

밀웜 분말을 첨가한 다쿠아즈 개발

이유진¹ · 주영은¹ · 박수진¹ · 황효정² · 신경옥^{2*}

¹삼육대학교 식품생명산업학과 석사과정, ²삼육대학교 식품영양학과 교수

Development of Dacquoise Using *Tenebrio molitor* Linne (Mealworm) Powder

Yoo-Jin Lee¹, Young-Eun Ju¹, Su-Jin Park¹, Hyo-Jeong Hwang² and Kyung-Ok Shin^{2*}

¹Master Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

ABSTRACT

Dacquoise was developed using mealworms, which are representative edible insects among protein sources. As the amount of mealworm powder added to dacquoise was increased, the water content decreased, but the ash content, crude protein, and crude fat increased. As the amount of mealworm added to dacquoise increased, the hardness and minerals increased significantly. Regardless of the amount of mealworm powder added, the pH ranged from 7.73 to 7.92. As the amount of mealworm powder was increased, the content of essential and nonessential amino acids increased significantly. As the amount of mealworm powder was increased, the L value decreased, and the a value increased. The sensory evaluation showed that the group with 5% mealworm of mealworm received 6.4 for color, 6.0 for odor, 6.2 for taste, and 6.0 for overall acceptance, giving the highest preference. The results show that mealworm powder is easy to use as a protein source in food preparation. In addition, when making dacquoise, adding 5% of mealworm powder can make a product with high preference in consideration of nutritional aspects.

Key words: dacquoise, *Tenebrio molitor* Linne, proximate composition, amino acid composition

서 론

달걀 흰자에 설탕을 넣고 머랭을 사용한 대표적인 제품으로는 다쿠아즈(Dacquoise), 마카롱(Macaron), 붓쉐(Bouchee) 및 제누아즈 별립법(Genoise) 등이 있다(Kim MS 2005). 디저트 중의 하나인 다쿠아즈(프랑스어: Dacquoise)는 아몬드나 개암으로 만든 머랭(Meringue)과 휘트 크림, 버터크림을 이용해 겉은 바삭하고, 속은 부드러운 과자로 마졸렌(프랑스어: marjolaine)이라고도 불린다(Kim HW 등 2014). 선행연구(Choi GH 2021)에 의하면, 프랑스 남서부에 위치한 누벨 아키텐레지옹 랑드 데파르트망(Region Departement)의 ‘닥스(DAX)’라는 마을에서 머랭 케이크를 만들었고, 1950년부터 프랑스 전역에 커다란 모양의 ‘다쿠아즈 비스퀴’(Dacquoise biscuit)라는 커다란 원형의 구운 과일과 버터크림을 곁들여 먹는 클래식 케이크로 등록되었다. 오늘날 타원형으로 구워 버터크림 또는 가나슈(Ganache)를 연마해서 먹는 다쿠아즈는 일본의 제과점에서 변형되었다고 한

다(Choi GH 2021). 다쿠아즈의 배합에서 아몬드 함량이 높아 아몬드 100 g 당 지질은 49.96 g이며, 포함된 지질 중 포화지방산이 3.82 g, 불포화지방산이 43.95 g으로 불포화지방산이 포화지방산에 비해 약 11배 이상 더 많다고 보고되었다(Moon J 등 2015).

국내 다쿠아즈 관련 선행연구에는 타가토스와 에리스리톨로 제조한 다쿠아즈의 물리화학적 특성 연구(Lee NR 등 2017), 현미 식이섬유를 대체한 다쿠아즈의 품질 특성 및 소비자 기호도(Yeom KH 등 2017), 최적 비율의 홍삼과 오디 혼합분말을 첨가한 다쿠아즈 제조 및 품질 평가(Kim JS 2019) 및 현미 식이섬유를 대체한 매스티지 베이커리 제품의 특성(Yeom KH 2016) 등의 연구가 진행되었다. 최근 제과 시장에서 디저트의 소비가 증가하고 있으며, 소비자의 요구도에 따른 맛과 건강 기능성이 강조된 제품의 개발이 요구된다.

나이가 들면서 연령 증가, 영양불량, 신체활동의 저하, 흡연, 음주 및 산화적 스트레스 증가 등으로 인해 골격근육량과 근력의 손실로 인한 근감소증이 증가하고 있으며(Morley JE 2001; Cao L & Morley JE 2016), 50세 이후 매년 근육량은 1~2%, 근력은 1.5%씩 감소된다고 보고되었다(Rolland Y 등 2008). 이로 인해 식물성 및 동물성 단백질이 함유된 기능

* Corresponding author : Kyung-Ok Shin, Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

성 제품들의 생산이 증가되고 있다. 또한 근감소증은 고령화가 진행되고 있는 현대 사회에서 중요한 건강 문제로 인식되고 있다(Oh SE & Park YJ 2019). 건강상의 문제를 해결하기 위해 식용곤충 시장이 매년 성장하고 있으며(Shin DG 등 2020), 식용곤충에는 소고기 등의 일반적인 육류(약 20% 정도)와 유사한 단백질 함량이 약 9~25% 포함되어 있다고 보고되었다(Yi L 등 2013).

식용곤충 중의 하나인 밀웜(*Tenebrio molitor* Linne; mealworm)은 딱정벌레목에 속하는 갈색거저리의 애벌레(유충)를 말한다(Shin DG 등 2020). 몸 길이는 15 mm 정도이며, 색은 광택이 있는 어두운 갈색이다. 성충은 야행성으로 곡류 속에 알을 낳으며, 1~2주일이 지나 부화한 유충이 밀웜이다(So IH 2015). 갈색거저리 유충은 파충류, 새, 거미, 고슴도치, 햄스터 및 전갈 등 반려동물의 먹이로 즐겨 사용되고 있으며, 식용 귀뚜라미에 비해 가격이 저렴하다(Park J & Jung C 2013). 밀웜은 단백질과 불포화지방산 등이 풍부하며, 수분을 제거한 밀웜의 100 g당 단백질 50 g, 지방 33.8 g 정도 함유되어 있다고 보고되었다(Rumpold BA & Schluter OK 2013), 칼슘, 인, 마그네슘 등의 무기질도 풍부하게 함유하고 있다(Shin DG 등 2020). 2020년에 식품의약품안전처와 농촌진흥청이 아메리카왕거저리 유충을 식품 원료로 지정하였다(Chung BO 2020). 최근 밀웜은 대량사육 및 생산이 가능하고, 체계적인 공급시스템이 잘 갖추어져 있어서 중국, 태국, 영국, 미국 및 일본 등에서 식품으로 널리 사용되고 있으며, 필수아미노산이 풍부한 식품으로서 단백질 급원 식품으로 활용 가능성이 높다고 보고되었다(Jeong YJ 2017). 일반 식품 원료로 지정되면 특정 업체가 아닌 모든 영업자가 다양하게 제조·가공해서 판매할 수 있다. 밀웜에 관한 연구로는 밀웜 분말을 첨가한 머핀의 품질 특성(Hwang SY & Choi SK 2015), 찰떡파이 제조(Jeong YJ 2017), 찰떡파이의 품질 특성(Jeong YJ 등 2018) 및 설기떡의 품질 특성(Shin SM 2019) 등에 대한 연구가 진행되었다.

따라서 본 연구는 밀웜 분말을 첨가한 다쿠아즈를 개발하

여 단백질이 필요한 성장기 어린이와 노인들에게 단백질이 강화된 건강 기능성 간식을 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 다쿠아즈의 재료 배합

밀웜 분말(Green insect, Jeollanam-do, Korea), 아몬드 분말(Usan Food Co., Ltd., Icheon, Korea), 밀가루(CJ Cheiljedang, Yangsan, Korea), 슈가파우더(Samyang Corporation, Ulsan, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea) 및 달걀(Dr Ahn's egg, Ansan, Korea)을 구입하여 실험재료로 사용하였다.

밀웜 분말 첨가량을 달리한 다쿠아즈의 배합비는 Table 1에 나타내었다. 다쿠아즈의 배합은 아몬드 분말 28 g, 박력분 3 g, 슈가파우더 17 g, 난백 35 g, 설탕 17 g이었으며, 아몬드 분말 건물당 밀웜 분말을 0%, 5%, 10%, 15%, 20%의 비율로 대체하였다. 다쿠아즈용 머랭은 난백과 설탕을 혼합하여 거품기(HM-706, Drektec, Tokyo, Japan)로 speed 2로 5분간 혼합한 후, 체에 친 아몬드 분말, 밀웜 분말, 슈가파우더, 박력분을 주걱으로 20회 혼합하여 다쿠아즈 반죽을 완성하였다. 완성된 반죽은 찰주머니를 이용하여 반죽틀(지름 8 cm, 높이 1 cm)에 40 g씩 넣은 후 170℃로 예열된 오븐(SPS43K, Smeg, Seoul, Korea)에서 10분간 구웠다. 완성된 다쿠아즈는 실온에서 1시간 식힌 후 시료로 사용하였다.

2. 다쿠아즈의 전체면 관찰

다쿠아즈의 전체면은 디지털카메라(Ev-nxflzza2pkr, Samsung, Suwon, Korea)로 촬영하여 특성을 관찰하였다.

3. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC법(2000)에 의하여 수분함량은 105℃ 상압 가열 건조법을 활용하여 건조기(FS-620, Toyo Seisakusho Co., LTD., Tokyo, Japan)를 사용하였고, 조회분은 회화로(KL-160, Toyo Seisakusho Co., LTD., Tokyo, Japan)를 사용

Table 1. Dacquoise manufacturing method using mealworms

Ingredients (g)	Mealworm powder (%)					
	0	5	10	15	20	
Emulsion	Almond powder	28	26.6	25.2	23.8	22.4
	Mealworm powder	0	1.4	2.8	4.2	5.6
	Weak flour	3	3	3	3	3
	Sugar powder	17	17	17	17	17
Form	Egg white	35	35	35	35	35
	Sugar	17	17	17	17	17

하여 건식회화법, 조단백질 함량은 Kjeltex system(Kjeltex TM 2300, FOSS, Hoganas, Sweden)을 사용한 Kjeldahl법 및 조지방 함량은 soxhlet(SOX606, LABTECH, Seoul, Korea) 추출법을 이용해 분석하였다. 탄수화물은 시료 전체를 100% 기준으로 하고 수분, 조회분, 조단백질 및 조지방 함량을 감한 것으로 산출하였다(Choi KS 등 2016).

4. 무기질 분석

칼슘, 마그네슘, 아연, 망간, 셀레늄 및 철의 무기질 함량은 Kim HR 등(2007)이 제시한 방법에 따라 분석하였다. 시료 전처리하는 건식분해법에 따라 분쇄 및 여과하여 증류수로 100 mL까지 정용한 시험용액으로 하였으며, 시료를 넣지 않은 공시험도 같은 방법으로 실시하였다. 전처리 된 시험용액은 유도결합 플라즈마 분광기(Z6100, Hitachi, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석 조건에 맞추어 분석하였다(Choi KS 등 2016).

5. pH, 조리손실률, 팽창률 및 경도 측정

pH 측정은 시료 10 g을 취하여 증류수 100 mL에 균일하게 용해 후 pH meter(MP 220, Mettler Toledo Co., Ltd., Urdorf, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 조리손실률은 중량 200±2 g로 성형한 다쿠아즈를 가열하기 전에 반죽 무게를 미리 재고, 각 면을 2분간 가열한 후 30분 방냉한 다쿠아즈의 무게를 재서 다음과 같은 식으로 계산하였다. 팽창률은 다쿠아즈의 완성된 부피를 반죽 무게로 나누어 계산하였다.

$$\text{조리손실률(\%)} = \frac{\text{조리 전 무게(g)} - \text{조리 후 무게(g)}}{\text{조리 전 무게(g)}} \times 100$$

$$\text{팽창률(\%)} = \frac{\text{제품의 부피}}{\text{반죽의 무게}} \times 100$$

개발된 다쿠아즈 제품의 경도(hardness) 분석은 2 × 2 × 2 cm의 크기로 절단한 다쿠아즈를 texture analyser(TAXT plus/50 Stable Micro Systems, Bucheon, Korea)를 사용하여 측정하였다. 분석 조건은 pretest speed 2.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, posttest speed 2.0 mm/s이었으며, 원통 probe를 이용하여 측정하였고, 경도를 평가하였다(Cha SH 등 2020; Kim JY 등 2021).

6. 아미노산 성분 분석

아미노산 성분 분석은 한국기초과학지원연구원에 분석 의뢰하였다. 아미노산 분석을 위해 시료는 일정량을 취한 후

PICO-Tag법에 의하여 phenyl isothiocyanate(PITC) labeling을 실시하였다. PITC labeling된 시료를 400 μL의 buffer(1.4 mM NaHAc+0.1% Triethylamine+6% CH₃CN; pH 6.1)에 녹인 후, 그 중 10 μL를 취하고, RP-HPLC(Waters 510, Milford, MA, USA)에 주입하여 분석하였다. Waters Pico-tag column (3.9 × 300 mm, 4.0 μm)을 이용하여 용매 A와 용매 B를 1 mL/min 유속으로 사용하였다. 용매 A는 140 mM sodium acetate(6% acetonitrile)이고, 용매 B는 60% acetonitrile이었다. Waters 2487 UV detector(Youngseong Techpia, Incheon, Korea)를 이용하여 254 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다(Cha SH 등 2020; Kim JY 등 2021).

7. 색도 측정

색도 분석은 색차계(CR-400 Koica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 분석하였다. 먼저 기기에 표준백판(L=93.97, a=-0.63, b=3.85)을 사용하여 보정하였고, 절단된 시료를 원형 cell에 넣어 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness) 값을 측정하였다.

8. 관능평가

본 실험은 다쿠아즈의 관능검사에 대한 정보를 교육받고 훈련받은 식품영양학과 대학생 11명을 대상으로 실시하였다. 시료로 사용된 다쿠아즈는 동일한 온도에서 동일한 크기로 제공되었다. 선발된 패널들을 대상으로 5개의 시료들에 대한 색(coler), 냄새(oder), 맛(taste) 및 전반적인 기호도(overall acceptance)를 차례대로 7점 기호도 척도를 이용하여 평가하였다.

9. 통계처리

다쿠아즈에 대한 영양적 및 물리화학적 특성에 대한 실험 자료는 SPSS(Statistical Package for Social Science, version 23.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 각 시료에 대한 Mean±S.D.로 나타내었다. 시료 간의 차이분석을 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였고, 사후검증은 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의적 차이(p<0.05)를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 다쿠아즈 단면 관찰 및 외형 사진

다쿠아즈의 단면 관찰 및 외형 사진은 Fig. 1과 같다. 밀웬 분말 첨가가 0%에서 20%로 증가할수록 다쿠아즈의 색은 진한 갈색으로 변화되었다. 선행연구(Hwang SY & Choi SK 2015)에서는 밀웬 분말 첨가량이 증가할수록 머핀이 어둡고

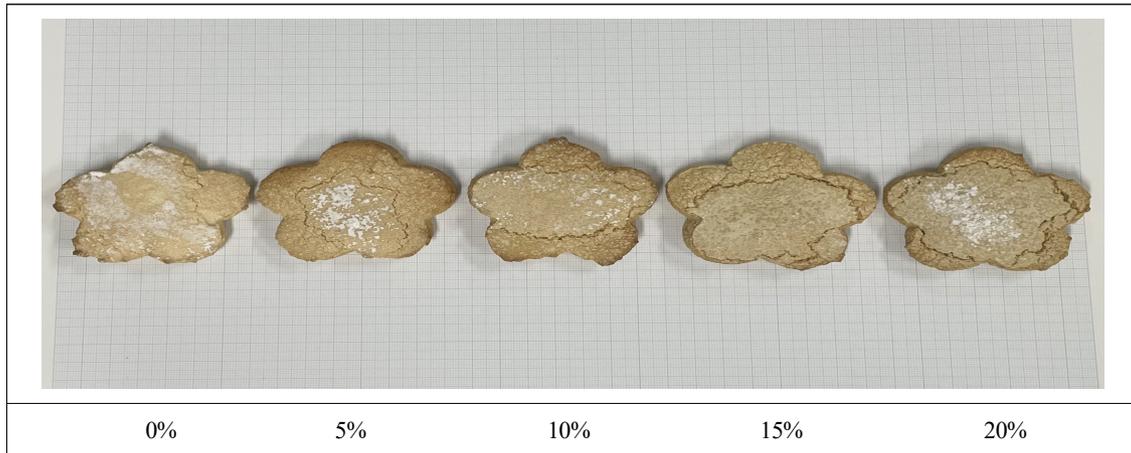


Fig 1. The overall shape of dacquoise on mealworm content.

불어지는 경향을 나타낸다고 보고하였는데, 이는 본 연구에서 개발한 다쿠아즈와 같은 양상을 보였다.

2. 일반성분

밀웜 분말이 첨가된 다쿠아즈의 일반성분 분석에 관한 사항은 Table 2에 제시하였다. 수분 함량은 대조군에서 $17.05 \pm 0.10\%$ 였으나, 밀웜 분말 20% 첨가군에서는 $13.20 \pm 0.36\%$ 로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 조회분 함량은 밀웜 분말 5% 첨가군에서 $0.64 \pm 0.02\%$ 였으나, 밀웜 분말 20% 첨가군에서는 $1.04 \pm 0.19\%$ 로 증가하였다($p < 0.05$). 또한 본 연구에서 조회분 함량은 대조군과 밀웜 분말 5% 첨가군에 비해 밀웜 분말 10과 15% 첨가군에서 수치가 감소하는 경향을 보였는데, 이는 재료 배합 비율 및 실험 시 분석 시간적 차이로 인해 수치에 영향을 준 것으로 사료된다. 조단백질 함량은 대조군 $10.58 \pm 0.58\%$ 에서 밀웜 분말을 첨가할수록 증가하였으며, 밀웜 분말 20% 첨가군에서 $16.15 \pm 0.35\%$ 로 나타났다($p < 0.05$). 지방 함량은 대조군, 밀웜 분말 5, 10, 15% 첨가군에서는 유

의한 차이가 없었으며, 밀웜 분말 20% 첨가군에서는 $15.35 \pm 0.13\%$ 로 높은 수치를 보였다($p < 0.05$). 탄수화물 함량은 대조군에서 $65.25 \pm 0.10\%$ 였으나, 밀웜 분말 20% 첨가군에서는 $54.26 \pm 0.11\%$ 로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 선행연구(Kim JS 2019)에서 홍잠과 오디 혼합분말 6%를 첨가하여 제조한 다쿠아즈의 영양 성분 평가에서 100 g당 탄수화물은 23.41 g, 조단백질은 28.14 g, 조지방은 31.19 g, 조회분은 1.09 g, 수분은 16.17 g로 대조군 다쿠아즈보다 탄수화물과 수분 함량을 제외한 조단백, 조지방 및 조회분의 함량이 모두 증가하였다고 보고하였다. 밀웜 분말을 20% 첨가한 찹떡파이의 경우 탄수화물 43.1%, 수분 41.8%, 조단백질 12.9%, 조지방 0.8% 및 조회분 1.4%로 보고하였는데(Jeong YJ 2017), 이에 비해 본 연구 결과의 다쿠아즈 일반성분 함량 중 조단백질과 조지방, 탄수화물은 높게 관찰되었으며, 이는 선택한 재료의 종류 등에 기인한 것으로 사료된다. 또한 설탕과 알룰로스를 각각 첨가한 다쿠아즈의 수분함량은 14.60~15.33%이며, 수분 함량은 설탕을 알룰로스로 대체해도 영향을 미치

Table 2. Proximate composition of dacquoise with mealworm powder

Composition (%)	Mealworm powder (%)				
	0	5	10	15	20
Moisture	$17.05 \pm 0.10^{a1)2)}$	16.85 ± 0.44^a	15.60 ± 0.62^b	15.04 ± 0.14^b	13.20 ± 0.36^c
Crude ash	0.60 ± 0.01^b	0.64 ± 0.02^b	0.52 ± 0.04^b	0.56 ± 0.02^b	1.04 ± 0.19^a
Crude protein	10.58 ± 0.58^c	11.17 ± 0.51^c	12.61 ± 0.37^b	13.43 ± 0.75^b	16.15 ± 0.35^a
Crude fat	6.52 ± 0.17^b	6.68 ± 0.10^b	6.05 ± 0.05^b	6.13 ± 0.13^b	15.35 ± 0.13^a
Carbohydrate	65.25 ± 0.10^a	64.66 ± 0.11^b	65.22 ± 0.10^a	64.84 ± 0.21^b	54.26 ± 0.11^c

1) Mean±S.D.

2) a~c Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

지 않는다고 보고하였다(Lee HW 2020). 분말형 알룰로스를 첨가한 저당 다쿠아즈의 수분 5.63~7.57%, 조단백질 14.56~14.79%, 조지방 0.32~0.35%, 조회분 0.78~0.82%, 탄수화물 76.66~78.43%로 분말형 알룰로스 첨가량이 증가할수록 수분, 조지방 및 조회분은 증가하였고, 탄수화물은 감소한다고 보고하였다(Choi GH 2021).

3. 무기질 성분

밀웜 분말이 첨가된 다쿠아즈의 무기질 성분에 관한 사항은 Table 3에 제시하였다. 칼슘은 100 g 당 대조군이 399.33±28.79 mg, 밀웜 분말 20% 첨가군에서 617.29±13.89 mg로 증가하였으며, 마그네슘은 100 g 당 대조군에서는 486.96±4.6 mg에서 밀웜 분말 20% 첨가군에서 916.84±12.22 mg으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 아연은 대조군에서 15.71±1.35 mg, 밀웜 분말 20% 첨가군에서는 18.12±0.69 mg으로 증가하였으며, 망간은 대조군, 밀웜 분말 5%, 10%, 15% 첨가군에서는 유의한 차이가 없었지만, 밀웜 분말 20% 첨가군에서는 4.68±0.36 mg으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 특히 셀레늄의 경우 밀웜 5% 첨가군에서 166.25±90.11 mg로 대조군(20.74±17.45 mg)에 비해 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 최적 비율의 홍삼과 오디 혼합분말을 6% 첨가한 다쿠아즈의 경우 100 g 당 칼슘 98.17 mg 칼륨 402.76 mg, 나트륨 2.23 mg, 마그네슘 55.89 mg 및 인 129.59 mg으로 조사되었으며, 나트륨을 제외한 칼슘, 칼륨, 마그네슘 및 인의 함량이 대조군보다 높다고 보고하였는데(Kim JS 2019), 이 중 칼슘과 마그네슘의 함량은 본 연구에서 개발한 밀웜 분말을 첨가한 다쿠아즈에서 더 높은 함량을 나타내었으며($p<0.05$), 이는 다쿠아즈에 첨가하는 주된 재료의 종류에 따라 무기질 함량에 차이가 난다고 판단된다.

4. pH, 조리손실률, 팽창률 및 경도

밀웜 분말이 첨가된 다쿠아즈의 pH, 조리손실률, 팽창률 및 경도는 Table 4에 제시하였다. 밀웜 분말의 첨가량에 상관없이 pH는 7.73~7.92 범위였다. 조리손실률은 대조군에서 18.37±0.77%였으며, 밀웜 분말 15% 첨가군에서 22.01±1.42%로 증가하였다($p<0.05$). 선행연구(Hwang SY & Choi SK 2015)에서는 밀웜 분말 첨가 머핀의 pH는 7.26~7.33이며, 조리손실률의 경우 머핀에 밀웜 분말의 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하는 경향을 보인다고 보고하였다. 설탕과 알룰로스를 각각 첨가한 다쿠아즈의 pH는 6.85~6.96, 조리손실률은 28.02~28.54% 사이로 설탕과 알룰로스를 각각 첨가한 군에서 차이가 없으며, 조리손실률은 수분이 손실되는 것으로 다쿠아즈를 굽는 동안 수증기의 팽창이 일어나 부피를 증가시키고, 다쿠아즈의 조직감에 영향을 준다고 보고하였다(Lee HW 2020). 또 다른 연구에서는 본 연구 결과와 반대로 분말형 알룰로스를 첨가한 저당 다쿠아즈의 pH는 6.53~7.12로 알룰로스 첨가량이 늘어날수록 미세하게 pH가 낮아지는 경향을 보였으며, 조리손실률은 알룰로스 첨가가 증가할수록 유의하게 감소하였고, 이는 알룰로스가 첨가될수록 보유 수분량도 함께 증가되어 조리손실률에 영향을 준다고 보고하였다(Choi GH 2021). 이와 유사한 결과로는 타가토스의 첨가량이 증가할수록 다쿠아즈의 손실률이 적었다는 보고도 있다(Lee NR 등 2017).

본 연구에서 팽창률은 대조군(100.00±0.00)에 비해 밀웜 분말 20% 첨가군에서 98.45±3.84%로 크게 감소하였는데($p<0.05$), 이는 다쿠아즈의 재료 배합에 있어서 밀웜 분말 첨가량이 포화 단계에 도달하게 되면서 팽창률은 밀웜의 첨가량이 증가할수록 감소한 것으로 판단된다. 경도 측정 결과는 대조군(352.50±6.69), 밀웜 분말 5%(379.75±21.70)와 10%(388.75±12.55) 첨가군에서는 유의한 차이가 없었으며, 밀웜

Table 3. Mineral composition of dacquoise added with mealworm powder

Composition (mg/100 g)	Mealworm powder (%)				
	0	5	10	15	20
Calcium	399.33±28.79 ^{b1)2)}	364.11±27.62 ^b	369.65±23.13 ^b	311.60±37.21 ^b	617.29±13.89 ^a
Magnesium	486.96±4.63 ^c	494.28±22.32 ^c	536.78±21.67 ^b	495.14±57.33 ^c	916.84±12.22 ^a
Zinc	15.71±1.35 ^b	14.13±2.49 ^c	13.09±1.58 ^c	16.45±4.08 ^b	18.12±0.69 ^a
Manganese	2.94±0.32 ^b	2.83±0.30 ^b	2.91±0.20 ^b	2.44±0.30 ^b	4.68±0.36 ^a
Selenium	20.74±17.45 ^c	166.25±90.11 ^d	208.75±39.28 ^c	221.41±33.73 ^b	300.81±73.72 ^a
Iron	24.63±3.50 ^a	16.01±1.33 ^d	23.77±4.84 ^b	22.74±3.27 ^c	22.35±3.80 ^c

1) Mean±S.D.

2) a~e Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. pH, loss rate, expansion rate and hardness of dacquoise added with mealworm powder

Variables	Mealworm powder (%)				
	0	5	10	15	20
pH	7.74±0.03 ¹⁾	7.80±0.02	7.84±0.02	7.92±0.02	7.73±0.02
Loss rate (%)	18.37±0.77 ²⁾	19.10±1.23 ^b	19.51±0.42 ^b	22.01±1.42 ^a	22.11±0.43 ^a
Expansion rate (%)	100.00±0.00 ^b	106.37±10.68 ^b	108.34±8.74 ^b	118.29±11.24 ^a	98.45±3.84 ^c
Hardness	352.50±8.69 ^a	379.75±21.70 ^a	388.75±12.55 ^a	296.25±26.99 ^b	130.25±3.50 ^c

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ ^{a-c} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

분말 15% 첨가군에서 296.25±26.99로 유의하게 낮아졌다($p<0.05$). 경도의 경우 밀웜 분말의 첨가비율이 증가할수록 밀웜 분말 찰떡과이의 경우 증가하였다고 보고하였으며(Jeong YJ 2017), 특히 밀웜 분말을 첨가한 머핀(Hwang SY & Choi SK 2015), 감귤 과피를 첨가한 머핀(Oh SW & Chung KH 2014)의 경우에도 첨가하는 재료의 양이 증가할수록 경도가 증가하였다고 보고하였는데, 본 연구는 이와 반대의 결과를 보였

다. 본 연구에서 밀웜의 첨가량이 15% 이상 증가할수록 경도가 낮아지는 경향을 보인 것은 다쿠아즈의 부피, 굳힘 정도 등의 차이가 있었던 것으로 사료된다.

5. 아미노산 조성

밀웜 분말이 첨가된 다쿠아즈의 아미노산 조성은 Table 5와 같다. 대조군에 비해 다쿠아즈에 밀웜 분말의 양이 증가

Table 5. Amino acid composition of dacquoise with mealworm powder

Variety (mg/100 g)	Mealworm powder (%)					
	0	5	10	15	20	
Essential amino acid	Valine	471.10±2.15 ^{d1)2)}	569.40±3.21 ^c	669.00±4.23 ^b	760.40±4.53 ^b	868.20±4.76 ^a
	Leucine	751.10±4.31 ^d	874.20±4.25 ^d	964.60±4.56 ^c	1,022.00±5.35 ^b	1,226.60±5.44 ^a
	Isoleucine	364.30±2.54 ^d	442.10±2.76 ^c	516.20±3.27 ^b	583.20±3.45 ^b	687.30±3.76 ^a
	Threonine	390.00±3.13 ^d	438.30±3.45 ^c	477.40±3.54 ^c	505.90±4.32 ^b	602.40±5.13 ^a
	Phenylalanine	564.50±3.22 ^c	606.70±3.45 ^b	643.90±3.24 ^b	660.40±4.21 ^b	832.40±4.23 ^a
	Methionine	166.20±1.92 ^d	188.00±1.11 ^c	223.30±1.98 ^a	204.00±1.99 ^b	209.20±1.76 ^b
	Lysine	438.10±3.44 ^d	499.10±3.21 ^d	557.90±4.56 ^c	645.80±4.35 ^b	778.10±4.34 ^a
	Arginine	567.70±3.65 ^d	618.90±3.45 ^c	680.10±3.21 ^c	730.80±3.67 ^b	1,107.60±3.42 ^a
	Histidine	217.70±1.98 ^c	256.10±1.12 ^c	295.90±1.92 ^c	332.30±2.21 ^b	411.20±2.39 ^a
Non-essential amino acid	Aspartic acid	941.60±5.12 ^d	1,039.80±5.34 ^c	1,099.80±5.63 ^c	1,188.90±5.76 ^b	1,574.80±5.98 ^a
	Serine	600.40±5.32 ^b	651.00±5.33 ^b	667.10±5.46 ^b	669.70±5.47 ^b	804.60±6.32 ^a
	Glutamic acid	2,212.00±9.14 ^c	2,305.60±9.12 ^c	2,421.10±9.23 ^b	2,373.10±9.25 ^c	3,125.40±9.43 ^a
	Proline	334.40±2.45 ^c	300.40±2.21 ^c	417.20±2.45 ^a	372.00±2.32 ^c	405.60±2.33 ^a
	Glycine	434.40±2.96 ^c	487.70±2.98 ^c	539.90±2.99 ^b	581.40±3.11 ^b	829.80±4.22 ^a
	Alanine	518.70±3.25 ^d	595.70±3.24 ^d	669.30±3.76 ^c	751.90±5.32 ^b	917.00±5.54 ^a
	Tyrosine	147.30±1.24 ^d	189.60±1.43 ^d	262.10±1.65 ^c	302.10±2.34 ^b	415.60±2.71 ^a

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ ^{a-d} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

할수록 펠수아미노산 성분인 발린, 루이신, 이소루이신, 트레오닌, 페닐알라닌, 메티오닌, 리신, 아르기닌 및 히스티딘은 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 특히, 대조군에 비해 밀웬 분말 20% 첨가군에서는 100 g 당 루이신 1,226.60±5.44 mg, 아르기닌 1,107.60±3.42 mg로 큰 함량을 차지하였으며, 루이신과 리신을 제외하고는 밀웬 분말 5% 첨가 이상에서는 펠수아미노산이 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 비펠수아미노산 중 아스파티산은 밀웬 분말 5% 첨가군(1,039.80±5.34 mg)에서 유의하게 증가하였으며, 밀웬 분말 함량이 증가할수록 비펠수아미노산 함량도 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 선행연구(Jeong YJ 2017)에서는 밀웬 분말 20% 첨가한 찰떡파이의 경우 펠수아미노산은 100 g 당 루이신 1,023.8 mg, 발린 626.1 mg 및 리신 554.1 mg 순으로 함유되어 있다고 보고하였으며, 이는 본 연구에서 개발한 다쿠아즈와 유사한 아미노산 조성임을 알 수 있었다.

6. 색도

밀웬 분말이 첨가된 다쿠아즈의 색도는 Table 6에 제시하였다. L값은 대조군에서 75.47±0.75로 가장 높았으며, 밀웬 분말 5% 첨가군은 65.73±0.93, 밀웬 분말 20% 첨가군은 52.23±0.50로 밀웬 분말의 첨가량이 증가할수록 명도는 점점 낮아졌다($p<0.05$). a값은 대조군이 7.73±0.38, 밀웬 분말 5% 첨가군은 12.63±0.25였으며($p<0.05$), 밀웬 분말 10% 첨가군은 14.90±0.20으로 밀웬 분말 20% 첨가군(15.17±0.15)과 비교했을 때 큰 차이는 없었다. b값은 밀웬 분말 10% 첨가군에서 30.83±0.81로 가장 높았으며, 밀웬 분말 5% 첨가군에서 24.40±0.50으로 가장 낮은 수치를 보였다($p<0.05$). 선행연구(Kim JS 2019)에서 색도의 경우 최적화된 혼합비율의 홍삼과 오디 혼합분말 첨가량이 높을수록 L값과 b의 값은 낮아지고, a의 값은 증가하였으며, Maillard 갈색화 반응을 통해 색의 변화를 유도하였다고 보고하였다. Jeong YJ 등(2018)의 보고에서도 밀웬 분말을 첨가한 찰떡파이의 색도 중 L값은 대조군이 57.12±0.66, 밀웬 분말 40% 첨가군에서는 40.64±

0.03으로 감소하였고, a값은 대조군에 비해 밀웬 분말을 첨가한 군에서 밀웬의 붉은색으로 인해 증가하였으며, b값은 유의하게 낮아졌다고 보고하였다. 밀웬 분말을 첨가한 머핀에서는 밀웬 분말 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하였으며, a값은 밀웬 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하였다고 보고하였고(Hwang SY & Choi SK 2015), 현미 식이섬유를 첨가한 다쿠아즈도 현미 식이섬유의 함량이 증가할수록 L값이 낮아지고, a값은 높아지고, b값은 유의하게 높아졌다고 보고하였는데(Yeom KH 등 2017), 이는 본 연구에서 개발한 다쿠아즈와 유사한 결과를 보였다. 또한 분말형 알룰로스를 첨가한 저당 다쿠아즈의 색도 중 알룰로스 첨가량이 증가할수록 L값과 a값이 감소하였다고 보고하였다(Choi GH 2021). 타가토스와 에리스리톨로 제조한 다쿠아즈의 경우 타가토스 첨가량이 증가할수록 a값은 높아지는 경향을 보였고, 설탕 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 증가하는 경향을 보였다(Lee NR 등 2017).

7. 관능평가

밀웬 분말이 첨가된 다쿠아즈의 관능평가는 Table 7에 제시하였다. 밀웬 분말 5% 첨가군에서 색은 6.4, 냄새 6.0, 맛은 6.2 및 전반적인 기호도는 6.0을 받았다. 현미 식이섬유를 첨가한 다쿠아즈의 경우 향미는 대조군과 5% 첨가군이 각각 5.43, 5.37로 가장 높게 받았으며, 전체적인 기호도는 5% 첨가군이 5.02로 가장 높았다고 보고하였는데(Yeom KH 등 2017), 이는 본 연구의 결과인 밀웬 분말 5% 첨가군에서 기호도가 높았다는 결과와 유사한 경향을 보였다. 또한 리커트의 7점 척도로 평가하여 점수를 부여한 관능평가 결과 홍삼과 오디 혼합분말 6%를 첨가하여 제조한 다쿠아즈에서 관능평가 점수 중 색은 5.69, 향은 5.40, 맛은 5.77, 조직감은 5.82, 전체적인 기호도는 5.83으로 가장 높은 평가를 받았다고 보고하였다(Kim JS 2019). Jeong YJ(2017)의 연구에서는 밀웬 분말을 첨가한 찰떡파이의 경우 밀웬 분말 20% 첨가군에서 맛, 색, 냄새, 전반적인 기호도가 가장 높았다고 보고하였다.

Table 6. Color values of dacquoise added with mealworm powder

Color (L, a, b)	Mealworm powder (%)				
	0	5	10	15	20
L	75.47±0.75 ^{a1)2)}	65.73±0.93 ^b	58.60±0.46 ^c	53.70±0.26 ^d	52.23±0.50 ^d
a	7.73±0.38 ^c	12.63±0.25 ^b	14.90±0.20 ^a	15.70±0.17 ^a	15.17±0.15 ^a
b	27.63±0.70 ^b	24.40±0.50 ^c	30.83±0.81 ^a	27.27±0.64 ^b	26.23±0.45 ^b

1) Mean±S.D.

2) a~d Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

L: Lightness, a: Redness, b: Yellowness.

Table 7. Sensory test of dacquoise added with mealworm powder

Measurement	0	5	10	15	20
Color	6.2±1.05 ^{a1)2)}	6.4±0.76 ^a	5.8±1.12 ^b	5.5±1.09 ^b	4.8±1.48 ^c
Oder	5.9±0.99 ^b	6.0±0.96 ^a	6.0±0.88 ^a	5.4±1.09 ^b	5.1±1.33 ^b
Tastes	6.1±1.21 ^a	6.2±1.05 ^a	5.7±1.13 ^b	5.1±1.27 ^b	4.3±1.49 ^c
Overall acceptance	6.1±1.14 ^a	6.0±1.36 ^a	5.5±1.65 ^b	4.6±1.02 ^c	4.6±1.22 ^c

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ ^{a-c} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

또한 밀웜 분말을 첨가한 찰떡파이의 선호도 조사에서 밀웜의 인지도가 높아지고, 단백질 급원식품으로 인식되고 있으며, 과자, 빵, 분말 등을 활용하여 식사대용으로 활용이 가능하여 식용곤충에 대한 부정적인 인식이나 혐오감 등이 점차 사라지고 있다고 보고하였다(Jeong YJ 2017).

요약 및 결론

본 연구에서는 단백질 급원으로 식용곤충 중 대표적으로 사용되고 있는 밀웜 분말을 활용하여 다쿠아즈를 개발하였다. 본 연구에서 다쿠아즈에 밀웜 분말 첨가량이 증가할수록 수분의 함량은 감소하였으나, 조회분, 조단백질 및 조지방 함량은 증가하였다. 대조군에 비해 밀웜 분말 20% 첨가군에서 경도 및 무기질 중 칼슘, 마그네슘, 아연, 셀레늄은 현저히 높았다. 밀웜 분말의 첨가량에 상관없이 pH는 7.73~7.92 범위였다. 밀웜 분말 첨가량이 증가할수록 펠수아미노산과 비펠수아미노산 함량은 유의하게 증가하였다. 밀웜 분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하였으며, a값은 증가하였다. 관능평가 결과, 밀웜 분말 5% 첨가군에서 색은 6.4, 냄새 6.0, 맛은 6.2 및 전반적인 기호도는 6.0을 받아서 가장 선호도가 높았다. 본 연구결과를 종합해 볼 때, 밀웜 분말은 단백질 급원으로서 식품 제조에 사용이 용이하며, 다쿠아즈를 만들 때, 밀웜 분말을 5% 첨가하면 영양적인 면을 고려한 소비자의 기호도가 높은 제품을 만들 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2022년도 전통시장 혁신형 마케팅 공모사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

REFERENCES

AOAC (2000) Official Method of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD,

USA. pp 1-26.

Cao L, Morley JE (2016) Sarcopenia is recognized as an independent condition by an international classification of disease, tenth revision, clinical modification (ICD-10-CM) code. *JAMDA* 17: 675-677.

Cha SH, Shin KO, Han KS (2020) A study on the physico-chemical properties of sausage analogue made with mixed bean protein concentrate. *Korean J Food Sci Technol* 52(6): 641-648.

Choi GH (2021) Quality characteristics of low sugar meringue type dacquoise added with allulose. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 32-53.

Choi KS, Kim YH, Shin KO (2016) Effect of mulberry extract on the lipid profile and liver function in mice fed a high fat diet. *Korean J Food Nutr* 29(3): 411-419.

Chung BO (2020) 'Super Mealworm' American King Mealworm Larvae Recognized as a Food Ingredient. 'Contains a Lot of Protein.' Donga.com. <https://www.donga.com> (accessed on 15. 2. 2023).

Hwang SY, Choi SK (2015) Quality characteristics of muffins containing mealworm (*Tenebrio molitor*). *Culi Sci & Hos Res* 21(3): 104-1155.

Jeong YJ (2017) Processing and quality characteristics of chalddukpie prepared using mealworm powder. MS Thesis Kyonggi University, Suwon. pp 18-30.

Jeong YJ, Han MR, Kim AJ (2018) Quality characteristics of chalddukpie prepared with different levels of defatted mealworm powder. *Korean J Food Cook Sci* 34(5): 504-511.

Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM (2007) Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-Geol radish, Ganwha turnip, and Korean radish. *Korean J Food Sci Technol* 39(3): 255-259.

Kim HW, Seo S, Kim HJ, Kim YE, Choi DH, Kim KM.

2014. Usage of palatinose for confectionery instead of sugar. *Food Industry and Nutrition* 19(1): 33-37.
- Kim JS (2019) Quality characteristics of dacquoise prepared with optimized mixture powder of mature silkworm and mulberry fruits. MS Thesis Kyonggi University, Suwon. pp 45-58.
- Kim JY, Hwang HJ, Shin KO (2021) Development of a alternative meat patty using leghemoglobin extracted from soybean root nodules. *J East Asian Soc Diet Life* 31(4): 258-267.
- Kim MS (2005) Rough dacquoise, the representative of summer snacks. 3 color baked goods for 3 people. Bakery. Korea. pp 130-133.
- Lee HW (2020) Quality characteristics of sponge cake and dacquoise using allulose. MS Thesis Jeonju University, Jeonju. pp 24-61.
- Lee NR, Kang SA, Kim JH, Kim HH, Lee JA, Park SM (2017) Physicochemical properties of dacquoise made with sugar or sugar replacements, tagatose, and erythritol. *J Appl Biol Chem* 60(1): 87-93.
- Moon J, Choi S, Lee S, Yim D (2015) Antioxidant activities and anti-inflammatory effects of rice bran and wheat bran extracts. *Korean J Pharmacogn* 46(2): 140-147.
- Morley JE (2001) Anorexia, sarcopenia, and aging. *Nutrition* 17: 660-663.
- Oh SE, Park YJ (2019) Associations of fiber intake and acid-base load in diet with risk of sarcopenia in Korean postmenopausal women: Based on the Korea national health and nutrition examination survey (2008~2011). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48(3): 352-361.
- Oh SW, Chung KH (2014) Physicochemical and sensory properties of muffins with added powdered tangerine peel. *Food Eng Prog* 18(3): 177-185.
- Park J, Jung C (2013) Current status and prospects of animal feed insect industry. *Korean J Soil Zool* 17: 9-13.
- Rolland Y, Czerwinski S, Abellan Van Kan G, Morley JE, Cesari M, Onder G, Woo J, Baumgartner R, Pillard F, Boirie Y, Chumlea WMC, Vellas B (2008) Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging* 12(7): 433-450.
- Rumpold BA, Schluter OK (2013) Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol Nutr Food Res* 57: 802-823.
- So IH (2015) Manufacture and quality evaluation of seopsanjeok made with mealworm (*Tenebrio molitor*). MS Thesis Kyonggi University, Suwon. pp 1-5.
- Shin DG, Lee SJ, Choi HR, Chung YH, Jang HS, Yoo JS, Cho KH, Kwon GT (2020) Study of Intestinal Microbiota in *Tenebrio molitor* L. (mealworm larvae) Hydrolysate. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 49(3): 304-310.
- Shin SM (2019) Quality characteristics of sulgidduk prepared with different levels of defatted mealworm powder. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 20(8): 523-530.
- Yeom KH (2016) Baking properties of the masstige bakery products containing rice bran dietary fiber. MS Thesis Suncheon National University, Suncheon. pp 49-59.
- Yeom KH, Bing DJ, Kim SH, Choi KS, Chun SS (2017) Quality characteristics and consumer perception of dacquoise with rice bran dietary fiber. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46(1): 92-99.
- Yi L, Lakemond CMM, Sagis LMC, Eisner-Schadler V, van Huis A, van Boekel MAJS (2013) Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. *Food Chem* 141(4): 3341-3348.

Date Received	Jan. 31, 2023
Date Revised	Mar. 9, 2023
Date Accepted	Mar. 19, 2023