

갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 쌍별귀뚜라미 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 활성

장한별^{1,†} · 백주연^{1,†} · 최윤상² · 장혜원^{1,*}

¹성신여자대학교 바이오식품공학과, ²한국식품연구원 가공공정연구단

Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies prepared with *Tenebrio molitor*, *Protaetia brevitarsis*, and *Gryllus bimaculatus* powder

Han-Byeol Jang^{1†}, Ju-yeon Baek^{1†}, Yun Sang Choi², and Hae Won Jang^{1,*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Sungshin Women's University

²Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute

Abstract In this study, the quality characteristics of rice cookies supplemented with different types of insect powder (*Tenebrio molitor*, *Protaetia brevitarsis*, and *Gryllus bimaculatus*) were assessed according to the quantity of insect powder used (0, 1, 2.5, 5, and 7.5 g). No significant differences were observed in rice cookie densities or water content. The pH value and spread factor decreased with increasing insect powder content ($p<0.05$); however, a significant increase was observed in the loss rate ($p<0.05$). Crude ash, crude fat, and crude protein content significantly increased with higher concentrations of insect powder ($p<0.05$). Moreover, lightness and yellowness decreased, whereas redness increased with higher insect powder concentrations ($p<0.05$). Hardness significantly decreased, whereas the antioxidant capacities of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radicals increased with higher insect powder concentrations ($p<0.05$). Finally, insect powder can prove a valuable resource in rice cookie production, considering its nutritional value, consumer preference, and antioxidant properties.

Keywords: Rice cookies, *Tenebrio molitor*, *Protaetia brevitarsis*, *Gryllus bimaculatus*, Quality characteristics

서 론

세계식량기구(FAO)에 따르면 2050년까지 인구가 90억명에 도달하며, 현재의 식량 생산의 2배가 필요할 것이라고 예상하고 있다(FAO, 2013). 이에 따라 미래 식량 공급원으로 주목받고 있는 식용 곤충은 그 수가 약 1,900여종이며, 전세계 약 20억명의 인구가 섭취하고 있다(FAO, 2013). 곤충은 대부분의 가축보다 높은 단백질 함량을 보이며 불포화지방산 및 필수지방산도 함유하여 영양학적인 면에서의 식품소재화 가능성을 보여준다(Jung, 2013). 또한 온실가스와 암모니아 배출량이 가축에 비해 현저히 낮아 친환경적인 대체 식품이다(FAO, 2013).

현재 국내에서 허용하고 있는 식용곤충은 2021년에 새롭게 인정된 '폴무치'를 포함하여 메뚜기, 누에, 백강잠, 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 장수풍뎅이 유충, 쌍별귀뚜라미, 아메리카왕거저리 유충, 수벌번데기로 총 10종이다. 이러한 식용곤충은 모두 고단백, 고불포화지방산, 미네랄 등을 함유하여 영양적

가치가 매우 높은 것으로 조사된다(Yun 등, 2016). 또한 경제협력개발기구(OECD)와 한국식품의약품안전처(MFDS)의 기준에 근거한 유전독성 및 일반독성의 평가에 따라 인체에 해로운 독성 물질도 거의 없는 것으로 보고되었다(Noh 등, 2015). 한국 식품의약품안전처는 2021년 3월 식용곤충의 중금속 기준을 개설하여 식용곤충 전체 납, 카드뮴 및 무기비소 0.1 mg/kg 기준치 이하로 적용하였다(Kim 등, 2021). 이처럼 식용곤충에 대한 기준을 강화하여 안전하게 식용 곤충이 사육·유통될 수 있도록 관리하고 있다. 농림축산식품부에 따르면 국내 곤충 산업의 규모는 2011년 약 1,680억 원에서 2020년 약 7,000억원으로 증가하여 성장하고 있다. 현재 곤충을 첨가하여 개발된 식품은 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 가래떡(Nam과 Sim, 2021)과 양갱(Jeon과 Chung, 2018), 굽병이 분말을 첨가한 케이크(Park과 Park, 2020), 누에분말을 첨가한 국수(Hwang과 Kim, 2020) 등이 있다. 식용곤충 중 에서 비교적 연구가 많이 진행되어 있는 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor*)은 혈중 LDL 콜레스테롤을 낮추고 혈압강화에 효과가 우수한 oleic acid, linoleic acid와 같은 불포화지방산 함량이 높다고 알려져 있으며(Baek 등, 2017) 흰점박이꽃무지 유충(*Protaetia brevitarsis*)은 무기질 중 인과 칼슘이 풍부하여 골격 및 치아조직 형성과 혈압을 낮추는 생리활성 기능(Beak 등, 2017)이 있다고 조사된다. 따라서 본 연구에서는 갈색거저리 유충과 흰점박이꽃무지 유충을 쌀쿠키에 첨가할 식용 곤충으로 선정하였다. 또한 갈색거저리 유충과 흰점박이꽃무지 유충에 비하여 가장 단백질 함량이 높고 근육 관련 아미노산인 발린, 루이신, 이소루이신이 많이 함유되어 있는(Kim 등, 2020) 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*)

[†]These authors contributed equally to this work.

*Corresponding author: Hae Won Jang, Department of Food Science and Biotechnology, Sungshin Women's University, Seoul, 01133, Republic of Korea
Tel: +82-2-920-2695
E-mail: hwjang@sungshin.ac.kr
Received January 10, 2022; revised February 9, 2022; accepted February 9, 2022

를 실험재료로 추가 선정하였다. 현재 갈색거저리 유충과 흰점박이꽃무지 유충에 대한 연구 사례는 많이 보고되고 있지만 쌍별귀뚜라미에 대한 연구 사례는 미흡한 실정이다.

세계 3대 곡물 중 하나인 쌀은 오랜 기간 주요 식량자원으로 옥수수, 밀과 함께 애용되어 왔으나, 소득증가, 식생활 패턴의 변화로 인해 쌀 소비량이 계속해서 감소하고 있다. 따라서 쌀 소비를 증가시키기 위해서는 다양한 가공식품의 개발이 필요하다(Ju 등, 2006). 쌀은 그물구조를 형성하는 gluten을 함유하고 있지 않으며 다른 곡류에 비해 전분 입자의 크기가 작아 여러 곡류 가루 중 gluten-free 과자류 제조를 위한 밀가루를 대체할 수 있는 좋은 제과 소재로 이용되고 있다(Ju 등, 2006). 밀가루에는 밀 단백질이 함유되어 있는데 이로 인해 알레르기 질환인 셀리악병(celiac disease)이 발병되는 것으로 밝혀지면서 알레르기의 유발을 저하시키고자 밀가루를 쌀가루로 대체한 과자류 및 빵류, 팥화 식품 등 다양한 가공식품들이 개발되고 있다(Moore 등 2006). 과자류 중 쿠키는 일반적으로 수분함량이 매우 적고 생물학적인 변패가 적어 저장성이 우수한 장점을 가지고 있다(Han, 2011). 건강을 생각하는 소비자 층이 확대되면서 최근에 다양한 재료를 첨가하여 쿠키의 영양적 가치를 높이기 위해 쌀쿠키에 머위분말(Choi과 Sim, 2021), 표고버섯 분말(Kim과 Chung, 2017), 마카분말(Kim과 Choi, 2021)을 첨가하는 등 여러 연구가 수행되고 있다. 현재 선행 연구에서 식용곤충 3종인 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 그리고 쌍별귀뚜라미를 첨가한 스포츠 쿠키(Kim, 2021)는 제조되었지만 3종의 식용곤충을 첨가한 쌀쿠키에 대한 제조 및 품질평가 연구는 보고되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 쌍별귀뚜라미를 첨가하여 제조한 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화능을 평가하고 비교를 통해 곤충 쌀쿠키에 대한 이용가능성을 알아보고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 쌍별귀뚜라미는 현지 시장(Farm Bang, Sunchang, Korea)에서 절식, 세척 후 급속동결된 상태로 구매하여 -70°C 냉동고에서 24시간 이상 냉동한 뒤 -70°C 에 보관하며 사용하였다. 보관된 곤충들은 믹서기(BL811DKR, Tefal, Haute-Savoie, France)로 갈아서 분말화된 상태로 첨가하였다. 이 외 박력쌀가루(Daedoo Co., Gunsan, Korea), 버터(Seoul milk, Seoul, Korea), 세립당(CJ, Ulsan, Korea)을 실험 전 구매하여 함께 재료로 사용하였다.

시약 및 표준물질

곤충 쌀쿠키 추출물의 용매는 ethyl alcohol (Samchun Chem., Seoul, Korea)을 희석하여 사용하였으며 항산화활성 실험에 사용한 DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)와 ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid))는 각각 Sigma사(St. Louis, MO, USA)와 Alfa-Aesar사(Ward Hill, MA, USA) 제품을 사용하였다.

곤충 분말을 이용한 쌀쿠키의 제조

갈색거저리 유충(TML), 흰점박이꽃무지 유충(PBL), 쌍별귀뚜라미(GBC) 분말을 쌀가루에 0, 1, 2.5, 5, 7.5 g 첨가하여 제조하였다.

Table 1. Ingredient composition of cookies containing various amounts of edible insects powder

Ingredients	Concentration of insect powder (g)				
	0	1	2.5	5	7.5
Insect powder	0	1	2.5	5	7.5
Rice powder	100	99	97.5	95	92.5
Butter	60	60	60	60	60
Sugar	30	30	30	30	30
Total	190	190	190	190	190

버터는 핸드믹서기로(DH-200, Guang Dong Xinbao Electrical Appliances Holdings Co, Foshan, China) 휘핑하여 크림한 후 세립당을 넣고 3분간 혼합하였다. Table 1에 제시된 비율에 따라 두 번 체친 박력쌀가루와 각각의 곤충가루를 넣고 손으로 반죽하였다. 반죽은 냉장고에서 30분간 휴지시킨 후 밀대를 이용하여 0.5 cm 두께로 균일하게 폈다. 이것을 쿠키틀(직경 4.5 cm)을 이용하여 성형한 후 미리 예열된 전기오븐(ML39BW, LG, Nanjing, China)에 넣고 170°C , 25분 조건에서 구웠다. 실온에서 30분 방냉한 쿠키를 지퍼백에 넣고 냉장고(4°C)에서 보관하면서 관능평가 및 분석의 시료로 사용하였다.

반죽의 밀도 및 pH 측정

쿠키 반죽의 밀도는 50 mL 메스실린더를 사용하여 증류수 30 mL를 넣은 후 5 g의 쿠키 반죽을 넣었을 때의 늘어나는 부피를 총 3회 측정하였다. 측정된 부피는 반죽 부피에 대한 무게의 비율(g/mL)로 계산하였다.

반죽의 pH는 증류수 45 mL에 쌀쿠키 반죽 5g을 넣어준 후 충분히 균질화하여 여과지(Whatman No. 1, Whatman™, Maidstone, UK)를 사용하여 여과하였다. 여과된 여액은 PH meter (A211, Thermo Scientific, MA, USA)로 총 3반복 측정하였다.

퍼짐성 및 손실율

쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 AACC방법(1995)를 이용하였다. 쿠키의 직경은 쿠키 6개를 가로로 나열해 그 길이를 측정 후 각각의 쿠키를 90도로 회전시켜 재측정하여 얻은 수치를 6으로 나누어 평균값을 계산하였다. 두께는 6개의 쿠키를 세로로 쌓아 올려 높이를 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값을 얻었다. 퍼짐성 지수(spread factor)는 3반복하여 측정하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\text{퍼짐성} = \frac{\text{쿠키 6개의 평균 직경(cm)}}{\text{쿠키 6개의 평균 높이(cm)}}$$

쿠키의 손실율은 서로 다른 반죽을 유사한 중량과 높이로 성형시킨 뒤 각각의 반죽 무게를 측정하였다. 이 후 오븐에 굽고 나온 쿠키들은 방냉을 마친 후 각각의 중량을 측정하였다. 쿠키를 굽기 전 반죽의 무게와 구운 후 쿠키의 무게를 3회 반복 측정하여 계산하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\text{손실율} = \frac{\text{굽기 전 반죽 1개의 중량} - \text{구운 후 쿠키 1개의 중량(g)}}{\text{굽기 전 반죽 1개의 중량(g)}} \times 100$$

쿠키의 일반성분 분석

3종의 곤충 쌀쿠키 일반성분 분석은 막자사발을 통해 분말상태의 시료를 만든 후 분석에 사용하였다. 수분함량은 수분함량측정기(FD-600, KETT Electric Laboratory, Tokyo, Japan)를 이용해 105°C에서 5분간 가열하여 측정하였고, 조단백질은 semi-Kjeldahl법(2020, Foss, Hillerød, Denmark), 조회분은 550°C 회화법(550-126, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA), 조지방은 soxhlet법(E-816, BUCHI Labortechnik AG, Flawil, Switzerland)에 따라 측정하였다.

색도

곤충 3종의 첨가량(0, 1, 2.5, 5, 7.5 g)에 따라 제조한 쌀쿠키는 색도계(CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 사용하여 쿠키 표면의 색도를 측정하였다. 측정 전 표준백판(L=97.75, a=0.49, b=1.96)으로 보정한 후 사용하였으며 L (명도, Lightness), a (적색도, redness), b (황색도, yellowness) 값으로 3회 반복하여 측정하였다.

경도

곤충 3종의 첨가량(0, 1, 2.5, 5, 7.5 g)에 따라 제조한 쌀쿠키의 조직감은 TPA test 방법으로 물성측정기(Texture Analyser, TA, XT Express v2, 1, London, England)를 사용하여 측정하였다. 총 3회 반복 측정 후 평균값을 통해 경도(hardness)값을 나타냈다. 이 때 probe는 직경 2 mm인 cylinder probe를 사용하였고 250N의 strain은 50%였으며 post test speed는 30 mm/min으로 측정해주었다.

곤충 쌀쿠키 추출물의 제조

곤충 3종의 첨가량(0, 1, 2.5, 5, 7.5 g)에 따라 제조한 쌀쿠키는 가루로 분쇄한 후 쿠키 3g에 70% ethanol 27 mL를 넣고 1시간 동안 진탕기에서(CR300, FinePCR, Seoul, Korea) 진탕시켰다. 4,000 rpm, 4°C에서 20분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 여과지(Whatman No. 1)로 여과한 것을 추출물로 사용하였다.

DPPH radical 소거 활성

곤충 3종의 첨가량(0, 1, 2.5, 5, 7.5 g)에 따라 제조한 쌀쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 Liang 등(2010)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시험관에 추출물 1.5 mL와 0.2 mM DPPH 용액 1.5 mL를 가하고 혼합하였다. 실온 암소에서 30분 동안 방치하여 microplate reader (SpectraMax M5, Molecular Devices, Sunnyvale, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}}\right) \times 100$$

ABTS radical 소거 활성

곤충 3종의 첨가량(0, 1, 2.5, 5, 7.5 g)에 따라 제조한 쌀쿠키의 ABTS radical 소거 활성은 De Camargo AC 등(2014)의 방법을 응용하여 측정하였다. 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM potassium persulfate 수용액을 1:1로 혼합한 후 암소에서 24시간 반응시켰다. 그 반응물을 70% ethanol에 희석하여 734 nm에서 흡광도 값이 0.70±0.05가 되도록 조정하여 준비하였다. ABTS 용액 450 µL와 추출물 50 µL를 혼합하고 실온 암소에 6분간 반응시켰다. 그 후 microplate reader를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 3회 반복

측정하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}}\right) \times 100$$

관능평가

곤충 쌀쿠키의 관능평가는 18명의 패널을 대상으로 평가되었고 곤충 쌀쿠키의 관능평가는 실험의 목적과 평가 항목에 대해 설명한 후에 진행하였다. 일정한 크기(높이 5 mm, 직경 45 mm)의 쿠키를 제조하여 1시간 동안 방냉한 것을 시료로 이용하였고, 일회용 플라스틱 용기에 시료를 담아 제공하였다. 시료는 쌍별귀뚜라미, 갈색거저리, 흰점박이꽃무지 순서로 번호를 표시해 평가하도록 하였다. 평가 시 여러 시료에 대한 맛의 감각 혼동을 감소시키기 위하여 생수를 이용해 입안을 헹구도록 하였다. 측정항목은 색, 풍미, 조직감, 선호도에 대하여 7점 척도를 진행되었으며 가장 높은 점수는 '매우 좋다'로 7점, 가장 낮은 점수는 '매우 싫다'의 1점으로 평가하도록 하였다.

통계분석

본 연구의 실험결과는 SPSS (Statistics Package for Social Science, IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하여 일원배치 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 각 요인들간의 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

반죽의 밀도 및 pH 측정

곤충 3종의 첨가량(0, 1, 2.5, 5, 7.5 g)에 따라 측정된 쌀쿠키 반죽의 밀도(Density)와 pH는 Table 2와 같다. 반죽의 밀도가 낮을수록 쿠키는 작아지고 딱딱해지며, 밀도가 높을수록 쉽게 부서지는 경향이 있다(Kim 등, 2014). 밀쿠키와 쌀쿠키의 밀도는 유의적인 차이가 나타나지 않으나 쌀쿠키의 밀도가 높은 경향을 나타낸다는 Lee(2018)의 연구결과가 보고되었다. 대조군인 쌀쿠키 반죽의 밀도와 3종의 곤충함량에 따른 밀도는 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 곱취(Park, 2015), 대나무 잎(Lee 등, 2006) 미강(Jang 등, 2010) 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 연구 결과와 동일하였다.

곤충을 첨가하지 않은 쌀쿠키 대조군과 곤충을 첨가한 쌀쿠키 시료의 pH는 3종의 곤충 모두 곤충 함량에 따라 유의적으로 감소하였다(Table 2). 갈색거저리 분말 첨가량을 달리한 양갱의 품질특성 연구(Jeon과 Chung, 2018), 미역 분말을 첨가한 쌀쿠키(Jung과 Lee, 2009), 머위 분말 쌀쿠키(Choi와 Sim, 2021) 연구에서도 곤충함량이 증가할수록 pH값이 감소하여 이와 동일한 결과 값을 나타냈다. 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 쌍별귀뚜라미 분말에는 아미노산 조성 중 glutamic acid가 많이 함유되어 있어(Baek, 2017) 곤충 쌀쿠키 반죽의 pH 변화에 영향을 끼친 것으로 사료된다.

퍼짐성 및 손실율

곤충 3종의 첨가량(0, 1, 2.5, 5, 7.5 g)에 따라 제조한 쌀쿠키의 퍼짐성(Spread factor) 및 손실율(Loss rates)의 결과값은 Table 3과 같이 나타났다. 퍼짐성은 반죽의 점성에 의해 조절되며(Cho 등, 2006) Lee(2018)에 따르면 밀쿠키보다 쌀쿠키에서 낮은 퍼짐성을 나타냈다. 본 연구에서 제조된 쌀쿠키 중, 대조군의 퍼짐성이 가

Table 2. Density and pH of rice cookies containing various contents of edible insects powder

	Density	pH
Control ¹⁾	1.18±0.06 ²⁾	7.15±0.04 ^{a3)}
TML1	1.17±0.07	7.04±0.01 ^b
TML2	1.21±0.08	6.97±0.00 ^c
TML3	1.23±0.02	6.91±0.03 ^d
TML4	1.18±0.02	6.76±0.05 ^e
PBL1	1.22±0.06	6.85±0.03 ^e
PBL2	1.22±0.03	6.82±0.01 ^{e,f}
PBL3	1.15±0.10	6.58±0.02 ⁱ
PBL4	1.13±0.09	6.49±0.02 ^j
GBC1	1.20±0.04	6.94±0.03 ^{c,d}
GBC2	1.15±0.07	6.86±0.02 ^e
GBC3	1.14±0.03	6.79±0.02 ^{f,g}
GBC4	1.15±0.07	6.68±0.01 ^h

¹⁾Control: 0 g of insects powder, TML1: 1 g of *Tenebrio molitor* powder, TML2: 2.5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML3: 5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML4: 7.5 g of *Tenebrio molitor* powder, PBL1: 1 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL2: 2.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL3: 5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL4: 7.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, GBC1: 1 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC2: 2.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC3: 5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC4: 7.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder.

²⁾Each data is mean±SD (g/mL).

^{3)a-j)}Values in row with different letters are significantly different as $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Spread factor, loss rates of rice cookies containing various contents of edible insects powder

	Spread factor	Loss rates (%)
Control ¹⁾	7.53±0.08 ^{2)a3)}	16.84±0.21 ^d
TML1	7.43±0.03 ^{a,b}	17.21±0.51 ^{b,c,d}
TML2	7.36±0.06 ^{b,c}	17.65±0.29 ^{a,b,c}
TML3	7.28±0.02 ^c	17.84±0.20 ^{a,b}
TML4	7.13±0.06 ^d	18.18±0.18 ^a
PBL1	7.37±0.07 ^{b,c}	17.01±0.29 ^{e,d}
PBL2	7.07±0.04 ^d	17.39±0.42 ^{b,c,d}
PBL3	6.83±0.05 ^e	17.88±0.51 ^{a,b}
PBL4	6.61±0.08 ^f	18.27±0.27 ^a
GBC1	7.27±0.07 ^c	17.14±0.83 ^{b,c,d}
GBC2	7.04±0.08 ^d	17.39±0.42 ^{b,c,d}
GBC3	6.79±0.17 ^e	17.85±0.21 ^{a,b}
GBC4	6.59±0.01 ^f	18.18±0.34 ^a

¹⁾Control: 0 g of insects powder, TML1: 1 g of *Tenebrio molitor* powder, TML2: 2.5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML3: 5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML4: 7.5 g of *Tenebrio molitor* powder, PBL1: 1 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL2: 2.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL3: 5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL4: 7.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, GBC1: 1 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC2: 2.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC3: 5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC4: 7.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder.

²⁾Each data is mean±SD.

^{3)a-j)}Values in row with different letters are significantly different as $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

장 높았으며 곤충 함량이 증가함에 따라 퍼짐성이 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이 결과는 단백질 함량이 증가함에 따라 퍼짐성이 감소된다는 Singh와 Mohamed(2007)와 Moirahi 등(2011)에 연구와 유사한 결과값을 나타냈다. 갈색거저리, 흰점박이꽃무지 유충보다 단백질 함량이 높다고 알려진 쌍별귀뚜라미(Kim 등, 2020)의 GBC4시료가 가장 낮은 퍼짐성을 나타냈으며, 쌍별귀뚜라미보다 단백질 함량이 낮은 흰점박이꽃무지 유충 시료(PBL)와 갈색거저리 유충 시료(TML)의 퍼짐성이 상대적으로 높은 값을 보였다. 따라서 단백질 함량이 높은 순서대로 퍼짐성은 감소한다고 판단되며 3종의 퍼짐성 모두 곤충함량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$).

쌀쿠키는 밀가루로 제조된 쿠키에 비해 더 낮은 손실율(%)을 보이는데, 이는 쌀가루의 수분 보유력이 박력밀가루보다 더 큰 특성 때문이다(Choi 등, 2013). 쌀가루를 사용한 3종의 대조군의 손실율은 16.84±0.21로 가장 낮은 손실율을 나타내는 반면 3종 모두 곤충 함량이 증가함에 따라 손실율이 유의적으로 증가하고 있다(Table 4). 반죽굽기 손실율의 주된 원인은 오븐열로 인한 수분증발이기 때문에 반죽 내의 수분함량의 증가로 인하여 굽는 동안의 손실율도 증가할 것이라고 보고되었다(Chung 등, 2014). 쿠키 제조 시 곤충 분말이 많이 첨가될수록, 쌀가루의 양이 곤충 분말의 양으로 일부 대체되며 쌀가루 감소에 따른 수분보유력 감소로 인해 손실율이 증가한 것으로 고려된다. 이러한 결과는 수분함량이 많을수록 무게손실이 크다고 보고한 Esther 등(2014)과 일치하는 결과이다.

쿠키의 일반성분 분석

곤충 함량에 따른 쌀쿠키의 영양성분을 알아보기 위하여 수분, 회분, 조지방, 조단백질 함량을 측정하였다. 곤충 3종의 쌀쿠키 일반성분 함량은 Table 4와 같다. 밀가루에 비해 쌀가루 증가에 따른 쌀쿠키의 수분함량이 낮아지는 것으로 보고되었다(Kim 등, 2002). 수분함량은 3종의 곤충 쌀쿠키 대조군의 함량이 1.53±0.15 (%)인 것에 비해 곤충이 첨가된 쌀쿠키의 수분함량은 곤충 함량에 따라 경향성을 보이지 않았다($p < 0.05$). 식용 밀웜분말과 검은콩 분말을 첨가한 쿠키의 연구도 동일한 결과를 나타냈다(Chong 등, 2017). 이러한 결과는 쌀가루 함량이 일부 곤충 분말 함량으로 대체됨에 따라 쌀쿠키의 수분 보유력의 감소와 곤충 내의 수분함량 증가가 함께 나타났기 때문이다(Chung 등, 2014).

쌀쿠키의 조회분 함량(g/100 g)은 3가지 곤충 시료 모두 곤충 함량에 따라 유의적으로 증가함을 알 수 있다($p < 0.05$). 이는 갈색거저리 유충 함량에 따른 도토리묵 연구에서도 조회분 함량이 유의적으로 증가하여 본 연구와 일치하는 결과를 보여준다(Lee 등, 2017). 이 외에도 누에 동충하초 분말을 첨가한 설기떡에 관한 연구(Shin 등, 2008)와 수수와 흰개미 함량에 따른 쿠키 연구(Temitope 등, 2020)에서도 시료의 첨가량이 증가될수록 조회분도 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 Lim 등(2002)의 연구결과와 같이 쌀가루 함량이 줄어들면서 곤충함량이 대체됨에 따라 조회분 함량도 증가한 것으로 사료된다.

쌀쿠키의 조지방 함량(%)은 곤충 분말이 증가될수록 일정한 경향성을 보이지는 않았지만 곤충이 포함된 시료의 조지방은 3종 모두 대조군에 비하여 더 높은 값을 나타냈다. 식용 밀웜 분말을 첨가한 쿠키의 연구(Chong 등, 2017), 갈색거저리 첨가에 따른 도토리묵의 연구(Lee 등, 2017), 수수와 흰개미 함량에 따른 쿠키(Temitope 등, 2020) 연구에서도 곤충 함량이 첨가된 시료에서 모두 조지방이 높게 나타났다. 갈색거저리 유충은 불포화지방산 중 oleic acid와 linoleic acid 함량이 높고, 흰점박이꽃

Table 4. Water content, crude ash, crude fat and crude protein of rice cookies containing various contents of edible insects powder

	Water content (%)	Crude ash (g/100 g)	Crude fat (%)	Crude protein (%)
Control ¹⁾	1.53±0.15 ^{2) f3)}	0.24±0.01 ^b	25.40±2.00 ^f	3.82±0.02 ^k
TML1	3.10±0.26 ^{d,e}	0.32±0.01 ^e	27.22±0.02 ^{d,e}	4.38±0.03 ⁱ
TML2	3.10±0.10 ^{d,e}	0.38±0.01 ^e	28.21±0.25 ^{b,c,d}	4.71±0.07 ^e
TML3	3.00±0.00 ^e	0.41±0.01 ^e	28.75±0.10 ^{a,b,c}	5.53±0.08 ^d
TML4	2.73±0.25 ^e	0.46±0.00 ^b	29.16±0.07 ^{a,b}	6.02±0.04 ^b
PBL1	3.27±0.25 ^e	0.20±0.01 ⁱ	28.93±0.22 ^{a,b,c}	4.07±0.02 ^j
PBL2	4.23±0.25 ^{a,b}	0.32±0.01 ^e	27.86±0.08 ^{c,d,e}	4.32±0.03 ⁱ
PBL3	4.43±0.40 ^a	0.39±0.01 ^d	29.48±0.34 ^a	5.02±0.04 ^f
PBL4	4.37±0.21 ^{a,b}	0.51±0.01 ^a	28.16±0.38 ^{b,c,d}	5.62±0.07 ^e
GBC1	3.23±0.42 ^{d,e}	0.33±0.01 ^e	29.22±0.94 ^{a,b}	4.10±0.06 ^j
GBC2	3.57±0.55 ^{c,d}	0.33±0.01 ^e	28.85±0.32 ^{a,b,c}	4.54±0.03 ^b
GBC3	4.10±0.17 ^{a,b}	0.37±0.00 ^e	29.65±0.51 ^a	5.30±0.06 ^e
GBC4	3.83±0.35 ^{b,c}	0.41±0.01 ^e	26.71±0.03 ^e	6.11±0.03 ^a

¹⁾Control: 0 g of insects powder, TML1: 1 g of *Tenebrio molitor* powder, TML2: 2.5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML3: 5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML4: 7.5 g of *Tenebrio molitor* powder, PBL1: 1 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL2: 2.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL3: 5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL4: 7.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, GBC1: 1 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC2: 2.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC3: 5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC4: 7.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder.

²⁾Each data is mean±SD.

^{3)a-j}Values in row with different letters are significantly different as $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

무지 유충은 oleic acid, 쌍별귀뚜라미는 linoleic acid의 함량이 높다고 알려져있다(Beak 등, 2017; Lee와 Kim, 2019). 따라서 불포화지방산의 함량이 높은 곤충 분말 함량이 첨가됨에 따라 쌀쿠키의 대조군에 비해 조지방 함량이 증가한 것으로 사료된다(Beak 등, 2017).

조단백질 함량(%)은 곤충 3종 모두 곤충 함량이 증가함에 따라 단백질 함량도 유의적으로 증가함을 알 수 있다($p < 0.05$). 이때 단백질 함량이 가장 높다고 알려진 쌍별귀뚜라미 7.5%가 포함된 시료의 단백질 함량이 가장 높게 나타났다. 이 결과는 Baek (2017)의 연구에서 쌍별귀뚜라미가 갈색거저리와 흰점박이꽃무지보다 높은 단백질 함량을 가지고 있다고 보고한 결과와 일치한다.

색도 및 경도

곤충 3종의 첨가량에 따른 쌀쿠키의 색도는 Table 5와 같이 나타났다. Lee(2018)에 따르면 밀쿠키에 비해 쌀쿠키의 L값(lightness)은 높고 a값(redness)은 낮게 나타났으며 b값(yellowness)은 차이가 나타나지 않았다. 곤충을 첨가하지 않은 대조군은 L값(lightness)은 75.41±1.49이며 3종 모두 곤충 함량이 증가할수록 L값은 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). a값(redness)은 대조군은 1.91±0.05로 나타났고 곤충 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). b값(yellowness) 또한 대조군은 17.64±0.82이며 곤충함량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 즉 3종의 곤충 모두 곤충함량이 첨가될수록 L값과 b값은 낮아지고 a값은 높아지는 것으로 나타난다. 이 결과는 곤충 분말로 형성된 것이 빵의 색도에 영향을 준다고 보고한 Khuenpet 등(2020)의 연구와 유사한 결과를 보여준다. 따라서 곤충 분말이 첨가될수록 쌀쿠키의 색도를 어둡고 붉게 만들어준다는 것을 알 수 있다.

곤충 3종의 첨가량에 따른 쌀쿠키의 경도를 측정된 결과 값은 Table 5과 같다. 밀쿠키에 비해 쌀쿠키 경도는 낮은 경향을 나타낸다(Lee, 2018). 곤충을 첨가하지 않은 대조군의 경도는

19.85±1.43인 반면 3종의 곤충 모두 곤충함량이 증가할수록 경도가 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이러한 결과는 식용 밀웜을 첨가한 쿠키 연구(Chong 등, 2014)와 밀웜 파스타 연구(Kim 등, 2014)에서 곤충 분말 함량이 증가될수록 경도가 낮아진다고 한 연구 결과와 일치한다. 곤충 함량이 증가할수록 글루텐 형성을 방해하기 때문에 경도가 낮아진다고 보고하고 있다(Kim 등, 2014). 이처럼 곤충 함량이 증가될수록 감소되는 쌀가루의 함량에 의하여 쌀가루의 반죽 형성이 방해가 되어 경도가 낮아진 것으로 해석된다.

DPPH 및 ABTS radical 소거 활성

곤충 3종의 첨가량에 따른 쌀쿠키의 DPPH 및 ABTS radical 소거능은 Table 6과 같다. 쿠키에 박력밀가루를 사용한 연구에 의하면 밀가루를 쌀가루로 대체할수록 DPPH radical 소거능이 높게 나타난다고 보고되었다(Park 등, 2012; An과 Park, 2012). 이에 따라 밀쿠키에 비하여 쌀쿠키가 상대적으로 높은 항산화능을 나타낸다고 사료된다. 곤충을 첨가한 쌀쿠키인 TML, PBL, GBC 시료 모두 대조군의 DPPH radical 소거능보다 높은 값을 나타낸다. 즉 곤충 함량이 증가할수록 DPPH radical 소거능도 유의적으로 증가하고 있다($p < 0.05$). TML4와 GBC4의 시료는 약 89%로 가장 높은 값을 나타냈으며 쌍별귀뚜라미 5%의 쌀쿠키가 88.63±0.16%로 흰점박이꽃무지 유충의 1, 2.5, 5, 7.5% 함량의 쌀쿠키 시료보다 높은 항산화능을 보여주었다. ABTS radical 소거능 또한 곤충을 첨가한 TML, PBL, GBC시료 모두 대조군보다 높은 값을 나타내며 곤충이 증가할수록 ABTS radical 소거능도 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). PBL4, GBC4의 순으로 가장 높은 ABTS radical 소거능을 나타냈으며 갈색거저리 유충의 쌀쿠키보다 PBL3, PBL4와 GBC3, GBC4의 값이 더 높게 나타났다. 이러한 결과는 Lee 등(2021)의 연구와 Chong 등(2017)의 연구에서 갈색거저리 함량이 증가될수록 양갱 혹은 쿠키의 DPPH와 ABTS radical 소거능이 증가한 결과와 유사하다. 그 외에도 아로

Table 5. Color and hardness of rice cookies containing various contents of edible insects powder

	L	a	b	Hardness
Control ¹⁾	75.41±1.49 ^{2(a3)}	1.91±0.05 ⁱ	17.64±0.82 ^a	19.85±1.43 ^a
TML1	67.96±2.14 ^{b,c}	0.75±0.17 ^e	16.35±0.48 ^{b,c}	15.99±0.28 ^{b,c}
TML2	62.96±2.21 ^d	0.62±0.26 ^e	15.06±0.68 ^{d,e}	8.29±0.58 ^e
TML3	54.61±1.02 ^{f,g}	3.08±0.13 ^d	14.62±0.44 ^{e,f}	5.21±0.09 ^{g,h}
TML4	50.89±0.74 ^h	3.80±0.21 ^c	14.34±0.41 ^{e,f}	4.26±0.54 ^h
PBL1	62.98±1.18 ^d	2.66±0.08 ^e	18.01±0.23 ^a	19.63±1.13 ^a
PBL2	57.07±1.01 ^{e,f}	4.12±0.42 ^c	17.94±0.57 ^a	14.94±0.76 ^c
PBL3	46.13±1.80 ⁱ	6.48±0.28 ^b	16.75±0.52 ^b	10.02±0.55 ^d
PBL4	42.22±0.96 ^j	7.03±0.17 ^a	15.72±0.21 ^{c,d}	6.71±0.45 ^f
GBC1	69.89±2.12 ^b	0.03±0.24 ^h	16.09±0.55 ^{b,c}	16.72±0.47 ^b
GBC2	65.27±3.60 ^d	1.32±0.26 ^f	14.91±0.63 ^{d,e}	7.24±0.67 ^e
GBC3	58.21±0.89 ^e	2.57±0.29 ^e	14.24±0.29 ^{e,f}	6.30±0.42 ^{f,g}
GBC4	52.37±1.09 ^{g,h}	3.24±0.17 ^d	13.68±0.66 ^f	4.46±0.79 ^h

¹⁾Control: 0 g of insects powder, TML1: 1 g of *Tenebrio molitor* powder, TML2: 2.5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML3: 5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML4: 7.5 g of *Tenebrio molitor* powder, PBL1: 1 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL2: 2.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL3: 5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL4: 7.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, GBC1: 1 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC2: 2.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC3: 5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC4: 7.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder.

²⁾Each data is mean ± SD.

^{3)a-j}Values in row with different letters are significantly different as $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. DPPH and ABTS radical scavenging activity of rice cookies containing various contents of edible insects powder

	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
Control ¹⁾	11.06±1.21 ^{2(h3)}	10.99±1.73 ^g
TML1	15.70±5.13 ^g	18.81±2.20 ^f
TML2	29.14±0.07 ^f	20.77±1.07 ^f
TML3	81.10±1.38 ^b	27.68±2.76 ^e
TML4	89.41±0.88 ^a	43.63±2.98 ^c
PBL1	47.89±2.72 ^d	22.05±0.40 ^{e,f}
PBL2	83.27±0.65 ^b	39.92±2.35 ^{c,d}
PBL3	80.74±3.00 ^b	58.66±0.87 ^b
PBL4	74.11±2.09 ^c	74.11±0.95 ^a
GBC1	41.43±2.08 ^e	22.74±2.43 ^{e,f}
GBC2	81.24±1.69 ^b	33.99±1.19 ^d
GBC3	88.63±0.16 ^a	50.16±0.45 ^c
GBC4	89.29±1.60 ^a	64.40±1.27 ^b

¹⁾Control: 0 g of insects powder, TML1: 1 g of *Tenebrio molitor* powder, TML2: 2.5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML3: 5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML4: 7.5 g of *Tenebrio molitor* powder, PBL1: 1 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL2: 2.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL3: 5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL4: 7.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, GBC1: 1 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC2: 2.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC3: 5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC4: 7.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder.

²⁾Each data is mean±SD.

^{3)a-j}Values in row with different letters are significantly different as $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

니아 분말 첨가 쿠키(Lee와 Choi, 2016), 현미 분말 첨가 머핀(Jung과 Cho, 2011), 계피분말 첨가 쿠키(Song 등, 2014) 등도 이와 유사한 결과를 보여준다. 이러한 결과로 쌀쿠키에 곤충 분말을 첨가할수록 생리 활성 기능을 향상시킬 수 있는 항산화능이 증가한다는 것을 알 수 있었다.

관능평가

곤충 3종의 첨가량(0, 1, 2.5, 5, 7.5 g)에 따라 제조한 쌀쿠키의 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 색(color)의 경우 대조군 쌀쿠키의 선호도가 가장 높은 것으로 나타났으며 PBL시료와 GBC시료에 비해 TBL시료의 선호도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 맛(flavor)의 경우 대조군 쌀쿠키의 선호도보다 쌍별귀뚜라미를 첨가한 GBC시료 모두 높은 값을 나타냈다. 반면 모든 TML시료와 PBL시료는 대조군의 선호도보다 낮았다. 조직감(texture) 또한 대조군을 포함하여 GBC시료의 점수가 가장 높게 나타났다. 특히 색, 맛, 조직감 부분에서 GBC3의 선호도가 가장 높았다. 전반적인 기호도(overall acceptability) 평가에서도 TML, PBL시료보다 GBC시료의 기호도가 높게 나타나 동일한 결과를 나타냈다. 최종적으로 GBL시료 중 GBC3의 기호도가 가장 높았고 모든 관능평가 항목에서 높은 값을 나타냈다($p < 0.05$). 따라서 소비자 기호도와 항산화능을 함께 고려할 경우 곤충 쌀쿠키 제조 시 쌍별귀뚜라미 분말을 5% 첨가하는 것이 적절한 수준으로 판단된다. 울금 쿠키 연구(Choi, 2012)에 따르면 밀쿠키와 쌀쿠키의 외관에는 유의적인 차이는 없었으나 향, 맛, 조직감, 그리고 전반적인 기호도에서 쌀가루를 첨가한 쿠키가 더 높게 나타났다. 따라서 쌍별귀뚜라미를 첨가한 쌀쿠키를 단백질 대체 쿠키로서 새롭게 활용할 수 있음을 시사한다.

Table 7. Consumer preference test of cookies containing various contents of edible insects powder

	Color	Flavor	Texture	Overall acceptability
Control ¹⁾	5.38±1.09 ^{2(a3)}	4.31±1.20 ^{a,b,c}	3.69±1.45 ^{b,c}	4.38±1.02 ^{a,b,c}
TML1	3.88±0.96 ^{c,d}	3.50±1.32 ^d	3.94±1.29 ^{b,c}	3.88±1.15 ^{b,c}
TML2	3.56±1.46 ^{c,d}	3.56±1.59 ^d	2.44±1.03 ^d	2.63±1.41 ^d
TML3	3.31±1.66 ^d	3.19±1.60 ^d	3.81±1.80 ^{b,c}	3.25±1.57 ^{c,d}
TML4	3.75±1.57 ^{c,d}	3.38±1.63 ^d	3.88±1.93 ^{b,c}	3.44±1.59 ^{c,d}
PBL1	5.06±0.85 ^{a,b}	3.50±1.59 ^d	3.19±1.56 ^{c,d}	3.44±1.50 ^{c,d}
PBL2	4.13±0.96 ^{b,c,d}	3.31±1.45 ^d	4.00±1.26 ^{b,c}	3.44±1.46 ^{c,d}
PBL3	4.56±1.09 ^{a,b,c}	4.00±1.90 ^{c,d}	4.25±1.61 ^{a,b,c}	4.06±2.02 ^{b,c}
PBL4	3.69±2.09 ^{c,d}	3.69±2.12 ^d	4.31±1.49 ^{a,b,c}	4.00±1.97 ^{b,c}
GBC1	5.00±0.73 ^{a,b}	5.25±0.93 ^{a,b}	4.69±1.40 ^{a,b}	5.00±0.97 ^{a,b}
GBC2	4.38±0.50 ^{a,b,c}	5.06±1.12 ^{a,b,c}	4.81±1.22 ^{a,b}	4.94±0.93 ^{a,b}
GBC3	5.19±1.22 ^a	5.56±1.09 ^a	5.38±1.63 ^a	5.50±1.51 ^a
GBC4	4.88±1.41 ^{a,b}	5.25±1.34 ^{a,b}	4.81±1.22 ^{a,b}	5.00±1.26 ^{a,b}

¹⁾Control: 0 g of insects powder, TML1: 1 g of *Tenebrio molitor* powder, TML2: 2.5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML3: 5 g of *Tenebrio molitor* powder, TML4: 7.5 g of *Tenebrio molitor* powder, PBL1: 1 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL2: 2.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL3: 5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, PBL4: 7.5 g of *Protaetia brevitarsis* powder, GBC1: 1 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC2: 2.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC3: 5 g of *Gryllus bimaculatus* powder, GBC4: 7.5 g of *Gryllus bimaculatus* powder.

²⁾Each data is mean±SD.

^{3)a-c)}Values in row with different letters are significantly different as $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

감사의 글

본 연구는 한국연구재단 기본연구사업(2021R1F1A106357712)의 지원에 의해 수행되었음.

요약

본 연구는 곤충 3종의 첨가량을 달리하여 쌀쿠키를 제조한 후 품질특성을 알아보았다. 곤충 쌀쿠키의 밀도는 곤충 함량에 따라 유의적인 차이가 없었으며 pH는 곤충 함량에 따라 유의적으로 감소하였다. 곤충 쌀쿠키의 퍼짐성은 곤충 함량에 따라 유의적으로 감소하였고 손실율은 곤충 함량에 따라 유의적으로 증가한 것으로 나타났다. 곤충 쌀쿠키의 일반성분 중 조회분과 조단백질은 곤충 함량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 반면 수분함량과 조지방은 경향성을 보이지 않았다. 곤충 쌀쿠키의 색도는 곤충 분말을 첨가할수록 L값과 b값은 감소하고, a값이 증가하는 것으로 나타났다. 곤충 쌀쿠키의 경도는 곤충 함량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. DPPH와 ABTS의 항산화 활성 실험에서 흰집박이꽃무지 유충 쌀쿠키(PBL)와 쌍별귀뚜라미 쌀쿠키(GBC) 시료가 갈색거저리 쌀쿠키(TML)시료보다 높은 라디칼 소거능을 나타내었다. 관능검사는 색, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도에서 쌍별귀뚜라미 쌀쿠키(GBC) 시료가 좋은 결과를 나타내었으며 특히 쌍별귀뚜라미를 5% 첨가한 GBC3시료의 결과가 우수하였다. 따라서 단백질 함량과 항산화능이 높으며 관능평가에서도 우수한 쌍별귀뚜라미 쌀쿠키를 단백질 대체 쌀쿠키로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

References

AACC. Approved Method of the AACC. 9th ed. Method 10-52. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA

- (1995)
- An SH, Park GS. Quality characteristics of pound cake containing angelica gigas nakai with various levels of rice flour. Korean J. Food Cook. Sci. 28: 763-772 (2012)
- Baek MH, Hwang JS, Kim MA, Kim SH, Goo TW, Yun EY. Comparative analysis of nutritional components of edible insects registered as novel foods. J. Life Sci. 27: 334-338 (2017)
- Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. Antioxidant effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. J. Korean Soc. Food Cult. 21: 541-549 (2006)
- Choi SH. Quality Characteristics of Curcuma Longa L. Cookies prepared with various levels of rice flour. Korean J. Food Cook. Sci. 18: 215-226 (2012)
- Choi SN, Chung NY, Kim HJ. Quality characteristics of waffle by adding brown rice flour. Korean J. Food Cookery Sci. 29: 47-52 (2013)
- Choi HW, Sim KH. Antioxidant activities and quality characteristics of rice cookie with added butterbur (*Petasites japonicus*) powder. Korean J. Food Pres. 34: 1-14 (2021)
- Chong HS, Kim SY, Cho SR, Park HI, Baek JE, Kuk JS, Suh HJ. characteristics of quality and antioxidant activation of the cookies adding with mealworm (*Tenebrio molitor*) and black bean powder. Food Hyg. Safe Sci. 32: 521-530 (2017)
- Chung HS, Lim JA, Lee JH. Quality and Antioxidant properties of pound cakes supplemented with flaxseed powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 1959-1963 (2014)
- De Camargo AC, Vidal CMM, Canniatti-Brazaca SG, Shahidi F. Fortification of cookies with peanut skins: Effects on the composition, polyphenols, antioxidant properties, and sensory quality. J. Agr. Food Chem, 62: 11228-11235 (2014)
- Esther de la Heraa,b, Cristina M. Rosellb, Manuel Gomeza. Effect of water content and flour particle size on gluten-free bread quality and digestibility. Food chem. 151: 526-531 (2014)
- F.A.O. Edible forest insects. Rome: FAO (2013)
- Han JA. Development and characterization of rice cookies containing germinated yakkong powder. Korean J. Food Cookery Sci. 27: 681-689 (2011)
- Hwang SY, Kim GS. A quality characteristics of noodles added with silkworm powder. Culin. Sci. Hosp. Res. 26: 20-32 (2020)
- Jang KH, Kwak EJ, Kang WW. Effect of rice bran powder on the

- quality characteristics of cookie. Korean J. Food Pres. 17: 631-636 (2010)
- Jeon AR, Chung HJ. Quality characteristics of yanggaeng made with different concentration of mealworm powder. J. Korean Soc. Food Cult. 33: 169-175 (2018)
- Ju JE, Nam YH, Lee KA. Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. Korean J. Food Cookery Sci. 22: 923-929 (2006)
- Jung CE. Prospects of insect food commercialization; A Mini Review. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 17: 5-8 (2013)
- Jung KI, Cho EK. Effect of brown rice flour on muffin quality. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 986-992 (2011)
- Jung KJ, Lee SJ. Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida* Suringer) powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 1414-1421 (2009)
- Khuenpet K, Pakasap C, Vatthanakul S, Kitthawee S. Effect of larval-stage mealworm (*Tenebrio molitor*) powder on qualities of bread. Int. J. of Agri. Tech. 16: 283-296 (2020)
- Kim HM. Manufacturing and quality evaluation of health sports cookies using insect food. Kyonggi University, Suwon, Korea (2021)
- Kim JS, Choi JH. Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies prepared with maca (*Lepidium meyenii*) powder. J. Korean Soc. Food Cult. 36: 382-391 (2021)
- Kim MJ, Chung HJ. Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies added with *Lentinus edodes* powder. Korean J. Food Pres. 24: 421-430 (2017)
- Kim SH, Kim KB, Noh JS, Yun EY, Choi SK. Quality characteristics of pasta with addition of mealworm (*Tenebrio molitor*). Food Ser. Ind. J. 10: 55-64 (2014)
- Kim SH, Kim YK, Han JS. Antioxidant activities and nutritional components of cricket (*Gryllus bimaculatus*) powder and protein extract. Asian J. Beauty Cosmetol. 18: 163-172 (2020)
- Kim HY, Lee IS, Kang JY, Kim GY. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 642-646 (2002)
- Kim TK, Yong HI, Lee JH, Cha JY, Kang MC, Jung S, Choi YS. Development of new technology for functional materials for edible insects as alternative food. Korean J. Food Sci. Anim. Resour. 10: 31-43 (2021)
- Lee YR. Quality characteristics of rice cookies using rice flour. Korean J. Food Cook. Sci. 31: 571-575 (2018)
- Lee JH, Choi JE. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies supplemented with aronia powder. J. Korean Soc. Food Sci Nutr. 45: 1071-1076 (2016)
- Lee JY, Ju JC, Park HJ, Heu ES, Choi SY, Shin JH. Quality characteristics of cookies with bamboo leaves powder. Korean J. Food Pres. 19: 1-7 (2006)
- Lee JA, Kim AJ. Safety and nutritional evaluation of *gryllus bimaculatus* according to pre-treatments. J. Korean Soc. Food Sci Nutr. 48: 640-648 (2019)
- Lee HS, Kim WY, Yang JE, Park SH, Jhee OH, Ly SY. Quality and characteristics of the yanggaeng made with mealworm powder. J. Hum. Ecol. 30: 169-179 (2021)
- Lee KH, Yoon YT, Park YI, Lee HJ, Jeong NY. Quality evaluation of acorn mook prepared with mealworm (*Tenebrio molitor*) powder. Korean J. Food Nutr. 30: 1042-1047 (2017)
- Liang X., Wang XL, Li Z, Hao QH, Wang SY. Improved *in vitro* assays of superoxide anion and 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical-scavenging activity of isoflavones and isoflavone metabolites. J. Agric. Food Chem. 58: 11548-11552 (2010)
- Lim YH, Kim AJ, Kim MW. Quality characteristics of julpyun added with silkworm powder. J. East Asian Soc. Diet Life. 12: 129-134 (2002)
- Singh M, Mohamed A. Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. Food Sci. Tech-Brazil. 40: 353-360 (2007)
- Moiraghi M, Vanzetti L, Bainotti C, Helguera M, León A, Pérez G. Relationship between soft wheat flour physicochemical composition and cookie-making performance. Cereal Chem. 88: 130-136 (2011)
- Moore MM, Heinbockel M, Dockery P, Ulmer HM, Arendt EK. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. Cereal Chem. 83: 28-36 (2006)
- Nam HH, Sim KH. Quality characteristics of garaedduk enriched with mealworm (*Tenebrio molitor*) powder. Korean J. Food Nutr. 34: 272-288 (2021)
- Noh JH, Yun EY, Park H, Jung KJ, Hwang JS, Jeong EJ, Moon KS. Subchronic oral dose toxicity of freeze-dried powder of *Allomyrina dichotoma* larvae. Toxicol. Sci. 31: 69-75 (2015)
- Park ID. Quality characteristics of cookies containing *ligularia fischeri* powder. J. Korean Soc. Food Cult. 30: 206-212 (2015)
- Park GS, Kim KE, Park SY. Quality characteristics of purple sweet potato muffins containing rice flour. Korean J. Food Pres. 19:833-840 (2012)
- Park CJ, Park HS. Quality characteristics and correlation analysis of domestic sponge cakes added with edible slugs powder. Culin. Sci. Hosp. Res. 26: 148-158 (2020)
- Shin SM, Kim AJ, Cho HC, Joung KH. Quality characteristics of seolgiddeok prepared with added *paecilomyces japonica* powder. Korean J. Food Nutr. 21: 22-27 (2008)
- Song JH, Lim JA, Lee JH. Quality and antioxidant properties of cookies supplemented with cinnamon powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 1457-1461 (2014)
- Temitope D, Awobusuyi, Muthulisi Siwela, Kirthee Pillay. Sorghum-Insect Composites for Healthier Cookies: Nutritional, Functional, and Technological Evaluation. Foods. 9: 1427 (2020)
- Yun EY, Hwang JS. Status and prospect for development of insect foods. Food Sci. Ind. 49: 31-39 (2016)