규모 사육이 늘어나면서 발생하는 가축, 오수, 분뇨 등의 가축 폐기물은 기후변화를 가속화시키고 온실가스를 다량 배출하여 대기오염을 발생시킨다(Kim 등 2019). 또한 가축의 전염병을

예방하기 위한 광범위한 항생제 사용은 인간의 건강도 위협하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 유엔 산하 세계 식량농업기구(Food and Agriculture Organization, FAO)에서는 2013년부터 단백질 급원식품에 대한 육류 의존도를 줄이고 미래의 식량부족을 해결하기 위한 식량자원으로 식용곤충의 사용을 장려하고 있다. 식용곤충은 필수 아미노산 조성이 우수하여 식물성 단백질 식품에서 부족한 제한 아미노산의 보충이 가능하며 생육기간이 짧은 반면에 개체수는 가축보다 많고 축산분뇨로 인한 생물학적 폐기물의 발생량도 적어 친환경적인 미래 식량자원으로 각광받고 있다(Yun & Hwang 2016). 농림축산식품부에서는 2019년 생태환경에 해를 끼칠 우려가 없는 곤충을 선별하여 가축에 포함시켰고 사육법을 개발하

\* Corresponding author: Ki Hyeon Sim, Associate Professor, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea. Tel: +82-2-2077-7475, Fax: +82-2-2077-7475, E-mail: santaro@sm.ac.kr

여 생산농가에 널리 보급하고 있다. 현재 「곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률」에 따라 유통 및 판매 가능한 곤충으로 총 14종이 있으며, 그 중 식용곤충은 갈색거저리 유충, 장수풍뎅이 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 누에 등이 있다(Korea Law Information Center 2019).

갈색거저리(*Tenebrio molitor*)는 딱정벌레목 거저리과의 곤충으로 강한 적응력과 쉬운 사육기술로 연중 사육이 가능하며 산업화가 용이한 식용곤충으로 인체에 대한 안전성도 확인되어 식품의약품안전처로부터 2016년 일반식품원료로 식품공전에 등록되어 다양한 식품에 사용되고 있다(Yu 등 2017). 특히 갈색거저리 유충은 감칠맛이 나고 씹을수록 고소한 맛이 나서 ‘고소애’라는 명칭으로도 불리고 있는데(Kim 등 2016), 갈색거저리는 threonine, valine, leucine, phenylalanine, histidine, lysin 등의 필수 아미노산 함량이 높을 뿐만 아니라 oleic acid와 linoleic acid 등의 불포화 지방산과 칼슘 함량도 높은 편이다(Back 등 2017). 이러한 갈색거저리의 우수한 영양적 가치는 고영양이 필요한 수술 후 회복기 환자들에게 양질의 영양 공급을 통해 치료에 도움을 주는 것으로 국내 연구진을 통해 보고되었다(Kim 등 2016). 현재 갈색거저리 유충을 활용하여 파스타(Kim 등 2014a), 패티(Kim 등 2015a), 머핀(Hwang & Choi 2015), 쿠키(Min 등 2016), 양갱(Jeon & Chung 2018), 찰떡파이(Jeong 등 2018), 식빵(Kim 등 2019), 닭가슴살 소시지(Kim & Lee 2019), 차(Woo 등 2019) 등의 다양한 식품들이 개발되었으나 우리나라 전통음식으로는 개발된 사례는 설기떡(Shin SM 2019)과 들깨강정(Lee 등 2019)을 제외하고 거의 보고된 적이 없어 식품개발 필요성에도 불구하고 국내 갈색거저리의 산업화를 위한 전통음식 개발은 부족한 실정이다.

떡은 농경시대부터 이어져온 역사와 전통을 가진 음식으로 시절식과 통과례, 제사음식, 손님 접대식 등의 식생활에 있어 모두 이용되는 대표적인 음식으로 이어져 왔다(Choi EH 2013; Hyun 등 2014). 우리나라 전통떡 중에 인지도가 높은 떡의 하나인 가래떡은 처서 만든 도병의 일종으로 주식이나 간식으로 두루 이용되며 각종 요리에 부재료로 다양하게 사용되어져 왔다(Park 등 2011). 그러나 가래떡은 다른 떡류와 비슷하게 대부분이 탄수화물로 이루어져 있어 과량 섭취 시에는 고혈당과 비만을 유발할 수 있는 단점이 있다(Kim 등 2015b). 이러한 떡의 문제점을 해결하기 위해 최근 들어 쌀가루 대신 다양한 부재료를 첨가한 가래떡 관련 연구들이 많이 보고되고 있는데, 손바닥 선인장 열매 분말 첨가 가래떡(Lee 등 2009), 생미강 첨가 가래떡(Choi EH 2009), 인삼 분말 첨가 떡볶이용 가래떡(Lee 등 2011), 전두부 첨가 떡볶이용 떡(Lee 등 2012), 대두 분말 떡볶이 떡(Kang 등 2012a), 탈지 미강 첨가량에 따른 가래떡(Choi EH 2013), 표고버섯 분말 첨가 가래떡(Hyun 등 2014), 송기 가래떡(Woo 등 2016), 흑미 첨가 떡

볶이 떡(Shin 등 2016), 프리카 분말 첨가 가래떡(Kim 등 2018), 파래분말을 첨가한 떡볶이 떡(Jung 등 2019) 등의 선행 연구들이 보고되었다.

이에 본 연구에서는 식용곤충으로 가장 많이 이용되고 있는 갈색거저리 유충을 새로운 식품 자원으로 산업적 가치를 높이고 우리 전통음식으로 계승·발전시키기 위해 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 가래떡을 개발하여 품질특성과 향산화 활성을 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 주요 실험재료인 갈색거저리 유충 분말은 2021년 1월에 경상남도 산청군에 위치한 지리산 곤충연구소에서 구매하였다. 가래떡 제조를 위한 재료로 멥쌀(Nonghyup, Pyeongtaek, Korea)과 소금(Sinan Solar salt Co., Ltd, Sinan, Korea)을 평택 시내 마트에서 구입하여 실험재료로 사용하였다.

### 2. 갈색거저리 유충 분말 일반성분 분석

갈색거저리 유충 분말의 일반성분은 식품공전(MFDS 2021a)의 방법을 참고하여 분석하였다. 수분은 상압가열건조법으로 105℃에서 분석하였고, 조단백질은 Kjeltac System (Kjeltac Auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden)을 사용하여 Kjeldahl 분해법으로 분석하였다. 조지방은 조지방추출기(Soxhlet Avanti 2050, FOSS Co., Hillerod, Denmark)로 Soxhlet 추출법을 활용하여 분석하였고, 조회분은 직접 회화법을 활용하여 전기 회화로(LEF-105S, Daihan LabTech, Namyangju, Korea)로 분석하였다. 탄수화물의 함량은 식품 전체 중량인 100 g을 기준으로 하여 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량을 감산하여 산출하였다.

### 3. 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 제조

갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 배합비는 Lee 등 (2012)과 Shin SM(2019)의 선행연구를 참고하여 수차례의 예비 실험을 통해 산출하였다(Table 1). 멥쌀을 3회 수세하여 상온에서 8시간 수침한 다음 체에 받쳐 20분간 물기를 빼고 roll mill(Daekwang machinery Co., Ltd, Hanam, Korea)로 2회 분쇄하여 가래떡 제조용 쌀가루로 사용하였다. 갈색거저리 유충 분말은 50 mesh(300 μm)의 표준망체(Testing Sieve, Chunggye Sanggongsa, Seoul, Korea)에 통과시킨 후에 전체 가루 중량인 1,000 g 기준으로 0%, 3%, 6%, 9%, 12% 비율로 첨가하였다. 여기에 소금과 물을 넣고 스팀 보일러(Ssangma machine Co., Ltd, Gyeongsan, Korea)를 이용하여 강한 스팀에서 10분 동안 찌고 3분간 뜸을 들인 다음 압출 성형기(Samwoo

**Table 1. Formula for the preparation of Garaedduk supplement with mealworm powder**

Ingredients	Mealworm powder addition ratio (%)				
	0	3	6	9	12
Mealworm powder	0	30	60	90	120
Wet rice powder	1,000	970	940	910	880
Salt	10	10	10	10	10
Water	300	300	300	300	300
Total	1,310	1,310	1,310	1,310	1,310

machinery Co., Ltd, Kinhae, Korea)를 활용하여 가래떡을 제조하였다. 이러한 과정을 통해 제조한 가래떡은 상온에서 10분간 방랭한 후에 10 cm 길이로 잘라 밀봉한 다음 실험재료로 사용하였다.

#### 4. 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 품질특성

##### 1) 수분 함량 측정

가래떡의 수분 함량은 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus Co., Zurich, Switzerland)로 105°C에서 측정하였다. 각 시료 1 g을 칭량하여 3회 반복하여 수분 함량을 측정하였다.

##### 2) pH 측정

가래떡의 pH는 시료별로 5 g을 취하여 90 mL의 증류수와 함께 homogenizer(PT-2100, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)로 15,000 rpm에서 3분간 균질화를 시켰다. 균질화 과정을 거친 시료액의 상등액을 취해 Whatman No. 2(Whatman plc., Kent, UK)로 여과한 다음 여액을 pH meter(FiveEasy Plus FP20, Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)로 3회 반복하여 측정하였다. 원물인 갈색거저리 유충 분말의 pH도 위와 동일한 방법으로 측정하였다.

##### 3) 아미노산 분석

아미노산은 식품공전(MFDS 2021a)의 방법을 참고하여 이온 교환 크로마토그래피 방법으로 분석하였다. 시료 0.3 g에 6 N 염산 5 mL를 섞어준 후에 질소가스를 넣어 110°C에서 22시간 동안 가수분해를 하였다. 시료는 감압건조 후에 0.02 N 염산 10 mL로 정용하였고, 시료액은 0.45 µm syringe filter를 사용하여 여과를 한 후에 아미노산 분석기(L-8800, Hitachi, Tokyo, Japan)에 넣고 양이온교환수지 칼럼(Ion exchange 2622 PF column, 4.6×60 mm, Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하여 아미노산 분석을 하였다. 이동상은 pH-1, 2, 3, 4, RG(Wako Chemical, Osaka, Japan)와 ninhydrin reagent(Wako Chemical, Osaka, Japan)를 사용하여 농도 구배법으로 분석하였다. 시료

의 주입량은 20 µL, 칼럼의 온도는 57~62°C, 반응 코일의 온도는 135°C, buffer와 reagent의 유속은 0.4 mL/min과 0.35 mL/min로 조건을 맞추어 570 nm와 440 nm의 파장에서 아미노산 조성 및 함량을 분석하였다.

##### 4) 조리특성 측정

가래떡의 조리특성을 알아보기 위해 수분 흡수율(water absorption ratio)과 전분 용출도(starch elution)를 측정하였다. 수분 흡수율은 Kang 등(2012b)과 Shin 등(2016)의 실험을 응용하여 측정하였다. 가래떡 20 g을 5배 중량의 끓는 물에서 3분간 가열한 후에 체에 받쳐 물기를 제거한 다음 2시간 동안 실온에서 방랭한 떡의 무게를 3회 반복 측정하여 조리 전과 후의 무게 증가 비율로 수분 흡수율을 산출하였다.

전분 용출도는 Cheon 등(2017)과 Jung 등(2018a)의 실험을 응용하여 측정하였다. 가래떡 150 g을 끓는 물 500 mL에 넣고 1분 30초간 삶은 후에 떡을 건져내고 남은 조리수를 식혀 분광광도계(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)로 480 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였다.

##### 5) 색도 측정

가래떡의 색도는 색차계(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L값(lightness, 명도), a값(redness, 적색도), b값(yellowness, 황색도)을 시료별로 5회 반복하여 측정된 후에 평균값과 표준편차로 나타내었다. 색도를 측정하기 전에 색차계의 보정을 위해서 표준 백색판을 사용하여 L, a, b값을 측정하였고, 이때 L, a, b값은 93.94, -0.59, 3.73이었다. 원물인 갈색거저리 유충 분말의 색도도 위와 동일한 방법으로 측정하였다.

##### 6) 표면 미세구조 측정

가래떡 표면의 미세구조는 주사전자현미경(scanning electron micrographs, S-4300, Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다. 가래떡은 1 mm 두께로 수직으로 잘라 동결건조를 시킨 후에 coater(ion sputter, E-1030, Hitachi, Tokyo, Japan)로 gold-palladium 코팅하여 10 kV의 가속전압에서 50배율로 관

찰하였다(Park 등 2011).

### 7) 기계적 조직감 측정

가래떡의 기계적 조직감 측정은 사방 2 cm 크기로 자른 가래떡을 texture analyzer(TA-XT2 express, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 사용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 겹섬성(gumminess), 응집성(cohesiveness) 등의 조직감 특성을 TPA(texture profile analysis) test mode로 7회 반복 측정하였다. 이때 측정조건은 pre-test speed는 5.0 mm/s, test speed는 1.7 mm/s, post test speed 1.7 mm/s, distance는 10.0 mm, trigger force는 5.0 g, probe는 P/35(stainless steel)로 기계적 조직감을 측정하였다.

### 8) 기호도 평가

가래떡의 기호도 평가는 관능평가에 적극적으로 참여할 의사가 있는 식품영양학 및 조리학 전공 대학원생 25명을 대상으로 관능평가에 필요한 검사 방법과 시료의 특성에 대한 충분한 훈련을 진행한 후에 관능평가에 참여하도록 하였다. 기호도 평가는 오후 2시에 진행하였고, 10 cm 크기의 일회용 접시에 각각의 시료를 담아 패널들에게 제공하였다. 이때 관능평가 시료에 대한 편견이 없도록 난수표에서 추출한 다섯 자리 숫자가 쓰인 라벨을 일회용 접시에 붙여 제공하였고, 패널들이 기호도 평가 중에 시료의 관능적 특성이 혼동되지 않도록 한 시료를 평가한 후에 중간에 입안을 행구고 다시 평가할 수 있도록 물과 함께 일회용 컵을 제공하였다.

기호도 평가는 가래떡의 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference) 순서로 평가할 수 있도록 진행하였으며, 9점 척도법으로 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다. 본 기호도 평가는 숙명여자대학교 생명윤리위원회의 심의 및 승인 과정을 거친 후에 수행하였다(Approval Number: SMWU-2001-HR-150-01).

## 5. 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 항산화 활성

### 1) 항산화 추출물 제조

가래떡 10 g에 99% 에탄올 90 mL를 삼각 플라스크에 담아 혼합한 후에 ultrasonic homogenizer(KUS-650, Ningbo Scientz Biotechnology Co., Ltd, Ningbo, China)를 이용하여 25 kHz와 300 W의 추출조건에서 온도는 25°C로 맞추어 20분간 추출하였다. 각 시료별 추출물은 Whatman No. 2로 여과하여 5°C 이하 냉장고(R-B141GD, LG Electronics, Seoul, Korea)에서 보관하면서 항산화 활성 실험에 사용하였다.

### 2) DPPH 라디칼 소거활성 측정

가래떡의 DPPH 라디칼 소거활성(DPPH radical scavenging activity)은 Blois MS(1958)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료 추출액 4 mL에 DPPH solution( $1.5 \times 10^{-4}$  M) 1 mL를 섞어 준 후에 실온의 어두운 곳에서 30분간 방치한 다음 분광광도계로 517 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하여 시료 첨가군과 무첨가군 간의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 하여 DPPH 라디칼 소거활성을 산출하였다.

### 3) SOD 유사활성 측정

가래떡의 SOD 유사활성(SOD-like activity)은 Marklund & Marklund(1974)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료 추출액 0.2 mL에 Tris-HCl buffer(pH 8.5) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분 동안 반응시킨 후에 1 N HCl 1 mL를 첨가하여 반응을 정지시킨 다음 분광광도계로 420 nm에서 3회 반복하여 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 시료 첨가군과 무첨가군 간의 흡광도 차이를 백분율(%)로 산출하였다.

### 4) 환원력 측정

가래떡의 환원력(reducing power)은 Yildirim 등(2001)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료 추출액 2.5 mL를 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide 2.5 mL가 잘 섞이도록 혼합한 후에 50°C water bath에서 20분간 반응을 시켰다. 여기에 10% trichloroacetic acid 2.5 mL를 첨가한 혼합액 5 mL를 취하여 증류수 5 mL와 0.1% ferric chloride 1 mL를 반응시킨 다음 분광광도계로 700 nm에서 시료당 3회 반복하여 흡광도를 측정하였다.

## 6. 통계분석

본 연구의 모든 결과는 SPSS for Window(ver 24.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 평균값과 표준편차로 나타내었다. 갈색거저리 유충 분말 첨가비에 따른 가래떡의 유의성 검정은 Kolmogorov-Smirnov test와 Shapiro Wilk test의 정규성 검정 결과에 따라 One-way ANOVA와 Kruskal-Wallis test를 적용하여 시료 간의 차이를 검정하였다. 정규분포에 만족하는 경우에는 One-way ANOVA로 시료 간에 차이를 검정한 후에 유의미한 차이가 있다고 판단될 때에는 사후검정(post-hoc test)으로 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다. 그러나 정규분포에 만족하지 못하는 경우에는 비모수 검정(nonparametric test) 방법인 Kruskal-Wallis test로 시료 간에 차이를 검정한 후에 유의미한 차이가 있다고 판단될 때에는 사후검정으로 bonferroni correction을 적용한 Mann-Whitney U test를 이용하여 분석하였다.

본 연구 결과의 통계학적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였으나 Mann-Whitney U test를 적용하여 사후검정을 분석한 경우에는 bonferroni correction에 의해 보정된 유의수준( $\alpha=0.005$ )에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 갈색거저리 유충 분말의 일반성분 함량

가래떡 제조에 사용된 갈색거저리 유충 분말의 일반성분 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 갈색거저리 유충 분말의 일반성분 함량은 수분 4.10%, 단백질 68.50%, 지방 13.50%, 회분 4.01%, 탄수화물 9.90%로 전체 중량의 70%를 차지할 정도로 단백질 함량이 월등하게 높았는데, 갈색거저리 유충의 일반성분을 분석한 선행연구 결과와 거의 유사하였다. 국내산과 중국산 갈색거저리 유충 분말의 일반성분을 분석한 Yoo 등(2013)의 연구에 따르면 국내산과 중국산 갈색거저리 유충 분말의 일반성분 함량은 수분 2.90~3.72%, 단백질 50.32~52.99%, 지방 27.25~33.70%, 회분 3.73~4.28%, 탄수화물 9.32~11.77%로 지방 함량은 국내산이 높았으나 수분, 단백질, 회분 함량은 중국산이 높은 것으로 나타났다. 따라서 갈색거저리 유충 분말의 생산지에 따라 일반성분 함량은 차이가 있었지만 그 차이는 크지 않는 것으로 판단된다. 특히 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 패티(Kim 등 2015a), 쿠키(Min 등 2016), 찰떡파이(Jeong 등 2018), 설기떡(Shin SM 2019), 들깨강정(Lee 등 2019) 등의 일반성분 분석 결과에서도 갈색거저리 유충 분말을 첨가할수록 단백질 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 선행연구 결과를 바탕으로 갈색거저리 유충 분말을 첨가할수록 가래떡의 단백질 함량이 증가하여 고 탄수화물 식품인 가래떡에 부족한 단백질 함량을 증가시키는 데 효과적인 식품 소재일 것으로 판단된다.

가래떡 제조에 사용된 갈색거저리 유충 분말의 pH와 색도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 갈색거저리 유충 분말의 pH는 6.82로 멥쌀가루의 pH인 6.65에 비해 약간 높은 것으로 나타나서 갈색거저리 유충 분말을 첨가할수록 pH가 높아질 것으로 예상하였으며, 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 pH 측정 결과에서도 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하는 것을 확인하였다(Table 3). 또한 갈색

거저리 유충 분말의 색도 측정 결과는 명도인 L값이 44.84, 적색도인 a값이 2.33, 황색도인 b값이 10.14로 쌀가루의 색도 측정 결과(Choi & Sim 2021)에 비해 L값(91.62)은 낮고 a값(-0.56)과 b값(6.07)은 높았다. 따라서 가래떡의 갈색거저리 유충 분말 첨가량이 늘어날수록 L값은 낮아지고 a값과 b값이 증가할 것으로 예상하였는데, 실제 색도 측정 결과(Table 6)에서도 예상 결과와 동일하게 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 가래떡의 명도는 낮아지고 적색도와 황색도는 증가하는 것을 확인하였다.

### 2. 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 품질특성

#### 1) 수분 함량 및 pH

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 가래떡의 수분 함량과 pH 측정 결과는 Table 3과 같다. 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 가래떡의 수분 함량은 갈색거저리 유충 분말을 첨가하지 않은 무첨가군이 14.59%로 가장 높았고, 갈색거저리 유충 분말 3% 첨가군이 13.62%, 6% 첨가군이 12.34%, 9% 첨가군이 11.70%, 12% 첨가군이 11.13%로 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 가래떡의 수분 함량이 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 가래떡의 주재료인 멥쌀가루의 수분 함량은 100 g 당 14.00%(MFDS 2021b)로 갈색거저리 유충 분말의 수분 함량인 4.10%보다 약 3.4배 수분이 더 많은 편이다. 특히 가래떡을 제조할 때에는 수분 함량이 높은 습식 멥쌀가루로 제조하기 때문에 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 높은 습식 멥쌀가루가 줄어들면서 가래떡의 수분 함량이 감소하는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 생미강(Choi EH 2009), 손바닥 선인장 열매 분말(Lee 등 2009), 발아 현미(Shin 등 2010), 탈지 미강(Choi EH 2013), 송기(Woo 등 2016) 등의 연구에서 본 연구와 유사하게 멥쌀가루 대신 부재료의 첨가량이 증가할수록 가래떡의 수분 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 가래떡을 제조할 때 수분 함량이 낮은 부재료의 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 감소하는 것으로 판단된다. 다만 가래떡은 수분 함량이 높을수록 조직의 치밀도를 감소시키고 수분 보유력을 높여 전분의 노화를 지연시키는데(Song 등 2016), 본 연구에서는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 가래떡의 수

Table 2. Chemical composition, pH and color values of mealworm powder

Chemical composition (% dry weight)					pH	Color values		
Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate		L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
4.10±0.06	68.50±0.05	13.50±0.17	4.01±0.04	9.90±0.15	6.82±0.06	44.84±1.70	2.33±0.04	10.14±0.04

Each value represents mean±S.D. (n=3).

**Table 3. Moisture content and pH of Garaedduk supplement with mealworm powder**

Mealworm powder addition ratio (%)	Moisture content (%)	pH
0	14.59±0.70 <sup>d</sup>	6.47±0.08 <sup>a</sup>
3	13.62±0.35 <sup>c</sup>	6.60±0.01 <sup>b</sup>
6	12.34±0.21 <sup>b</sup>	6.68±0.01 <sup>c</sup>
9	11.70±0.16 <sup>ab</sup>	6.73±0.03 <sup>cd</sup>
12	11.13±0.07 <sup>a</sup>	6.77±0.02 <sup>d</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	46.655 (<0.001) <sup>***</sup>	28.352 (<0.001) <sup>***</sup>

Each value represents mean±S.D. (n=3).

Values with different letters (<sup>a-d</sup>) within the same column differ significantly (*p*<0.05) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test; <sup>\*\*\*</sup>*p*<0.001.

분 함량이 감소하여 경도는 증가하지만 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군의 조직감 기호도가 가장 높아서 갈색거저리 유충 분말을 적당량 첨가 시에는 전분의 노화를 억제하면서 쫄깃한 식감을 주어 가래떡의 조직감 기호도를 높이는 것으로 판단된다. 특히 대두 분말 첨가 떡볶이 떡의 품질특성 연구 결과(Kang 등 2012a)에서와 같이 단백질이 많은 부재료는 수분의 이동을 지연시키는 효과를 주어 가래떡의 조직감 기호도를 저하시키는 전분의 노화를 효과적으로 억제하는 것으로 판단된다. 또한 갈색거저리 유충의 높은 지방 함량은 전분의 수소결합을 방해하여 전분의 노화를 저해하기 때문에(Song 등 2011) 멧쌀가루에 비해 갈색거저리 유충 분말의 수분 함량은 낮지만 전분의 노화를 억제시키는 단백질과 지방 함량이 높아 가래떡의 물성 향상 및 유통기간을 연장시킬 수 있을 것으로 판단된다.

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 가래떡의 pH는 갈색거저리 유충 분말 무첨가군이 6.47로 가장 낮았고 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군이 6.77로 가장 높은 것으로 나타나 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 가래떡의 pH가 증가하는 경향을 나타내었다(*p*<0.001). pH는 식품의 품질을 결정짓는 중요한 품질특성 지표로서 떡의 저장성을 높이기 위한 목적으로 산미료를 활용하는 경우가 많은데, pH가 산에 가까울수록 조직이 치밀해지고 저장성이 높아진다(Lee & Lee 2013; Kim 등 2018). 다만, 저농도의 산미료 처리는 미생물 생육 억제 및 사멸 효과가 낮아 떡의 저장성 향상 효과가 낮으며, 고농도 및 장시간 산미료 처리는 산미료 신맛과 과도한 수분 흡수로 인해 조직감 특성과 소비자 기호도에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Kang 등 2013; Jung 등 2018b). 따라서 떡의 낮은 pH는 저장성 향상에는 도움이 되지만 전분의 노화는 수소결합에 의해 일어나기 때문에 낮은 pH는 떡

의 노화속도를 증가시켜 조직감 기호도를 저하시킬 가능성이 높은 편이다(Song 등 2011). 특히 수분 함량이 높은 가래떡은 산미료의 확산 속도를 증가시키는 것으로 보고되었는데(Jung 등 2018a), 갈색거저리 유충 분말은 멧쌀가루보다 pH가 높아서 가래떡과 같이 수분 함량이 높은 떡의 pH 확산 속도를 저하시켜 전분의 노화 방지에 효과적일 수 있다. 갈색거저리 유충 분말의 pH는 6.82로 쌀가루의 pH 6.65보다 높아 갈색거저리 유충 분말의 낮은 수분 함량에도 불구하고 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 가래떡의 pH가 증가하면서 전분의 노화를 억제하여 가래떡이 딱딱해지는 것을 효과적으로 저해하는 것으로 판단된다.

## 2) 아미노산 함량

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 가래떡의 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 아미노산 총 함량의 경우 갈색거저리 유충 분말의 첨가량에 비례하여 증가하였는데, 갈색거저리 유충 분말 무첨가군은 54.79 mg/g으로 가장 낮았고, 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군은 110.14 mg/g으로 가장 높았다(*p*<0.001). 또한 아미노산을 비필수 아미노산과 필수 아미노산으로 나누어 각각의 아미노산 함량을 비교한 결과에서도 갈색거저리 유충 분말의 첨가량에 비례하여 아미노산의 함량이 증가하였는데, 비필수 아미노산 총 함량과 필수 아미노산 총 함량 모두 갈색거저리 유충 분말 무첨가군이 각각 37.42 mg/g과 17.37 mg/g으로 가장 낮았고, 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군이 각각 73.43 mg/g과 36.71 mg/g으로 가장 높았다(*p*<0.001). 특히 갈색거저리 유충 분말 무첨가군에 비해 12% 첨가군이 약 2배 정도 아미노산 함량이 모두 높은 것으로 나타났다. 또한 필수 아미노산 중에 lysine이 2.72배, valine이 2.39배, histidine이 2.30배, isoleucine이 2.11배, threonine이 1.97배, phenylalanine이 1.94배, leucine이 1.92배, methionine이 1.88배 순으로 갈색거저리 유충 분말 무첨가군에 비해 12% 첨가군의 필수 아미노산 함량이 1.88~2.39배 정도 높은 것으로 나타났다. 비필수 아미노산 중에 tyrosine이 3.04배, alanine이 2.33배, proline이 2.30배, glycine이 2.13배, aspartic acid이 1.98배, serine이 1.88배, arginine이 1.65배, glutamic acid이 1.63배, cysteine이 1.37배 순으로 갈색거저리 유충 분말 무첨가군에 비해 12% 첨가군의 비필수 아미노산 함량이 1.37~3.04배 정도 높은 것으로 나타났다.

갈색거저리 유충 분말은 아미노산 조성이 우수한 고단백질 식품으로 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 쿠키(Min 등 2016)와 패티(Kim 등 2015a) 연구에서 갈색거저리 유충 분말 첨가량에 비례하여 아미노산 조성 및 함량이 향상된 것으로 보고하였다. 특히 Kim 등(2015a) 연구에서는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 필수 아미노산 중에 분지사

Table 4. Amino acid contents of *Garaedduk* supplement with mealworm powder

Amino acid (mg/g dry weight)	Mealworm powder addition ratio (%)					F (p)
	0	3	6	9	12	
Non-essential amino acid						
Ala <sup>1)</sup>	3.81±0.10 <sup>a</sup>	4.99±0.04 <sup>b</sup>	7.10±0.27 <sup>c</sup>	7.94±0.42 <sup>d</sup>	8.87±0.08 <sup>c</sup>	162.448 (<0.001) <sup>***</sup>
Arg	4.89±0.06 <sup>a</sup>	5.74±0.03 <sup>b</sup>	7.21±0.035 <sup>c</sup>	7.38±0.13 <sup>c</sup>	8.07±0.09 <sup>d</sup>	111.027 (<0.001) <sup>***</sup>
Asp	5.30±0.24 <sup>a</sup>	6.56±0.1 <sup>b</sup>	8.81±0.45 <sup>c</sup>	9.40±0.11 <sup>c</sup>	10.51±0.03 <sup>d</sup>	164.730 (<0.001) <sup>***</sup>
Glu	10.39±0.30 <sup>a</sup>	12.38±0.15 <sup>b</sup>	15.15±0.89 <sup>c</sup>	15.55±0.62 <sup>c</sup>	16.88±0.40 <sup>d</sup>	47.692 (<0.001) <sup>***</sup>
Gly	2.85±0.00 <sup>a</sup>	3.57±0.01 <sup>b</sup>	4.92±0.18 <sup>c</sup>	5.37±0.03 <sup>d</sup>	6.08±0.01 <sup>c</sup>	542.304 (<0.001) <sup>***</sup>
Pro	3.36±0.42 <sup>a</sup>	4.62±0.07 <sup>b</sup>	6.10±0.26 <sup>c</sup>	6.72±0.07 <sup>d</sup>	7.74±0.09 <sup>e</sup>	114.539 (<0.001) <sup>***</sup>
Ser	3.39±0.04 <sup>a</sup>	4.20±0.09 <sup>b</sup>	5.45±0.39 <sup>c</sup>	5.82±0.01 <sup>c</sup>	6.36±0.11 <sup>d</sup>	86.820 (<0.001) <sup>***</sup>
Tyr	2.51±0.18 <sup>a</sup>	3.65±0.08 <sup>b</sup>	5.82±0.35 <sup>c</sup>	6.59±0.09 <sup>d</sup>	7.64±0.13 <sup>c</sup>	237.926 (<0.001) <sup>***</sup>
Cys	0.94±0.11 <sup>a</sup>	0.92±0.01 <sup>a</sup>	1.15±0.16 <sup>ab</sup>	1.24±0.04 <sup>b</sup>	1.29±0.06 <sup>b</sup>	6.839 (0.029) <sup>*</sup>
Total nonessential amino acids	37.42±0.76 <sup>a</sup>	46.62±0.45 <sup>b</sup>	61.70±3.30 <sup>c</sup>	66.00±0.04 <sup>c</sup>	73.43±0.62 <sup>d</sup>	178.923 (<0.001) <sup>***</sup>
Essential amino acid						
His	1.35±0.01 <sup>a</sup>	1.83±0.01 <sup>b</sup>	2.45±0.24 <sup>c</sup>	2.72±0.01 <sup>cd</sup>	3.11±0.01 <sup>d</sup>	85.427 (<0.001) <sup>***</sup>
Ile	1.16±0.09 <sup>a</sup>	1.51±0.01 <sup>b</sup>	2.09±0.16 <sup>c</sup>	2.28±0.04 <sup>c</sup>	2.45±0.05 <sup>d</sup>	83.100 (<0.001) <sup>***</sup>
Leu	4.60±0.01 <sup>a</sup>	5.82±0.06 <sup>a</sup>	7.61±0.40 <sup>a</sup>	8.01±0.19 <sup>c</sup>	8.83±0.09 <sup>b</sup>	141.252 (<0.001) <sup>***</sup>
Lys	1.95±0.06 <sup>a</sup>	2.76±0.01 <sup>b</sup>	4.18±0.22 <sup>c</sup>	4.67±0.18 <sup>d</sup>	5.30±0.01 <sup>c</sup>	229.270 (<0.001) <sup>***</sup>
Met	1.22±0.04 <sup>a</sup>	1.36±0.13 <sup>ab</sup>	1.86±0.23 <sup>cd</sup>	1.77±0.27 <sup>bc</sup>	2.29±0.04 <sup>d</sup>	12.319 (0.008) <sup>**</sup>
Phe	3.07±0.17 <sup>a</sup>	3.75±0.04 <sup>b</sup>	4.93±0.24 <sup>c</sup>	5.20±0.04 <sup>c</sup>	5.96±0.00 <sup>d</sup>	149.637 (<0.001) <sup>***</sup>
Thr	2.05±0.12 <sup>a</sup>	2.49±0.02 <sup>b</sup>	3.40±0.23 <sup>c</sup>	3.69±0.12 <sup>c</sup>	4.03±0.03 <sup>d</sup>	85.561 (<0.001) <sup>***</sup>
Val	1.99±0.01 <sup>a</sup>	2.72±0.01 <sup>b</sup>	3.94±0.28 <sup>c</sup>	4.41±0.03 <sup>d</sup>	4.75±0.10 <sup>d</sup>	150.501 (<0.001) <sup>***</sup>
Total essential amino acids	17.37±1.15 <sup>a</sup>	22.24±0.16 <sup>b</sup>	30.45±2.00 <sup>c</sup>	32.73±0.79 <sup>c</sup>	36.71±0.10 <sup>d</sup>	133.857 (<0.001) <sup>***</sup>
Total amino acids	54.79±0.09 <sup>a</sup>	68.86±0.29 <sup>b</sup>	92.14±5.30 <sup>c</sup>	98.73±0.83 <sup>d</sup>	110.14±0.72 <sup>c</sup>	169.028 (<0.001) <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> Ala: alanine, Arg: arginine, Asp: aspartic acid, Glu: glutamic acid, Gly: glycine, Pro: proline, Ser: serine, Tyr: tyrosine, Cys: cystine, His: histidine, Ile: isoleucine, Leu: leucine, Lys: lysine, Met: methionine, Phe: phenylalanine, Thr: threonine, Val: valine.

Each value represents mean±S.D. (n=2).

Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same row differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

<sup>\*</sup> $p<0.05$ , <sup>\*\*</sup> $p<0.01$ , <sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ .

슬 아미노산(Branched Chain Amino Acids, BCAA)인 leucine, isoleucine, valine 함량이 증가하였다고 보고하였고, Min 등 (2016)의 연구에서도 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 methionine 외에도 isoleucine, valine, leucine 등의 분지사슬 아미노산이 증가하는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군이 무첨가군에 비해 분지사슬 아미노산인 valine과 isoleucine이 lysine에 이어 두 번째와 네 번째로 많이 증가한 것으로 나타났으나 leucine은 다른 분지사슬 아미노산에 비해 증가량이 높지 않았다. 그러나 대체로 분지사슬 아미노산인 leucine, isoleucine, valine 등이 무첨가군에 비해 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군에서 약 2배 정도 증가하여 갈색거저리 유충 분말의 첨

가량이 늘어날수록 분지사슬 아미노산의 함량이 증가한다고 보고한 선행연구와 유사한 결과가 나온 것으로 사료된다. 특히 분지사슬 아미노산은 무리한 운동으로 인한 근손실을 방지하고 근육 합성을 증가시켜 근력 향상에 도움(Shimomura 등 2004; Hong SY 2008; Jeong WS 2012; Kim 등 2015a; Min 등 2016; Choi 등 2019)이 되기 때문에 근력 향상이 필요한 운동선수뿐만 아니라 노화로 인해 근육이 약화되는 노인들의 근감소증 예방 및 성장기 청소년들의 근육 형성을 위해 꾸준히 섭취하는 것이 좋다(Hong SY 2008; Jeong WS 2012; Kim 등 2015a; Min 등 2016). 이상의 연구 결과로 보아 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 가래떡은 분지사슬 아미노산 외에도 필수 아미노산과 총 아미노산 함량 등의 전반적인

아미노산 조성 및 함량이 매우 우수한 것으로 나타나 노인들의 근손실을 예방하고 성장기 청소년들의 근육형성에 도움이 될 수 있는 양질의 고단백 식품으로 활용 가능성이 높을 것으로 전망된다.

### 3) 조리특성

갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 조리특성을 알아보기 위해 수분 흡수율(water absorption ratio)과 전분 용출도(starch elution)를 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 수분 흡수율은 무첨가군이 -5.95%로 가장 높았고 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군이 -7.70%로 가장 낮았으나 갈색거저리 유충 첨가량에 따라 수분 흡수율은 차이가 없는 것으로 나타났다. 가래떡에 있어서 수분 흡수율은 매우 중요한 품질특성 요인으로 쌀가루 대비 수분 함량이 높을수록 수분 흡수율이 증가하지만 전분입자 내부의 치밀도가 높을수록 수분 흡수율이 낮고 노화가 빨리 진행된다(Kim 등 1999; Kim 등 2014b). 특히 가래떡 제조 시 쌀가루 대비 수분 함량이 높은 경우에는 떡 내부의 조직과 기공이 느슨해져 수분 흡수율이 높아지게 되는데(Kang 등 2012b). 갈색거저리 유충 분말은 멥쌀가루에 비해 수분 함량이 낮기 때문에 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 가래떡의 수분 흡수율이 감소하는 것으로 보인다. 다만, 갈색거저리 유충 분말 첨가량에 따라 가래떡의 수분 흡수율은 차이가 없는 것으로 나타났고, 주사전자현미경으로 측정 한 표면 미세구조 측정 결과에서도 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군까지는 무첨가군에 비해 기공의 크기와 표면 매끄러움, 조직 치밀도 등의 차이가 크지 않은 것으로 나타내서 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군까지는 전분의 노화로 인한 가래떡의 품질 저하가 거의 없을 것으로 사료된다. 특히 pH가 높은 갈

색거저리 유충 분말은 수분 함량이 높은 가래떡의 pH 확산 속도를 감소시켜 전분의 노화를 억제하기 때문에 수분 흡수율이 무첨가군에 비해 약간 낮더라도 갈색거저리 유충 분말을 6%까지 첨가하는 것은 전분의 노화에 미치는 영향이 크지 않을 것으로 판단된다.

갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 전분 용출도는 무첨가군이 0.32로 가장 낮았고, 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군이 0.43으로 가장 높은 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 다만, 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 가래떡의 전분 용출도는 증가하는 것으로 나타났지만 6~12% 첨가군 사이에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 가래떡의 조직이 치밀하면 수분 흡수율이 감소하여 조리수로 고형물의 용출이 적어지고 습열 조리 시에도 전분 본연의 맛을 살릴 수 있다. 또한 식감도 쫄깃해지고 조리과정에서 일정한 모양을 유지하여 전반적인 품질이 향상되는 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kim & Chung 2009; Kim & Chung 2010; Kang 등 2012b; Bae 등 2016; Cheon 등 2017). 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 경우는 갈색거저리 유충 분말 3% 첨가군까지는 무첨군에 비해 전분 용출도가 높은 편이지만 6% 첨가군부터는 첨가량 증가에 따른 전분 용출도 차이가 없었다. 특히 전분 용출도와 연관성이 높은 기계적 조직감 측정 결과(Cheon 등 2017)에서 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 가래떡의 경도와 점성은 증가하고 탄력성은 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 일반적인 가래떡 제조과정에서 발생하기 쉬운 전분 손실로 전분 등의 수용성 성분 용출이 증가하더라도 수분 흡수율이 낮아 습열 조리 시 떡의 형태를 온전히 유지할 뿐만 아니라 맛과 조직감 저하에도 미치는 영향이 미비할 것으로 판단된다.

### 4) 색도

갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 색도 측정 결과는 Table 6과 같다. 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 명도(lightness)를 나타내는 L값은 갈색거저리 유충 분말 무첨가군이 77.36으로 가장 높았고 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 L값이 낮아져 갈색거저리 유충 분말 3% 첨가군이 63.38%, 6% 첨가군이 52.98%, 9% 첨가군이 50.73, 12% 첨가군이 43.07로 갈색거저리 유충 분말 첨가량에 비례하여 가래떡의 명도가 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 적색도(redness)와 황색도(yellowness)를 나타내는 a값과 b값은 갈색거저리 유충 분말 첨가량에 비례하여 점차 증가하는 것으로 나타났는데, 갈색거저리 유충 분말 무첨가군의 a값과 b값은 -2.42와 3.48로 가장 낮았고, 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군의 a값과 b값은 3.49와 14.65로 가장 높은 것으로 나타났다( $p<0.001$ ).

**Table 5. Water absorption rate and starch elution of Garaedduk supplement with mealworm powder**

Mealworm powder addition ratio (%)	Water absorption rate (%)	Starch elution (O.D)
0	-5.95±0.91	0.32±0.01 <sup>a</sup>
3	-6.09±0.77	0.36±0.00 <sup>b</sup>
6	-6.13±0.94	0.40±0.01 <sup>c</sup>
9	-6.54±0.75	0.41±0.01 <sup>c</sup>
12	-7.70±0.86	0.43±0.04 <sup>c</sup>
<i>F (p)</i>	2.123 (0.152)	16.425 (<0.001) <sup>***</sup>

Each value represents mean±S.D. (n=3).

Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test: <sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ .

**Table 6. Color values of Garaedduk supplement with mealworm powder**

Mealworm powder addition ratio (%)	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
0	77.36±0.61 <sup>c</sup>	-2.42±0.05 <sup>a</sup>	3.48±0.34 <sup>a</sup>
3	63.38±0.94 <sup>d</sup>	-0.18±0.13 <sup>b</sup>	10.96±0.98 <sup>b</sup>
6	52.98±1.93 <sup>c</sup>	1.36±0.32 <sup>c</sup>	13.25±0.47 <sup>c</sup>
9	50.73±0.30 <sup>b</sup>	2.36±0.39 <sup>d</sup>	14.39±1.15 <sup>d</sup>
12	43.07±1.07 <sup>a</sup>	3.49±0.33 <sup>e</sup>	14.65±0.50 <sup>d</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	710.057 (<0.001)***	347.908 (<0.001)***	183.729 (<0.001)***

Each value represents mean±S.D. (n=5).

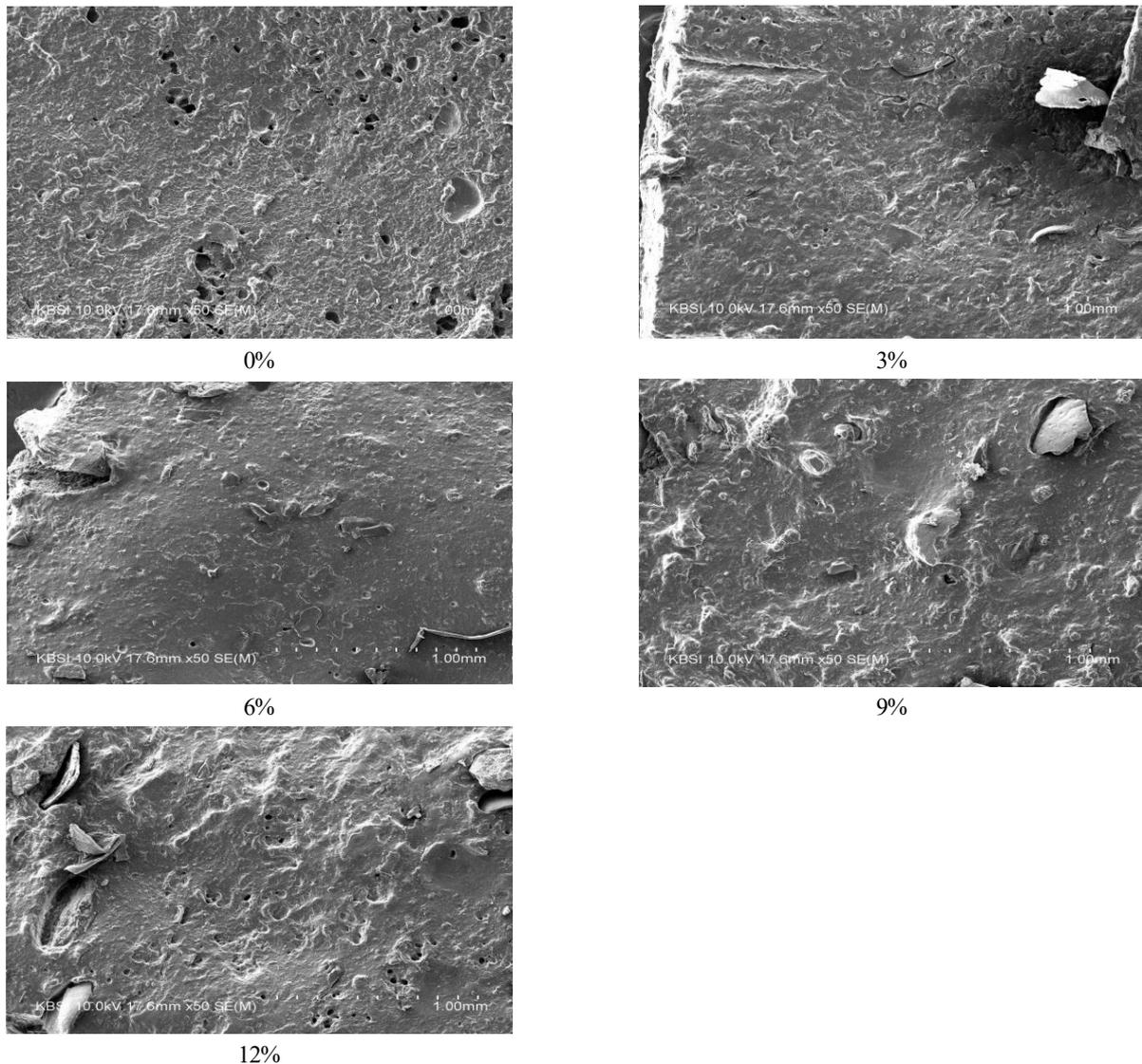
Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test: \*\*\* $p<0.001$ .

Table 2에서 보는 바와 같이 갈색거저리 유충 분말의 L값은 44.84, a값은 2.33, b값은 10.14로 쌀가루의 L값인 91.62에 비해 낮고 a값과 b값은 -0.56과 6.07로 높아져(Choi & Sim 2021) 갈색의 갈색거저리 유충 분말 첨가량이 늘어날수록 가래떡의 명도는 낮아지고 적색도와 황색도는 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구와 유사한 결과는 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 머핀(Hwang & Choi 2015), 쌀 팽화 스낵(Cho 등 2017), 설기떡(Shin SM 2019) 등의 연구에서도 확인되었는데, 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 갈색거저리 유충의 갈색 색소성분과 내부의 수분이 고온 가열에 의하여 갈변화를 촉진하여 명도는 감소시키고 적색도와 황색도는 증가시키는 것으로 판단된다(Cho 등 2017; Shin SM 2019). 특히 단백질 함량이 높은 갈색거저리 유충 분말로 떡을 제조하였을 경우에는 갈색거저리 유충 분말 첨가 설기떡(Shin SM 2019)의 연구 결과와 같이 갈색거저리에 많이 함유된 단백질로 인해 이러한 반응이 가속화되어 본 연구 결과와 같이 색도에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 그러나 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 쿠키(Min 등 2016), 파스타(Kim 등 2014a), 식빵(Kim 등 2019) 연구에서는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하고 a값은 증가하는 경향을 보여 갈색거저리 유충 외에 첨가하는 부재료나 조리 조건에 따라 황색도를 나타내는 b값이 감소되는 상반된 경향이 나타났다. 특히 과자, 빵, 국수 등의 밀가루를 주로 이용하는 식품에서 단백질 함량이 높은 갈색거저리 유충 분말 외에도 설탕이나 달걀과 같은 부재료들이 조리 과정에서 마이야르 반응(maillard reaction)의 영향을 받아 쌀가루를 주재료로 하는 식품들과 달리 황색도가 감소하는 것으로 판단된다(Jeong 등 2018; Kim 등 2019).

### 5) 표면 미세구조

갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 표면 미세구조를 주

사전자현미경으로 50배 확대하여 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 갈색거저리 유충 분말 무첨가군의 경우는 전반적으로 조직 내에 기공의 크기가 작아지면서 많은 양의 작은 기공들이 미세하게 분포되어 표면이 매끄러운 것이 관찰되었다. 특히 갈색거저리 유충 분말 무첨가군은 가래떡 내부의 기공 크기가 작으면서도 형태가 균일하게 분포하여 표면의 치밀한 구조가 관찰되었다. 그러나 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 가래떡의 조직 내 기공 수가 증가하고 크기가 불규칙하게 커지면서 표면이 거칠어지는 것을 확인하였다. 특히 갈색거저리 유충 분말 3% 첨가군과 6% 첨가군의 경우는 무첨가군과 비교하였을 때에 기공의 크기와 표면의 매끄러움 차이가 크지 않았으나, 갈색거저리 유충 분말 9% 첨가군과 12% 첨가군의 경우는 가래떡 표면의 거친 정도와 기공의 크기가 다른 첨가군에 비해 상대적으로 크게 나타났다. 이러한 결과는 단백질과 지방 함량이 높은 반면에 수분 함량은 낮은 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어나면서 나타난 결과로 판단된다. 다만, 가수량을 달리한 떡볶이용 가래떡의 품질특성을 연구한 Kang 등(2012b)은 쌀가루 대비 수분 함량이 높은 경우는 떡 내부의 조직과 기공이 치밀하지 못하고 느슨해지는 것으로 보고하였으나 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 경우는 멥쌀가루에 비해 수분 함량이 낮은 반면에 단백질과 지방 함량이 높아 가래떡 반죽 내부로 수분 흡수를 지연시켜 갈색거저리 유충 분말의 첨가량에 비례하여 가래떡 내부의 기공 크기가 커지고 표면이 거칠어지는 것으로 사료된다. 특히 Cheon 등(2017)은 떡볶이 떡의 표면에 존재하는 기공의 크기가 작으면 미세 기공을 형성하여 조직이 치밀해지고 전분의 용출이 줄어들어 탄력성이 높아진다고 보고하였으나 갈색거저리 유충 분말 첨가 6% 첨가군까지는 무첨가군에 비해 기공의 크기나 표면의 매끄러움 차이가 크지 않고 기계적 조직감에서 탄력성 차이가 전혀 없었으며 오히려 조직감 기호도는 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 수분 흡수율은 무첨가군과



**Fig. 1.** Scanning electron micrographs of *Garaedduk* added with mealworm powder (magnification ratio: 50×). 0%: *Garaedduk* without mealworm powder, 3%: *Garaedduk* added with 3% mealworm powder, 6%: *Garaedduk* added with 6% mealworm powder, 9%: *Garaedduk* added with 9% mealworm powder, 12%: *Garaedduk* added with 12% mealworm powder.

차이가 없어 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군까지는 조직감 기호도에 미치는 부정적인 영향이 거의 없는 것으로 사료된다.

#### 6) 기계적 조직감

갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 기계적 조직감을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 경도(hardness)와 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess)은 무첨가군이 각각 887.63 N, 700.86 J, 773.87 N 등으로 가장 낮았고, 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군이 각각 2,539.61 N, 1,817.30 J, 1,940.12 N 등으로 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 경도, 씹힘성, 검성 등의 조직감이 증가

하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 다만, 갈색거저리 유충 분말 3% 첨가군과 6% 첨가군 사이에서는 경도, 씹힘성, 검성 등의 조직감 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면에 응집성(cohesiveness)은 다른 조직감과 다르게 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났는데, 무첨가군이 0.88로 가장 높았고, 갈색거저리 유충 분말 12% 첨가군이 0.76으로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 그러나 부착성(adhesiveness)과 탄력성(springiness)에서는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량에 따른 조직감 차이가 없는 것으로 나타났다.

가래떡과 같이 수분 함량이 높은 떡의 경도와 씹힘성은 수분 함량 뿐만 아니라 식이섬유와 단백질의 영향을 많이 받는

Table 7. Texture properties of *Garaedduk* supplement with mealworm powder

Texture properties	Mealworm powder addition ratio (%)					$F/\chi^2$ ( $p$ )
	0	3	6	9	12	
Hardness (N)	887.63±206.52 <sup>a1)</sup>	1,438.76±137.39 <sup>b</sup>	1,621.23±112.12 <sup>b</sup>	2,052.66±127.10 <sup>c</sup>	2,539.61±302.92 <sup>d</sup>	75.159 (<0.001) <sup>***</sup>
Adhesiveness (J)	-303.06±150.50	-443.64±253.17	-479.90±234.23	-493.34±174.53	-533.90±319.73	1.003 (0.421)
Springiness (mm)	0.88±0.14	0.88±0.08	0.94±0.05	0.94±0.03	0.94±0.02	4.410 (0.353) <sup>2)</sup>
Chewiness (J)	700.86±219.81 <sup>a</sup>	1,063.96±109.17 <sup>b</sup>	1,232.20±113.42 <sup>b</sup>	1,561.35±159.25 <sup>c</sup>	1,817.30±355.09 <sup>d</sup>	29.308 (<0.001) <sup>***</sup>
Gumminess (N)	773.87±167.57 <sup>a</sup>	1,206.55±62.48 <sup>b</sup>	1,317.61±93.92 <sup>b</sup>	1,650.81±139.251 <sup>c</sup>	1,940.12±348.50 <sup>d</sup>	37.978 (<0.001) <sup>***</sup>
Cohesiveness	0.88±0.04 <sup>c</sup>	0.84±0.04 <sup>bc</sup>	0.81±0.02 <sup>abc</sup>	0.81±0.06 <sup>ab</sup>	0.76±0.09 <sup>a</sup>	4.049 (0.010) <sup>*</sup>

Each value represents mean±S.D. (n=7).

<sup>1)</sup> Values with different letters (<sup>a-d</sup>) within the same row differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test: <sup>\*</sup> $p<0.05$ , <sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ .

<sup>2)</sup>  $\chi^2$  and  $p$ -values were calculated from the non-parametric Kruskal-Wallis test ( $p<0.005$ ).

데, 뽕쌀가루를 대체한 부재료의 수분 함량이 낮고 식이섬유와 단백질 함량이 높을수록 경도와 씹힘성은 증가하게 된다 (Shin 등 2016). 특히 단백질 함량이 높은 쌀은 낮은 쌀에 비하여 조직감이 단단하여 경도와 씹힘성에 영향을 주게 되는데, 전분입자 주변에 단백질 층이 형성되어 가열조리 후에 점성 및 탄성을 감소시키고 경도와 씹힘성을 증가시키는 등의 조직감에 직접적인 영향을 주게 된다(Shin 등 2016). 따라서 수분 함량이 낮고 식이섬유인 키틴질과 단백질 함량이 높은(Kim & Lee 1997; Kim 등 2015c) 갈색거저리 유충 분말로 가래떡을 제조할 경우에는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 가래떡의 수분 함량이 감소하고 식이섬유와 단백질 함량은 증가하여 본 연구 결과와 같이 경도와 씹힘성이 증가하게 된다. 그러나 본 연구에서는 갈색거저리 유충 분말 첨가량에 비례하여 탄력성과 점성 저하는 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 패티(Kim 등 2015a), 쿠키(Min 등 2016), 양갱(Jeon & Chung 2018), 찰떡파이(Jeong 등 2018), 설기떡(Shin SM 2019) 등의 연구에서도 본 연구 결과와 비슷하게 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 경도나 씹힘성이 증가하는 것을 확인하였다. 반면에 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 파스타(Kim 등 2014a) 연구에서는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 경도와 씹힘성이 감소하는 것으로 나타났으나 들깨강정(Lee 등 2019)의 경우는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 경도는 감소하지만 씹힘성은 증가하는 것으로 나타났다. 또한 갈색거저리 분말을 첨가한 머핀(Hwang & Choi 2015) 연구에서는 갈색거저리 분말의 첨가량 증가가 경도에 영향을 주지는 않지만 씹힘성은 첨가량에 비례하여 증가하는 것으로 나타났다. 갈색거저리 첨가 식품의 유형에 따라 약간의 차이는 있지만 전분에 비해 상대적으로 수분 흡수력이 낮고 단백질 함량이 높은 갈색거저리 유충 분

말은 수분 함량과 수분 보유력이 모두 낮아 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 줄어들어 경도와 씹힘성이 감소하는 것으로 판단된다(Baek & Shin 1995; Jeong 등 2018). 다만 파스타나 쿠키와 같이 밀가루의 글루텐 형성이 중요한 식품의 경우는 높은 지방 함량(13.50%)을 가진 갈색거저리 유충 분말로 인해 지방이 글루텐 표면을 둘러싸서 글루텐 망상구조 형성을 저해하므로 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 경도나 씹힘성이 감소하는 것으로 판단된다(Kim 등 2014a).

본 연구에서 갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡은 갈색거저리 유충 분말 첨가량이 증가할수록 경도와 씹힘성, 점성 등은 증가하고 응집성은 감소하는 것으로 나타났으나, 기호도 평가 결과에서는 갈색거저리 유충 분말을 6% 첨가하였을 때가 조직감 기호도가 가장 높은 것으로 나타났다. 수분 함량이 높은 가래떡은 떡국과 같은 습열 조리 시 전분의 손실로 떡의 형태를 온전히 유지하기 어려울 뿐만 아니라 맛과 조직감도 저하될 수 있으므로 적당한 수준의 경도와 씹힘성을 유지하는 것이 매우 중요한 품질 특성 요소이다. 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가 가래떡은 조직감 기호도가 가장 높으면서 적당한 수준의 경도와 씹힘성을 가진 가래떡 제조가 가능하므로 가래떡 제조 시 전반적인 기호도 및 품질 향상에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다.

## 7) 기호도 평가

갈색거저리 유충 분말 첨가 가래떡의 기호도 평가 결과는 Table 8과 같다. 갈색거저리 유충 분말을 6% 첨가한 가래떡의 외관(appearance), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference) 등이 모두 7.00 이상으로 높아서 가장 좋은 첨가비를 가진 가래떡으로 나타났다.

외관 기호도는 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군이 7.12점

**Table 8. Sensory liking score of *Garaedduk* supplement with mealworm powder**

Sensory attributes	Mealworm powder addition ratio (%)					$\chi^2$ ( <i>p</i> )	Post hoc
	0	3	6	9	12		
Appearance	4.96±1.43	5.40±1.56	7.12±0.83	5.28±1.60	3.76±1.48	49.915 (<0.001)***	c>b,d>e/c>a
Flavor	4.64±1.47	4.88±1.36	6.64±0.95	4.92±1.47	3.24±1.17	53.528 (<0.001)***	c>a,b,d>e
Taste	4.96±1.49	4.92±1.47	7.24±1.01	4.80±1.53	3.48±1.39	56.086 (<0.001)***	c>a,b,d>e
Texture	4.76±1.39	4.84±1.55	7.20±1.16	5.08±1.53	3.48±1.26	56.246 (<0.001)***	c>a,b,d>e
Overall preference	4.72±1.40	4.92±1.53	7.32±1.03	5.00±1.47	3.40±1.29	59.978 (<0.001)***	c>a,b,d>e

Each value represents mean±S.D. (n=25).

Sensory liking score was evaluated using a 9-point hedonic scale (1=disliked extremely; 9=liked extremely) to assess the following sensory attributes. *p*-values are presented first as uncorrected followed by Bonferroni corrected (5 groups comparisons; a=mealworm powder 0%, b=mealworm powder 3%, c=mealworm powder 6%; d=mealworm powder 9%; e=mealworm powder 12%).

In a  $\chi^2$  and *p*-values were calculated using the non-parametric Kruskal-Wallis (*p*<0.05) with post-hoc testing by use of the Mann-Whitney U test (*p*<0.005); \*\*\**p*<0.001.

으로 가장 높았고, 12% 첨가군이 3.76점으로 외관 기호도가 가장 낮았다(*p*<0.001). 특히 갈색거저리 유충 분말 첨가량에 따라 외관 기호도에 차이가 있었는데, 갈색거저리 유충 6% 첨가군(7.12점)의 외관 기호도가 가장 높았고, 그 다음으로 3% 첨가군(5.40점)과 9% 첨가군(5.28점)의 외관 기호도가 유사하게 높았으며, 무첨가군(4.96점)에 이어 갈색거저리 12% 첨가군(3.76점)의 외관 기호도가 다른 첨가군에 비해 현저하게 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과로 보아 갈색거저리 유충 분말을 12% 첨가한 경우에는 갈색거저리 유충 고유의 갈색이 조리과정에서 더욱 진해져 오히려 외관 기호도를 저하시키므로 가능한 갈색거저리 유충 분말을 9% 이상 첨가하지 않는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

향 기호도는 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군이 6.64점으로 가장 높았고, 12% 첨가군이 3.24점으로 가장 낮았다(*p*<0.001). 특히 갈색거저리 유충 분말 첨가량에 따라 향 기호도의 차이가 있었는데, 갈색거저리 유충 분말 9% 첨가군(4.92점)과 3% 첨가군(4.88점), 무첨가군(4.64점) 등이 6% 첨가군에 이어 향 기호도가 비슷하게 높은 것으로 나타났다. 갈색거저리 유충의 겉껍질에는 식이섬유로 대변되는 키틴질이 들어있는데(Kim 등 2015c), 이것이 열분해되는 과정에서 콩을 볶을 때에 생성되는 주요 향기 성분인 파라진이 생성된다(Kim & Lee 1997). 갈색거저리 첨가 파스타 연구(Kim 등 2014a)에서도 이러한 향기 성분이 생성되어 콩을 굽거나 볶을 때에 나는 구수한 냄새로 인해 갈색거저리를 15% 첨가한 파스타의 기호도가 가장 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군의 향 기호도가 가장 높아 가래떡 제조 시 갈색거저리 유충 분말을 6% 정도 첨가하는 것이 향 기호도 측면에서 가장 적합할 것으로 판단된다.

맛 기호도는 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군이 7.24점으

로 가장 높았고, 12% 첨가군이 3.48점으로 가장 낮았다(*p*<0.001). 맛 기호도는 향 기호도와 유사하게 갈색거저리 유충 분말 첨가량에 따라 기호도 차이가 있었는데, 무첨가군(4.96점)과 갈색거저리 유충 분말 3% 첨가군(4.92점), 9% 첨가군(4.80점) 등이 6% 첨가군에 이어 비슷한 수준으로 맛 기호도가 높은 것으로 나타났다. 향 기호도에서 갈색거저리 유충에 들어있는 키틴이 열분해되는 과정에서 콩을 볶을 때에 생성되는 파라진이 생성된다고 보고하였는데(Kim & Lee 1997), 이러한 향미 성분이 향과 맛에 영향을 미쳐 갈색거저리 첨가 파스타(Kim 등 2014a)에서도 구수한 냄새와 맛으로 인해 갈색거저리를 15% 첨가한 파스타의 기호도가 가장 높은 것으로 보고하였다. 다만, 갈색거저리로 파스타(Kim 등 2014a)를 제조할 경우 갈색거저리 유충의 높은 단백질(68.50%)과 지방(13.50%) 함량으로 인해 기름진 맛이 강할 뿐만 아니라 미생물에 의한 부패와 저장 중 산패 가능성이 높은 편이다(Yoo 등 2013; Rumpold 등 2014; Kim 등 2015c). 또한 갈색거저리 유충의 장내 정체물질로 인해 이취도 증가하는 것(Chung 등 2013)으로 나타나서 갈색거저리 유충 분말을 과량 첨가하는 것은 향과 맛 기호도 측면에서 바람직하지 않은 것으로 사료된다. 이러한 선행연구 결과와 더불어 본 연구에서도 갈색거저리 6% 첨가군이 향과 맛 기호도 측면에서도 가장 높은 것으로 나타나서 갈색거저리 유충 분말을 6% 첨가하는 것이 가래떡의 향과 맛을 살릴 수 있는 가장 좋은 배합비로 판단된다.

조직감 기호도는 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군이 7.20점으로 가장 높았고, 12% 첨가군이 3.48점으로 가장 낮았다(*p*<0.001). 갈색거저리 유충 9% 첨가군(5.08점)과 3% 첨가군(4.84점), 무첨가군(4.76점) 등이 비슷한 수준으로 6% 첨가군에 이어 조직감 기호도가 높았다. 전분의 종류에 따라 약간

의 차이가 있지만 상대적으로 전분의 수분 보유 능력은 단백질보다 높은 편이다. 갈색겨저리 유충 분말은 멧쌀가루에 비해 수분 함량은 낮고 단백질 함량은 매우 높은 편으로 가래떡 제조 시 갈색겨저리 유충 분말의 첨가량을 지나치게 증가하였을 때에는 전분의 비율 감소로 수분 함량이 증가하면서 가래떡 고유의 탄력성은 감소되고 경도는 증가하여 조직감 기호도에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 그러나 갈색겨저리 유충 분말을 6% 첨가하였을 때에 경도가 무첨가군과 비교해서 약간 높은 편이지만 3% 첨가군과 유사한 수준의 경도를 가진 것으로 나타났고, 탄력성에서는 갈색겨저리 첨가량 증가에 따른 차이가 전혀 없어서 오히려 조직감 기호도가 증가하는 것으로 나타났다. 다만, 갈색겨저리 파스타의 경우는 갈색겨저리를 동결건조하여 분쇄 시 밀가루처럼 미세한 분말로 분쇄하기 어려워 갈색겨저리 유충을 첨가할수록 입자감으로 인해 20% 첨가 시에는 조직감 기호도가 저하되는 것으로 보고하였다(Kim 등 2014a). 이러한 결과를 토대로 가래떡을 제조할 때에는 갈색겨저리 유충 분말의 입자감을 덜 느낄 수 있도록 동결건조 대신 열풍건조한 후에 체에 내려 6% 비율로 첨가하는 것이 조직감 기호도 측면에서 가장 좋을 것으로 판단된다.

전반적인 기호도는 갈색겨저리 유충 분말 6% 첨가군이 7.32점으로 가장 높았고, 12% 첨가군이 3.40점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 또한 갈색겨저리 유충 분말 9% 첨가군이 5.00점, 3% 첨가군이 4.92점, 무첨가군이 4.72점으로 향 기호도와 조직감 기호도와 동일하게 6% 첨가군에 이어 전반적인 기호도가 비슷한 수준으로 높았다. 다만, 갈색겨저리 유충 12% 첨가군은 갈색겨저리 고유의 강한 향과 맛, 분말의 굵고 거친 입자감 등이 복합적으로 작용하여 향, 맛, 조직감 기호도에 부정적인 영향을 미쳐 전반적인 기호도가 가장 낮았다. 갈색겨저리 첨가 파스타 연구(Kim 등 2014a)에서도 갈색겨저리를 20% 이상 과량 첨가 시 향, 맛, 조직감 기호도에 부정적인 영향을 미쳐 본 연구와 동일하게 전반적인 기호도가

가장 낮은 것으로 보고하였다. 이러한 결과를 종합하였을 때에 갈색겨저리 유충 분말 6% 첨가군이 외관, 향, 맛, 조직감 기호도 뿐만 아니라 전반적인 기호도도 가장 높았으므로 갈색겨저리 유충 분말을 6% 첨가하는 것이 가래떡의 기호도를 높이면서 영양과 품질을 향상시킬 수 있는 가장 좋은 첨가비로 판단된다.

### 3. 항산화 활성

갈색겨저리 유충 분말 첨가 가래떡의 항산화 활성을 측정 한 결과는 Table 9와 같다. DPPH 라디칼 소거활성(DPPH radical scavenging activity)은 갈색겨저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거활성도 증가하는 것으로 나타났는데, 갈색겨저리 유충 분말 무첨가군이 16.59%로 가장 낮았고 갈색겨저리 유충 분말 12% 첨가군이 87.44%로 가장 높았다( $p<0.001$ ). 특히 갈색겨저리 유충 분말 무첨가군에 비해 12% 첨가군은 약 5배 정도 DPPH 라디칼 소거활성이 높은 것을 확인하였다. SOD 유사활성(SOD-like activity)은 갈색겨저리 분말 무첨가군이 32.93%로 가장 낮았고, 갈색겨저리 유충 분말 12% 첨가군이 68.71%로 가장 높았다( $p<0.001$ ). SOD 유사활성도 DPPH 라디칼 소거활성과 동일하게 갈색겨저리 유충 분말의 첨가량에 비례하여 가래떡의 항산화 활성이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 환원력(reducing power)의 경우 갈색겨저리 유충 분말 무첨가군의 흡광도가 0.11로 가장 낮았지만 갈색겨저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 환원력도 증가하여 갈색겨저리 유충 분말 12% 첨가군의 흡광도가 0.27로 환원력이 가장 높은 것으로 나타났다( $p<0.001$ ).

본 연구 결과에서 갈색겨저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 가래떡의 DPPH 라디칼 소거활성과 SOD 유사활성, 환원력 등의 항산화 활성이 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 갈색겨저리 유충 분말을 첨가한 머핀(Hwang & Choi 2015), 쌀 팽화 스낵(Cho 등 2017), 양갱(Jeon & Chung 2018) 등의 연구에서도 본 연구 결과와 같이 갈색겨저리 유

Table 9. Antioxidative activities of *Garaedduk* supplement with mealworm powder

Mealworm powder content (%)	DPPH radical scavenging activity (%)	SOD-like activity (%)	Reducing power (O.D)
0	16.59±3.46 <sup>a</sup>	32.93±1.54 <sup>a</sup>	0.11±0.00 <sup>a</sup>
3	37.13±3.88 <sup>b</sup>	48.01±1.67 <sup>b</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>
6	59.03±2.89 <sup>c</sup>	56.49±0.26 <sup>c</sup>	0.20±0.01 <sup>c</sup>
9	79.01±2.64 <sup>d</sup>	64.12±0.31 <sup>d</sup>	0.25±0.00 <sup>d</sup>
12	87.44±4.33 <sup>e</sup>	68.71±0.45 <sup>e</sup>	0.27±0.00 <sup>e</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	211.028 (<0.001) <sup>***</sup>	545.776 (<0.001) <sup>***</sup>	364.434 (<0.001) <sup>***</sup>

Each value represents mean±S.D. (n=3).

Values with different letters (<sup>a-e</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test; <sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ .

충 분말의 첨가량이 늘어날수록 식품의 항산화 활성이 증가하는 것으로 보고하였다. 특히 갈색거저리를 첨가한 쌀 빵화 스낵을 연구한 Cho 등(2017)은 갈색거저리에 들어있는 셀레늄이 과산화물의 농도를 저하시키고 활성산소나 자유 라디칼의 생성을 억제하여 항산화 활성을 증가시키는 것으로 보고하였다. 또한 Lee 등(2014)은 갈색거저리 유충과 같이 단백질 함량이 높은 쥐눈이콩을 고온의 로스팅으로 열처리를 할 경우에 항산화 활성이 증가한다고 보고하였는데, Cho 등(2017)의 연구에서도 갈색거저리 첨가 쌀 빵화 스낵의 사출구 온도가 높을수록 단백질 펩타이드가 가수분해 되면서 DPPH 라디칼 소거활성이 증가한다고 보고하여 Lee 등(2014)의 연구와 일치하는 결과가 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 갈색거저리 유충 단백질가수분해물의 항산화 활성을 연구한 Yu 등(2017)의 연구에서도 확인할 수 있는데, 단백질 가수분해 효소에 따라 약간의 차이는 있지만 단백질의 분자량이 적어 생체내로 쉽게 흡수될 수 있고 체내 이용률도 높은 펩타이드로 가수분해 시 항산화 활성이 증가하였다. 고단백질 식품인 갈색거저리는 단백질 분해 조건이나 가수분해 물질에 따라 펩타이드와 유리 아미노산의 함량 및 조성이 달라지는데, dipeptide, tripeptide, hydrophobic peptide 등의 bioactive peptide는 항산화 활성을 증가시키고(Wu 등 2003) 특정 아미노산 배열을 가진 펩타이드의 항산화 활성을 높일 수 있다(Lee JW 2017). 따라서 단백질 함량이 높은 갈색거저리 유충을 고온의 가열과정을 거쳐 가래떡으로 제조하게 되면 갈색거저리에 많이 들어있는 단백질 펩타이드가 고온의 열에 의해 가수분해되면서 항산화 활성이 증가하는 것으로 사료된다. 다만 Cho 등(2017)은 사출구 온도 외에도 수분 함량이 높을수록 항산화 활성이 증가하는 것으로 보고하였는데, 가래떡의 주재료인 멥쌀가루에 비해 갈색거저리 유충 분말은 수분 함량이 낮기 때문에 수분 보유력을 높여 수분 함량을 증가시키는 것이 항산화 활성을 향상시킬 수 있는 효율적인 방법일 것으로 생각된다. 이러한 결과를 종합하였을 때에 항산화 활성을 높이는 단백질과 셀레늄의 함량이 높은 갈색거저리 유충 분말을 가래떡에 부재료로 첨가할 경우 DPPH 라디칼 소거활성과 SOD 유사활성, 환원력 등의 항산화 활성을 높여 영양과 기능성이 향상된 가래떡 개발이 가능할 것으로 기대된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 식용곤충으로 가장 많이 이용되고 있는 갈색거저리 유충을 새로운 식품 자원으로 산업적 가치를 높이고 우리 전통음식으로 계승·발전시키기 위해서 갈색거저리 유충 분말을 0%, 3%, 6%, 9%, 12% 비율로 첨가한 가래떡을 개발

하여 품질특성과 항산화 활성을 평가하였다. 수분 함량은 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 감소하였고, pH와 전분 용출도는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 증가하였다( $p < 0.001$ ). 또한 아미노산 분석 결과에서 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 총 아미노산, 필수 아미노산, 비필수 아미노산 함량이 모두 증가하였는데( $p < 0.001$ ), 필수 아미노산 중에 분지사슬 아미노산인 leucine, isoleucine, valine의 함량이 갈색거저리 유충 분말의 첨가량에 비례하여 증가하였다. 색도의 경우 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 L값은 감소하였으나 a값과 b값은 증가하였다( $p < 0.001$ ). 가래떡 표면의 미세구조 측정 결과에서는 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군까지는 기공 크기와 표면 매끄러움에서 무첨가군과 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 기계적 조직감 결과에서는 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 경도( $p < 0.001$ ), 씹힘성( $p < 0.001$ ), 검성( $p < 0.001$ )은 증가하였으나 응집성( $p < 0.05$ )은 감소하였다. 기호도 평가 결과에서는 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에서 갈색거저리 유충 분말 6% 첨가군이 가장 높은 기호도를 가진 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 또한 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 늘어날수록 가래떡의 DPPH 라디칼 소거활성, SOD 유사활성, 환원력 등의 모든 항산화 활성이 증가하였다( $p < 0.001$ ). 이러한 결과를 종합하였을 때에 갈색거저리 유충 분말을 6% 첨가한 가래떡이 기호도와 품질면에서 전반적으로 우수하면서 영양과 항산화 활성이 향상된 가래떡을 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

## References

- Bae JS, Yoo CH, Lee KE. 2016. Effects of extrusion frequency on the quality characteristics of *Ddukukdduk*. *Korean J Food Cookery Sci* 32:449-457
- Baek MH, Hwang JS, Kim MA, Kim SH, Goo TW, Yun EY. 2017. Comparative analysis of nutritional components of edible insects registered as novel foods. *J Life Sci* 27: 334-338
- Baek MH, Shin MS. 1995. Effect of water activity on the physicochemical properties of sweet potato starch during storage. *Korean J Food Sci* 27:532-536
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cheon HS, Cho WI, Lee SJ, Chung MS, Choi JB. 2017. Acidic

- and steaming treatments of *Tteokbokki* rice cake to improve its microbial and textural properties. *Korean J Food Sci Technol* 49:502-506
- Cho SY, Jeong DH, Ryu GH. 2017. Effect of extrusion process variable on physicochemical properties of extruded rice snack with mealworm. *Korean J Food Sci Technol* 49:444-452
- Choi EH. 2009. Quality characteristics of *Garaedduk* with raw rice bran. *Korean J Culin Res* 15:94-104
- Choi EH. 2013. Quality characteristics of *Garaedduk* with defatted rice bran. *Korean J Culin Res* 19:130-141
- Choi H, Ha J, Lew J, Jeon G. 2019. Effects of red ginseng and amino acid complex in exercise in the rat. *J Int Korean Med* 40:1136-1144
- Choi HW, Sim KH. 2021. Antioxidant activities and quality characteristics of rice cookie with added butterbur (*Petasites japonicus*) powder. *Korean J Food Nutr* 34:1-14
- Chung MY, Kwon EY, Hwang JS, Goo TW, Yun EY. 2013. Pre-treatment conditions on the powder of *Tenebrio molitor* for using as a novel food ingredient. *J Seric Entomol Sci* 51:9-14
- Hong SY. 2008. The effects of obesity and sarcopenic obesity on physical function in Korean older adults. *Korean J Health Promot Dis Prev* 8:256-264
- Hwang SY, Choi SK. 2015. Quality characteristics of muffins containing mealworm (*Tenebrio molitor*). *Korean J Culin Res* 21:104-115
- Hyun YH, Pyun JW, Nam HW. 2014. Quality characteristics of *Garaedduk* with *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 30:11-21
- Jeon AR, Chung HJ. 2018. Quality characteristics of *Yanggaeng* made with different concentration of mealworm powder. *J Korean Soc Food Cult* 33:169-175
- Jeong WS. 2012. Effects of BCAA administration on fatigue substances, muscle damage substances and energy metabolism substances after endurance exercise. Ph.D. Thesis, Chonnam National Univ. Gwangju. Korea
- Jeong YJ, Han MR, Kim AJ. 2018. Quality characteristics of *Chalddukpie* prepared with different levels of defatted mealworm powder. *Korean J Food Cookery Sci* 34:504-511
- Jung H, Yu CR, Park HW, Yoon WB. 2018a. Effect of acid soaking and thermal sterilization on the shape and quality characteristics of *Tteokbokki* rice cake. *Korean J Food Nutr* 31:737-750
- Jung HB, Yu CR, Park HW, Chung GS, Kim KM, Han GJ, Yoon WB. 2018b. Effect of the water content in rice cake and acid concentration of acidulant on the acid soaking characteristic of rice cakes for *Tteokbokki*. *Food Eng Prog* 22:264-271
- Jung KI, Bang HJ, Boo HJ, Choi YJ. 2019. Quality characteristics of *Topokkidduk* added with *Enteromorpha intestinalis* powder. *J Life Sci* 29:588-595
- Kang HJ, Lee JK, Lim JK. 2012b. Quality characteristics of *Topokki Garaedduk* with different moisture ratios. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:561-565
- Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS. 2012a. Quality characteristics of *Topokkidduk* added with soybean flour. *Korean J Food Preserv* 19:688-695
- Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS. 2013. Effect of grapefruit seed extracts and acid regulation agents on the qualities of *Topokkidduk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:948-956
- Kim DY, Lee H, Choi EY, Lim H. 2015b. Analysis and evaluation of glycemic indices and glycemic loads of frequently consumed carbohydrate-rich snacks according to variety and cooking method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:14-23
- Kim HM, Kim JN, Kim JS, Jeong MY, Yun EY, Hwang JS, Kim AJ. 2015a. Quality characteristics of patty prepared with mealworm powder. *Korean J Food Nutr* 28:813-820
- Kim HS, Kim KM, Han GJ, Lee HG, Kim MH. 2014b. Effect of added wheat flour on retardation of retrogradation in *Garaetteok*. *Food Eng Prog* 18:1-6
- Kim HY, Lee BY, You HS, Choi JK, Ham SS. 1999. Properties of rice flour prepared with roll mill and pin mill after tempering. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6:313-318
- Kim SH, Kim KB, Noh JS, Yun EY, Choi SK. 2014a. Quality characteristics of pasta with addition of mealworm (*Tenebrio molitor*). *Food Serv Ind J* 10:55-64
- Kim SH, Shon JY, Park JS, Kim JW, Kang JH, Yun EY, Hwang JS, Kim HM. 2016. Change in dietary intake and nutritional status using mealworms as hospital meal in postoperative patients. *J Korean Diet Assoc* 22:292-309
- Kim SK, Lee EH. 1997. Food industrial applications of chitin and chitosan. *J Chitin Chitosan* 2:43-59
- Kim SS, Chung HY. 2009. The effects of wheat flour addition on retarding retrogradation in Korean rice cakes (*Karedduk*). *Korean J Food Nutr* 22:185-191
- Kim SS, Chung HY. 2010. Retarding retrogradation of Korean

- rice cakes (*Karedduk*) with a mixture of trehalose and modified starch analyzed by avrami kinetics. *Korean J Food Nutr* 23:39-44
- Kim SY, O H, Lee P, Kim Y. 2018. Quality properties, retarding retrogradation effect and antioxidant activities of *Garaedduk* with freekeh. *Korean J Food Cookery Sci* 34:493-503
- Kim SY, Son YJ, Kim SH, Kim AN, Lee GY, Hwang IK. 2015c. Studies on oxidative stability of *Tenebrio molitor* larvae during cold storage. *Korean J Food Cookery Sci* 31:62-71
- Kim Y, Kim L, Jeong Y. 2019. Quality characteristics of white pan bread added with *Tenebrio molitor* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48:253-259
- Kim YK, Lee SH. 2019. Development of chicken breast sausage with addition of mealworm. *Culin Sci Hosp Res* 25:81-87
- Korean Law Information Center. 2019. Act on Fosterage and support of the insect industry. Available from <https://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&query=%EA%B3%A4%EC%B6%A9%EC%82%B0%EC%97%85> [cited 4 March 2019]
- Lee HJ, Park JH, Yoo SS. 2009. Quality characteristics of *Karedduk* containing cactus fruit (*Opuntia humifusa*) powder. *J East Asian Soc Diet Life* 19:610-617
- Lee JK, Jeong JH, Lim JK. 2011. Quality characteristics of *Topokki Garaedduk* added with ginseng powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:426-434
- Lee JK, Jeong JH, Lim JK. 2012. Quality characteristics of *Topokki* dduk with respect to added whole soybean curd (Chun-Tofu) by different storage time. *Korean J Food Cookery Sci* 28:111-121
- Lee JW. 2017. A study on characteristics of fermented and hydrolysed *Tenebrio molitor* larvae for liquefied flavoring material application. Master's Thesis, Seoul National Univ. Seoul. Korea
- Lee KH, Kim MJ, Kim AJ. 2014. Physicochemical composition and antioxidative activities of *Rhynchosia nulubilis* according to roasting temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:675-681
- Lee SE, Lee JH. 2013. Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J Food Sci Technol* 45:53-58
- Lee SM, Han JS, Kim AJ. 2019. Quality evaluation of *Perilla* seed Gangjung added with mealworm powder. *Asian J Beauty Cosmetol* 17:187-197
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:469-474
- Min KT, Kang MS, Kim MJ, Lee SH, Han J, Kim AJ. 2016. Manufacture and quality evaluation of cookies prepared with mealworm (*Tenebrio molitor*) powder. *Korean J Food Nutr* 29:12-18
- Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2021a. Korean Food Standards Codex. Available from [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_02.jsp?idx=263](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263) [cited 3 March 2021]
- Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2021b. Food Nutrient DB. Available from <https://www.foodsafetykorea.go.kr/fcdb/detail/search/> [cited 30 March 2021]
- Park YK, Kim HS, Park HY, Han GJ, Kim MH. 2011. Retarded retrogradation effect of *Garaetteok* with apple pomace dietary fiber powder. *J Korean Soc Food Cult* 26:400-408
- Rumpold BA, Fröhling A, Reineke K, Knorr D, Boguslawski S, Ehlbeck J, Schlüter O. 2014. Comparison of volumetric and surface decontamination techniques for innovative processing of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Innovative Food Sci Emerg Technol* 26:232-241
- Seo M, Lee HJ, Lee JH, Baek M, Kim IW, Kim SY, Hwang JS, Kim MA. 2019. A study of the anti-inflammatory effect of protein derived from *Tenebrio molitor* larvae. *J Life Sci* 29:854-860
- Shimomura Y, Murakami T, Nakai N, Nagasaki M, Harris RA. 2004. Exercise promotes BCAA catabolism: Effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. *J Nutr* 134:1583S-1587S
- Shin DS, Park HY, Han GJ, Kim MH. 2010. Quality characteristics of *Garaetteok* with different ratios of non-glutinous germinated brown rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 26:853-859
- Shin DS, Yoo YM, Han GJ, Oh SG. 2016. Quality of *Tteokbokki* tteok prepared by adding various concentration of brown rice. *Korean J Food Preserv* 23:194-203
- Shin SM. 2019. Quality characteristics of *Sulgidduk* prepared with different levels of defatted mealworm powder. *J Korea Acad Ind Coop Soc* 20:523-530
- Song KY, O H, Zhang Y, Joung KY, Kim YS. 2016. Effects of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) leaf powder on quality characteristics, antioxidant activities, and retarding retrogradation by shelf-life of *Sulgidduck* (rice cake). *J*

- Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1792-1798
- Song TH, Woo IA, Son JW, Oh SI, Shin SM. 2011. Understanding Culinary Science. pp.126-134. Kyomunsa
- Woo J, Lee H, Choi J, Moon K. 2019. Quality characteristics of tea of *Tenebrio molitor* larvae according to manufacturing methods. *Korean J Food Preserv* 26:179-184
- Woo MJ, Lim HS, Cha GH. 2016. Quality characteristics of songgi *Garaetteok*. *Korean J Food Cookery Sci* 32:27-43
- Wu HC, Chen HM, Shiau CY. 2003. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). *Food Res Int* 36:949-957
- Yıldırım A, Mavi A, Kara AA. 2001. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *J Agric Food Chem* 49:4083-4089
- Yoo J, 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* 42:249-254
- Yu MH, Lee HS, Cho HR, Lee SO. 2017. Enzymatic preparation and antioxidant activities of protein hydrolysates from *Tenebrio molitor* larvae (mealworm). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:435-441
- Yun EY, Hwang JS. 2016. Status and prospect for development of insect foods. *Food Sci Ind* 49:31-39
- 
- Received 14 April, 2021  
Revised 07 May, 2021  
Accepted 24 May, 2021