

밀웜(갈색거저리) 분말 첨가 머핀의 품질 특성

황수영¹⁾ · 최수근^{2)¶}

경희대학교 조리외식경영학과¹⁾ · 경희대학교 조리·서비스경영학과^{2)¶}

Quality Characteristics of Muffins Containing Mealworm(*Tenebrio molitor*)

Su-Young Hwang¹⁾ · Soo-Keun Choi^{2)¶}

Dept. of Food Service Management, Kyunghee University¹⁾

Dept. of Culinary and Food Service Management, Kyunghee University^{2)¶}

Abstract

This study investigated the quality of muffins prepared with various concentrations of mealworm. Samples of muffins were prepared with the addition of 0, 1, 2, 4, 6 and 8% mealworm powder to the flour of basic formulation. The weight of muffins decreased as the concentration of the mealworm powder increased. The height indices of muffins containing mealworm powder were higher than that of the control. The volume index of the MW2(2%) muffin was the highest. The pH of muffins containing mealworm powder was higher than that of the control, although moisture content lower. Lightness and yellowness decreased with an increase in the mealworm powder concentration, but redness increased. No significant difference in hardness was found from increased powder concentration. The total polyphenol content and antioxidative activity measured by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity of muffins significantly increased as the concentration of the mealworm powder increased. Muffins containing 1~8% mealworm powder had acceptable sensory properties, such as flavor, taste, and overall acceptability. The results of this study suggest that mealworm powder is a good ingredient for consumer acceptability and functionality of muffins.

Key words: mealworm powder, muffin, quality characteristics, antioxidant activity, sensory evaluation, edible insect

I. 서론

예로부터 곤충은 동서양을 막론하고 식용으로 먹어 왔으며, 현재에도 일부 아시아와 아프리카 등지에서는 많은 종류의 곤충들을 식용으로 이용하고 있다. 곤충은 단백질과 불포화지방산을 다량 함유하고 있을 뿐만 아니라, 비타민, 무기질, 식이 섬유 및 탄수화물 등 대부분의 영양소를 함유하

고 있으므로 영양적 가치가 매우 우수하다고 보고되었다(Chung MY 등 2013). 2050년경 전 세계 인구는 90억 명에 달할 것으로 예상되며, 식량난에 대비하기 위해 국제식량농업기구(FAO)에서는 미래 식량자원으로 곤충의 개발에 주목하고 있다(Huis A 등 2013). 곤충의 식용화에 관한 연구는 국내보다 국외에서 활발하게 이루어지고 있으며, 일본은 곤충을 식·약용 소재화로 활용하기 위해

¶: 최수근, skchoi52@hanmail.net, 서울시 동대문구 회기동 1번지, 경희대학교 조리·서비스경영학과

관련 법률을 정비하였다. 국내의 경우 2011년 1월 곤충산업육성 5개년 계획을 발표하면서 국외에 비해 늦게 곤충산업에 대한 지원이 이루어지고 연구가 시작되었다(농촌진흥청, 2014). 식품공전에 등록이 되어 식용으로 유통 및 판매가 가능한 곤충은 누에와 버메뚜기가 있었으며, 2014년 7월 식품의약품안전처에서는 밀웜(갈색거저리 유충)도 새로운 식품원료로 한시적으로 인정하였다. 일반적으로 곤충을 식용으로 사용하기 위해서는 2010년 9월부터 식약청에서 시행하고 있는 ‘한시적 인정제도’에 따라 ‘새로운 식품원료의 안전성 평가 가이드라인’에 부합되는 식품만이 식약처에 한시적으로 인정받아 식품으로 사용이 가능한데, 밀웜은 영양성분 분석, 독성 시험 등 과학적인 안전성 입증을 통해 식품 원료로 인정받은 곤충이다. 갈색거저리(*Tenebrio molitor*)는 딱정벌레목 거저리과의 곤충으로 갈색 쌀거저리라고도 불리며, 한국을 비롯한 전 세계에 분포한다. 알, 유충, 번데기 및 성충의 시기를 거치는 완전변태를 하는 곤충으로 새나 애완동물의 먹이곤충으로 이용되고 있으며, 국외에서는 식용곤충으로도 이용되고 있다(Chung MY 등 2013). 현재 우리나라에도 밀웜을 대량생산하고 있는 사육농가가 형성되어져 있다. 밀웜의 영양성분은 수분이 2.90%, 조단백질이 50.32%, 조지방 33.70%, 조회분 3.76%, 조섬유 4.81%로 단백질 함량이 매우 높아 고단백 소재로 활용이 가능하다(Yo JM 등 2013). 밀웜과 관련된 선행연구로는 밀웜 식품 원료화를 위한 분말 제조 조건을 확립(Chung MY 등 2013), 밀웜의 영양성분 및 유해물질 분석에 따른 영양적 가치(Yoo JM 등 2013), 갈색거저리의 형태적 특징 및 한국산 갈색거저리로부터 분리된 항진균 단백질의 항균효과와 그 작용 범위에 대한 연구가 보고된 바가 있으나(Chung SJ 등 1995), 식품에 적용시킨 연구는 전무한 실정이다.

국민들의 식생활 양식이 서구화로 전환되어감에 따라 주식의 패턴이 바뀌고, 간편하게 식사를 해결하려는 사람들이 증가하면서 다양한 제과·

제빵류가 대중화 되고 있고, 그 수요도 증가하고 있다(Lee YS와 Chung HJ 2013, Jung KI 등 2011). 머핀은 밀가루 외에 우유와 계란 등을 주원료로 하여 구워내었기 때문에 영양가가 높고, 제조법이 간편할 뿐만 아니라, 우리나라 사람들의 기호에도 잘 맞아 아침식사 대용 또는 간식으로 많이 이용되고 있다(Jeon SY 등 2002, Cheon SY 등 2014). 최근 소비자의 구매 경향은 양보다 질을 추구하며, 고급화 및 다양화되어 가고 있으며, 건강에 대한 관심이 높아지면서 생리활성 성분들을 첨가한 식품을 선호하고 있는 추세이다(Yoon MH 등 2011-4). 이에 국내의 제과 제빵 분야에서도 건강 기능성 소재의 개발과 이를 이용한 제품 연구가 활발히 진행되고 있다. 기능성 천연 소재를 첨가한 머핀에 관한 대표적인 연구로는 인삼잎(Cheon SY 등 2014), 들깨잎(Yoon MH 등 2011), 보리순(Cho JS와 Kim HY 2014), 복분자(Ko DY와 Hong HY 2011), 빵잎(Lee HY 등 2011), 브로콜리 가루(Shin 등 2008), 부추 분말(Ryu 2008), 단호박 가루(Lee SM과 Joo NM 2007), 대추분말(Kim EJ과 Lee JH 2012)을 첨가한 머핀 등 다양한 연구들이 진행되어 있으나, 새로운 식량자원으로 부상하고 있는 고단백 식용곤충을 이용한 제과 제품에 대한 연구는 누에분말 및 누에 동충하초를 이용한 고추장(Bang HY 등 2004), 돈육패티(Kim IS 등 2008), 다식(Kim JE 2008), 식빵(Jung MH와 Park GS 2002)에 대한 연구가 있을 뿐, 다른 기능성 식물소재에 비해서는 연구가 미비한 실정이다. 밀웜에 대한 약리학적 건강 기능적 작용에 대해서는 국내외적으로 연구되어 있으나, 식품가공학적 적용에 대한 연구는 현재까지 미비한 실정이며, 고단백 식품 소재라 할지라도 애벌레 모습의 밀웜은 한국인의 정서상 식품으로 인식시키기에는 다소 무리가 있을 것으로 보인다. 그러므로 소비자의 거부감을 경감시키기 위한 식품 개발이 우선되어야 할 것이다. 이에 본 실험은 풍부한 영양 성분과 다양한 약리학적 기능을 가진 밀웜 분말을 밀가루 대체 첨가물로 사용하여 머핀을 제조

하고, 품질특성 및 항산화 활성을 조사함으로써, 밀웜을 식품 소재로의 활용하고 식품가공학적 이용성을 증대시켜 식용 곤충의 이용 확대 및 곤충 산업의 경쟁력을 높이기 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

밀웜은 경기도 화성에 위치한 경기곤충에서 구입하여 이용하였다. Kim YU(2014)를 참고하여 다음과 같은 과정을 거쳐 밀웜 분말을 제조하였다. 식품제조 시 맛과 향에 영향을 줄 수 있는 곤충의 소화관을 비우기 위하여 이를 정도 굵긴 후 세척을 한다. 세척한 후 100℃ 끓는 물에 살짝 데친 후 100℃ 온도의 오븐에서 10분 정도 섞어주면서 갈색이 나도록 구워준다. 구워준 밀웜을 50℃ 정도 온도로 맞춘 팬에서 2~3분 볶은 후 1시간 방냉하여 완전히 식혀준 다음, 믹서기(HR2100, Philips, Main power industrial Co., ltd, China)로 분쇄하여 40mesh 이하의 분말을 이용하였다. 머

핀의 기본적 재료는 박력분(Daehan flour mills Co., Busan, Korea), 달걀(Il-O chuksan, Daegu, Korea), 버터(Ottogi corp., Pyeongtaek, Korea), 우유(Busan milk, Busan, Korea), 백설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 소금(Young Jin Green Foods Co., Shinan, Korea), 베이킹파우더(Jenico, Jeonju, Korea)는 시중에서 구입하여 사용하였다. 항산화 활성 및 폴리페놀 함량 측정 등의 실험에 사용된 모든 시약 및 용매는 모두 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)사에서 구입한 분석급 시약을 사용하였다.

2. 머핀의 제조

머핀은 Jung KI와 Cho EK(2011)의 방법으로 제조하였다. 머핀은 <Table 1>의 배합비에 따라 크림법으로 제조하였다. 즉, 버터를 비터로 부드럽게 풀어 준 다음 소금, 설탕을 넣고 1분간 혼합하고, 달걀을 3번에 나누어 넣으면서 3분간 믹싱하였다. 그리고 체에 내린 박력분과 베이킹파우더, 밀웜 분말을 넣어 혼합한 후 우유를 넣고 반죽하였다. 머핀의 반죽은 유산지를 깐 머핀컵(5.5×

<Table 1> Formula for preparation the muffins containing mealworm

Ingredients (g)	Sample ¹⁾					
	MW0	MW1	MW2	MW4	MW6	MW8
Wheat flour	100	99	98	96	94	92
Mealworm powder	0	1	2	4	6	8
Butter	50	50	50	50	50	50
Sugar	65	65	65	65	65	65
Egg	50	50	50	50	50	50
Milk	50	50	50	50	50	50
Baking powder	2	2	2	2	2	2
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

¹⁾ MW0 : Flour without mealworm powder.
 MW1 : Flour with 1% mealworm powder.
 MW2 : Flour with 2% mealworm powder.
 MW4 : Flour with 4% mealworm powder.
 MW6 : Flour with 6% mealworm powder.
 MW8 : Flour with 8% mealworm powder.

4.5 cm)에 70 g씩 패닝하여 윗불 185℃, 아랫불 175℃로 예열된 전기오븐(TOPEZE T1-BN, Hwasin, Gwangju, Gyeonggi, Korea)에서 25분간 구워낸 다음 실온에서 1시간 방냉시킨 후 지퍼팩에 넣어 실온에 보관하면서 시료로 사용하였다.

3. 머핀의 중량, 높이, 부피, 비체적 및 굽기 손실률 측정

머핀의 중량과 높이, 부피는 오븐에서 구워낸 머핀을 실온에서 1시간 동안 냉각시킨 후, 한 처리군당 5개의 시료를 사용하여 각 시료당 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었으며, 높이는 머핀의 최고 높이 부분에서 종단으로 2등분한 단면을 측정하였다(Jung KI와 Cho EK 2011). 부피는 종자치환법으로 측정하였다(Pyler EJ 1979). 비체적은 머핀의 부피(mL)를 무게(g)로 나누어 계산하였다. 머핀의 굽기 손실률은 굽기 전 반죽의 중량과 구운 후 머핀의 중량을 이용하여 다음과 같은 계산식, 굽기 손실률(%)=[{굽기 전 반죽의 중량(g)-구운 후 머핀의 중량(g)}/굽기 전 반죽의 중량(g)]×100 으로 계산하였다.

4. 머핀의 pH, 수분함량 및 색도 측정

머핀의 pH는 머핀의 중앙부분에서 10 g을 취하여 비커에 넣고 증류수 40 mL를 가하여 stomacher(WS-400, Humancorp, Seoul, Korea)를 이용하여 1분간 균질화한 후 여과하여 pH meter(Orion 410A, Orion Research In., Boston, MA, USA)를 사용하여 각 시료 당 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다(Jung KI와 Cho EK 2011). 머핀의 수분함량은 머핀의 중앙부분에서 5 g을 정확히 취하여 항량접시에 균일하게 펼친 후 수분분석기(MB45, Ohaus, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 105℃ 상압가열 건조법으로 각 시료 당 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다. 머핀의 색도는 제조 후 실온에서 1시간 방냉시킨 후 머핀을 종단으로 2등분한 단면으로 내부의 색을 Chroma meter(CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc, Tokyo,

Japan)를 이용하여 측정한 후 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 나타내었다. 이때, 표준색은 Y=86.7, x=0.3151, y=0.3213으로 하였다.

5. 조직감 측정

머핀의 조직감은 Yoon MH 등(2011)의 방법을 변형하여 측정하였다. 머핀의 내부를 동일한 크기로 잘라 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 측정 조건은 최대 하중 2 kg, probe distance 3.00 mm, table speed 60 mm/min, distance 50%였으며, 모든 시료는 8회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

6. 머핀의 총 폴리페놀 함량 측정

시료 10 g에 70% 에탄올 40 mL를 넣고 10,000 rpm에서 5분간 균질화 시킨 후 24시간 추출하였다. 추출물을 3,500 rpm에서 10분간 원심분리 및 여과하여 시료로 사용하였다. 총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Denis 법(Folin과 Denis, 1912)에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 1 mL를 가하여 실온에서 3분간 반응시킨 후, 7.5% Na₂CO₃ 1 mL를 가한 후 암소에서 1시간 동안 방치한 후 분광광도계(Ultrospec 1000, Pharmacia Biotech, Cambridge, UK)를 사용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 garlic acid를 표준물질로 한 표준곡선에 의하여 산출하였다.

7. 머핀의 DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능의 측정은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 70% 에탄올로 24 추출한 상기의 시료 0.4 mL에 0.4 mM DPPH 에탄올 용액 0.8 mL를 진탕 혼합하고, 10분간 방치 후 분광광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 계산식에 준하여 계산하였다.

DPPH radical scavenging ability(%)

$$= \{1 - (\text{시료첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도})\} \times 100$$

증하였다.

III. 결과 및 고찰

8. 관능검사

머핀에 대한 관능검사는 경희대학교 학생 30명을 대상으로 본 연구의 취지와 관능검사와 관련된 교육을 실시한 후 관능검사를 실시하였다. 갓 구워낸 머핀을 실온에서 2시간 동안 방냉시킨 후 외관을 평가하기 위한 머핀 하나와, 기타 관능검사를 실시하기 위해 시료의 중간부분을 일정한 크기(4×4×3 cm)로 잘라 각각을 흰 접시에 담아 물과 함께 실온에서 동시에 제공하였다. 외관, 내부 색, 풍미, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에 대해서 각각 7점 평점법으로 측정하였으며, 1점은 ‘매우 나쁘다’, 4점은 ‘보통이다’, 7점은 ‘매우 좋다’로 하였다(Jung KI와 Cho EK 2011).

9. 통계분석

실험결과의 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, version 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며, 각 처리구간 유의성은 Duncan’s multiple range test에 의하여 검

1. 머핀의 중량, 부피, 비체적, 굽기 손실을 및 높이

밀웜 분말 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 무게, 부피, 비체적, 굽기 손실률 및 높이에 대한 결과는 <Table 2>에 나타내었다. 밀웜 분말 첨가 머핀의 중량은 63.15~63.90 g으로 밀웜 분말 첨가량이 증가할수록 머핀의 중량은 감소하였다. 머핀의 높이는 MW0가 5.65 cm로 가장 낮았으며, 밀웜 분말 첨가구는 5.68~5.90 cm로 MW0보다 높았다. Yoon MH 등(2011)은 들깨잎 분말 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이가 증가하였다고 보고하였고, 복분자 분말 첨가 머핀(Ko DY와 Hong HY 2001)과 다시마 머핀(Kim JH 2008)은 부재료의 첨가량이 증가할수록 높이가 감소하였다고 보고하여 첨가하는 부재료의 종류에 따라서 각기 다른 결과를 나타내고 있다. 이러한 실험 결과의 차이는 첨가된 부재료 종류와 각각의 성분 조성의 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 머핀의 부피의 경우, 밀웜 분말 2% 첨가구까지는 첨가 농도가 증가할수록 부피가 증가하였으나, 4% 이상 첨

<Table 2> Weight, height, volume, specific volume and baking loss rate of muffin containing mealworm

Sample ¹⁾	Weight (g)	Height (cm)	Volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss rate (%)
MW0	63.85±0.57 ^{2)bc}	5.65±0.06 ^a	160.00±1.41 ^a	2.50±0.00 ^a	9.39±0.08 ^{ab}
MW1	63.90±0.23 ^c	5.68±0.17 ^a	170.25±1.50 ^b	2.68±0.05 ^b	9.10±0.33 ^a
MW2	63.60±0.35 ^{bc}	5.90±0.18 ^b	173.75±1.89 ^c	2.73±0.05 ^b	9.56±0.49 ^{ab}
MW4	63.48±0.25 ^{ab}	5.75±0.10 ^{ab}	161.25±2.50 ^a	2.53±0.06 ^a	9.84±0.36 ^{bc}
MW6	63.20±0.18 ^a	5.80±0.12 ^{ab}	160.75±2.22 ^a	2.55±0.05 ^a	10.31±0.26 ^c
MW8	63.15±0.29 ^a	5.78±0.05 ^{ab}	160.75±1.50 ^a	2.53±0.10 ^a	10.17±0.41 ^c

¹⁾ Refer to <Table 1> for abbreviations.

²⁾ Mean±S.D.

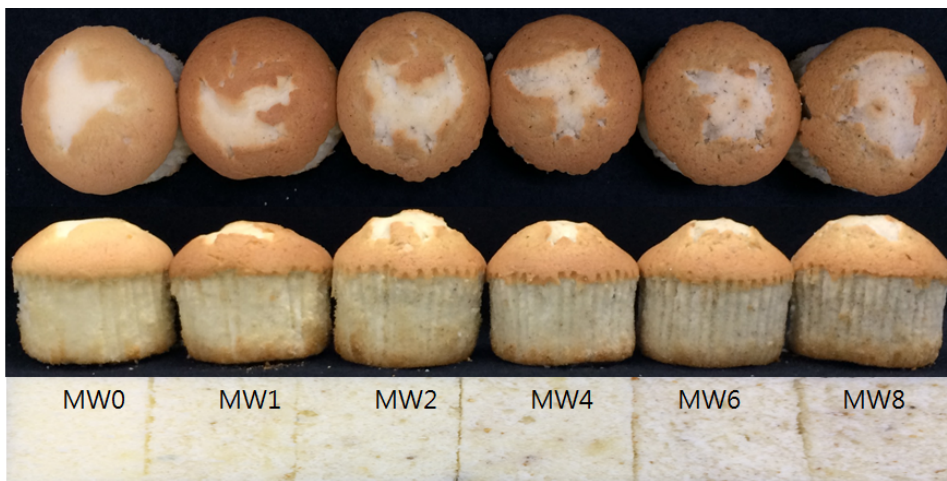
³⁾ Means with different letters within a column are significantly different from each other at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

가구부터는 다소 감소하는 경향을 나타내었으나, 밀웜 첨가 머핀의 부피는 MW0(160 mL)와 유사하거나 높았다. Kim과 Shin(2009)은 밀 이외의 혼합분으로 빵을 제조할 경우 이에 해당되는 글루텐 감소에 따라 부피가 감소한다고 보고하였는데, 본 실험에서는 밀웜 분말 대체가 머핀의 부피에는 뚜렷한 영향을 주지 않았다. 머핀의 비체적도 부피의 변화와 유사하여 MW2를 중심으로 첨가량이 증가할수록 비체적은 감소하였다. 굽기 손실률은 MW1이 9.10%로 가장 낮았으며, 밀웜 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

<Fig. 1>은 머핀의 외관을 나타낸 것이다. <Fig. 1>의 사진에서 보는 바와 같이, 측면의 높이 및 너비가 모든 머핀이 유사하며, 밀웜 분말 첨가량에 따른 가시적인 부피의 변화는 관찰되지 않았다. 머핀 내부의 기공의 모양은 밀웜 분말 첨가량이 증가할수록 불규칙하고 거칠었다. 매생이 첨가량이 증가함에 따라 글루텐 함량이 적어서 두꺼운 세포벽과 거친 기공을 나타낸 매생이 가루 첨가 머핀(Seo EO 등 2012)의 결과와 유사하게 나타났다.

2. 머핀의 pH, 수분함량 및 색도

밀웜 분말의 첨가량에 따른 머핀의 pH, 수분함량 및 색도의 변화는 <Table 3>에 나타내었다. 밀웜 분말을 첨가한 머핀의 pH는 7.26~7.33으로 MW0(7.26)에 비해 pH가 높았으며, MW6이 7.33으로 가장 높았다. 밀웜 분말 첨가량에 따른 pH의 증가는 갈색거저리 고유의 pH(pH 7.34; 결과에는 나타내지 않음)가 머핀의 pH에 영향을 준 것으로 판단된다. MW0, MW1, MW2 및 MW4의 수분함량은 각각 31.75%, 31.51%, 31.70% 및 31.39%로 MW0와 유의적인 차이는 없었으나, MW6과 MW8은 30.84%, 30.83%로 MW0에 비해 유의적으로 낮았다. 대추분말(Kim EJ과 Lee JH 2012) 및 자색고구마 분말(Ko SH와 Seo EO 2010) 첨가 머핀도 분말 첨가량이 증가할수록 수분함량이 감소한다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 명도를 나타내는 L값은 MW0이 85.50으로 가장 높았으며, 밀웜 분말 첨가 머핀은 79.43~84.73으로 밀웜 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하였다. 적색도를 나타내는 a값은 MW0가 밀웜 분말 첨가에 비해 낮았으며, 밀웜 첨가량이 증가할수록 증가하였다($p < 0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 밀웜 분말 첨가에 의해 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 색도의 변화는 밀웜 분말 고유의 색택에 의한 것으로 <Fig. 1>에서 보는 바와 같이, 밀웜



<Fig. 1> External and internal appearance of muffins containing mealworm. Refer to <Table 1> for abbreviations.

<Table 3> pH, moisture contents and Hunter's color value of muffin containing mealworm

Sample ¹⁾	pH	Moisture contents (%)	Hunter's color value		
			L-value	a-value	b-value
MW0	7.26±0.05 ^{2)a}	31.75±0.25 ^b	85.50±1.39 ^c	-3.84±0.01 ^a	21.68±0.07 ^c
MW1	7.29±0.04 ^{ab}	31.51±0.20 ^b	84.73±0.93 ^c	-3.85±0.02 ^a	21.10±0.01 ^b ^c
MW2	7.30±0.02 ^{ab}	31.70±0.53 ^b	83.71±1.70 ^b	-3.78±0.02 ^a	20.70±0.00 ^b
MW4	7.31±0.05 ^{ab}	31.39±0.43 ^b	79.78±0.67 ^a	-2.82±0.01 ^b	18.18±0.50 ^a
MW6	7.33±0.02 ^b	30.84±0.26 ^a	80.21±0.67 ^a	-2.26±0.29 ^c	18.63±0.02 ^a
MW8	7.32±0.01 ^{ab}	30.83±0.33 ^a	79.43±1.50 ^a	-2.15±0.20 ^c	18.23±0.71 ^a

¹⁾ Refer to <Table 1> for abbreviations.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Means with different letters within a column are significantly different from each other at $p<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

분말 첨가량이 증가할수록 머핀이 어둡고 붉어지는 경향을 나타내었다.

3. 조직감

밀웜 분말을 첨가한 머핀의 조직감은 <Table 4>에 나타내었다. 밀웜을 첨가한 머핀의 경도는 1,670~1,794 g/cm²로 밀웜 분말 첨가 농도에 따른 유의적 차이는 관찰되지 않았다. 머핀의 경도는 4% 이하의 첨가량에서는 MW0보다 낮았으나,

6~8% 첨가량에서는 MW0보다 높았다. MW2가 1,680 g/cm²로 가장 낮았는데, 이는 MW2가 처리구 중 부피(Table 2)가 가장 높았던 것에 기인하는 것으로 판단되며, 이러한 이유에서 머핀의 탄력성도 MW2가 40.00%로 처리구 중 가장 높게 나타난 것으로 판단된다. 감귤 과피를 첨가한 머핀(Oh SW와 Chung KH 2014)은 10% 첨가구까지는 경도가 감소하였으나, 15% 첨가구는 경도가 증가하여 가장 단단한 머핀이 제조되었다고 보고하여

<Table 4> Textural characteristics of muffin containing mealworm.

Sample ¹⁾	Hardness (g/cm ²)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Chewiness (g)
MW0	1,722.75±240.13 ^{2)a}	30.11±2.65 ^a	34.58±2.86 ^a	33.13±4.80 ^{ab}
MW1	1,670.13±193.50 ^a	30.33±3.11 ^a	36.01±2.23 ^{ab}	30.40±2.30 ^{ab}
MW2	1,680.88±140.14 ^a	29.96±3.28 ^a	40.00±3.33 ^d	30.20±2.88 ^a
MW4	1,720.63±119.24 ^a	29.65±2.43 ^a	38.82±1.68 ^{bcd}	31.26±2.30 ^{ab}
MW6	1,742.88±207.52 ^a	31.03±2.43 ^{ab}	39.05±3.68 ^{cd}	34.55±5.97 ^{bc}
MW8	1,794.63±88.31 ^a	32.38±5.62 ^b	36.85±1.41 ^{abc}	38.37±3.48 ^c

¹⁾ Refer to <Table 1> for abbreviations.

²⁾ Mean±SD.

³⁾ Means with different letters within a column are significantly different from each other at $p<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

본 실험의 경도 변화와 유사하였다. 선행연구에 의하면 보리순(Cho JS와 Kim HY 2014)과 단호박(Lee SM과 Joo NM 2007) 분말 첨가 머핀의 경도는 첨가량이 증가할수록 증가하였고, 청국장 머핀(Seo EO 등 2009)은 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다고 보고하고 있어, 첨가되는 재료에 따라 경도 변화도 각기 다르게 나타나는 것으로 판단된다. 응집성은 MW8이 32.38%로 가장 높았고, MW1, MW2, MW4의 응집성은 각각 30.33(%), 29.96(%), 29.62(%로 밀웜 분말의 첨가량이 높을수록 감소하였으나, MW0와 유의적 차이는 나타내지 않았다. 씹힘성은 1~2% 첨가에 의해 감소하였으나, 4% 이상 첨가에 의해 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 4% 이상의 밀웜 분말의 첨가에 의해 경도 및 씹힘성의 증가는 글루텐 형성의 약화로 인한 머핀의 망상구조가 잘 발달되지 못하여 머핀의 밀도가 증가하였기 때문(Ko DY와 Hong HY 2011)으로 판단된다. 즉, 부드럽고 씹힘성이 좋으며, 탄력성이 높은 머핀을 제조하기 위해서는 2% 이하가 적절한 첨가 농도라고 판단된다.

4. 머핀의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

밀웜 분말을 첨가한 머핀의 총 폴리페놀 함량

과 DPPH 라디칼 소거능을 조사한 결과는 <Table 5>에 나타내었다. MW0의 총 폴리페놀 함량은 493.522 $\mu\text{g/mL}$ 로 처리구중 가장 낮았다. MW1, MW2, MW4, MW6, MW8의 총 폴리페놀 함량은 각각 514.77, 532.54, 548.05, 551.01, 565.64 $\mu\text{g/mL}$ 로 밀웜 분말 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량도 유의적으로 증가하였다. 머핀의 DPPH 라디칼 소거능은 MW0가 19.97%로 가장 낮았으며, MW1, MW2, MW4, MW6, MW8의 DPPH 라디칼 소거능은 각각 28.90%, 31.57%, 33.23%, 40.06%, 51.29%를 나타내어 밀웜 분말 첨가에 의해 DPPH 라디칼 소거능은 증가하였으며, 첨가량에 비례하여 DPPH 라디칼 소거능도 높았다. Jung과 Cho(2011)는 현미분말 첨가 머핀의 DPPH 라디칼 소거능이 17.61~28.01%로 대조군(9.95%)에 비해 높았고, 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Koo HY(2014)이 갈색거저리의 건조방법 및 추출용매에 따른 DPPH 라디칼 소거능을 조사한 결과, 동결 건조한 갈색거저리의 methanol 추출물이 71.9%로 가장 높았고, distilled water 추출물(66.7%), ethanol 추출물(63.0%)의 순으로 나타났으며, 열풍건조 조건에서는 distilled water 추출물에서 73.4%, methanol, ethanol 추출물이 각각 54.0%, 44.1%를 나타났다고 보고하여, 밀

<Table 5> Total polyphenol contents and DPPH radical scavenging activity of muffin containing mealworm

Sample ¹⁾	Total polyphenol contents ($\mu\text{g/mL}$)	DPPH radical scavenging activity (%)
MW0	493.52±2.77 ^{2)a}	19.98±0.20 ^a
MW1	514.77±1.74 ^b	28.90±0.29 ^b
MW2	532.54±1.39 ^c	31.57±0.45 ^c
MW4	548.05±1.92 ^d	33.23±0.20 ^d
MW6	551.01±2.44 ^d	40.06±0.59 ^e
MW8	565.64±1.05 ^e	51.29±0.25 ^f

¹⁾ Refer to <Table 1> for abbreviations.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Means with different letters within a column are significantly different from each other at $p<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

웜 분말 첨가를 통해 DPPH 라디칼 소거활성으로 인한 항산화 활성을 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 본 실험의 결과, 밀웜 분말 항산화 활성은 제과 과정의 가열 공정 이후에도 높게 유지되는 것으로 나타나, 머핀 제조시 밀웜 분말의 첨가는 머핀의 기능성 향상에 기여할 것으로 판단된다.

5. 관능검사

밀웜 분말 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 관능검사 결과는 <Table 6>에 나타내었다. 외관은 MW0가 4.93을 나타내었고, 밀웜 분말 첨가구는 5.10~5.83로 MW0에 비해 높았다. 처리구 중 외관에 대한 기호도 MW2이 5.83으로 가장 높았고, 다음은 MW가 5.77로 높았다. 내부색에 대한 기호도는 MW1(5.67)>MW2(5.63)>Control(5.33)>MW4(5.13)>MW6(4.83)>MW8(4.63)의 순으로 나타났다. 이는 밀웜 부위 중 색이 짙은 부분이 머핀에 노출되면서 내부색의 기호도에 영향을 미친 것으로 보인다. 그러나 모든 처리구들이 4점 이상의 평점을 받아 내부 색에 대한 기호도는 보통 이상으로 나타났다. 이는 다양한 부재료를 이용한 제과 및 제빵 제품에 대한 소비자의 경험이 많아지면서 다양한 부재료 입자의 가시화 및 색의 변화

에 소비자들은 적응하고 있으며, 이러한 변화들이 관능적 기호도에는 뚜렷한 거부감을 나타내지 않기 때문인 것으로 판단된다. 풍미는 외관 및 내부색에 대한 기호도와는 다른 양상을 나타내었는데 즉, MW0(4.17)에 비해 밀웜 분말 첨가 머핀(4.67~5.91)이 유의적으로 높았으며, 첨가량이 증가함에 따라 풍미에 대한 기호도도 증가하였다. 밀웜 분말의 향은 새우 분말과 유사한 향을 가져 관능검사시 뚜렷한 거부감이 없었으며, 이는 갈색거저리 분말의 고소한 향이 머핀의 단향과 조화되어 머핀의 풍미 형성에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 맛은 MW0가 4.23으로 가장 낮았고, 갈색거저리 분말 첨가구는 MW0보다 높았다. MW2까지는 밀웜 첨가량이 증가할수록 맛에 대한 기호도는 증가하였으나, MW4 이상에서는 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 조직감은 맛의 결과와 유사하게 2% 이하의 첨가에 의해서는 기호도가 증가하였으나, 4% 이상 첨가에 의해서는 기호도가 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 밀웜 첨가구는 MW0보다 조직감이 우수하다고 평가되고 있으며, 밀웜 첨가구중 MW2(5.67)와 MW4(5.43)이 높게 평가되었다. 전반적인 기호도는 MW2가 6.33으로 가장 높았으며, 다음은 MW4가 6.13으로 높았다. 밀웜 첨가 머핀의 전반적인 기

<Table 6> Sensory characteristics of muffin containing mealworm

Sample ¹⁾	Appearance	Crumb color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
MW0	4.93±0.37 ^{2)a}	5.33±0.71 ^{cd}	4.17±0.46 ^a	4.23±0.77 ^a	4.27±0.83 ^a	4.73±0.91 ^a
MW1	5.27±0.45 ^a	5.67±0.84 ^d	4.67±0.55 ^b	5.37±0.49 ^b	4.80±0.76 ^a	5.33±0.96 ^b
MW2	5.83±0.70 ^b	5.63±0.67 ^d	5.40±0.97 ^c	6.33±0.80 ^c	5.67±0.80 ^a	6.33±0.76 ^d
MW4	5.77±0.86 ^b	5.13±0.57 ^{bc}	5.57±0.82 ^{cd}	6.10±0.99 ^c	5.43±0.63 ^a	6.13±0.78 ^d
MW6	5.17±0.59 ^a	4.83±0.91 ^{ab}	5.77±1.07 ^{cd}	5.83±0.83 ^b	4.87±0.86 ^a	5.57±0.50 ^c
MW8	5.10±0.66 ^a	4.63±0.85 ^a	5.97±0.89 ^d	5.93±1.05 ^b	4.70±0.47 ^a	5.30±0.47 ^b

¹⁾ Refer to <Table 1> for abbreviations.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Means with different letters within a column are significantly different from each other at $p<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

호도는 MW0에 비해서 유의적으로 높았다. 머핀의 부피 및 높이, 관능적 특성 등을 고려하였을 때 밀웜 분말의 최적 첨가량은 2%로 나타났으나, 8%까지 첨가 농도를 높여도 머핀의 제품화에 뚜렷한 영향을 주지 않을 것으로 판단된다. 새로운 식량자원으로 떠오르는 밀웜 영양적 및 항산화 활성과 기능적 특성을 고려하였을 때 우수한 식품소재로 충분히 활용가치가 있는 것으로 판단되며, 머핀은 밀웜을 식품 소재로 다량 소비하고, 소비자의 곤충에 대한 관능적 거부감을 해소하기 위한 적절한 제품군이라고 판단된다. 본 실험의 결과, 밀웜 분말 첨가는 기존 머핀에 비해 항산화 활성이 높았고, 외관, 풍미, 맛, 조직감, 전반적인 기호도의 측면에서 일반 머핀에 비해 우수하게 평가되어 다양한 영양성분을 함유한 밀웜의 다양한 영양성분과 항산화 활성과 같은 기능성은 식품 소재로 충분히 활용가치가 있으며, 밀웜 첨가로 인해 항산화 효과와 같은 기능성이 향상된 제품 개발도 가능할 것으로 판단된다.

IV. 요약 및 결론

본 실험은 풍부한 영양성분과 다양한 약리학적 기능을 가진 밀웜 기능성 식품 소재로의 활용하기 위해 밀웜 분말을 밀가루 대체 첨가물로 사용하여 제조한 머핀의 품질특성과 항산화 활성을 조사하였다. 머핀의 무게는 밀웜 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 머핀의 높이는 MW0가 가장 낮았고, MW2가 가장 높았다. 부피는 밀웜 분말 2% 첨가구까지는 첨가 농도가 증가할수록 증가하였으나, 4% 이상 첨가구부터는 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 밀웜 분말을 첨가한 머핀의 pH는 7.29~7.33으로 MW0(7.26)에 비해 높았으며, MW0, MW1, MW2 및 MW4의 수분함량은 각각 31.75%, 31.51%, 31.70% 및 31.39%로 MW0와 유의적인 차이는 없었다. L값과 b값은 밀웜 첨가구가 MW0에 비해 낮았으며, 밀웜 첨가량이 증가할수록 감소하였다. a값은 MW0가 밀웜

분말 첨가구에 비해 낮았으며, 밀웜 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 머핀의 경도는 MW6과 MW8은 MW0보다 높았으나, 처리구별 유의적 차이는 없었다. 탄력성은 MW2가 40.00%로 처리구 중 가장 높게 나타났고, 응집성은 MW8이 32.38%로 가장 높았다. MW0의 총 폴리페놀 함량은 493.522 $\mu\text{g/mL}$ 로 처리구 중 가장 낮았으며, 밀웜 분말 첨가 머핀은 514.77~565.64 $\mu\text{g/mL}$ 로 밀웜 분말 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량도 유의적으로 증가하였다. 머핀의 DPPH 라디칼 소거능은 MW0가 19.97%로 가장 낮았으며, MW8이 51.29%로 가장 높았다. 관능검사 결과, 외관은 밀웜 분말 첨가구가 5.10~5.83으로 MW0(4.93)에 비해 높았고, 내부색에 대한 기호도는 MW1(5.67)과 MW2(5.63)가 MW0(5.33)에 비해서 높았다. 풍미는 밀웜 분말 첨가 머핀이 MW0에 비해 유의적으로 높았으며, 첨가량이 증가함에 따라 풍미에 대한 기호도도 증가하였다. 맛은 MW0가 4.23으로 가장 낮았고, 밀웜 분말 첨가구는 MW0보다 높았다. 전반적인 기호도는 밀웜 첨가구가 MW0보다 유의적으로 높았으며, MW2가 6.33으로 가장 우수한 평가를 받았다. 본 연구에서는 단백질 함량이 높은 밀웜 분말을 밀가루를 대체하여 머핀을 제조하여 품질특성을 살펴봄에 따라 건강에 대한 관심이 높은 소비자의 기호도를 반영한 기능성 머핀을 제조하였다. 이에 밀웜을 활용한 메뉴에 대한 조리방법 확립에 기초자료로서 활용이 가능하다고 판단된다. 그리고, 향후 연구에서는 밀웜을 활용한 메뉴를 다양하게 개발하고 품질특성을 조사함으로써 밀웜에 대한 혐오감을 느끼는 일반 소비자들의 인식을 개선시키고자 한다.

한글 초록

본 연구는 밀웜 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 품질특성을 살펴보는 것이다. 머핀을 제조할 때 밀웜 분말은 밀가루를 대체하여 0, 1, 2, 4, 6, 8 %를 첨가하였다. 중량은 밀웜 분말 첨가

량이 증가함에 따라 감소하였으며, 높이는 대조군에 비해 밀웜 분말을 첨가한 머핀이 더 높게 나타났다. 머핀의 부피는 MW2(2%)가 가장 높게 나타났다. pH는 밀웜 분말의 첨가량이 증가함에 따라 높게 나타났으며, 수분함량은 밀웜 첨가군이 대조군에 비해 낮게 나타났다. 명도와 황색도는 밀웜 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였으나, 적색도는 증가하는 경향을 나타내었다. 경도는 밀웜 분말 첨가량의 증가에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과, 밀웜 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 1~8% 밀웜 분말을 첨가하게 제조한 머핀의 관능검사 결과, 풍미, 맛, 전반적인 기호도가 높게 나타났다. 이와 같은 결과로 밀웜 분말은 소비자 기호도를 반영한 기능성 머핀을 제조할 수 있는 좋은 식품소재라 할 수 있다.

참고문헌

- 김용욱 (2014). 뽕잎이 몰랐던 식용곤충식. 범우, 62-63, 경기.
- 농촌진흥청 (2014). 식용곤충과 조리. RDA, 5-12, 전주.
- Bang HY, Park MH, Kim GH (2004). Quality characteristics of *kochujang* prepared with *Paecilomyces japonica* from silkworm. *Korean J Food Sci Technol* 36(1):44-49.
- Blois MS (1958). Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181(26): 1199-1200.
- Cho JS, Kim HY (2014). Quality characteristics of muffins by the addition of dried barley sprout powder. *Korean J Food Cookery Sci* 30(1): 1-10.
- Cheon SY, Kim KH, Yook HS (2014). Quality characteristics of muffins added with ginseng leaf. *Korean J Food Cook Sci* 30(3):333-339.
- Chung MY, Kwon EY, Hwang JS, Goo TW, Yun EY (2013). Pretreatment conditions on the powder of *Tenebrio molitor* for using as a novel food ingredient. *J Seric Entomol Sci* 51(1): 9-14.
- Chung SJ, Lee YH, Chung JH, Lee BR, Han DM (1995). Antifungal effect and activity spectrum of crude antifungal proteins from hemolymph of larvae of *Tenebrio molitor* in Korea. *Kor J Mycol* 23(3):232-237.
- Folin O, Denis W (1912). On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-249.
- Huis A, Vanlterbeeck J, Mertens E, Halloran A, Muir G (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Jeon SY, Jeong SH, Kim HC, Kim MR (2002). Sensory characteristics of functional muffin prepared with ferulic acid and p-hydroxybenzoic acid. *Korean J Food Cook Sci* 18(5): 476-481.
- Jung MH, Park GS (2002). Effect of *Paecilomyces japonica* and *Cordyceps militaris* powder on quality characteristics of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31(5):743-748.
- Kim IS, Jin SK, Jo CR, Lee MH, Jang AR (2008). Quality characteristics of pork patties containing silkworm powder and vegetable worm (*Paecilomyces japonica*) during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28(5):821-528.
- Kim JE (2008). Quality characteristics of *dasik* with added silkworm powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 18(2):221-225.
- Jung KI, Cho EK (2011). Effect of brown rice flour on muffin quality. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(7):986-992.
- Jung KI, Cho EK, Choi YJ (2011). Food quality of muffin with germinated brown rice soaked

- in mycelial culture broth of *Phellinus linteus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(6):875-884.
- Kim JH, Kim JH, Yoo SS (2008). Impacts of the proportion of sea-tangle on quality characteristics of muffin. *Korean J Food Cook Sci* 24 (5):565-572.
- Kim JN, Shin WS (2009). Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 41(1):69-76.
- Kim EJ, Lee JH (2012). Qualities of muffins made with jujube powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(12):1792-1797.
- Ko DY, Hong HY (2011). Quality characteristics of muffins containing *bokbunja* (*Rubus coreus* Miquel) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 21(6):863-870.
- Ko SH, Seo EO (2010). Quality characteristics of muffin containing purple colored sweetpotato powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(2): 272-278.
- Koo HY (2014). A study on the growth performance and carcass characteristics due to supply of th mealworm beetle (*Tenebrio molitor* L.). PhD Thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea pp 68-69.
- Lee YS, Chung HJ (2013). Quality characteristics of muffins supplemented with freeze-dried apricot powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(6):957-963.
- Lee HY, Jung HA, Kim DH, Kwon HJ, Lee MH, Kim AN, Park CS, Yang KM, Bae HJ (2011). Studies on functional properties of mulberry leaf extracts and quality characteristics of mulberry leaf muffins. *Korean J Food Cookery Sci* 27(4):27-34.
- Lee SM, Joo NM (2007). The optimization of muffin with the addition dried sweet pumpkin powder. *J Korean Diet Assoc* 13(4):368-378.
- Oh SW, Chung KH (2014). Physicochemical and sensory properties of muffins with added powdered tangerine peel. *Food Eng Prog* 18(3): 177-185.
- Pyler EJ (1979). Physical and chemical test method. *Baking Science and Technology*. pp 891.
- Ryu SY, Jung HS, Park SH, Shin JH, Jung HA, Joo NM (2008). Optimization of muffins containing dried leek powder using response surface methodology. *J Korean Diet Assoc* 14(2): 105-113.
- Seo EO, Kim KO, Ko SH, Park JH, Han EJ, Cha KO, Ko EH (2012). Quality characteristics of muffins containing *maesangi* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 22(3):414-421.
- Seo EO, Ko SH, Kim KW (2009). Qualitative characteristics of muffins containing *Chungkukjang* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 19(4):635-640.
- Shin JH, Yeon RS, Lee SM, Jeong HS, Paik JE, Joo NM (2008). Optimization of formulation condition for muffins with added broccoli powder. *Korean J Food Culture* 23(5):621-628.
- 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.
- Yoon MH, Kim KH, Kim NY, Byun MY, Yook HS (2011). Quality characteristics of muffin prepared with freeze dried-perilla leaves(*Perrilla frutescens* var. *japonica* Hara) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(4):581-585.

2015년 05월 11일 접수

2015년 05월 24일 1차 논문수정

2015년 06월 14일 논문 게재확정