

## 동태등에 유충 분말을 첨가한 유화형 닭가슴살 소시지의 이화학적 특성 및 항산화 활성

강훈석<sup>†</sup> · 부준혁<sup>†</sup> · 남정현 · 현지용 · 천지연\*  
제주대학교 식품생명공학과

### Quality Characteristics of Emulsion-Type Chicken Breast Sausages with Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) Powder

Hun-Seok Kang<sup>†</sup>, Jun-Hyuk Boo<sup>†</sup>, Jung-Hyun Nam, Ji-Yong Hyun, and Ji-Yeon Chun\*

Department of Food Bioengineering, Jeju National University

#### Abstract

This study investigated the quality characteristics of emulsion-type chicken breast sausages containing black soldier fly larvae (BSFL) powder. The chicken breast and BSFL powder were added at various mixing ratios (C:chicken breast 56% and BSFL powder 0%, 1%:chicken breast 55% and BSFL powder 1%, 2%:chicken breast 54% and BSFL powder 2%, 3%:chicken breast 53% and BSFL powder 3%). The pH, moisture content, and water holding capacity of the sausages increased with the powder amount. In the instrumental color evaluation, the  $L^*$  and  $b^*$  values were significantly different among the samples ( $p < 0.05$ ). However, there was no significant difference in  $a^*$  value ( $P > 0.05$ ) with the amount of powder added. Volatile basic nitrogen and acid value tended to increase with the amount of BSFL powder. The total phenolic content tended to increase, but the value of  $IC_{50}$  according to DPPH radical scavenging decreased as the amount of powder increased. This study concluded that BSFL powder can be used in meat products processing as a substitute for meat protein and may also improve antioxidant activity.

**Keywords:** chicken breast, sausage, black soldier fly larvae powder, meat product, quality characteristics

## 서 론

최근 COVID-19으로 인하여 정부에서는 확산 방지를 위하여 사회적 거리두기, 영업시간 제한 등의 다양한 조치를 시행하였고, 그 결과 소비자들의 식생활은 외출의 제한으로 인해 외식을 줄이고 가정에서 식사하는 형태로 변화하고 있다(Lim & Park, 2022). COVID-19 발생을 기점으로 HMR 제품의 판매량이 크게 증가하고 있으며(Im et al., 2022), 국민의 기본 소득 상승 및 식생활 서구화로 인하여 식육 및 식육가공품의 소비가 증가하는 추세이다(Hyun et al., 2021). 육가공품의 대표적인 가정간편식 제품은 핫바, 소시지, 떡갈비 등이 있는데, 소시지는 주요 원료로 육류인 돼지고기, 닭고기, 쇠고기를 분쇄하여 소금, 설탕 같은 각

종 부재료를 첨가하여 만든 식육가공품이다. 소시지의 종류는 원료육의 배합 비율, 향신료의 배합에 따라 여러가지 형태로 분류된다(Jo et al., 2018). 그 중 유화형 소시지는 분쇄된 식육을 염지 재료들과 1차 세절 후 지방 및 얼음을 첨가하여 2차 세절하여 지방의 유화 공정을 하고 충전 후 가열한 소시지로 제조 방법이 쉽고 보관이 간편하기 때문에 가장 일반적으로 볼 수 있는 형태의 소시지이다(Moon et al., 2019). 최근 백색육에 관한 관심이 높아지면서 적색육 대신 닭가슴살을 이용한 소시지, 베이컨, 햄 등 다양한 육가공품들이 출시되고 있다(Kang et al., 2020). 육가공품의 원료 중에서 닭고기에 해당하는 백색육은 부위육으로 다루기가 쉬우며 적색육에 비하여 지방과 콜레스테롤이 적고 상대적으로 저렴하다(Liu et al., 2012). 닭가슴살은 100 g당 지방이 약 0.4 g, 단백질 함량이 약 23.3 g 정도로 다른 식육에 비하여 낮은 저지방과 높은 고단백질 영양분을 함유하고 있다(Nam et al., 2017).

2013년 FAO에 따르면 2050년에 인구는 90억 명이 넘고 급격한 환경변화로 인해 식량 부족의 문제를 겪게 될 것이라 예상하였다(Cho & Lim, 2017). 이에 따라 미래 식량 문제에 관심이 높아지고 있으며 단백질 대체 자원으로

<sup>†</sup>Co-first author: Hun-Seok Kang, Jun-Hyuk Boo

\*Corresponding author: Ji-Yeon Chun, Department of Food Bioengineering, Jeju National University, 102, Jejudaehak-ro, Jeju-si, Jeju, 63243, Korea

Tel: +82-64-754-3615

E-mail: [chunjyeon@jejunu.ac.kr](mailto:chunjyeon@jejunu.ac.kr)

Received May 11, 2022; revised August 3, 2022; accepted August 16, 2022

는 식용곤충이 각광 받고 있다(Choi et al., 2020). 곤충은 인간과 직·간접적으로 관련되어있는 종이 약 15,000종으로, 인간이 이용 가능한 특성 및 생리 활성 물질이 곤충에는 다수 존재한다. 곤충(누에 포함)은 사료, 애완, 화장품, 식품, 신소재 등 다양한 분야에서 활용 가능성이 높은 미래 지속 가능한 친환경 생물자원으로 알려졌다. 우리나라 곤충 시장 산업 규모는 1,680억 원(2011년), 3,039억 원(2015년), 4,000억 원(2017년)이고 2020년까지 5000억 원을 목표로 할 만큼 규모를 확장하고 있다(MAFRA, 2016). 곤충을 식용으로 사용하기 위해서는 우선 산업화가 가능하여야 하는데, 문제점은 수 천 종의 곤충 중에서 12종 정도만 양식 가능하기 때문에 정기적으로 공급, 보존하는데 어려움이 있다(Defoliart, 1995; Ferreira, 1995).

동애등에는 파리목 동애등에과의 곤충으로 양식이 가능한 곤충 중 하나이다(Salomone et al., 2017). 여러 연구에 따르면 동애등에 유충과 번데기는 조단백질과 미네랄 함량이 우수하여 영양성이 높고, 빠른 성장 속도를 가지고 있으며 유기물질을 먹이로 키울 수 있어 우수한 생산성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Park et al., 2021a). 최근에는 동애등에의 유충 및 성충의 항균(Alvarez et al., 2019), 면역력 증진, 항산화(Park et al., 2014) 및 미백 활성(Ushakova et al., 2019) 등이 보고됨에 따라 다방면으로의 이용 가능성을 보여주고 있다. 또한 동애등에의 판매율은 2020년도에 2018년 60억원에 비해 155% 증가한 93억원 판매액을 기록함으로써 동애등에의 활용성은 점점 더 커지고 있다(MAFRA, 2021).

현재 국내에서 식용곤충으로 인정된 원료는 갈색거저리 유충, 누에 번데기, 벼베뚜기, 백강잠, 쌍별귀뚜라미, 장수풍뎅이 유충, 흰점박이꽃무지 유충으로 총 7종이며, 아메리카왕거저리유충(탈지분말), 수별 번데기, 풀무치가 한시인정 원료 인정되어 총 10종의 곤충이 식용 가능하다(Kim et al., 2022). 식용곤충에서 중요한 품질 항목 중 하나인 증급속 기준은 기존에는 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 쌍별귀뚜라미, 장수풍뎅이 유충 4종에만 적용되었지만, 2021년 개정을 통해 식품공전(MFDS, 2022a)에 따르면 식용곤충(건조물) 전체에 납, 카드뮴 및 무기비소가 모두 0.1 mg/kg 이하로 관리하도록 규정되어 있다. 하지만 Song et al. (2017)에 따르면 곤충의 먹이원, 사육기간, 사육환경에 따라 유충의 무게, 증급속 등 농가별로 차이를 보였고 곤충에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 따라서 상기 증급속 규격에 적합하지 않더라도, 현재 꾸준히 발전하고 있는 식용곤충 산업에서의 사육환경개선으로 극복 가능할 문제라 생각된다. 본 연구에서 사용된 동애등에는 환경 정화 곤충으로 분류되며(MAFRA, 2019), 현재 식용은 불가능하지만 동물 사료용으로는 사용이 가능하다(MAFRA, 2022). 핀란드에서는 동애등에가 식품으로 인정받고 있으며, 국내의 경우 기존에는 누에 유충, 누에 번데기, 백강잠 총 3종

이 식용으로 인정되었었지만 지난 10년간 식용곤충 산업화를 위하여 많은 연구가 이루어져 7종이 추가적으로 식용이 가능하게 되었다(Hwang et al., 2022). 곤충 분말을 첨가한 육가공품의 관한 연구로는 Kim & Lee (2019)의 식용곤충(갈색거저리 유충)을 첨가한 닭가슴살 소시지 개발로 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 첨가구에서 대조구보다 단백질 함량과 수분함량이 높고, 조지방은 낮은 결과를 보여주었다고 보고되었다.

따라서 본 연구에서는 현재 식품에서는 사용되지 않는 동애등에 유충 분말의 식품적용 가능성을 확인하기 위해 닭가슴살 유화형 소시지에 첨가하여 가공적성을 관찰하고 이에 따른 이화학적 특성과 항산화 활성 관찰을 하고자 했으며, 향후 동애등에 유충 분말을 이용한 다양한 제품 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

닭가슴살은 제주특별자치도 구좌읍에 위치한 ㈜한라씨에 프렌에서 냉장된 상태로 구매하였으며, 입고 후 -18°C에서 냉동 보관 후, 실험 시 유수 해동시킨 상태로 사용하였다. 동애등에 유충은 제주특별자치도 조천읍에 위치한 ㈜리얼네이처팜에서 제공받았다. 등지방은 시중 정육점에서 구매하여 사용하였고, 첨가물로는 소금(Chungjungone, Seoul, Korea), 설탕(CJ CheilJaedang, Seoul, Korea), 감자전분(Uri Seungjin Food Co., Asan, Korea), Mixed spices, 폴리인산나트륨(ES Food, Gunpo, Korea), 백후추(EN FOOD Co., Ltd., Paju, Korea)를 사용하였다. chloroform은 Junsei Chemical (Tokyo, Japan)에서, Methanol, Gallic acid, Folin-ciocalteu's phenol reagent는 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서, Sodium sulfate anhydrous, Phenolphthalein, 95% Ethanol, Ethyl-ether, 98% Sulfuric acid, Potassium hydroxide, 0.01 N Sodium hydroxide standard solution, Potassium carbonate, Methyl Red, Methylene blue는 Daejung Chemical (Siheung, Korea)에서 구매하였고, 2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH)는 Alfa Aesar (Ward Hill, MA, USA)에서 구매하여 사용하였다. 또한 Brunswick 시액은 Methylene red 0.1 g과 Methylene blue 0.1 g을 95% Ethanol 100 mL로 각각 녹인 후 2:1 (v/v)로 섞어서 사용하였다.

### 동애등에 유충 분말 제조

동애등에 유충 분말의 제조방법을 Fig. 1에 나타내었다. Caligiani et al. (2019)의 방법을 참고하여 동애등에 유충 입고 후 -20°C의 냉동고에서 5일간 냉동법으로 희생시킨 다음 상온에서 해동시켰다. 해동시킨 동애등에 유충을 2회 세척한 다음, 100°C에서 40초간 데친 후(1:4, w/v), 찬물에서 1회 세척하였다. 세척시킨 동애등에 유충을 70°C에서 7

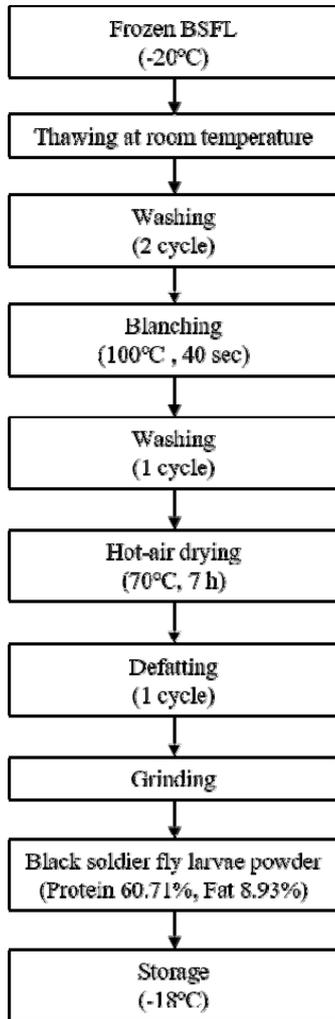


Fig. 1. Manufacturing process of black soldier fly larvae powder.

시간 동안 열풍건조를 시킨 뒤, 스크류형 저온착유기(Oil love Premium, NATIONAL ENG CO., Ltd, Seoul, Korea)를 사용하여 100°C에서 1회 탈지하였다. 탈지 후 분쇄한

동애등에 유충 분말은 -18°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 본 연구에서 사용한 동애등에 유충 분말의 일반성분 및 중금속 함량과 식용곤충의 기준 및 규격을 Table 1에 나타내었다.

유화형 소시지의 제조

유화형 소시지의 제조는 Table 2와 같은 배합비로 제조하였다. 닭가슴살을 분쇄기(MG510, Delonghi, KENWOOD Cheung Sha Wan, Hong Kong)를 이용하여 세절한 후, 부재료를 첨가하여 혼합하였다. 혼합물은 4°C의 냉장 온도에서 20분간 염지 및 숙성하였다. 돼지 등지방을 분쇄기로 1회 분쇄한 후, 숙성이 끝난 혼합물을 분쇄한 등지방과 얼음을 혼합하여 분쇄기로 2회 유화 및 세절하고 50 mL test tube에 약 30 g씩 빈 공간이 없이 충전하였다. 유화물이 충전된 tube를 중심부의 온도가 85°C가 될 때까지 항온수조(DWB-22, Material Scientific Co., Seoul, Korea)에서 가열한 후 상온에서 30분간 냉각 후, 분석시료로 사용하였다.

색도 및 외관 측정

색도는 가열 전 유화물과 가열 후 유화형 소시지의  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값을 색차계(TCR200, PCE americas Inc., Jupiter, FL, USA)로 3회 측정하였다. 유화물의 색도는 petri-dish에 유화물을 넣고 기포를 제거 후 측정하였으며, 유화형 소시지는 소시지를 가로 방향으로 절단하여 단면 중심부를 측정하였다. 이 때 표준 백색판의  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값은 91.74, 3.01, -13.72이었다.

유화물의 외관은 색도 측정과 같은 방법으로 유화물을 petri-dish에 넣어 관찰하였고, 유화형 소시지의 외관 또한 색도 측정과 같은 방법으로 소시지를 가로 방향으로 절단하여 절단면을 관찰하였다.

pH 측정

가열 전 유화물과 가열 후 유화형 소시지의 pH는 시료

Table 1. Proximate composition, heavy metal, VBN of edible insect's specifications from Korean Food Code and black soldier fly larvae powder

	Traits	Specifications from Korean Food Code (2022a)	BSFLP <sup>1)</sup>
Proximate composition	Moisture (%)	-	3.29
	Protein (%)	-	60.71
	Fat (%)	-	8.93
	Fiber (%)	-	10.25
	Ash (%)	-	10.51
Heavy metal	Pb (mg/kg)	0.1< ( <i>Allomyrina dichotoma</i> larvae and <i>Protaetia brevitarsis</i> larvae, 0.3<)	ND <sup>2)</sup>
	Cd (mg/kg)	0.1<	0.51
	Inorganic arsenic (mg/kg)	0.1<	-
VBN	Volatile basic nitrogen (mg%)	-	0.04

<sup>1)</sup>BSFLP: Black soldier fly larvae powder.

<sup>2)</sup>ND: Not detected.

**Table 2. Formula of emulsion-type chicken breast sausage added with black soldier fly larvae powder**

Materials		Composition (%)			
		Control	1%	2%	3%
Main material	Chicken breast	56.0	55.0	54.0	53.0
	Pork back fat	20.0	20.0	20.0	20.0
	Ice	20.0	20.0	20.0	20.0
Minor material	Salt	1.5	1.5	1.5	1.5
	Sugar	0.5	0.5	0.5	0.5
	Sodium polyphosphate	0.3	0.3	0.3	0.3
	Potato starch	0.3	0.3	0.3	0.3
	Mixed spice	0.4	0.4	0.4	0.4
	White pepper	1.0	1.0	1.0	1.0
	BSFLP <sup>1)</sup>	0.0	1.0	2.0	3.0

<sup>1)</sup>BSFLP: Black soldier fly larvae powder.

5 g에 증류수 20 L를 가하여 homogenizer (Ultra Turrax T25, IKA, Braun, Germany)로 7,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 pH-meter (Five-Easy Plus F20 pH/mV, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

**수분함량**

동애등에를 첨가한 소시지의 수분함량은 식품공전 (MFDS, 2022d)에 따라 105°C 상압가열건조법으로 측정하였다. 소시지 3 g을 알루미늄 접시에 칭량한 후, 드라이오븐(Hanbaek Co. Ltd., Buchun, Korea)에서 105°C로 항량점에 도달할 때까지 건조시켜 다음의 식에 의해 수분함량을 계산하였다.

$$\text{Moisture content (\%)} = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100$$

- a: 칭량접시의 질량(g)
- b: 칭량접시와 검체의 질량(g)
- c: 건조 후 항량이 되었을 때의 질량(g)

**가열감량 측정**

가열감량은 50 mL test tube에 유화물을 30 g을 충전한 뒤 항온수조(Material Scientific Co., Seoul, Korea)에서 중심부의 온도가 85°C가 될 때까지 가열하였다. 가열 후 상온에서 30분간 냉각과정을 거친 다음, test tube의 액체를 제거하여 무게를 측정하여 다음의 식에 의해 가열감량을 계산하였다.

$$\text{Cookingloss (\%)} = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100$$

- a: 빈 test tube 무게(g)
- b: 가열 전 test tube 무게(g)
- c: 가열 후 test tube 무게(g)

**보수력 측정(Water holding capacity, WHC)**

보수력은 Wierbicki & Deatherage (1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 15 mL test tube에 건조된 거즈를 넣은 후, 거즈 위에 시료 1 g을 취하였다. 그 후, 10°C로 설정한 원심분리기(LaboGene 148R, GRYOZEN, Daejeon, Korea)에서 3,000 rpm으로 10분간 원심분리하였다. 원심분리 후 시료를 제거하고 test tube의 무게를 측정한 뒤, 다음의 식에 의해 보수력을 계산하였다.

$$\text{WHC (\%)} = \frac{\{w_1 - (w_3 - w_2)\}}{w_1} \times 100$$

- w<sub>1</sub>: 시료 무게(g)
- w<sub>2</sub>: 빈 test tube 무게(g)
- w<sub>3</sub>: 시료 제거 후 추출물이 담긴 test tube 무게(g)

**조직감(Texture Profile Analysis, TPA)**

유화형 소시지의 조직감은 Moon et al. (2021)의 방법에 의해 측정하였다. 시료를 직경 20 mm × 두께 20 mm의 크기로 성형한 후, texture analyzer (CT3 10K, Brookfield Engineering laboratories, Inc. Middleboro, MA, USA)로 측정하였다. 직경 25.4 mm, 높이 35 mm의 cylinder type TA11/1000 probe를 장착하였고, 측정조건은 deformation 50%, pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post-test speed 2.0 mm/s, trigger load 3.0 g으로 설정하였다. 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness)을 10회 반복 측정하였다.

**산가 측정**

유화형 소시지의 유지 추출은 Folch et al. (1957)의 방법을 변형하여 추출하였다. 시료 100 g에 chloroform:methanol (2:1, v/v) 혼합 용액 250 mL을 가하여 혼합한 뒤, homogenizer (IKA, Germany)로 균질화하여 건조 여과지로 여과

하였다. 시료와 여과액을 분리하고 시료에 다시 chloroform, methanol 혼합 용액 250 mL를 가하여 다시 유지를 추출하였다. 이와 같은 과정을 3회 반복하여 얻은 여과액을 모두 취하여 분액깔때기에 옮긴 후, 여과액의 1/3에 해당하는 증류수(250 mL)를 가하여 흔들어 혼합한 뒤, 4°C의 온도에서 하루 동안 방치하였다. 방치 후 chloroform 층을 분리하였고 chloroform 층을 sodium sulfate anhydrous로 탈수하여 여과하였다. 여과한 용액을 40°C의 수욕상에서 감압 농축하여 용매를 날려 보내고 남은 유지를 검체로 하였다.

산가 측정은 식품공전(MFDS, 2022e)의 산가 방법을 이용하여 측정하였다. 검체 5 g을 취한 뒤 ethanol:ethyl-ether (1:2) 혼합용액 100 mL를 가하여 녹인 후, 1% phenolphthalein 지시약을 2-3방울 가하여 0.1 N KOH-ethanol 용액으로 엷은 홍색이 30초간 지속될 때까지 적정하였고 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Acid value (mg/g)} = \frac{5.611 \times (a - b) \times f}{s}$$

s: 검체 채취량(g)

a: 검체에 대한 0.1 N KOH-ethanol 용액 소비량(mL)

b: 공시험(ethanol:ethyl-ether (1:2) 혼합용액)에 대한 0.1N KOH-ethanol 용액 소비량(mL)

f: 0.1 N KOH-ethanol 용액의 역가

5.611: 0.1 N KOH 용액 1 mL 중에 존재하는 KOH의 mg 수

#### 휘발성 염기 질소 화합물 측정(Volatile Basic Nitrogen, VBN)

휘발성 염기 질소 화합물 측정은 식품공전의 Conway 미량 확산법(MFDS, 2022f)을 변형하여 측정하였다. 시험용액 조제는 유허형 소시지 10 g (W)과 증류수 50 mL (d)를 혼합하여 30분간 침출 교반한 후 여과하였다. 여과액을 5% 황산용액을 이용하여 약산성으로 중화시킨 다음, 증류수를 넣어 일정량을 시험용액으로 사용하였다. 확산은 여과액 1 mL를 Conway 용기 외실 왼쪽에 취하고, 내실에는 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mL를 취한 뒤, 외실 오른쪽에 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 1 mL를 취하여 기밀제를 바른 뚜껑을 닫았다. 여과액과 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액이 잘 섞이게 해준 뒤, 25°C에서 60분간 정치하였다. 정량은 Conway의 뚜껑을 열어 Brunswick 시액 10 µL를 내실에 취한 뒤, 0.01 N NaOH 용액으로 적정하여 소모되는 양(a)을 측정하였다. 공시험은 증류수를 사용하였고, 2회 평균치를 구하여 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{VBN (mg\%)} = \frac{0.14 \times (b - a) \times f}{W} \times 100$$

a: 검체에 대한 평균 0.01 N NaOH 소비량(mL)

b: 공시험에 대한 0.01 N NaOH 소비량(mL)

d: 검체의 희석배수(mL)

f: 0.01 N NaOH 역가

W: 검체의 채취량(g)

0.14: 0.01 N HCl 용액의 1 mL에 상당하는 휘발성 염기질 소량(mg)

#### 총 페놀 함량 측정(Total phenolic content)

유허형 소시지의 총 페놀 함량은 Folin & Denis (1912)의 방법에 따라 측정하였다. 샘플 10 µL에 증류수 90 µL를 가하고, Folin-Ciocalteu's phenol reagent 10 µL를 가하여 3분간 반응시켰다. 반응 후 증류수 70 µL를 가하고, 2 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 20 µL 가하여 혼합하였다. 혼합 후, 암소에서 1시간 반응시키고 725 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 하여 검량선을 작성하였고, 시료의 흡광도 측정값을 대입 후, 계산하여 mg gallic acid equivalent/g (mg GAE/g)으로 나타내었다.

#### DPPH 라디칼 소거능(DPPH radical scavenging)

DPPH 라디칼 소거능은 Blois (1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 40 g에 증류수 100 mL를 가하여 homogenizer (IKA, Germany)로 8,000 rpm에서 4분간 균질화시켰다. 균질한 시료를 원심분리기로 4,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 여과시킨 뒤, 시료를 40-400 mg/mL의 농도로 희석하여 분석시료로 사용하였다. 시료 0.4 mL에 0.4 mM DPPH 에탄올 용액 0.8 mL를 가하고 암소에서 30분간 반응시킨 후, 분광광도계를 이용하여 517 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 50%의 DPPH 라디칼을 소거하는데 필요한 시료농도를 IC<sub>50</sub>으로 하여 활성을 비교하였고 다음 식에 의해 계산하였다.

DPPH radical scavenging ability (%)

$$= \left(1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{blank absorbance}}\right) \times 100$$

#### 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실험하였으며, 통계분석은 Minitab 18 (Minitab Inc., State College, PA, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하고 모든 결과 값은 mean±SD로 나타내었다. 각 측정 평균값 간의 유의성은 p<0.05 수준으로, Tukey's multiple range test를 통하여 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 외관 및 색도

동애등에 유충 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 유허물과 소시지의 외관 및 색도의 변화는 Fig. 2과 Table 3에

나타내었다. 동애등에 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 외관이 어두워지는 것을 확인할 수 있었으며, 유화물과 소시지  $L^*$  값 모두 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). Hyun et al. (2021)의 흰점박이 유충분말을 첨가한 유화형 소시지에 서도 분말 첨가량이 증가할수록  $L^*$  값이 감소하는 경향을 띠어 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 이는 동애등에 분말에 영향을 받은 것으로, 동애등에 분말의  $L^*$  값은 54.93으로 60.16인 대조구의 유화물에 비하여 낮은 값을 나타내기 때문에 동애등에 유충 분말을 첨가함에 따라 유화물과 소시지의  $L^*$  값이 감소한 것으로 판단된다. 유화물의  $a^*$  값은 동애등에 유충 분말을 첨가한 첨가구들 간의 유의적인 차이는 없었으나( $p>0.05$ ), 대조구와 비교 시 첨가구 모두 유의적으로 감소한 값을 가졌다는 것을 확인할 수 있었으며( $p<0.05$ ), 소시지의  $a^*$  값은 2% 첨가구를 제외하면 대조구와 첨가구들 간에 유의적인 차이가 없음을 확인할 수 있었다( $p>0.05$ ). 유화물의  $b^*$  값은 동애등에 유충 분말을 첨가한 첨가구들 간에는 유의적인 차이는 없지만( $p>0.05$ ), 대조구와 비교 시 첨가구 모두 유의적으로 증가한 값을 가졌다는 것을 볼 수 있었다( $p<0.05$ ). 소시지의  $b^*$  값은 첨가량에 따라 증가하는 경향을 확인할 수 있고, 특히 대조구와 1%, 2% 첨가구들은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가한 것을 확인할 수 있었다( $p<0.05$ ).

pH

pH는 근원섬유 단백질 용해도와 관련이 있어 pH의 증가는 근원섬유 단백질의 용해도 증가로 이어지고 유화 작용 및 보수력과 밀접하게 관련이 있다(Jeong et al., 2020). 식육 근원섬유 단백질의 등전점은 pH 5.2~5.4로 알려져 있으며, 등전점에 가까워짐에 따라 단백질과 수분의 결합력이 약해지고 단백질 간의 결합력이 강해져 보수력이 감소한다고 알려져 있다(Lee et al., 2018a). 동애등에 유충분말 첨가량을 달리하여 제조한 유화물과 소시지의 pH는 Fig. 3에 나타내었다. 가열 전 유화물과 가열 후 소시지의 pH는 동애등에 유충 분말을 첨가함에 따라 유의적인 차이를 나타내었고( $p<0.05$ ), 동애등에 유충 분말의 첨가량이 증가함에 따라 pH 값이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 식용곤충인 흰점박이꽃무지 유충 분말을 활용해 유화형 소시지를 제조한 Hyun et al. (2021)과 갈색거저리 유충 분말을 이용해 프랑크푸르터를 제조한 Choi et al. (2017)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 본 연구에 사용된 동애등에 유충 분말의 pH를 측정된 결과 8.15이었으며, 이는 동애등에 유충 분말을 첨가하지 않은 대조구의 pH 보다 높기 때문에 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하였다고 판단된다.

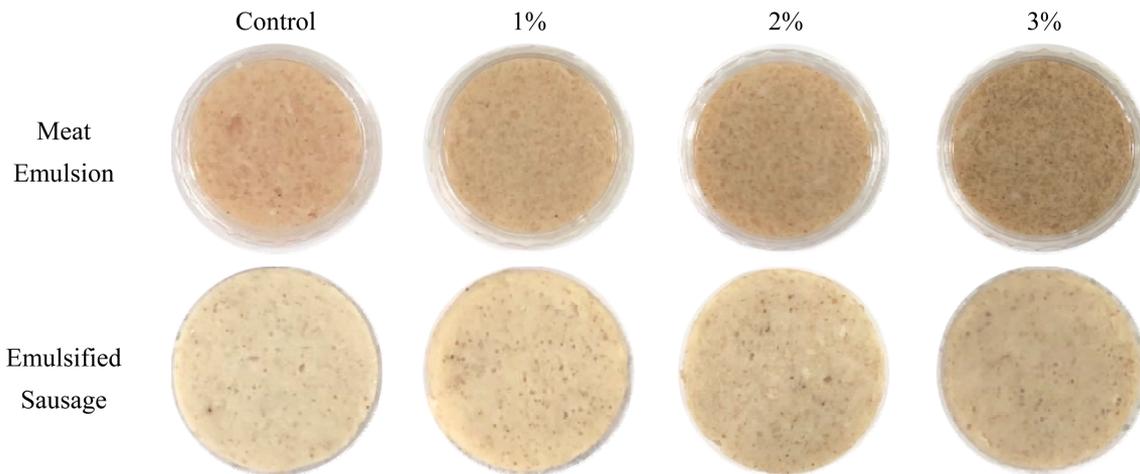


Fig. 2. Appearance of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder.

Table 3. Color of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder

Sample	Color	Control	1%	2%	3%
Meat emulsion	$L^*$	60.16±0.95 <sup>a1)</sup>	58.13±0.65 <sup>b</sup>	55.52±1.03 <sup>c</sup>	53.88±0.25 <sup>d</sup>
	$a^*$	2.96±0.26 <sup>a</sup>	2.35±0.09 <sup>b</sup>	2.18±0.37 <sup>b</sup>	2.17±0.03 <sup>b</sup>
	$b^*$	2.69±1.59 <sup>b</sup>	4.84±0.51 <sup>a</sup>	5.29±0.65 <sup>a</sup>	4.87±0.33 <sup>a</sup>
Emulsion sausage	$L^*$	77.74±1.34 <sup>a</sup>	73.79±0.86 <sup>b</sup>	70.71±0.15 <sup>c</sup>	66.29±0.52 <sup>d</sup>
	$a^*$	2.49±0.32 <sup>b</sup>	2.75±0.46 <sup>b</sup>	3.45±0.08 <sup>a</sup>	2.84±0.08 <sup>b</sup>
	$b^*$	3.57±0.74 <sup>c</sup>	6.45±0.26 <sup>b</sup>	7.56±0.24 <sup>a</sup>	8.11±0.05 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>All Values in the same row with the same letters (a-d) indicate significantly difference ( $p<0.05$ ) by Tukey's multiple range test.

### 수분함량, 가열감량, 보수력

동애등에 유충 분말 첨가량을 달리하여 제조한 소시지의 수분함량, 가열감량, 보수력은 Table 4에 나타내었다. 수분함량은 대조구 67.32%, 1% 첨가구 68.71%, 2% 첨가구 70.37%, 3% 첨가구 71.57%로 동애등에 유충 분말을 첨가함에 따라 수분함량이 증가하는 경향을 나타내었으며 3% 첨가구에서 유의적으로 높은 수분함량을 나타내었다 ( $p < 0.05$ ). Kang et al. (2018)의 수벌번데기 분말을 첨가한 소시지에서 수분함량은 대조구 65.48%, 1% 첨가구 62.44%, 2% 첨가구 57.71%로 유의적으로 감소하며 동애등에 분말 첨가 소시지와는 반대의 결과를 나타내었다. 이에 따라 첨가하는 곤충 분말의 종류에 따라 소시지의 수분함량에 영향을 미치는 것이 다르게 작용한다고 판단된다. 또한 곤충 유래 키틴은 화학적으로 안정한 구조인  $\alpha$ -키틴과 분자간의 약한 상호작용으로 물이 쉽게 침투할 수 있게 해주는  $\beta$ -키틴의 특성을 동시에 가지는  $\gamma$ -키틴이다(Won, 2017; Jo, 2019). 따라서  $\gamma$ -키틴의 특성으로 동애등에 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가하였다고 판단된다.

가열감량은 가열할 때, 육단백질인 근원섬유 단백질의 변성에 의하여 단백질과 물 분자의 결합력이 감소하여 물이 빠져나와 발생하는 것을 측정하여 수분의 손실 정도를 알아보는 척도이다(Shin et al., 2017). 동애등에 유충 분말을 첨가하지 않은 대조구와 동애등에 유충 분말을 첨가한 모든 첨가구는 가열감량이 2.391~2.559%로 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ ). 식용곤충인 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 패티에서 또한 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 첨가구 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다(Choi et al., 2019). 동애등에 유충 분말은 갈색거저리 유충 분말과 유사하게 가열감량에 따른 유의적 차이를 보이지 않아 식품에 좋지 않은 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

보수력은 물리적 처리에 저항하여 얼마만큼의 수분을 보유할 수 있는가를 나타내는 능력이다. 또한 보수력은 식육 가공품에서 연도, 다즙성, 맛, 풍미 등에 영향을 미치는 중요한 품질 특성이며, 수분함량과도 연관이 있다(Moon, 2020). 동애등에 유충 분말을 첨가하지 않은 대조구는 86.04%, 동애등에 유충 분말을 첨가한 1% 첨가구 86.63%, 2% 첨가구 88.50%, 3% 첨가구 89.83%로 동애등에 분말 첨가량에 따라 보수력은 증가하는 경향을 나타내었으며, 소시지 제조 후 측정된 수분함량이 높을수록 보수력 또한

높은 값을 나타내었다. pH 값의 증가로 시료의 pH 값이 등전점에서 멀어져  $H^+$ 이온보다  $OH^-$ 이온의 수가 증가하여 근원섬유 사이의 공간이 넓어져 수분을 함유할 수 있는 능력이 좋아진다고 알려져 있다(Shin, 2020). 따라서 동애등에 유충 분말을 첨가할수록 소시지의 pH 값이 증가하여 등전점에서 멀어져 수분함량과 보수력이 높아지는데 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다.

### TPA

조직감이란 식품이 갖는 고유한 조직적인 특성을 의미하며 기호성과 관능적인 특성에 밀접한 연관을 갖는다. 특히 육가공품의 조직감은 지방의 함량, 수분함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있으며, 또한 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열 변성 정도의 차이에 의해 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있다고 알려져 있다(Bae et al., 2015). 동애등에 유충 분말 첨가한 소시지에서의 조직감은 Table 5에 나타내었다. 경도는 동애등에 유충 분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈고 특히 2% 첨가구를 제외하면 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도 또한 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 검성과 씹힘성은 첨가량에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았지만( $p > 0.05$ ), 대조군과 비교 시 유의적으로 증가한 것을 확인할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 응집성은 1%와 2% 첨가구에서만 유의적인 차이를 나타내었고( $p < 0.05$ ) 부착성과 탄성은 대조구와 첨가구 모두 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ ). 식용곤충을 첨가한 소시지 연구 중 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 소시지(Hyun et al. 2021)의 경도도 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 결과와 유사하였다. 또한 Jung & Yoon (2018)은 일반적으로 소시지 제조 과정 중 분말 성분과 물 분자가 결합하기 때문에 소시지의 경도가 증가한다고 보고하였다.

### 산가 및 VBN

산가는 자동산화를 촉진하여 식품의 품질을 저하시키는 원인인 유지의 가수분해 산물인 유리지방산 함량을 측정하여 지방산패를 측정한다(Lee et al., 2015). 산가의 측정 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 산가 값은 대조구 1.869 mg/g, 1% 첨가구 2.234 mg/g, 2% 첨가구 2.483 mg/g, 3% 첨가구 2.594 mg/g로 동애등에 유충 분말함량이 증가할수록 산가가 증가하는 경향을 보였고, 특히 모든 첨가구에서 대조

**Table 4. Moisture, cooking loss, and water holding capacity of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder**

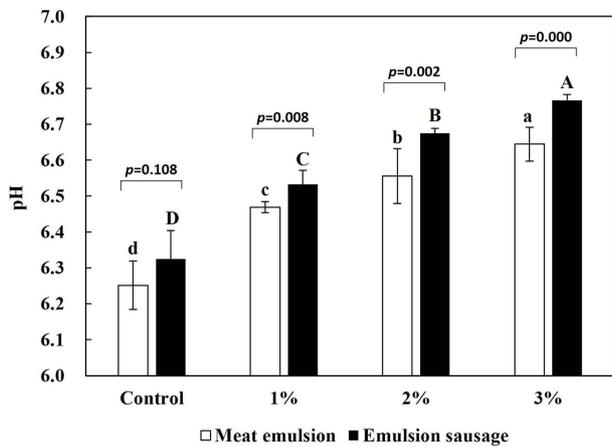
Traits	Control	1%	2%	3%
Moisture (%)	67.320±1.510 <sup>(1)</sup>	68.710±1.310 <sup>bc</sup>	70.370±2.090 <sup>ab</sup>	71.570±0.810 <sup>a</sup>
Cooking loss (%)	2.391±0.961 <sup>a</sup>	2.314±0.786 <sup>a</sup>	2.559±0.387 <sup>a</sup>	2.330±0.339 <sup>a</sup>
Water holding capacity (%)	86.040±1.380 <sup>c</sup>	86.630±1.300 <sup>bc</sup>	88.500±1.050 <sup>ab</sup>	89.830±1.720 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>All Values in the same row with the same letters (a-c) indicate significantly difference ( $p < 0.05$ ) by Tukey's multiple range test.

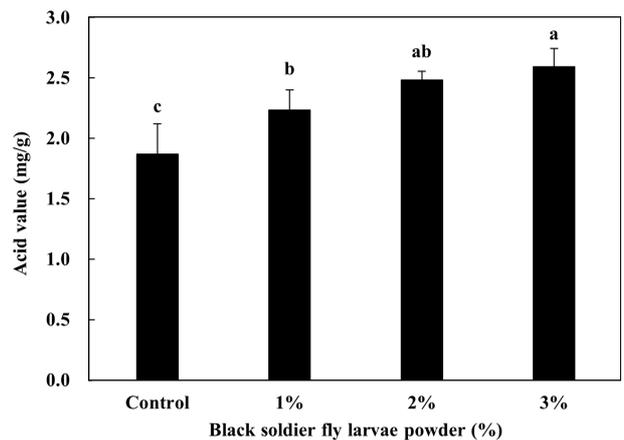
**Table 5. Texture properties of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder**

Texture parameters	Control	1%	2%	3%
Hardness cycle1 (N)	46.68±2.01 <sup>c1)</sup>	49.10±1.93 <sup>b</sup>	49.46±1.77 <sup>b</sup>	53.15±2.21 <sup>a</sup>
Hardness cycle2 (N)	39.54±3.246 <sup>c</sup>	44.12±1.94 <sup>b</sup>	44.39±1.70 <sup>b</sup>	47.56±2.75 <sup>a</sup>
Adhesiveness (mJ)	0.51±0.35 <sup>a</sup>	0.71±0.55 <sup>a</sup>	0.69±0.42 <sup>a</sup>	0.39±0.24 <sup>a</sup>
Cohesiveness	0.60±0.05 <sup>b</sup>	0.65±0.03 <sup>a</sup>	0.64±0.02 <sup>a</sup>	0.62±0.03 <sup>ab</sup>
Springiness (mm)	9.01±0.50 <sup>a</sup>	9.19±0.41 <sup>a</sup>	9.27±0.45 <sup>a</sup>	9.09±0.38 <sup>a</sup>
Gumminess (N)	27.78±2.73 <sup>b</sup>	32.00±1.75 <sup>a</sup>	31.82±1.35 <sup>a</sup>	31.84±4.34 <sup>a</sup>
Chewiness (mJ)	250.18±26.86 <sup>b</sup>	294.41±23.36 <sup>a</sup>	295.17±22.48 <sup>a</sup>	301.61±17.14 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>All Values in the same column with the same letters (a-c) indicate significantly difference ( $p<0.05$ ) by Tukey's multiple range test.



**Fig. 3. pH of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder.** Error bar indicates standard error. Results of before and after heating of each sample were compared using the two-sample *t*-test ( $p<0.05$ ). Means with the different letters (A-D, a-d) above the same color bars are significantly different ( $p<0.05$ ).

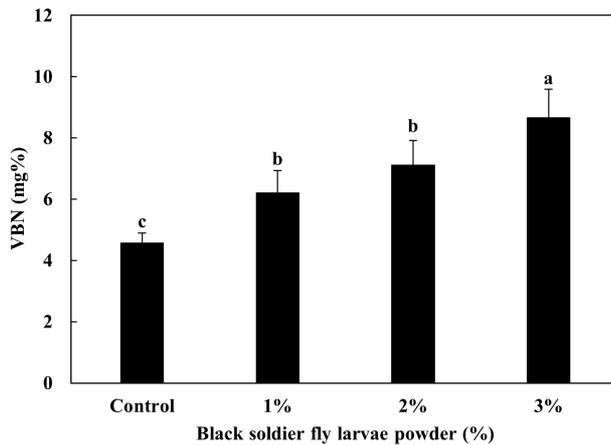


**Fig. 4. Acid value of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder.** Means with the different letters (a-c) above the bars are significantly different ( $p<0.05$ ).

구와 유의적인 차이를 보였다( $p<0.05$ ). Son & Hwang (2017)은 탈지한 갈색거저리 유충분말에 지방함량이 있다고 보고하였다. 따라서 탈지 과정을 거친 동애등에 유충 분말에도 적은 지방 함량이 있기 때문에 동애등에 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 지방함량이 증가하여 산가의 값이 증가한 것으로 판단된다. 식품공전(MFDS, 2022c)의 곤충가공식품 규격에 따르면 곤충가공식품의 산가는 5.0 mg/g 이하로 규정되어 있으며, 대조구 및 처리구 모두 식품공전에서 제시한 규격에 적합하였다. 본 연구에서는 탈지 공정을 거친 동애등에 유충분말을 사용하였으나, 탈지 공정을 거치지 않은 동애등에 유충 분말 사용 시에는 조지방 함량의 증가로 지방산패가 더 빠르게 진행되어 육가공품의 보존기한에 좋지 않은 영향을 끼칠 수 있으므로 육가공품 가공 전 동애등에 분말 첨가 전 탈지 공정은 반드시 필요할 것으로 판단된다. 따라서, 육가공품은 저장기간이 길어질수록 지방 산패도 증가하기 때문에, 육가공품 제조 시에는 산패를 방지하기 위해 sodium ascorbate, sodium erythorbate 등의 산화방지제 사용이 병행되어야 할 것으로 판단된다.

육류에 있는 단백질은 미생물이나 육류 자체에 있는 자

가 분해 효소에 의해 아미노산으로 분해되고 분해된 아미노산들은 또 분해되어 저분자 무기태질소로 분해되어 휘발성 물질이 되어 여러 가지 종류의 가스를 발생하게 하여 악취, 유기산, 색소 등이 생성되어 변질의 원인이 되기 때문에 VBN 값은 육류 및 육가공식품의 신선도 판단에 이용된다(Han et al., 1978). VBN 측정 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 동애등에 유충 분말을 첨가한 소시지의 VBN 함량은 대조구 4.56 mg%, 1% 첨가구 6.20 mg%, 2% 첨가구 7.10 mg%, 3% 첨가구 8.65 mg%로 동애등에 유충 분말 첨가량이 증가할수록 VBN 값은 증가하는 경향을 나타내었고 대조구와 비교하였을 때, 첨가구 모두 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ). Bae et al. (2015)의 연구에 따르면 돈피를 첨가한 소시지에서 VBN 값은 대조구 16.27 mg%, 1% 첨가구 16.40 mg%, 2% 첨가구 16.57 mg%, 3% 첨가구 18.32 mg%로 돈피의 단백질 함량이 26%기 때문에 돈피 첨가수준이 증가할수록 VBN 값이 증가하였다고 보고하였다. 식품공전(MFDS, 2022b)의 동물성 가공식품류 규격에 따르면 식육가공품을 포함한 동물성가공식품류에서 휘발성염기질소 함량은 20 mg% 이하로 제한하고 있으며, 본 연구의 동애등에 유충 분말을 첨가한 소시지 모두 식품공전에서 제시한 규격 이하의 값을 나타내었다. 본 연구에



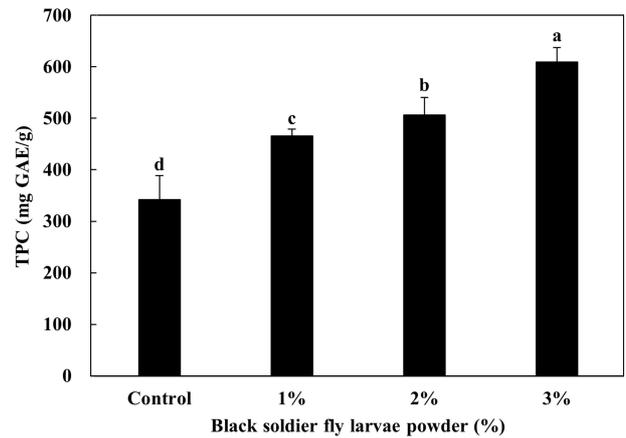
**Fig. 5.** VBN of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder. Means with the different letters (a-c) above the bars are significantly different ( $p < 0.05$ ).

서는 동애등에 유충 분말 첨가량이 증가함에 따라 휘발성 염기질소 함량이 증가하였으며, 이는 동애등에 유충 분말의 단백질 함량에 의한 것으로 추측되는데 단백질은 내부의 조직 등이 일부분 절단되면서 핵산, 아민과 같은 무기태 질소 화합물이 증가하는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2015). 따라서, 과도한 동애등에 유충 분말 첨가는 육가공품의 신선도에 좋지 않은 영향을 끼칠 수 있으므로 식품가격에 적합하게 사용해야 할 것으로 판단된다.

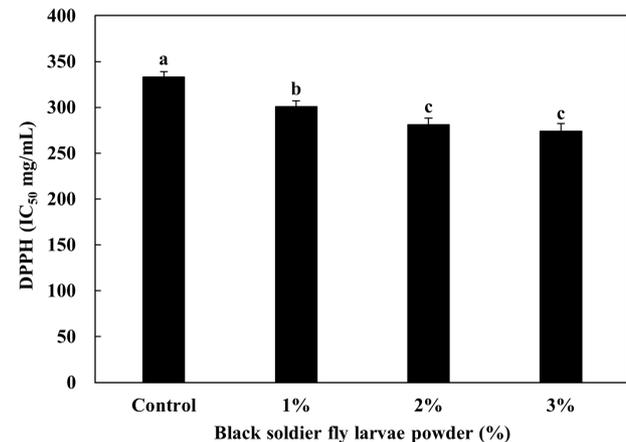
#### 총 페놀 함량 및 DPPH radical 소거능

총 페놀 함량 측정은 식물계에 분포되어있는 2차 대사산물인 페놀성 화학물질은 phenolic hydroxyl기를 가지고 있기 때문에 거대한 분자들과 결합할 수 있고 항균, 항산화 효능도 있다(Park et al., 2021b). Park et al. (2014), Lee et al. (2018)은 동애등에 유충에서 항산화 활성이 있다 보고하였다. 따라서, 본 연구에서는 동애등에 유충 분말을 소시지에 첨가하여도 항산화 효능이 나타나는지 알아보기 위해 동애등에 유충 분말 첨가량을 달리한 소시지의 총 페놀 함량을 측정하였다(Fig. 6). 총 페놀 함량 측정 결과, 대조구 341.789 mg GAE/g, 1% 첨가구 465.368 mg GAE/g, 2% 첨가구 505.972 mg GAE/g, 3% 첨가구 609.198 mg GAE/g으로 소시지에 동애등에 유충 분말을 첨가할수록 총 페놀 함량이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). Park (2016)에 따르면 총 페놀성 화학물은 산화를 방지하는 항산화 효과를 내기 때문에 지방이 다량 함유된 육류를 주원료로 하는 소시지에서 산화를 억제하는 효과적이라고 보고하였다. 따라서 동애등에 유충 분말은 phenolic hydroxyl기를 가지고 있는 페놀성 화학물질을 보유하고 있어 육류를 원료로 하는 육가공품에서 산화를 억제하는데 효과적이라고 판단된다.

항산화 활성 실험 중 가장 대표적인 항산화 활성을 평가하는 실험이 DPPH radical 소거능이라고 알려져 있다(Heo



**Fig. 6.** Total phenolics content of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder. Means with the different letters (a-d) above the bars are significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 7.** DPPH radical scavenging activity of emulsion-type chicken meat sausage according to the amount of black soldier fly larvae powder. Means with the different letters (a-c) above the bars are significantly different ( $p < 0.05$ ).

et al., 2006; Lee et al., 2011). DPPH 라디칼 소거 활성은 분자 내 라디칼을 가지고 있어, 전자 또는 수소를 받으면 안정한 분자를 형성하게 되어 환원됨에 따라 보라색에서 노란색으로 변하게 되고 이러한 색의 변화에 의해 항산화 활성을 관찰하게 된다(Hyun et al., 2019). 동애등에 유충 분말 첨가한 소시지에서의 DPPH 라디칼 소거능은 Fig. 7에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능을 측정하고 IC<sub>50</sub>으로 환산한 결과, 대조구는 333.224 mg/mL, 1% 첨가구는 300.568 mg/mL, 2% 첨가구는 281.191 mg/mL, 3% 첨가구는 273.911 mg/mL로 동애등에 유충 분말 첨가량이 증가할수록 IC<sub>50</sub> 값이 감소하는 경향을 보였고, 3% 첨가구를 제외하고 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). Park et al. (2014)은 동애등에 유충의 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과, 라디칼 소거능 활성을 보였다고 보고하였고, 게르마늄 함량 차이에 따른 동애등에 유

충의 DPPH 라디칼 소거능을 측정 한 Lee et al. (2018) 또한 동애등에 유충에서 DPPH 라디칼 소거능 활성을 보였다고 보고하였다. 이에 따라 DPPH 라디칼 소거능 활성을 가지고 있는 동애등에 유충 분말을 소시지에 첨가하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여도 IC<sub>50</sub> 값이 감소하였다. 지질 함량이 높은 식품은 항산화제 첨가 등과 같은 방법으로 지질 산패를 억제할 필요가 있다(Kim et al., 2018). 따라서 동애등에 유충 분말을 소시지에 첨가 시 항산화 활성이 발생되어 항산화제 첨가 없이도 지질산패를 어느정도 억제하여 저장성 증진에 도움이 될 것이라 판단된다.

### 요 약

본 연구는 동애등에 유충 분말의 첨가량에 따른 유화형 닭가슴살 소시지의 품질특성을 측정하여 분석하였다. pH 값은 동애등에 유충 분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였으며( $p < 0.05$ ), 동애등에 유충 분말을 첨가함에 따라 가열 전 유화물과 가열 후 소시지의 pH 또한 유의적 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 가열 전 유화물과 가열 후 색도는 동애등에 유충 분말 첨가량에 따라  $L^*$  값은 증가,  $b^*$  값은 감소하는 경향을 나타내었으며,  $a^*$  값은 동애등에 유충 분말 첨가량에 따른 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 수분함량과 보수력 또한, 동애등에 분말 첨가량이 증가하는 경향을 나타내었으며, 3% 첨가구에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 가열감량은 동애등에 유충 분말 첨가량에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ ). 동애등에 유충 분말 첨가에 따른 유화형 소시지의 조직감은 경도, 겹섬, 씹힘성은 증가하였으나, 응집성과 탄성은 유의적 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ ). VBN 값과 산가는 동애등에 유충 분말을 첨가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 동애등에 유충 분말을 첨가함에 따라 항산화 활성의 지표로 사용될 수 있는 총페놀함량이 유의적으로 증가하였으며( $p < 0.05$ ), DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 향상되는 것을 확인할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 동애등에 유충 분말을 첨가한 유화형 소시지의 일반성분은 대조구가 조단백 14.6 g/100 g, 조지방 9.5 g/100 g이었고, 3% 첨가구는 조단백 15.1 g/100 g, 조지방 7.7 g/100 g으로 단백질 함량은 증가하고 지방 함량을 감소하는 결과를 나타내었다. 따라서 본 연구를 통해 동애등에 유충 분말 첨가에 따른 유화형 닭가슴살 소시지 가공적성 확인하였으며, 항산화 활성 및 저지방, 고단백 기능성 식품첨가물로서 다양한 육가공품에 이용할 수 있는 유용한 식품 소재로 발전할 가능성이 있다고 판단된다.

### 감사의 글

본 논문은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획

평가원의 축산현안대응산업화기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(321079-3).

### References

Alvarez D, Wilkinson KA, Treilhou M, Téné N, Castillo D, Sauvain M. 2019. Prospecting peptides isolated from black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori* (Campylobacteriales: Helicobacteraceae). *J. Insect Sci.* 19: 1-5.

Bae SH, Cho BW, Cho SK, Kim BW, Seo JK, Yoo JG, Shin TS. 2015. Changes in quality characteristics of emulsified sausages added different levels of pork rind. *J. Agric. Life Sci.* 49: 237-256.

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.

Caligiani A, Marseglia A, Sorci A, Bonzanini F, Lolli V, Maitrello L, Sforza S. 2019. Influence of the killing method of the black soldier fly on its lipid composition. *Food Res. Int.* 116: 276-282.

Cho AR, Lim SR. 2017. Environmental impact evaluation of mealworm and grasshopper using nitrogen and phosphorus flow analysis and life-cycle assessment. *Proceedings of the 2017 Autumn Conference of the Korea Society of Waste Management.* November 10-11. Daegu, Korea. p. 22.

Choi JH, Yong HI, Ku SK, Kim TK, Choi YS. 2019. The quality characteristics of pork patties according to the replacement of mealworm (*Tenebrio molitor* L.). *Korean J. Food Cook. Sci.* 35: 441-449.

Choi SU, Choi IH, Son JS, Chung TH. 2020. Investigation of oviposition characteristics of *protaetia brevitarsis seulensis* (2) - winter larvae -. *J. Environ. Sci. Int.* 29: 789-792.

Choi YS, Kim TK, Choi HD, Park JD, Sung JM, Jeon KH, Paik HD, Kim YB. 2017. Optimization of replacing prok meat with yellow worm(*tenebrio molitor* L.) for frankfurters. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 37: 617-625.

Defoliart GR. 1995. Edible insects as minilivestock. *Biodivers. Conserv.* 4: 306-321.

Ferreira A. 1995. Saving the mopane worm: South Africa's wiggly protein snack in danger. *Food Insects Newsl.* 8: 6.

Folch J, Lees M, Sloane Stanly GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509.

Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-243.

Han KH, Choi S, Lee CH. 1978. The physicochemical and storage characteristics of sausage added mugwort powder. *J. Korean Food Sci. Ani. Resour.* 26: 356-361.

Heo JC, Park JY, Hwang JS, Park HC, Kang SW, Hwang SJ, Yun CY, Kwon TK, Lee SH. 2006. Comparison of in vitro antioxidant activity and cyclooxygenase-2 promoter inhibitory activity in *Harmonica axyridis pallas* and *Coccinella septempunctata* linne. *J. Korean Food Preserv.* 13: 513-518.

Hwang D, Lim CH, Lee SH, Yun EY. 2022. Activation plan for the edible insect industry by improving perception. *Food Sci. Ind.* 55: 129-139.

Hyun JE, Kim HY, Chun JY. 2019. Effect of Jeju's tartary buck-

- wheat (*Fagopyrum tataricum*) on antioxidative activity and physicochemical properties of chicken meat emulsion-type sausage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 48: 231-236.
- Hyun JY, Nam JH, Kim D, Chun JY. 2021. Quality characteristics of emulsion chicken breast sausages with *Protaetia brevitarsis* larvae powder. *Food Eng. Prog.* 25: 428-435.
- Im JH, Nam JH, Ko AR, Jin HJ, Kim D, Kim CS, Chun JY. 2022. Different blanching and thawing methods affect the qualities of potatoes and carrot: a study done at Jeju island. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 51: 600-610.
- Jeong HG, Jo K, Lee S, Choi YS, Jung S. Substitution of phosphate and ISP by *Allomyrina dichotoma* larvae powder in emulsion sausage. *Ann. Anim. Resour. Sci.* 2020. 31: 134-144.
- Jo S. 2019. Treatment of food waste containing salt and microplastics using black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). Master's thesis. Konkuk university, Seoul, Korea.
- Jo K, Lee J, Jung S. 2018. Quality characteristics of low-salt chicken sausage supplemented with a winter mushroom powder. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 38: 768-779.
- Jung YS, Yoon HH. 2018. Quality characteristics of sausage with added glasswort (*Salicornia herbacea* L.) powder. *Culi. Sci. Hos. Res.* 24: 95-103.
- Kang KM, Kim GW, Kim HY. 2020. Effects of *Zanthoxylum schinifolium* powder on the quality properties of chicken breast emulsion-type sausages. *Ann. Anim. Resour. Sci.* 31: 13-20.
- Kang SM, Maeng AR, Seong PN, Kim JH, Cho S, Kim Y, Choi YS. 2018. Effect of drone pupa meal added as replacement of sodium nitrite and vitamin C on physico-chemical quality characteristics of emulsion-type sausage. *J. Korean Food Nutr.* 31: 802-810.
- Kim AN, Jeong MS, Jeong WY, Jeong YH, Kim SH. 2022. Quality characteristic and formulation optimization of yanggaeng prepared with defatted two-spotted cricket using response surface methodology. *Korean J. Food Cook. Sci.* 38: 1-11.
- Kim HG, Kang SM, Park DJ, Yong SH, Yang WH, Park JH, Yu CY, Solomon T, Choi MS. 2018. Effects of blending oil and antioxidants to prevent rancidity of sancho oil. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 26: 455-463.
- Kim YK, Lee SH. 2019. Development of chicken breast sausage with addition of mealworm. *Culi. Sci. Hos. Res.* 25: 81-87.
- Lee J, Jo K, Jung S. 2018a. The curing of meat batter by the plasma treated juice of red perilla. *Korea J. Agric. Sci.* 45: 475-484.
- Lee MS, Oh KS, Oh YJ. 2018. Development of functional health materials for life care utilizing the black soldier fly and germanium water. *J. Korean Ent. Ind. Assoc.* 2: 183-188.
- Lee N, Jo YJ, Yook HS. 2015. Quality characteristics and antioxidant activities of sausages made from a mixture of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1317-1324.
- Lee NR, Kim CS, Yu GS, Park MC, Jung WO, Jung UK, Jo YJ, Kim KH, Yook HS. 2015. Effect of nitrite substitution of sausage with addition of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 896-903.
- Lee SY, Kim DH, Woo WH. 2011. Antioxidant activity of black *Panax ginseng*. *J. Korean Ori. Physiol. Pathol.* 25: 115-121.
- Lim JY, Park KY. 2022. The influence of dietary lifestyle in the COVID-19 era upon homemeal replacement product satisfaction and repurchase intention. *J. Foodserv. Manag.* 25: 231-252.
- Liu XD, Jayasena DD, Jung YK, Jung S, Kang BS, Heo KN, Lee JH, Jo C. 2012. Differential proteome analysis of breast and thigh muscles between Korean native chickens and commercial broilers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 25: 895-902.
- MAFRA. 2016. The 2nd five-year plan for insect industry promotion. Available from: <https://www.archives.go.kr/next/search/list-SubjectDescription.do?id=010296&pageFlag=C&sitePage=1-2-2>. Accessed Aug. 02. 2022.
- MAFRA. 2019. Insect industry promotion and support act. Available from: <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=206325&efYd=20190701#0000>. Accessed Aug. 02. 2022.
- MAFRA. 2021. 2020 Insect industry survey. Available from: <https://www.mafra.go.kr/bbs/mafra/65/327305/artclView.do>. Accessed Jan. 27. 2022.
- MAFRA. 2022. Standard of feed inspection. Available from: <https://www.law.go.kr/LSW//conAdmrulByLsPop.do?&lsiSeq=215763&joNo=0002&joBrNo=00&datClsCd=010102&dguBun=DEG&lnkText=%25EB%2586%258D%25EB%25A6%25BC%25EC%25B6%2595%25EC%2582%25B0%25EC%258B%259D%25ED%2592%2588%25EB%25B6%2580%25EC%259E%25A5%25EA%25B4%2580%25EC%259D%25B4%2520%25EC%25A0%2595%25ED%2595%2598%25EC%2597%25AC%2520%25EA%25B3%25A0%25EC%258B%259C%25ED%2595%2598%25EB%258A%2594&admRulPttinfSeq=1151#AJAX>. Accessed Aug. 02. 2022.
- MFDS. Korean food code. Ministry of Food and Drug Safety, Seoul, Korea. 2022a. p 40.
- MFDS. Korean food code. Ministry of Food and Drug Safety, Seoul, Korea. 2022b. p 264.
- MFDS. Korean food code. Ministry of Food and Drug Safety, Seoul, Korea. 2022c. p 266.
- MFDS. Korean food code. Ministry of Food and Drug Safety, Seoul, Korea. 2022d. p 329-330.
- MFDS. Korean food code. Ministry of Food and Drug Safety, Seoul, Korea. 2022e. p 369-370.
- MFDS. Korean food code. Ministry of Food and Drug Safety, Seoul, Korea. 2022f. p 613-614.
- Moon HS. 2020. Quality properties of emulsion sausages with added Jeju horse fat. Master's thesis. Jeju National University, Jeju, Korea.
- Moon HS, Kim HY, Chun JY. 2019. Quality characteristics of emulsified sausages of chicken breast according to different types of animal fat. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 48: 433-440.
- Moon HS, Nam JH, Chun JY. 2021. Enhancement of unsaturated fatty acid on emulsion-type chicken sausage by using Jeju horse fat and canola oil. *J Soc. Food Sci. Nutr.* 50: 1227-1238.
- Nam DG, Jeong BG, Chun JY. 2017. Physicochemical properties and oxidative stabilities of chicken breast jerky treated various sweetening agents. *Korean J. Food Preserv.* 24: 84-92.
- Park JM. 2016. Studies on quality characteristics of manufacture for emulsion type sausage with added leaf powder of *Agastache rugosa* O.Kuntze. Master's thesis. Sejong university, Seoul, Korea.
- Park JY, Kwak KW, Choi JY, Lee SE, Kim YS, Koo B, Kim E, Park K, Kim SY. 2021. Ethanol extract of *Hermetia illucens* larvae inhibits adipogenesis in 3T3-L1 adipocytes. *J. Life Sci.*

- 12: 1094-1099.
- Park K, Choi J, Nam S, Kim S, Kwak K, Lee S, Nho S. 2014. Antioxidant activities of black soldier fly, *Hermetia illucens*. J. Seric. Entomol. Sci. 52: 142-146.
- Park YE, Jeong BG, Chun J. 2021b. Antioxidative, textural and storage properties of blood clam (*Scapharca broughtonii*) sausage containing chitosan, *Camellia Sinensis* L. and *Curcuma longa* L. J Chitin Chitosan 26: 109-117.
- Salomone R, Saiha G, Mondello G, Giannetto A, Fasulo S, Savastano D. 2017. Environmental impact of food waste bioconversion by insects : application of life cycle assessment to process using *Hermetia illucens*. J. Clean Prod. 140: 890-095.
- Shin HB, Kim HY, Chun JY. 2017. Quality characteristics of emulsion-type chicken sausages added different level of buckwheat. J. Korean Poult. Sci. 44: 135-141.
- Shin SH. 2020. Effects of red ginseng marc powder on the quality properties of chicken breast sausage. Master's thesis. Korea National University of Transportation, Chungbuk, Korea.
- Son YJ, Hwang JY. 2017. Physicochemical characteristics oxidative stabilities of defatted mealworm powders under different manufacturing conditions. J. East Asian Soc. Diet. Life. 27: 194-203.
- Song MH, Han MH, Lee S, Kim ES, Park KH, Kim WT, Choi JY. 2017. A field survey on edible insect farms in Korea. J. Life Sci. 6: 702-707.
- Ushakova N, Dontsov A, Sakina N, Bastrakov A, Ostrovsky M. 2019. Antioxidative properties of melanins and ommochromes from black soldier fly *Hermetia illucens*. Biomolecules 9: 408.
- Wierbicki E, Deatherage FE. 1958. Water content of meats, determination of water-holding capacity of fresh meats. J. Agric. Food Chem. 6: 387-392.
- Won R. 2017. Insect-based chitin research and its potential application to insect industry in Korea. J. Chitin Chitosan 22: 215-220.

### Author Information

- 강훈석: 제주대학교 식품생명공학과 학부생  
 부준혁: 제주대학교 식품생명공학과 학부생  
 남정현: 제주대학교 식품공학과 대학원생(석사과정)  
 현지용: 제주대학교 식품공학과 대학원생(석사과정)  
 천지연: 제주대학교 식품생명공학과 부교수