



밀웜(*Tenebrio molitor* L.) 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식의 품질평가

강미숙¹ · 김민주¹ · 한명륜² · 신승미³ · 김애정^{1,*}

¹경기대학교 대체의학대학원, ²해전대학교 식품영양과, ³청운대학교 호텔조리식당경영학과

Quality Characteristics of Functional *Dasik* Prepared with Mixture of Freeze-dried Mealworm (*Tenebrio molitor*) Powder and Dried Pollack Powder

Mi-Sook Kang¹, Min-Ju Kim¹, Mung-Ryun Han², Seung-Mee Shin³, Ae-Jung Kim^{1,*}

¹Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University

²Department of Food and Nutrition, Hyejeon University

³Department of Hotel Culinary and Catering Management, Chungwoon University

Abstract

This study was performed to evaluate the quality characteristics of functional *Dasik* prepared with a mixture of freeze-dried mealworm (*Tenebrio molitor*) powder and dried pollack powder along with assessment of the general and fatty acid compositions of mealworms. General compositions, except for moisture content of freeze-dried mealworm powder, were higher than those of raw mealworms. The ratios of saturated fatty acids and unsaturated fatty acids of freeze-dried mealworm powder and raw mealworms were 1:3.31 and 1:3.19, respectively. Amounts of oleic acid, which was the most abundant among unsaturated fatty acids, of freeze-dried mealworm powder and raw mealworms were 41.12 and 37.84%, respectively. For color values, greater content of freeze-dried mealworm powder in functional *Dasik* resulted in lower L and b scores, whereas a value increased. In the case of mechanical properties, greater content of freeze-dried mealworm powder resulted in significant reduction of hardness, chewiness, and gumminess. In the case of sensory evaluation, color, taste, and overall quality of DPMD50, which was prepared with a 1:1 ratio of freeze-dried mealworm powder and dried pollack, were the highest. It was concluded that DPMD50 is a nutritious combination of edible insects and fish for protein fortification for growth and the elderly.

Key Words: Mealworm, fatty acids composition, *Dasilk*, quality characteristics

1. 서 론

성장발육기에는 근육의 성장발달을 위해서, 노년기에는 근육의 손실을 방지하기 위해 아미노산 조성이 우수한 동물성 단백질을 반드시 섭취해야한다(Han et al. 2014). 그러나 동물성 단백질은 생산과정에서 온실가스를 배출하여 환경오염 문제를 유발시킬 뿐만 아니라 가격이 비싼 단점이 있다(Sah & Jung 2012). 또한 과잉의 동물성 단백질 식품의 섭취는 혈중 콜레스테롤을 증가시켜 심혈관계 질환을 유발하며, 골격에서의 칼슘배출을 촉진시키는 등 여러 가지 대사질환을 유발할 수 있다(Ebbesson et al. 2015). 이에 육류 단백질을 대체하고자 식용곤충(edible insects)을 대량으로 사육할 수 있는 체계적인 시스템이 마련되고 있으며, 국제식량농업기구

(FAO)에서도 식용곤충을 미래의 단백질 급원으로 적극 검토하고 있다(Durst et al. 2010).

식용곤충은 아시아, 남아메리카, 호주 등 전 세계의 다양한 문화권에서 동물성 단백질, 필수아미노산 및 무기질의 공급원으로 이용되고 있다(Bukkens 1997; Kim et al. 2015). 식용곤충은 종(spices)과 서식지에 따라서 영양성분의 함량 차이가 있지만, 일반적으로 약 50-60% 정도의 조단백질이 함유하고 있는 고단백질 식품이다(Pemberton 1988). 우리나라의 경우도 누에, 굼벵이, 지네, 메뚜기 등이 약용이나 구황 식품으로 활용되어 오다가 2014년부터는 식품의약품안전처(MFDS)로부터 새로운 식품원료로 인정받기 위한 작업이 진행되었다. 식품공전에 등록된 곤충으로는 벼메뚜기, 누에번데기, 백강잠, 흰점박이 꽃무지, 장수풍뎅이를 비롯해 갈색거

*Corresponding author: Ae Jung Kim, Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, 24 Kyongidae-ro 9-Gil, Seodaemun-gu, Seoul, Korea
Tel: 82-2-390-5044 Fax: 82-2-313-4131 E-mail: aj5249@naver.com

저리(밀웜) 유충, 쌍별귀뚜라미가 2016년 3월에 인정받아 현재 총 7종이 식품원료로 인정받은 상태이다(MFDS 2016).

밀웜(*Tenebrio molitor* L, mealworm)은 딱정벌레목 거저리과에 속하는 곤충으로 주로 곡류에서 서식하며 행동특성은 야행성으로 알려져 있다(Yoo et al. 2013). 식품으로 사용하는 밀웜에는 칼슘, 마그네슘과 같은 무기질과 불포화지방산의 함량이 풍부하다는 결과가 보고되었고 국내 밀웜은 단백질함량과 상당량의 불포화지방산 및 필수지방산을 함유하고 있어 식품소재화 가능성이 높다고 보고된 바 있다(Kim & Jung 2013). 그러나 아직까지는 식용곤충에 대한 소비자가 갖는 거부감과 혐오감 때문에 제품 개발에 많은 제한점이 있다. 그 동안의 밀웜을 이용한 연구들을 보면, 갈색거저리를 첨가한 파스타의 품질특성(Kim et al. 2014), 갈색거저리 유충분말을 첨가한 머핀의 품질특성(Hwang & Choi 2015), 갈색거저리 유충분말을 이용한 패티 제조 및 품질특성(Kim et al. 2015), 갈색거저리 유충분말을 이용한 쿠키 제조 및 품질평가(Min et al. 2016), 동결건조 갈색거저리 유충의 제조공정 표준화에 따른 자가 규격 및 유통기한 설정(Chung et al. 2014), 갈색거저리의 식품원료화를 위한 분말 제조 조건 확립(Chung et al. 2013), 갈색거저리의 조리방법에 따른 기호도와 구매의도(Hwang et al. 2015)에 관한 연구가 있는 정도이다.

다식은 곡물, 한약재, 종실류, 견과류, 건어물, 육분 분말에 꿀이나 물엿을 넣고 반죽한 다음 다식판에 박아 눌러낸 것으로 다양한 재료의 손쉬운 응용이 가능한 한과조리방법이다(Lee et al. 2005). 다식 가운데 어다식은 주로 북어 분말에 꿀을 넣고 만들어 기존의 곡물다식과는 달리 좋은 단백질 공급원이었다. 북어는 명태를 추운 겨울에 말린 것으로 메티오닌, 리신, 트립토판과 같은 필수아미노산과 칼슘, 인, 칼륨 등의 무기질이 풍부한 식품이다(Mori 1999).

이에 본 연구에서는 식용곤충의 이용확대를 위한 방안으로 북어 분말과 동결건조한 밀웜 분말을 혼합한 기능성 다식을 제조하여 성장기 아동이나 노인들의 단백질강화식품으로 제공하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 재료

생 밀웜은 MG내츄럴(Jeonnam, Korea)에서 구입하였고 구입한 생 밀웜을 2일 동안 절식시킨 다음 증류수를 이용하여 세척한 후 -70°C 냉동고(NIHON freezer, Tokyo, Japan)에서 24시간 냉동시켰고 이를 동결건조기(PVTF 10AT, Ilsin, Gyeonggi, Korea)를 이용하여 건조시켰다. 북어, 꿀(Dongseo, Chungbuk, Korea), 조청(IGA Natural Noodle, Chungbuk, Korea), 계피가루(Asan, Vietnam)는 서대문구의 마트에서 일괄 구입하여 다식 제조에 사용하였다.

<Table 1> Formula for functional *Dasik* prepared with mixture of freeze dried mealworm powder and dried pollack powder

	Ingredients (g)			
	Freeze dried Mealworm powder	Dried pollack powder	Honey	Grain syrup
Control ¹⁾	0.0	100.0	15.0	25.0
DPMD25 ²⁾	25.0	75.0	15.0	25.0
DPMD50 ³⁾	50.0	50.0	15.0	25.0
DPMD75 ⁴⁾	75.0	25.0	15.0	25.0
DPMD100 ⁵⁾	100.0	0.0	15.0	25.0

¹⁾Control: Functional *Dasik* prepared without freeze dried mealworm powder, ²⁾DPMD25: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 25 g, ³⁾DPMD50: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 50 g, ⁴⁾DPMD75: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 75 g, ⁵⁾DPMD100: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 100 g.

2. 밀웜 북어다식의 제조

북어는 껍질과 뼈를 제거한 후 분쇄기(HMF-3800SS, Hani, Seoul, Korea)로 분쇄한 후 40 mesh 체에 쳐서 시료로 사용하였다. 동결건조 밀웜도 북어와 같은 방법으로 분말화하였다. 동결건조 한 밀웜과 북어 분말을 혼합한 밀웜 북어다식은 <Table 1>에 제시된 바와 같이 동결건조 밀웜 분말을 0, 25, 50, 75 및 100 g, 북어 분말은 100, 75, 50, 25, 0 g으로 각각 섞은 다음 꿀과 물엿을 첨가하여 한 덩어리가 되게 반죽한 후 직경 2.5 cm, 높이 0.8 cm 다식판에 넣고 20회 반복하여 눌러 성형하였다.

3. 일반성분

생 밀웜과 동결건조 밀웜의 일반성분은 AOAC법(1990)에 준하여 수분은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet추출법, 조회분은 직접회화법으로 분석하였다. 조단백질은 질소 분석기(Vario Max C/N, Elementar, Hanau, Germany)를 이용하여 분석하였으며 분석된 질소 함량에 단백질계수 6.25를 곱해서 단백질함량으로 표기하였다. 조섬유는 조섬유 자동추출기(Fiber test F-6, Raypa, Barcelona, Spain)를 이용하여 측정하였다. 탄수화물은 시료 전체를 100%로 하고 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량(%)을 감한 것으로 하였다.

4. 지방산 조성

생 밀웜과 동결건조 밀웜의 지방산조성은 Folch et al. (1957)의 방법에 준하여 gas chromatography (US/HP 6890, Aglient Technolgies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 분석하였다. Gas chromatography (GC) 조건은 silica capillary column (Omegawax 295, 0.25 m film thickness, Sigma-Aldrich, Bellefonte, PA, USA)을 이용하였고, injection port 온도는 250°C 이며, 검출기 온도는 260°C 로 유지하였다.

5. 색도측정

동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식의 표면색은 색차계(Color meter CR-200, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L(lightness, 명도), a(redness, 적색도), b(yellowness, 황색도)의 값으로 나타내었다. 표준백색판(standard plate)의 값은 L=96.35, a=0.17, b=1.79이었으며, 각 실험은 3회 반복하여 측정하였다.

6. 조직감 측정

동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식은 6 g씩 떼어 35×10 mm petri dish에 넣은 후 뚜껑을 덮고, 2,000 g 추로 60분간 누른 후 제조하여 조직감 측정용 시료로 사용하였다. 기능성 다식의 조직감은 texture analyzer (TAXT Express v2.1, Stablemicro system, London, England)를 사용하여 각각 10회 반복하여 측정하였고, 데이터는 평균값으로 나타냈다. 조직감은 stable micro systems (TAXT Express V2.1, London, England) 프로그램을 통해 결과 값을 도출하였다. TPA (Texture profile analysis) test 방법으로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 및 응집성(cohesiveness)을 측정하였다. 분석조건은 round probe (75 mm diameter)를 사용하였고, pre-test speed 3.0 mm/sec, test speed 3.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, test distance 6.0 mm, trigger force 5 g 으로 하였다.

7. 관능 평가

동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식의 관능평가는 대체의학을 전공하는 대학원생 15명을 대상으로 하였다. 실험의 목적을 상세히 설명 해준 후 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture) 및 전반적인 기호도(overall quality)에 대하여 7점 기호척도법으로 평가하였다. 관능검사 시료를 제시하기 위한 번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 표시하였으며 한 시료에 대한 평가 후에는 생수로 입안을 헹군 후 다음 시료를 평가하도록 하였다.

8. 통계 처리

모든 자료는 SPSS statistics 21 (SPSS Institute, Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 시료간의 유의성은 5% 유의수준에서 ANOVA를 실시한 후 Duncan's multiple range test로 사후 검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

Bukkens(1997)은 식용곤충은 단백질을 50-60% 정도 함유하고 있어 육류 단백질을 대신할 주요한 식품소재라고 하였다. 따라서 본 연구에서는 생 밀웜과 동결건조 밀웜의 일반성분을 분석하여 <Table 2>에 제시하였다. 동결건조 밀웜은 생 밀웜에 비해 수분함량을 제외한 모든 일반성분 함량이 높았다. 이는 동결 건조과정 중 수분이 증발되면서 나머지 일반성분이 농축된 결과로 생각된다. Lee et al.(2016)은 생 밀웜의 수분함량은 63.52-67.83%, 조단백은 23.19-24.53%, 조지방은 3.96-11.18%, 조회분은 1.18-1.26%이라 보고하였다. 본 연구에서는 생 밀웜의 경우 수분함량은 56.46±0.09%, 조단백은 23.53±0.15%, 조지방은 12.62±0.12%로 나타나 Lee et al.(2016)의 연구결과와 비교 시 상대적으로 수분함량은 낮았고 조지방은 약간 높았다. Kim et al.(2015)은 동결건조 밀웜의 수분은 5.02%, 조단백질은 49.84%, 조지방은 32.91%, 조회분은 2.84%이라고 보고하였다. 본 연구에서도 수분은 0.41±0.01%, 조단백은 51.71±0.13%, 조지방은 29.14±2.14%, 조회분은 3.41±0.01% 로 나타나 수분함량과 조지방 함량은 Kim et al.(2015)의 결과에 비해 약간 낮았으나 조단백과 조회분은 약간 높았다.

이상의 결과를 기준으로 판단할 때 동결건조 밀웜 분말은 지질, 단백질 및 회분 함량이 우수하여 영양가치가 우수한 식품원료로 이용되기에 충분한 가능성이 있는 것으로 생각된다.

2. 지방산 조성

생 밀웜과 동결건조 밀웜의 지방산 조성을 측정한 결과는 <Table 3>과 같다. 생 밀웜의 경우 포화지방산 12종과 불포화지방산 8종이 분석되었으며 동결건조 밀웜의 경우 포화지방산 11종과 9종의 불포화지방산이 분석되었다. 생 밀웜은 포화지방산이 23.22%, 불포화지방산이 76.78%의 함량을 나타내 구성 비율은 1:3.31의 비율로 불포화지방산의 비율이 높았다, 동결건조 밀웜은 포화지방산이 23.85%, 불포화지방산은 76.15%의 1:3.19의 함량 비율을 나타내 두 그룹간포화지방산과 불포화지방산의 전체적인 함량의 차이는 나타나지 않았다. 포화지방산의 경우 C₁₆의 팔미트산(palmitic acid)의 함량이 16.29와 16.75%로 그 함량이 가장 높았으며 다음으로는 C₁₄의 myristic acid, C₁₈의 stearic acid순이었다. 이와

<Table 2> General composition of raw and freeze dried mealworm (%)

	Moisture	Crude fat	Crude ash	Crude carbohydrate ³⁾	Crude protein	Crude fiber
RTM ¹⁾	56.46±0.09 ³⁾	12.62±0.12	1.48±0.03	4.19±0.28	23.53±0.15	1.72±0.02
FDTM ²⁾	0.41±0.01	29.14±2.14	3.41±0.01	12.34±0.88	51.71±0.13	2.99±0.03

¹⁾RTM: Raw mealworm, ²⁾FDTM: Freeze-dried mealworm, ³⁾Crude carbohydrate=100-(moisture+crude protein+crude fat+crude ash), All values are mean±SD.

<Table 3> Fatty acid composition of raw and freeze dried mealworm (%)

Fatty acids	Mealworm		
	RM ¹⁾	FDM ²⁾	
Myristoleic acid C _{14:1}	0.02±0.00	0.02±0.00	
palmitoleic acid C _{C16:1}	1.80±0.01	0.20±0.00	
Oleic acid C _{18:1 trans}	0.08±0.00	0.073±0.00	
Oleic acid C _{18:1 cis}	37.84±0.38	41.12±0.39	
Unsaturated fatty acid	Linoleic acid C _{18:2 trans}	0.28±0.00	0.27±0.01
	Linoleic acid C _{18:2 cis}	34.89±0.38	32.67±0.23
	Linolenic acid C _{18:3 n-3}	1.73±0.01	1.64±0.00
	Gadoleic acid C _{20:1}	0.14±0.00	0.13±0.00
	Nervonic acid C _{24:1}	-	0.03±0.00
	Total	76.78±0.67	76.15±0.66
	Capric acid C _{10:0}	0.03±0.00 ³⁾	0.02±0.00
Lauric acid C _{12:0}	0.33±0.00	0.40±0.00	
Tridecanoic acid C _{13:0}	0.08±0.00	0.08±0.00	
Myristic acid C _{14:0}	3.27±0.01	3.68±0.00	
Pentadecanoic acid C _{15:0}	0.15±0.00	0.14±0.00	
Saturated fatty acids	Palmitic acid C _{16:0}	16.29±0.23	16.75±0.26
	Margaric acid C _{17:0}	0.16±0.00	0.13±0.00
	Stearic acid C _{18:0}	2.61±0.01	2.46±0.01
	Arachidic acid C _{20:0}	0.20±0.01	0.15±0.00
	Heneicosanoic acid C _{21:0}	0.05±0.00	-
	Behenic acid C _{22:0}	0.04±0.00	0.03±0.00
	Lignoceric acid C _{24:0}	0.01±0.00	0.01±0.00
Total	23.22±0.15	23.85±0.32	

¹⁾RM: Raw mealworm, ²⁾FDM: Freeze-dried mealworm, ³⁾Mean±SD

같은 양상은 동결건조 밀웜의 경우도 같았다. 반면 C₂₁의 heneicosanoic acid는 동결건조 밀웜 분말에서는 검출되지 않았다. 불포화지방산의 경우 생 밀웜과 동결건조 밀웜 모두 C₁₈의 지방산이 가장 많은 함량을 보였고 이중 cis형의 oleic acid가 가장 높은 전체 지방산 중 37.84±0.38과 41.12±0.39%를 나타내었다. 불포화지방산 중에는 trans형 보다는 cis형의 지방산이 많았으며 동결건조 밀웜 분말의 경우 trans형의 지방산이 생 밀웜과 거의 같은 수준의 함량을 보여 밀웜의 건조 시에는 일반적인 건조방법 보다는 동결건조가 지질의 변화를 적게 주는 방법으로 판단된다. 포화지방산에 비해 불포화지방산은 산패 등의 문제로 인하여 저장 또는 가공과정에서 cis형태의 지방산이 trans형태의 지방산을 형성하는 문제와 함께 산패나 자동산화 등에 의하여 유리지방산을 생성하는 등 여러 가지 문제를 안고 있다. 본 연구에서는 동결건조를 통해 지질산화를 최소화 한 원료를 사용하였다. 그러나 밀웜 분말을 이용한 차후 연구에서는 밀웜의 이화학적 성분의 안전성을 고려하여 열처리나 산소 접촉 시간을 최소화 하는 가공 방법도 연구될 필요가 있다(Kim et al. 2015).

Kumar & Sharma(2004)의 연구에 의하면 다가불포화지방산인 linoleic acid를 풍부하게 함유하는 식품은 골다공증이나 관절염의 치료에 효과가 있다고 하였고, Han(2003)은 ω-

<Table 4> Color values of functional Dasik prepared with mixture of freeze dried mealworm (*Tenebrio molitor*) powder and dried pollack powder

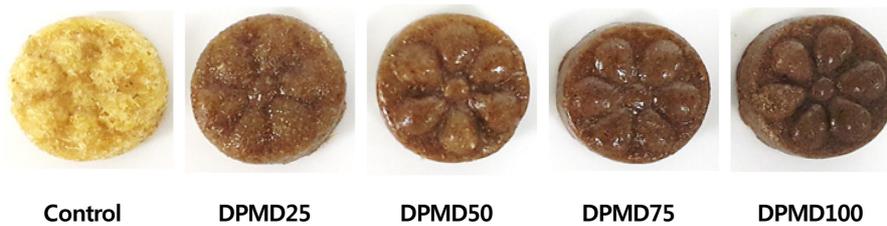
	L	a	b
Control ¹⁾	72.65±0.10 ^{6a7)}	1.86±0.60 ^c	32.61±0.66 ^a
DPMD25 ²⁾	60.68±0.36 ^b	3.14±0.22 ^b	27.59±0.95 ^b
DPMD50 ³⁾	49.60±0.29 ^c	3.78±0.09 ^a	20.00±0.47 ^c
DPMD75 ⁴⁾	38.09±0.26 ^d	4.26±0.17 ^a	13.98±0.43 ^d
DPMD100 ⁵⁾	29.58±0.64 ^c	5.35±0.08 ^a	5.10±0.15 ^c

¹⁾Control: Functional Dasik prepared without freeze dried mealworm powder, ²⁾DPMD25: Functional Dasik prepared with freeze dried mealworm powder 25 g, ³⁾DPMD50: Functional Dasik prepared with freeze dried mealworm powder 50 g, ⁴⁾DPMD75: Functional Dasik prepared with freeze dried mealworm powder 75 g, ⁵⁾DPMD100: Functional Dasik prepared with freeze dried mealworm powder 100 g, ⁶⁾Mean±SD (n=3), ⁷⁾Values with different superscripts within the column are significantly at α=0.05 by Duncan's multiple range test.

3 계열의 다가불포화지방산은 콜레스테롤의 혈관내 침착을 방지하는 역할을 하기 때문에 심혈관계통의 질환 예방이나 유아의 두뇌발달, 노인의 치매예방에 효과가 있다고 보고한 바 있다(Hested et al. 1993; Stamler et al. 1993). Ha et al.(2014)의 식품군별 지방산조성 연구에서는 소고기의 전체 포화지방산 함량은 42.78%이었고 불포화지방산 함량은 55.92%이었다. 이 결과와 비교할 때 본 연구에서는 생 밀웜과 동결건조 밀웜 시료 모두 불포화지방산 함량이 각각 76.78±0.67%와 76.15±0.66%를 나타내어 불포화 지방산 함량이 소고기에 비해 30% 이상 월등히 높았다. 다가불포화지방산은 염증반응을 억제하며 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 보고된 바 있다(Hegsted et al. 1993). 본 연구에서 조단백 함량이 생 밀웜의 경우 23.53±0.15%, 동결건조 밀웜의 경우 51.71±0.13%를 나타내어 밀웜 분말을 동물성 원료를 대체하여 사용할 경우 체내에서의 기능성 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

3. 색도

동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식의 색도와 외관은 <Table 4>와 <Figure 1>에 제시된 바와 같다. 색상의 밝은 정도를 나타내는 L (lightness) 값은 동결건조 밀웜 분말을 넣지 않은 대조군이 72.65로 가장 높았으며, 동결건조 밀웜 분말 혼합첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다. 적색도를 나타내는 a (redness) 값의 경우 대조군이 1.86±0.60으로 가장 낮았고, 동결건조 밀웜 분말 혼합첨가량이 증가함에 따라 5.35±0.08까지 지속적으로 상승하였다. 황색도를 나타내는 b (yellowness) 값의 경우 명도값과 마찬가지로 동결건조 밀웜 분말 혼합첨가량이 증가에 따라 유의적으로 낮아져 대조군(32.61±0.66)이 가장 높았고, 동결건조 밀웜 분말을 100 g으로 만든 DPMD100 (5.10)이 가장 낮았다. 밀웜 분말을 파스타에 적용하기 위한 가공



<Figure 1> Appearances of functional *Dasik* prepared with mixture of freeze dried mealworm (*Tenebrio molitor*) powder and dried pollack powder. Control: Functional *Dasik* prepared without freeze dried mealworm powder, DPMD25: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 25 g, DPMD50: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 50 g, DPMD75: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 75 g, DPMD100: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 100 g.

적성을 연구한 Kim et al.(2014)의 보고와 Hwang & Choi (2015)의 밀웜 분말 첨가 머핀의 품질특성 연구에 의하면 밀웜 분말을 첨가한 제품의 경우 밀웜 분말의 갈색 색상에 의하여 제품이 외관이 영향을 받아 L값과 b값은 첨가량 증가에 따라 감소한 반면 a값은 증가하였다 하였는데 본 연구에서도 그와 비슷한 양상을 나타내었다. 밀웜은 색상의 특성 때문에라도 갈색거저리라는 명칭으로도 불리우고 있는데, 밀웜 분말에 함유된 갈색 물질에는 폴리페놀화합물과 DPPH 라디칼 소거능이 있는 물질이 함유하고 있어 항균활성이 있다고 보고된바 있다. 본 연구에서 밀웜첨가 북어다식의 색상 변화는 분말이 갖는 갈색 색상이 다식의 색상에 크게 영향을 미친 것으로 이 같은 결과는 <Figure 1>의 외형사진에서도 잘 나타나 있다.

4. 조직감

동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식의 조직감을 측정 한 결과는 <Table 5>와 같다. 경도(hardness), 씹힘성(chewiness) 및 검성(gumminess)에서는 결과값이 모두 control > DPMD25 > DPMD50 > DPMD75 > DPMD100의 순으로 나타났으며 한 4가지 측정항목 모두 유의적 차이가 나타났다(p<0.05). 경도의 경우는 가장 높은 값을 나타낸 대조군이 가장 낮은 값의 DPMD100에 비해 33.7배, 씹힘성의 경우 66.0배, 검성의 경우 63.4배의 매우 큰 결과를 보였다. 응집성(cohesiveness)은 동결건조 밀웜 분말 혼

합첨가량 증가에 따라 그 값이 낮아지는 경향을 보였으나 DPMD25 (0.43±0.02)에서 가장 높았으나 대조군은 유의적 차이를 나타내지는 않았다. 탄성(springiness)은 0.67-0.78 범위의 값으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 동결건조 밀웜 분말 혼합첨가가 다식의 쫄깃한 식감에는 영향을 미치지 못한 것으로 보여 진다. 조직감은 다식 제조 시 사용한 원료의 수분함량, 입자의 크기, 성분사이의 결합이나 영김현상 등이 복합적으로 작용하여 나타나는 물리적 현상이다. 동결건조 밀웜 분말의 높은 조지방 함량과 낮은 탄수화물 함량의 일반 성분 분석 결과를 미루어 짐작할 때 밀웜 분말을 이용하여 북어 다식을 제조할 경우 응집력을 강하게 하는 능력이 부족하게 되어 입자가 잘 부스러지는 낮은 조직감을 보인 것으로 판단된다. Kim(2012)의 연구에 의하면 다식 제조 시 사용하는 원료가 수분을 흡수할 경우 다식의 반죽성분의 상호결합력이 강하여져 경도가 증가한다고 보고한 바 있는데 본 연구에서 사용한 동결건조 밀웜 분말은 수분함량이 낮아 상반된 결과를 보인 것으로 여겨진다.

4. 관능평가

동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식의 관능평가 결과는 <Table 6>과 같다. 색(color)은 동결건조 밀웜 분말을 50 g을 첨가한 DPMD50에서 5.70±0.46으로 가장 높은 기호도를 나타내었고, DPMD75는 5.53±0.46, DPMD25는 5.40±0.28, DPMD100은 5.25±0.35, control

<Table 5> Mechanical properties of functional *Dasik* prepared with mixture of freeze dried mealworm powder and dried pollack powder

	Hardness	Springiness	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness
Control ¹⁾	5108.77±35.04 ^{6a7)}	0.77±0.05 ^{NS8)}	1605.28±140.66 ^a	2087.80±64.45 ^a	0.41±0.02 ^a
DPMD25 ²⁾	3054.57±112.94 ^b	0.77±0.04	1018.67±61.01 ^b	1320.28±26.61 ^b	0.43±0.01 ^a
DPMD50 ³⁾	1942.90±61.97 ^c	0.78±0.03	533.38±36.57 ^c	681.20±56.97 ^c	0.35±0.02 ^a
DPMD75 ⁴⁾	586.60±4.40 ^d	0.67±0.05	76.55±14.08 ^d	114.03±17.31 ^d	0.20±0.03 ^b
DPMD100 ⁵⁾	151.43±2.74 ^e	0.73±0.03	24.31±3.68 ^e	32.93±1.06 ^c	0.22±0.01 ^b

¹⁾Control: Functional *Dasik* prepared without freeze dried mealworm powder, ²⁾DPMD25: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 25 g, ³⁾DPMD50: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 50 g, ⁴⁾DPMD75: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 75 g, ⁵⁾DPMD100: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 100 g, ⁶⁾Mean±SD (n=3), ⁷⁾Values with different superscripts within the column are significantly at α=0.05 by Duncan's multiple range test, ⁸⁾N.S.: Not significant.

<Table 6> Sensory evaluation of functional *Dasik* prepared with mixture of freeze dried mealworm powder and dried pollack powder

	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall quality
Control ¹⁾	5.13±0.32 ⁶⁾⁷⁾	4.83±0.41 ^b	5.30±1.11 ^{ab}	5.23±1.44 ^a	5.63±1.09 ^{ab}
DPMD25 ²⁾	5.40±0.28 ^{ab}	5.40±0.24 ^a	5.68±1.48 ^a	5.60±1.45 ^a	5.65±1.19 ^{ab}
DPMD50 ³⁾	5.70±0.46 ^a	5.38±0.50 ^a	6.18±0.54 ^a	5.55±0.77 ^a	6.05±0.85 ^a
DPMD75 ⁴⁾	5.53±0.46 ^a	5.25±0.48 ^a	5.77±0.80 ^a	5.10±0.74 ^{ab}	5.60±1.49 ^{ab}
DPMD100 ⁵⁾	5.25±0.35 ^{ab}	4.83±0.25 ^{ab}	4.88±1.47 ^b	4.53±1.53 ^b	4.45±1.49 ^b

¹⁾Control: Functional *Dasik* prepared without freeze dried mealworm powder, ²⁾DPMD25: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 25 g, ³⁾DPMD50: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 50 g, ⁴⁾DPMD75: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 75 g, ⁵⁾DPMD100: Functional *Dasik* prepared with freeze dried mealworm powder 100 g, ⁶⁾Mean±SD (n=3), ⁷⁾Values with different superscripts within the column are significantly at α=0.05 by Duncan's multiple range test.

은 5.13±0.32순으로 나타났다. 향(flavor)은 DPMD25, DPMD50, DPMD75는 상호간의 유의적인 차이가 없었으나 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 맛(taste)은 동결건조 밀웜 분말 50 g을 첨가한 DPMD50이 6.18±0.54로 가장 좋은 기호를 보였으며, DPMD75 > DPMD25 > control > DPMD100 순으로 기호도가 감소하였다. 조직감(texture)은 동결건조 밀웜 분말 25 g을 첨가한 DPMD25가 5.60으로 가장 높은 기호를 보였다. 전반적인 기호도(overall quality)는 DPMD50이 6.05±0.85로 나타나 가장 좋은 평가를 받았다. 관능검사 결과와 조직감 측정 결과를 이루어 짐작할 때 밀웜 북어다식을 제조 시 북어 분말을 단독으로 사용할 경우 물성이 매우 단단해졌는데, 단단한 물성 보다는 소프트한 촉감을 선호한다는 것을 짐작할 수 있었다. DPMD50의 색, 맛, 전반적인 기호도 3가지 항목에서 가장 높은 기호를 나타냈다. 즉, 동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 기능성 다식을 제조할 때 동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 1:1 비율로 첨가한 것이 가장 적절하였다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 식용곤충인 밀웜을 육류 대체식품으로 활용하고자 동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 기능성 다식을 제조하여 그 품질특성을 평가하였다.

1. 생 밀웜과 동결건조 밀웜의 일반성분은 수분을 제외하고는 모두 동결건조 밀웜의 일반성분 함량이 높았고 지방산 조성은 생 밀웜(RTM)의 포화지방산과 불포화지방산은 각각 23.22%와 76.78%를 나타내어 구성 비율은 1:3.31이었다. 동결건조 밀웜(FDTM)은 포화지방산과 불포화 지방산의 구성 비가 1:3.19이었다. 불포화지방산 중에는 oleic acid가 가장 많이 함유되어 있었으며 동결건조 밀웜(41.12%)이 생 밀웜(37.84%)에 비해 다소 높게 측정되었으나 두 시료간의 유의한 차이는 없었다.

2. 동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식의 색도를 측정된 결과 밀웜 분말의 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하였으며 a값은 증가하였다.

3. 동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기

능성 다식의 조직감을 TPA test로 분석한 결과 밀웜 분말의 첨가량이 증가할수록 경도, 탄력성, 씹힘성 및 감성이 유의적으로 낮아졌다.

4. 동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 제조한 기능성 다식의 관능평가를 실시한 결과 밀웜 분말 50 g 첨가한 DPMD50의 색, 맛, 전반적인 기호도가 가장 높았다.

5. 이상의 결과를 바탕으로 판단할 때, 동결건조 밀웜 분말과 북어 분말을 혼합하여 기능성 다식을 제조할 때 밀웜 분말과 북어 분말이 1:1의 비율로 혼합되었을 때였다. 이렇게 제조한 기능성 다식에는 단백질과 불포화 지방산함량이 높아 노인과 성장발육기에 육류 대체 식품소재로 이용 가능성이 기대된다. 아직까지 식용곤충은 소비자의 혐오감로 인하여 개발에 많은 제약이 따르고 있으며 일부 식용 곤충의 경우 미생물, 알레르기, 중금속 오염 등에 대한 약점이 있어 이에 대한 후속적인 연구도 필요하다 생각된다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1990. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, 15th Ed. AOAC Press, Gaithersburg, USA.

Bukkens SGF. 1997. The nutritional value of edible insects. Ecol. Food Nutr., 36(2-4):287-319.

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(1):9-14

Chung MY, Lee JY, Lee JC, Park KS, Jeong JP, Hwang JS, Goo TW, Yun EY. 2014. Establishment of self-specification and shelf-life by standardization of manufacturing process for lyophilized *Tenebrio Molitor* larvae. J. Seric. Entomol.

- Sci., 52(1):73-78
- Durst PB, Johnson DV, Leslie RN, Shono K. 2010. Edible forest insects as food. human bite back. RAP publication, Bangkok, Thailand, pp 74
- Ebbesson SOE, Voruganti VS, Higgins PB, Fabsitz RR, Ebbesson LO, Laston S, Harris WS, Kennish NJ, MacCluer JW, Umans JG, Howard BV. 2015. Fatty acids linked to cardiovascular mortality are associated with risk factors. *Int. J. Circumpolar Health*, 74(1):1-11
- Folch J, Lees M, Sloane SG. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226(1):497-509
- Ha JJ, Kim BK, Yi JK, Oh DY, Kim SS, Kim TK, Park YS. 2014. Cortisol and fatty acid contents in Hanwoo meat produced by antibiotics-free rearing system. *Reproductive and Developmental Biology*, 38(3):129-136
- Han JS, Kwan SA, Kim BY, Son EJ. 2014. Nutrition and food for health. *Jigu Culture*, Seoul, Korea
- Hegsted DM, Ausman LM, Johnson JA, Dallal GE. 1993. Dietary fat and serum lipids: an evaluation of the experimental data. *Am. J. Clin. Nutr.*, 57(6):875-883
- Hegsted M, Windhauser MM, Morris K, Susan L. 1993. Stabilized rice bran and oat bran lower cholesterol in humans. *Nutr. Res.*, 13(4):387-398
- Hwang SY, Bae GK, Choi SG. 2015. Preferences and purchase intention of *Tenebrio molitor* (Mealworm) according to cooking method. *The Korean Journal of Culinary Research*, 21(1):100-115
- Hwang SY, Choi SK. 2015. Quality characteristics of muffins containing mealworm (*Tenebrio Molitor*). *Korean J. Culin. Res.*, 21(3):104-115
- Kim HM, Kim JN, Kim JS, Jeong MY, Yun EY, Hwang JS, Kim AJ. 2015. Quality characteristics of patty prepared with mealworm powder. *Korean J. Food Nutr.*, 28(5):813-820
- Kim HS, Jung CE. 2013. Nutritional characteristics of edible insects as potential food material. *Korean J. Apiculture*, 28(1):1-8
- Kim HY. 2012. Effect of *Ulmus davidiana* powder on the quality of rice dasik. *Korean J. Community Living Sci.*, 23(3):307-316
- Kim SH, Kim KB, Noh JS, Yun EY, Choi SG. 2014. Quality characteristics of pasta with addition of mealworm (*Tenebrio molitor*). *Food Service Industry Journal*, 10(3):55-64
- Kim SY, Son YJ, Kim SH, Kim AN, Lee GY, Hwang IK. 2015. Studies on oxidative stability of *Tenebrio molitor* larvae during cold storage. *Korean J. Food Cook Sci.*, 31(1):62-71
- Kumar M, Sharma BD. 2004. The storage stability and textural, physicochemical and sensory quality of low-fat ground pork patties with carrageenan as fat replacer. *International J. Food Sci. Technol.*, 39(1):31-42
- Lee JE, Lee AJ, Jo DE, Cho JH, Youn KJ, Yun EY, Hwang JS, Jun MR, Kang BH. 2015. Cytotoxic effects of *Tenebrio molitor* larval extracts against hepatocellular carcinoma. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 44(2):200-207
- Lee JH, Whang JB, Nam JS, Han HG, Kim SM, Lim JY, Choi YM, Kim HR, Ki SN. 2016. Changes in food composition of *Tenebrio molitor* by life stage. *Korean J. Food Cook Sci.*, 32(5):656-663
- Lee JH, Woo KJ, Choi WS, Kim AJ, Kim MW. 2005. Quality characteristics of starch oddi dasik added with mulberry fruit juice. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 21(5):629-636
- Min KT, Kang MS, Kim MJ, Lee SH, Han JS, Ae-Jung Kim AJ. 2016. Manufacture and quality evaluation of cookies prepared with mealworm (*Tenebrio molitor*) powder. *Korean J. Food Nutr.*, 29(1):12-18
- Ministry of food and drug safety(MFDS). Ministry of food and drug safety notice 2016-18, Accessed March 7, 2016
- Mori TA, Bao DQ, Burke V, Puddey IB, Watts GF, Beilin LJ. 1999. Dietary fish as a major component of a weight-loss diet: effect on serum lipids, glucose, and insulin metabolism in overweight hypertensive subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70(5):817-825
- Park SJ, Song SW, Seong DH, Park DS, Kim SS, Gou JY, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. 2009. Biological activities in the extract of fermented *Codonopsis lanceolata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38(8):983-988
- Pemberton RW. 1988. The use of the Thai giant waterbug, *Lathocerus indicus* (Hemiptera: Belostomatidae) as human food in California. *Pan. Pac. Entomol.* 64(1):81-82
- Sah LP, Jung CE. 2012. Global perspective of edible insects as human food. *Kotran J Soil Zool*, 16(1):1-8
- Stamler J, Stamler R, Brown WV, Gotto AM, Greenland P, Grundy S, Hegsted M, Luepker RV, Neaton JD, Steinberg D, Stone N, Horn LV, Wissler RW. 1993. Serum cholesterol. doing the right thing. *Circulation*, 88(4):1954-1960
- Yoo JM, 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(2):249-254