



마카 분말을 첨가한 쌀쿠키의 항산화 활성과 품질 특성

김진성 · 최진희*
공주대학교 외식상품학과

Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Rice cookies Prepared with Maca (*Lepidium Meyenii*) Powder

Jin-Seong Kim, Jin-Hee Choi*

Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University

Abstract

This study was conducted to find out the bakery processing suitability of maca and to develop rice-based processed foods. We investigated the antioxidant activity and physicochemical properties of rice cookies prepared with the addition of maca (*Lepidium meyenii*) powder (1%, 2%, 3%, and 4% of the total materials). We observed an increase in the total polyphenol and flavonoid content, and DPPH-ABTS⁺ radical scavenging activity of the rice cookies as the proportion of added maca powder increased ($p < 0.05$). The quality characteristics such as the “a” value, “b” value, and the hardness of the cookies increased with an increase in the proportion of maca powder ($p < 0.05$) in the cookie, whereas the moisture content, pH of the dough, spread ratio, loss rate, leavening rate, and “L” values showed a significant decrease ($p < 0.05$). In the sensory evaluation results, consumer acceptability showed a significantly higher value in the 2% maca cookie group ($p < 0.05$), and the characteristic intensity rating (color, flavor, bitterness) increased as the proportion of maca added to the cookie increased ($p < 0.05$). Therefore, this suggests that adding 2% maca powder as the functional ingredient in rice cookies can result in rice bakery products with excellent qualities.

Key Words: Maca, cookie, antioxidant activity, quality characteristics

1. 서 론

마카(Maca, *Lepidium meyenii*)는 십자화과에 속하는 채소의 일종으로 페루의 안데스 산맥 해발 4000 m 이상 고원지대에서 보통식물이 자라기 어려운 척박한 환경에서 자라는 식물이다. 마카는 영양가가 높아 페루 원주민들에게 주요한 식용 및 약용 식물로 이용되었으며, 뿌리부위를 생으로 먹거나 건조시켜 저장하여 먹기도 한다(balick & Lee 2002). 마카에는 탄수화물, 지질, 단백질, 비타민, sterol, tannin, saponin, glucosinolate 등의 성분을 함유하고 있어 다양한 생리활성을 나타내며 특히 항산화성 물질로 폴리페놀인 gingerol, flavonolignan, phenolic acid 등과 플라보노이드 물질로 flavan-3-ol 단량체인 catechin, laricitrin 등을 함유하고 있다(Sandoval et al. 2002; Lee & Chang 2019; Wang & Zhu 2019). 미국에서는 마카를 식이보충음식으로 등록하고 푸딩, 포리지, 잼 등으로 섭취하고 있으며, 일본에서는 건강기능식품으로 인정받아 건강식품시장에서 지속적인 성장

세를 보이고 있다. 우리나라의 경우 식품의약품안전청에서 부원료로 지정한 수입허가 품목이며 마카 가공품의 수요도 점차 증가하고 있다(Kwon et al. 2009). 현재 국내에서 마카에 대한 연구로는 마카 추출액의 생리활성 효과(Kwon et al. 2009), 마카 열수 추출물 첨가 요구르트의 품질 및 항산화능(Chung et al. 2010a), 마카 추출액 첨가 시럽의 품질 특성과 항산화능(Chung et al. 2010b) 등 추출액에 대한 연구가 대부분이며, 마카 분말 첨가 양갱(Choi 2017) 연구 등이 있으나 마카 분말을 이용한 가공식품 개발 연구는 미흡한 실정이다.

최근 현대인의 식생활이 간편화, 서구화되어 가면서 제과, 제빵의 수요가 증대되고 있다. 그 중에서 쿠키는 감미가 높고 맛이 우수해 현대인들의 주요 간식으로 애용되고 있으며, 낮은 수분함량으로 미생물학적 변패가 적어 저장성이 우수하다(Lee et al. 2011). 따라서 쿠키의 관능적 특성을 유지하면서 건강기능성을 보완하기 위한 부재료 첨가 연구가 활발히 진행되고 있는데(Song & Lee 2014), 생강가루를 첨가한

*Corresponding author: Jin-Hee Choi, Dept. of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea
Tel: +82-41-330-1505 Fax: +82-41-330-1509 E-mail: second86@kongju.ac.kr

쿠키(Lee et al. 2015), 자색당근 분말 첨가 쿠키(Cho & Chung 2019), 인삼 분말 첨가 쿠키(Kang et al. 2009), 비타민 나무 잎 분말 첨가 호밀쿠키(Park & Joo 2021), 더덕 분말을 첨가한 쿠키(Song & Lee 2014), 카카오빈 허스크 분말을 첨가 쿠키(Kim et al. 2021) 등의 연구에서 기능성 식품 부재료의 첨가가 쿠키의 품질특성에 긍정적인 영향을 준다고 보고되었다.

한편, 쌀은 국내 생산량 중 약 6% 만이 가공식품 제조에 이용되고 있어 쌀 가공식품의 활성화를 통한 쌀의 소비확대가 절실히 요구되고 있다(Kim 2011). 쌀가루는 글루텐을 함유하고 있지 않고 다른 곡류에 비해 전분 입자가 작아 글루텐-프리 과자류 제조 시 밀가루를 대체할 수 있는 훌륭한 소재로 이용되고 있다(Ju et al. 2006). 쿠키는 밀가루를 이용한 가공품 중 글루텐이 주는 영향이 낮아(Hoseney 1994) 다른 밀가루 가공품들에 비해 쌀가루의 적용이 용이하다(Kang et al. 2016).

따라서 본 연구에서는 다양한 영양성분과 생리활성물질을 함유한 마카의 제과 가공적성을 알아보고, 쌀 소비 증대를 위하여 쌀쿠키를 식품모델로 선정하였다. 또한 마카 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화활성을 연구함으로써 품질이 우수한 기능성 쌀쿠키를 개발하고자 한다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서 사용한 시료는 페루에서 생산된 마카 분말을 두손애약초(Yeongcheon, Korea)에서 구입하였다. 쿠키 제조 시 첨가한 밀가루(CJ cheiljedang, Yangsan, Korea), 쌀가루(Saerom food, Icheon, Korea), 버터(Lotte, Cheonan, Korea), 설탕(CJ cheiljedang, Incheon, Korea), 소금(CJ cheiljedang, sinan, Korea), 계란(Pulmuone, Eumsung, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2N Folin & Ciocalteu's phenol reagent, ABTS⁺, gallic acid, quercetin 등의 시약은 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA) 제품이고 Na₂CO₃, NaOH, potassium persulfate는 대정화금(Siheung, Korea) 그 외 실험에 사용한 시약은 1급을 사용하였다.

2. 쿠키제조

마카 첨가량에 따른 쌀쿠키는 Lee & Jeong(2009)를 참고하여 예비실험을 통해 배합비를 설정했다<Table 1>. 계량한 버터, 설탕, 소금을 반죽기(K5SS, Kitchen Aid Co., Benton Harbor, MI, USA)에서 2단으로 작동시키고 난황을 3회에 나누어 넣으면서 5분간 혼합해 크림상태로 만들었다. 여기에 체에 친 호밀가루와 마카분말을 넣고 혼합한 후 4°C 냉장고에서 1시간 휴지시켰다. 휴지시킨 반죽을 5 mm 두께로 만든

<Table 1> Ingredients of maca cookies

Ingredients (g)	Level of maca powder				
	Control	1%	2%	3%	4%
Flour	200	195	190	185	180
Rice flour	200	195	190	185	180
Maca powder	0	10	20	30	40
Butter	280	280	280	280	280
Sugar	200	200	200	200	200
Salt	4	4	4	4	4
Egg yolk	116	116	116	116	116

후 직경 40 mm의 원형 쿠키틀로 찍어 성형해 170°C 오븐(G-501P, LG, Korea)에서 12분간 구웠다. 완성된 쿠키는 실온에서 1시간 방랭한 후에 시료로 이용하였다.

3. 시료액 조제

마카 분말 1 g에 70% 에탄올 99 mL를 사용하여 20°C에서 24시간 동안 120 rpm으로 shaking incubator (SI-900R, Jeio Tech, Korea)에서 추출한 여과액을 사용하였다. 쿠키는 10 g에 ethanol을 90 mL 가하여 shaking incubator에서 20°C, 24시간 동안 120 rpm으로 추출한 후 여과하여 시료액으로 사용하였다.

4. 총 폴리페놀 함량 측정

마카 분말 및 쌀쿠키의 총 폴리페놀 함량은 Swain & Hills(1959)에 준하여 측정하였다. 시료액 150 µm에 2400 µm의 증류수와 2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 150 µm를 가한 후 3분간 방치하고 300 µm의 NaCO₃ (1 N sodium carbonate)를 가하여 암소에서 2시간동안 반응시킨 다음 흡광도를 725 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 검량선을 작성한 후 총 페놀함량을 시료 100 g 중의 mg gallic acid (mg GAE/100 g)로 나타내었다. 실험은 5회 반복하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

5. 총 플라보노이드 함량 측정

마카 분말 및 쌀쿠키의 총 플라보노이드 함량은 Davis의 방법을 일부 변형시킨 Um & Kim(2007)에 준하여 측정하였다. 시료액 1 mL에 1 mL의 1 N NaOH와 90% diethylene glycol 10 mL를 가하여 혼합한 후 37°C water bath (SB-1200, Eyela, Siheung, Korea)에서 1시간 방치하고 420 nm의 분광광도계(DU-800, beckman coulter Inc., Seoul, Korea)로 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 quercetin (Sigma Chemical Co.)을 농도별로 반응시킨 값으로 나타냈으며, 총 플라보노이드 함량을 시료 100 g 중 mg quercetin equivalents (mg QE/100 g)로 나타내었다. 실험은 5회 반복하여 평균값

±표준편차로 나타내었다.

6. DPPH 라디칼 소거 활성 측정

머카 분말 및 쌀쿠키의 DPPH 라디칼 소거 활성은 Lee et al.(2007)의 방법에 준하여 측정된 후 대조군과 마카 첨가 군들과의 항산화 활성을 비교·분석하였다. 4 mL의 시료액에 DPPH 용액(1.5×10^{-4}) 1 mL를 가하고 교반하여 30분간 암소에서 방치 후 517 nm 분광광도계로 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신 에탄올을 가한 대조군의 흡광도를 함께 측정하여 DPPH radical 소거활성을 백분율로 나타내었고, 5회 반복하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

7. ABTS⁺ 라디칼 소거 활성 측정

마카 분말 및 쌀쿠키의 ABTS⁺ 라디칼에 대한 소거 활성은 Siddhuraju & Becker(2007)에 준하여 측정된 후 비교·분석하였다. 증류수로 용해한 ABTS⁺ 7.0 mM에 2.45 mM 농도로 증류수에 용해한 potassium persulfate를 가하여 암소에서 16시간 방치해 ABTS solution을 제조하였다. 라디칼이 생성된 ABTS solution은 734 nm의 분광광도계로 흡광도 값이 0.70 ± 0.02 가 되도록 에탄올로 희석해 사용하였다. 소거능은 ABTS⁺ 용액 900 μ m에 100 μ m의 시료액을 가한 후 1분간격으로 6분간 734 nm에서 흡광도를 측정하여 6분 후의 흡광도 값을 결과에 반영하였다. 대조군의 흡광도는 시료액 대신 에탄올을 가하여 측정 후 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성을 백분율로 나타내었고, 5회 반복하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

8. 쿠키의 품질 특성

1) 쿠키의 수분함량

마카 분말 및 쌀쿠키의 수분함량은 적외선 수분측정법(MJ33, Mettler toledo, Zurich, Switzerland)으로 측정하였으며 각 군마다 5회 반복 측정된 값을 평균값±표준편차로 나타내었다.

2) 쿠키반죽의 밀도, pH

마카 쿠키 반죽의 밀도는 50 mL의 메스실린더에 30 mL의 증류수를 넣고 반죽 5 g을 넣었을 때 증가한 부피를 측정하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 계산하였다. pH는 증류수 45 mL에 반죽 5 g을 넣고 교반한 뒤 여과(Whatman No. 2)한 시료액을 pH meter (FEP-20, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)로 측정하였다. 반죽의 밀도, pH는 각각 5회 측정하여 평균±표준편차로 나타내었다.

3) 쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률 측정

마카 쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 쿠키의 직경(mm)과 높이(mm)를 각각 측정된 후 AACC Method 10-50D의 방법(AACC 2000)을 이용하여 두께에 대한 직경의

비로 나타내었다. 쿠키의 직경은 쿠키 6개를 일렬로 정렬해 길이를 측정된 수치와 각각의 쿠키를 90°로 회전해 다시 측정하여 얻은 수치를 각각 6으로 나눠 평균값을 얻었다. 쿠키의 두께는 쿠키 6개를 수직으로 쌓아올려 높이를 측정된 후, 해체하여 쌓은 순서를 바꿔 다시 쌓아 높이를 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나눠 평균값을 계산하였다.

$$\text{Spread factor} = \frac{\text{쿠키 6개에 대한 평균 넓이(mm)}}{\text{쿠키 6개에 대한 평균 두께(mm)}}$$

$$\text{Loss rate} = \frac{\text{굽기 전후 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 반죽 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

Leavening rate

$$= \frac{\text{굽기 전후의 실험군 쿠키의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전후의 대조군 제품의 중량 차(g)}} \times 100$$

4) 쌀쿠키의 색도 측정

쌀쿠키의 색도 측정은 colormeter (CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L값(lightness, 명도), a값(red, 적색도), b값(yellowness, 황색도)으로 나타내었다. 사용한 표준 백색판은 L=97.26, a=-0.07, b=1.86이었으며 5회 반복 측정하여 얻은 값을 평균값±표준편차로 나타내었다.

5) 쌀쿠키의 경도 측정

쌀쿠키의 경도를 Texture Analyser (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)로 측정해 hardness (경도) 값을 나타내었다. 쿠키는 높이 4.5 mm, 직경 45 mm로 하였고 3 mm cylinder probe를 사용하였다. hardness는 그래프 중 최고 고점을 기준으로 하였고, 각 실험군 별로 30회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다. 분석조건은 test speed 1.0 mm/s, pre-test speed 3.0 mm/s, return speed 5.0 mm/s, trigger force 5 g, test distance 3.0 mm로 하였다.

9. 관능검사

쌀쿠키의 관능검사는 25명의 검사요원을 대상으로 실험목적 및 평가항목들에 대해 설명하고 평가방법에 대해 인지시킨 후 관능평가에 임하게 하였다. 시료는 쿠키 제조 후 1시간 동안 방랭한 것을 이용하였고, 일정한 크기(높이 4.5 mm, 직경 45 mm)의 쿠키를 일회용 백색 폴리에틸렌 접시에 담아 제공하였다. 모든 시료는 동시에 제공하여 7점 척도법으로 6가지의 관능특성을 평가하도록 하였다. 입안의 잔여감을 없애고 혀의 둔화현상의 최소화를 위해 한 시료 평가 후에는 정수로 한 번 이상 입 행음을 하여 이전 시료의 영향을 최소화 하였다. 시료에 대한 편견을 없애기 위해 시료번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 표시하였으며 시료는 랜덤하게 제시하였다. 기호도 평가항목은 전반적인 기호도(overall preference), 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감

(texture), 색(color)으로서 매우 좋다: 7점, 매우 싫다: 1점으로 하였고 특성강도의 평가항목은 색, 향, 쓴맛(bitter taste), 바삭한 정도(crispness)를 아주 강하다: 7점, 아주 약하다: 1점으로 하였다. 본 연구의 관능검사는 국립 공주대학교 생명 윤리위원회의 승인을 받아 그 규정에 따라 실행하였다 (Approval Number: IRB_2021-81).

10. 통계처리

마카 쿠키의 실험에서 얻은 결과 값은 통계분석 프로그램인 SPSS (Version 25.0, SPSS Institute Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균값±표준편차로 나타내었으며, 시료 간의 유의차는 One-way ANOVA를 실시해 Duncan’s multiple range test로 p<0.05 수준에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

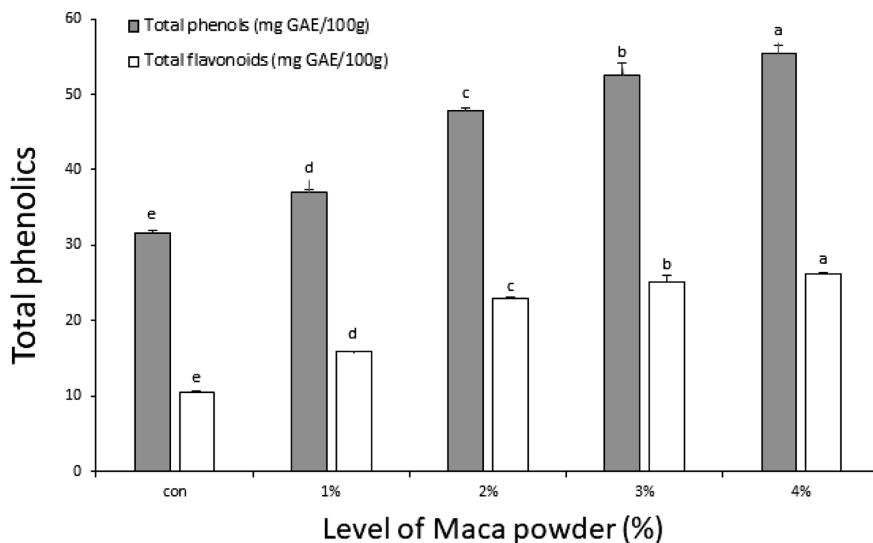
1. 마카 분말과 쌀쿠키의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

마카 분말 첨가 쿠키의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 <Figure 1>에 나타내었으며 마카 분말의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 각각 3.257 mg GAE/g, 2.3 mg QE/g로 측정되었다. 페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 phenolic hydroxyl기를 가진 방향족 화합물들의 총칭이며, 페놀성 화합물은 항산화, 항암, 항균작용 등의 다양한 생리활성을 나타낸다(Duval & Shetty 2000). 폴리페놀 계열의 플라보노이드는 높은 항산화 활성을 지닌다고 알려져 있다(Kim et al. 2021). 마카는 총 폴리페놀 물질로는 gingerol, flavonolignan, phenolic acid 등을 함유하고 있고, 플라보노이드 물질로는 flavan-3-ol의 단량체인 catechin, laricitrin 등을 함유한다고 알려져 있다(Sandoval et al. 2002; Lee & Chang 2019; Wang & Zhu 2019).

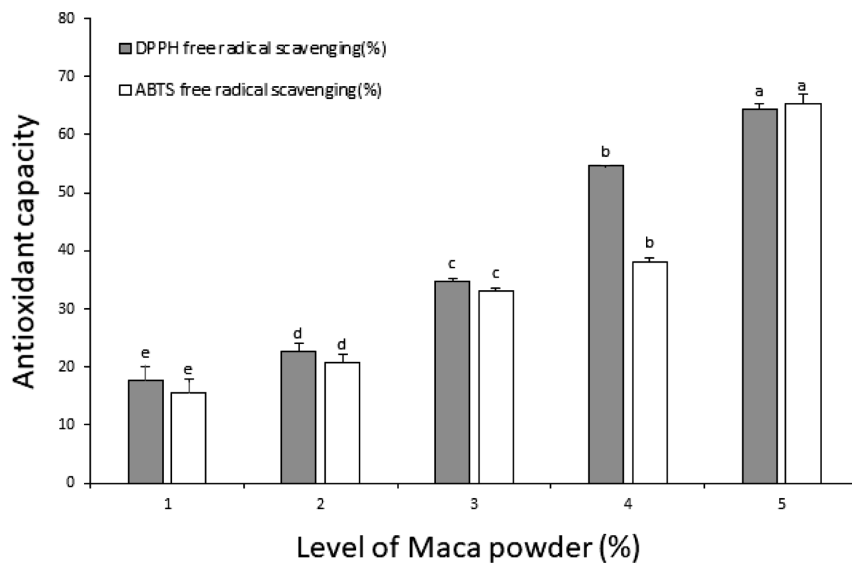
쿠키 대조군의 총 폴리페놀 함량은 31.67 mg GAE/100 g으로, 마카 분말 첨가군은 36.95-55.35 mg GAE/100 g으로 측정되었으며, 마카 분말의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다(p<0.001). 총 플라보노이드 함량은 대조군은 10.54 mg QE/100 g으로, 마카 분말 첨가군은 15.87-26.26 mg QE/100 g으로 측정되었으며, 마카 분말의 첨가량에 비례하여 증가하였다(p<0.001). 마카 추출액 첨가 시럽 연구(Chung et al. 2010b)와 마카 열수추출물 첨가 요구르트 연구(Chung et al. 2010a)에서도 마카의 추출물에 함유된 polyphenol성분에 의해 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀의 함량이 증가한다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Park & Joo(2021)는 비타민 나무 잎 분말 첨가 호밀쿠키 연구에서 호밀가루 대비 높은 총 플라보노이드를 함유한 비타민 나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 쿠키의 총 플라보노이드 함량도 증가하는 경향을 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 쿠키 제조 시 밀가루에 비해 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 높은 마카 분말을 첨가해 쿠키의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 증가하면 항산화 효과를 기대할 수 있어 쿠키의 건강 기능성 측면에서 바람직 할 것으로 사료된다.

2. 마카 분말과 쌀쿠키의 DPPH 및 ABTS+ 라디칼 소거능

마카 분말 첨가 쿠키의 DPPH와 ABTS+ 라디칼 소거능을 측정한 결과는 <Figure 2>에 나타내었다. 마카 분말의 DPPH 및 ABTS+ 라디칼 소거능은 각각 1000 µm/mL 수준에서 36.17%, 2000 µm/mL 수준에서 20.53%로 나타났다. DPPH 라디칼 소거능은 라디칼을 포함한 보라색 화합물이 항산화능이 있는 물질과 반응하면 탈색되는 원리를 이용한 방법으로 측정이 쉬워 널리 이용된다(Blois 1958). ABTS+ 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능과 함께 이용되며,



<Figure 1> Total phenol and flavonoid contents of cookies containing various concentration of Maca powder. Means with different letters (a-e) within the same activity are significantly different (p<0.05).



<Figure 2> DPPH and ABTS radical scavenging activities of cookies containing various concentration of Maca powder. Means with different letters (a-e) within the same activity are significantly different ($p < 0.05$).

ABTS는 극성과 비극성 항산화 물질에 모두 적용할 수 있는 비교적 안정한 자유라디칼로 다양한 시료로 항산화 활성을 측정할 수 있는 장점이 있다(Park & Joo 2021).

대조군 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 17.68이었으며, 마카 분말 첨가군의 DPPH 라디칼 소거능은 22.71-64.35%로 높은 소거능을 나타내어 시료 첨가량이 증가할수록 활성이 증가하였다($p < 0.001$). ABTS⁺ 라디칼 소거능은 대조군이 15.50, 마카 분말 첨가군이 20.67-65.33%로 나타났으며, 마카 분말의 첨가량 증가에 비례하여 높아지는 경향을 나타내었다($p < 0.001$). DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성은 총 폴리페놀의 함량이 증가할수록 높아진다고 알려져 있으며 (Lee et al. 2015), Gheldof & Engeseth(2002)는 항산화능과 총 페놀화합물의 함량은 양의 관계에 있고 항산화능의 주요 성분은 페놀화합물이라고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서 총 폴리페놀 함량이 높은 마카 분말의 첨가가 쿠키의 DPPH와 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성에 영향을 준 것으로 사료된다. 마카의 항산화 활성 연구(Sandoval et al. 2002)에서 마카의 함량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였다고 보고하였으며, 카카오빈 허스크 쿠키 연구(Kim et al. 2021)와 비타민 나무 잎 쿠키 연구(Park & Joo 2021)에서는 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드의 함량이 높은 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거능이 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

3. 마카 쌀쿠키의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성 간의 상관관계

마카 분말의 첨가량이 증가함에 따라 쌀쿠키의 총 폴리페놀, 플라보노이드, DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거능이 비례하여 증가하여, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화

활성의 상관관계를 분석한 결과를 <Table 2>에 나타내었다. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거능의 상관성은 $r = 0.910-0.972$ 로 양의 상관관계를 나타내었다. 카카오빈 허스크 쿠키 연구(Kim et al. 2021)에서 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS⁺의 상관관계를 분석한 결과 $r = 0.910-0.972$ 로 양의 상관관계를 보여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. Gheldof & Engeseth(2002)는 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성은 양의 상관관계가 나타나며, 폴리페놀이 항산화능의 주성분이라고 보고한 바 있다. 따라서 쿠키에 마카 분말을 첨가하는 것은 쿠키의 기능성 성분 함량과 항산화능을 증가시키는 데에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

4. 마카 쌀쿠키의 품질 특성

1) 반죽의 밀도 및 pH

마카 쿠키 반죽의 밀도와 pH를 측정한 결과는 <Table 3>에 나타내었다. 본 연구에서 반죽의 대조군 밀도는 1.16 g/mL으로 측정되었고, 마카 분말을 첨가한 반죽의 밀도는 1.15-1.16 g/mL으로 시료 첨가량의 증가에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 쿠키 반죽의 밀도는 팽창의 정도를 나타내며 밀도가 낮아지면 딱딱한 쿠키가 제조되어 기호도가 감소하고, 밀도가 높아지면 쉽게 부서져 상품성이 저하된다고 알려진 바 있다(Moon & Jang 2011). 더덕 분말 첨가 쿠키(Song & Lee 2014), 자색 당근 첨가 쿠키(Cho & Chung 2019), 인삼 분말 첨가 쿠키(Kang et al. 2009) 연구에서도 부재료의 첨가량에 따라 반죽의 밀도에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 케일 분말 첨가 쿠키(Lee 2015) 연구에 따르면 부재료의 입도가 밀가루의 입도와 동일하며, 밀가루 전체량

<Table 2> Correlation coefficient between the contents of antioxidant and antioxidant effects by DPPH free radical scavenging activity and ABTS radical cation scavenging activity from cookies added with various concentration of Maca powder

	Total polyphenol contents	Total flavonoid contents	DPPH free radical scavenging activity	ABTS radical cation scavenging activity
Total polyphenol contents	1.000			
Total flavonoid contents	0.972**	1.000		
DPPH free radical scavenging activity	0.956**	0.960**	1.000	
ABTS radical cation scavenging activity	0.910**	0.914**	0.939**	1.000

Significant at $p < 0.01$ among groups by linear regression analysis and correlation coefficient comes between -1 and 1.

** $p < 0.01$

에 대한 부재료 첨가 비율이 높지 않을 경우 첨가량에 따른 밀도의 유의적인 차이가 나타나지 않는다고 보고하였다. 본 연구에서도 밀가루의 총량 대비 부재료 첨가 비율이 높지 않아 밀도에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

대조군의 pH는 5.66로 가장 높게 측정되었고, 마카 분말을 첨가한 반죽의 pH는 5.56-5.65로 측정되었으며 마카 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다 ($p < 0.001$). 본 연구에서 사용된 마카 분말의 pH는 5.49로 나타났다. Chung et al.(2010b)의 마카 추출액 첨가 시럽 연구에서는 마카 추출액의 pH가 4.90이라 보고하였고, Gonzales et al.(2009)는 마카 종류에 따른 추출액의 pH가 4.81-5.11로 나타났다고 보고하였다. 사용된 쌀가루와 밀가루의 pH는 각각 6.22, 5.88로 상대적으로 pH가 낮은 마카 분말의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 pH가 낮아진 것으로 사료된다. 마카 분말 첨가 양갱 연구(Choi 2017)와 마카 추출액 첨가 음료의 특성연구(Jeon et al. 2011)에서도 마카의 첨가량이 증가함에 따라 pH가 낮아져 본 연구와 비슷한 경향을 나타내었다.

2) 쿠키의 수분함량

마카 분말을 첨가한 쌀쿠키의 수분함량은 <Table 3>에 나타내었다. 대조군의 수분함량은 2.67, 마카 첨가 쿠키의 수분함량은 2.26-2.45로 마카 분말의 첨가량이 증가할수록 쿠키의 수분함량이 감소하였다($p < 0.01$). 실험에 사용된 마카 분말의 수분함량은 1.42%로 밀가루의 수분함량 9.93%와 쌀가루의 수분함량 8.72% 보다 낮아 쿠키의 수분함량에 영향을 준 것으로 사료된다. Hong(2012)은 천연감미료 자원식물을 첨가한 쿠키 연구에서 부재료에 함유된 식이섬유는 쿠키 반죽의 수분흡수율을 증가시키고 당의 용해성과 보습성이 낮아지며, 이에 따라 반죽의 건조도가 높아진다고 보고한 바 있다. Rondan-Sanabria & Finardi-Filho(2009)는 마카 뿌리 전분의 물리적 화학적 특성 연구에서 마카 뿌리에 약 31.7% 가량의 식이섬유가 있다고 보고한 바 있으며, 쿠키 제조 시 마카의 식이섬유에 의해 반죽의 건조도가 높아져 첨가량이 증가할수록 수분함량이 낮아진 것으로 사료된다. Lee et al. (2015)의 생강가루 첨가 쿠키 연구, Choi et al. (2011)의 강

황 분말 첨가 쿠키 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 수분함량이 유의적으로 감소하였으며, 이는 부재료의 식이섬유로 인해 반죽의 수분결합 능력이 저하되었기 때문이라고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

3) 쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률

마카 분말을 첨가한 쌀쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률은 <Table 3>에 나타내었다. 마카 쿠키의 퍼짐성은 대조군이 9.81로 가장 높게 측정되었으며, 마카 분말 첨가군이 8.31-8.68로 측정되어 마카 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.001$). 퍼짐성은 재료들을 반죽, 성형하여 오븐에서 굽는 과정에서 반죽의 두께가 감소하고 직경은 증가하는 현상을 뜻한다(Finney et al. 1950). 퍼짐성은 반죽의 점성, 수분함량 등에 영향을 받으며 유동에 필요한 일정수준의 점도를 상실하면 작아지고, 반죽의 수분함량이 높아지면 퍼짐성이 커진다고 알려져 있다(Doescher & Hosney 1985). Song & Lee(2014)의 더덕 분말 첨가 쿠키의 품질특성 연구에서 더덕 분말의 첨가량이 증가할수록 퍼짐성이 감소하였는데, 이는 보수력이 높은 식이섬유의 양의 증가 때문이라고 보고한 바 있으며, Choi(2009)는 솔잎 쿠키의 품질특성 연구에서도 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 식이섬유 함량이 증가하고, 반죽의 수분흡수율을 증가시켜 당의 보습성과 용해성이 낮아져 유동성에 필요한 점도를 가지지 못해 퍼짐성이 감소되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 마카의 첨가량이 증가할수록 식이섬유에 의한 반죽의 보수력이 높아지고, 이에 따라 당의 보습성과 용해성이 낮아져 반죽의 건조도의 증가로 유동에 필요한 점도를 가지지 못하는 등의 이화학적 특성의 변화로 인해 퍼짐성이 감소된 것으로 사료된다.

마카 쿠키의 손실률은 대조군이 10.23%로 마카 분말 첨가군이 7.96-8.28로 나타났으며 팽창률은 대조군이 100%, 마카 분말 첨가군이 80.01-81.74로 측정되었다. 손실률과 팽창률은 대조군이 마카 분말 첨가군보다 높은 값을 나타내었고 마카 분말 첨가량 증가에 따라 미미하게 감소하였다 ($p < 0.001$). 손실률은 쿠키의 굽는 과정에서 열에 의한 수분 증발과 관련이 있다고 보고되었다(Bae et al. 2013). 더덕 쿠키

<Table 3> Quality characteristics of cookies added with various concentration of Maca powder

Item	Level of maca powder					F-value	
	Control	1%	2%	3%	4%		
Bulk density	1.16±0.03 ^{a1)2)}	1.15±0.02 ^a	1.16±0.03 ^a	1.15±0.02 ^a	1.15±0.03 ^a	0.128 ^{NS3)}	
pH	5.66±0.05 ^a	5.65±0.01 ^b	5.62±0.04 ^c	5.61±0.03 ^d	5.56±0.01 ^e	15.873 ^{***}	
Moisture contents	2.67±0.11 ^a	2.45±0.09 ^b	2.42±0.07 ^b	2.35±0.03 ^{bc}	2.26±0.05 ^c	13.180 ^{**}	
Spread ratio (%)	9.24±0.20 ^a	8.68±0.23 ^b	8.59±0.29 ^{bc}	8.41±0.09 ^{bc}	8.31±0.13 ^c	12.997 ^{***}	
Lose rate (%)	10.23±1.20 ^a	8.28±0.74 ^b	8.16±0.80 ^b	8.03±0.98 ^b	7.96±1.10 ^b	9.270 ^{***}	
Leavening rate (%)	100.00±12.50 ^a	81.74±7.21 ^b	81.18±8.02 ^b	80.83±10.29 ^b	80.01±11.84 ^b	6.831 ^{***}	
Color values	L	74.13±2.26 ^a	68.80±2.68 ^b	64.83±0.91 ^c	63.22±1.21 ^c	57.87±2.48 ^d	80.681 ^{***}
	a	-2.38±0.27 ^d	2.01±0.64 ^c	6.38±0.32 ^b	6.74±0.75 ^b	9.73±1.36 ^a	334.084 ^{***}
	b	2941.24±0.43 ^c	30.60±0.38 ^b	31.06±0.68 ^b	31.67±0.63 ^a	32.13±0.55 ^a	33.451 ^{***}
Hardness	1055.54±73.50 ^a	1154.01±86.65 ^a	1235.08±80.42 ^a	1305.67±100.37 ^a	1364.19±121.93 ^a	15.794 ^{***}	

¹⁾All values are mean±SD.

^{2)a-e} Values with different letter (a-e) within a row differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05).

³⁾NS: not significant

*p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

키의 품질 특성 연구(Song & Lee 2014)와 자색 당근 쿠키의 품질 특성 연구(Cho & Chung 2019)에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 손실률이 감소하였으며, 이는 부재료와 반죽간의 이화학 작용에 의해 결합수가 형성됐기 때문이라고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 마카 분말이 증가함에 따라 결합수의 양이 증가해 조리과정 중의 수분 손실이 감소한 것으로 사료된다. 팽창률은 수분함량과 쿠키 제조 시에 사용되는 유지의 종류와 첨가량에 영향을 받는다고 보고된 바 있다(Lim & Cha 2014). 생강 가루 첨가 쿠키의 품질 특성 연구(Lee et al. 2015)에서 부재료의 함량이 증가함에 따라 팽창률이 감소하였는데, 이는 부재료에 함유된 식이섬유가 당의 용해에 필요한 수분을 흡수하여 쿠키가 팽창하는데 필요한 수분이 부족해졌기 때문이라고 보고하였다. 따라서 마카의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 식이섬유 함량이 증가하여 팽창에 필요한 수분함량이 낮아져 팽창률 감소에 영향을 준 것으로 사료된다.

4) 쿠키의 색도

마카 분말을 첨가한 쌀쿠키의 색도는 <Table 3>에 나타내었다. 쿠키의 명도를 나타내는 L값은 대조군이 74.13로, 마카 분말 첨가군에서는 57.87-68.80으로 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다(p<0.001). a값(+red/-green)은 대조군이 -2.38로 측정되었고, 마카 분말 첨가군에서 2.01-9.73으로 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다(p<0.001). b값(+yellow/-blue)은 대조군이 29.41로, 마카 분말 첨가군에서 30.60-32.13으로 측정되어 마카 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.001). 마카 분말을 첨가한 양갱의 품질 특성 연구(Choi 2017)와 마카 추출액을 첨가한 요구르트(Chung et al. 2010a), 시럽(Chung et al. 2010b)의 품질 특

성 연구에서도 마카 분말 및 추출액의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고 b값은 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. L값의 경우 마카에서 유래된 색소에 의하여 명도가 낮아진 것으로 보고하였으며(Chung et al. 2010a), b값은 마카의 황색 계열 색소가 영향을 주었기 때문이라고 보고하였다(Chung et al. 2010a, Chung et al. 2010b, Choi 2017). 더덕 분말 쿠키 연구(Song & Lee 2014)와 인삼 분말 쿠키 연구(Kang et al. 2009)에서도 황색 계열 색을 나타내는 부재료의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고, b값은 증가해 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. a값은 쿠키 반죽 내의 당과 아미노화합물에 의한 Maillard reaction과 환원당에 의한 Caramelization에 의해 영향을 받는데(Kim et al. 2021) 마카 환원당 함량은 13.10%로(Rondan-Sanabria & Finardi-Filho 2009) 본 연구에서 a값이 증가한 것은 마카의 첨가량에 따른 환원당에 의한 Maillard reaction과 Caramelization 등에 의한 것으로 사료되며, 더덕 분말 첨가 쿠키 연구(Song & Lee 2014)와 인삼 분말 첨가 쿠키 연구(Kang et al. 2009)에서도 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 a값도 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

5) 쿠키의 경도

마카 분말 첨가 쌀쿠키의 경도는 <Table 3>에 나타내었다. 마카 쿠키의 경도는 마카 분말의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다(p<0.001). 쿠키의 경도는 반죽 내 식이섬유 함량이 많거나, 부재료의 수분함량이 적고 첨가량이 많아질수록 증가하는 것으로 알려져 있다(Joo & Choi 2012; Lee 2015). 인삼 분말 쿠키(Kang et al. 2009), 생강 분말 쿠키 연구(Lee et al. 2015)에서 밀가루 보다 수분이 낮은 건조 분말 상태의 부재료 첨가량이 증가함에 따라 경도가 증가하였으

<Table 4> Sensory evaluation of cookies added with various concentration of Maca powder

		Level of maca powder					F-value
		Control	1%	2%	3%	4%	
Consumer acceptability	Appearance	4.50±1.77 ^{ab1)2)}	4.92±1.41 ^a	5.13±1.39 ^a	3.63±1.50 ^b	3.71±1.71 ^b	4.612 ^{**}
	Flavor	4.54±1.28 ^{ab}	4.29±1.83 ^{ab}	4.71±1.53 ^a	3.75±1.62 ^{bc}	3.08±1.38 ^c	4.448 ^{**}
	Taste	4.17±1.58 ^b	4.67±1.71 ^{ab}	5.29±1.52 ^a	4.63±1.58 ^{ab}	3.25±1.26 ^c	5.824 ^{***}
	Texture	4.83±1.37 ^a	4.58±1.41 ^a	4.88±1.36 ^a	5.13±1.33 ^a	3.75±1.45 ^b	3.507 [*]
	Color	4.71±1.55 ^a	5.42±1.38 ^a	4.96±1.27 ^a	3.79±1.38 ^b	3.83±1.52 ^b	6.014 ^{***}
	Overall preference	5.00±1.82 ^a	5.38±1.10 ^a	5.46±1.41 ^a	3.13±1.23 ^b	3.33±1.40 ^b	15.562 ^{***}
Characteristic intensity rating	Color	1.54±0.72 ^c	3.08±0.88 ^b	4.58±1.79 ^a	4.88±1.15 ^a	4.96±0.91 ^a	39.291 ^{***}
	flavor	1.67±0.70 ^d	3.17±0.92 ^c	4.75±0.85 ^b	5.50±0.98 ^a	5.75±1.42 ^a	70.839 ^{***}
	Bitterness	1.54±0.59 ^c	2.79±0.88 ^b	3.96±1.92 ^a	4.17±1.24 ^a	4.71±1.43 ^a	22.965 ^{***}

¹⁾All values are mean±SD.

^{2)a-e}Values with different letter (a-e) within a row differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05).

*p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

며, 생강 분말 쿠키 연구와 카카오빈 허스크 분말 쿠키 연구 (Kim et al. 2021)에서 식이섬유의 함량의 증가로 수분이 감소하여 쿠키의 경도가 높아졌다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 마카 분말의 첨가량의 증가에 따라 경도가 증가한 것은 수분함량이 각각 9.93%, 8.72%인 밀가루와 쌀가루 대비 마카 분말의 낮은 수분함량(1.42%)과 마카에 함유된 식이섬유에 의해 쿠키의 수분함량이 감소하였기 때문인 것으로 사료된다.

5. 쌀쿠키의 관능적 특성

마카 분말의 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 소비자 기호도와 특성 강도검사 결과는 <Table 4>에 나타내었다. 전반적 기호도, 외관, 향, 맛에서 2% 첨가 쿠키가 각 5.46, 5.13, 4.71, 5.29의 점수를 나타내어 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 색에서는 1% 첨가 쿠키가 5.42, 조직감에서는 3% 첨가 쿠키가 5.13으로 보통 이상의 점수가 나타났다. 기호도 측정 결과에서 마카 첨가군의 점수가 대조군에 비해 높은 경향을 나타내었는데, 마카 분말을 첨가한 양갱 연구(Choi 2017)에서 대조군에 비해 마카 분말 첨가군의 기호도 점수가 높게 나타났고 그 중 마카분말을 3%, 5% 첨가한 군이 1%와 7% 첨가한 군보다 높은 점수가 나타나 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

따라서 쿠키에 마카 분말을 첨가하는 것은 소비자의 기호도를 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다. 마카 쿠키의 특성 강도 검사에서는 4% 첨가 쿠키가 색, 향, 쓴 맛의 강도가 각 4.96, 5.75, 4.71로 모든 항목에서 가장 높은 점수를 나타내었으며, 마카 분말의 첨가량이 증가할수록 모든 항목에서 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.001). 더덕 분말 첨가 쿠키 연구(Song & Lee 2014)와 생강 분말 첨가 연구(Lee et al. 2015)에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 색, 향, 쓴 맛 등의 특성 강도가 강해진다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을

나타내었으며 지나치게 많은 부재료의 첨가는 선호도에 부정적인 영향을 미친다고 보고하였다. 이러한 결과로 보아 쿠키에 마카 분말을 2% 첨가하는 것이 쌀쿠키의 기호도를 향상시키는 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 마카 분말의 기능성 식품 소재로의 가능성을 알아보기 위해 마카 분말을 1, 2, 3, 4% 첨가한 쌀쿠키를 제조하고 쿠키의 항산화 활성 및 품질 특성을 조사하였다. 마카 분말의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 각각 3.257 mg GAE/g, 2.3 mg QE/g으로 측정되었으며, 이를 쿠키에 첨가한 경우 시료의 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 증가하였다(p<0.001). 쿠키의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과 마카 분말의 첨가량에 비례하여 항산화 활성도 증가했다(p<0.001). 반죽의 밀도는 마카 분말의 첨가량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, pH는 마카 첨가량에 따라 감소하는 경향을 나타내었다(p<0.001). 쿠키의 수분함량은 마카 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하였다(p<0.01). 쿠키의 퍼짐성은 마카 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였으며(p<0.001), 손실물과 팽창률은 대조군이 마카 분말 첨가군보다 높은 값을 나타내었고 마카 분말의 첨가량 증가에 따라 감소하였다(p<0.001). 쿠키의 색도는 마카 분말 첨가량이 증가할수록 L값은 낮아지고, a값과 b값은 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.001). 경도는 마카 분말의 첨가량에 따라 증가하였다(p<0.001). 쿠키의 기호도 검사(전반적인 기호도, 외관, 향, 맛, 조직감)에서 2% 마카 분말 쿠키가 유의적으로 높은 값을 나타냈으며(p<0.05), 특성강도(색, 향, 쓴맛)에서는 마카 분말의 첨가량이 증가할수록 모든 항목에서 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.001). 결론적으로, 마카는 기능성 식품소재로서 활용가능성이 높으

며, 쿠키에 마카 분말을 2% 첨가하는 것은 쌀쿠키의 항산화 활성, 품질특성, 기호도를 증가시켜 활용 가능성이 높을 것으로 사료된다. 또한 본 연구는 향후 외래 작물인 마카를 우리나라 쌀 가공식품에 적용하는 연구의 폭을 넓힐 수 있는 기초자료가 될 것이다.

저자 정보

김진성(공주대학교 외식식품학과, 학석사 연계과정, 0000-0003-3190-5497)

최진희(공주대학교 외식식품학과, 강사, 0000-0001-9337-9272)

Conflict of Interest

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

References

- AACC. 2000. Approved method of the AACC. 10th ed. American association of cereal chemists. Washington DC, USA, pp 10-52
- Bae CH, Park GH, Kang WW, Park HD. 2013. Quality characteristics of cookies added with RS4 type resistant corn starch. *Korean J. Food Preserv.*, 20(4):539-545
- Balick MJ, Lee R. 2002. Maca: from traditional food crop to energy and libido stimulant. *Altern. Ther. Health Med.*, 8(2):96-98
- Blios MS, 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181:1199-1200
- Cho MR, Chung HJ. 2019. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 34(5):612-619
- Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38(10):1414-1421
- Choi SH. 2017. Quality characteristics of yanggaeng added with maca (*Lepidium meyenii*) powder. *Korean J. Cul. Res.*, 23(5):121-128
- Choi YS, Lee MH, Jhee OH, 2011. Quality characteristics of sugar-snap cookies by additions of *Curcuma Longa L.* powder. *Korean J. Cul. res.*, 7(2):198-208
- Chung HJ, Chu YR, Park HN, Jeon IS, Kang YS. 2010a. Influence of the addition of maca (*Lepidium meyenii*) hot water extract on the quality and antioxidant activity of yogurt. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 25(3):334-341
- Chung HJ, Park HN, Chu YR, Jeon IS, Kang YS. 2010b. Quality characteristics and antioxidant activity of syrup added with maca (*Lepidium meyenii*) extract. *Korean J. Food Preserv.*, 17(2):236-242
- Doescher LC, Hoesmey RC, 1985. Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. *Cereal Chem.*, 62(4):263-266
- Duval B, Shetty K. 2000. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J. Food Biochem.*, 25:361-377
- Finney KF, Morris VH, Yamazaki WT. 1950. Micro versus macro cookie baking procedures for evaluating the cookie quality of wheat varieties. *Cereal Chem.*, 27:42-49
- Gheldof N, Engeseth NJ. 2002. Antioxidants capacity of honeys from various flora sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *J. Agric. Food Chem.*, 50:3050-3055
- Gonzales GF, Gonzales C, Gonzales-Castañeda C. 2009. *Lepidium meyenii* (maca): a plant from the highlands of peru—from tradition to science. *Forsch Komplementmed.* 2009 Dec;16(6):373-80. doi: 10.1159/000264618
- Hong YJ. 2012. Quality characteristics of cookie prepared with different species of natural sweet leaves. master's degree thesis. Sejong University, Seoul, Korea. pp 41-45
- Hoseney RC. 1994. Principles of cereal science and technology. American Association of Cereal Chem., St. Paul, MN, USA., pp 53-70
- Jeon IS, Kang YS, Chung HJ. 2011. Quality characteristics of drink with maca (*Lepidium meyenii*) extract and evaluation of its antioxidant activity during storage. *Korean J. Food Preserv.*, 18(5):669-677
- Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(2):182-191
- Ju JE, Nam YH, Lee KA. 2006. Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. *Korean J. Food Cook. Sci.* 22:923-929
- Kang HJ, Choi HJ, Lim JG. 2009. Quality characteristics of cookies with ginseng powder. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38(11):1595-1599
- Kang TY, Jo HE, Sohn KH, Yoon MR, Lee JS, Ko SH. 2016. Effect of rice variety on the process ability for preparing rice cookies. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48(5):492-495
- Kim MR. 2011. The status of korea's rice industry and the rice processing industry. *Food Indust. & Nutr.* 16(1):22-26
- Kim NM, Choi JH, Choi HY. 2021. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies prepared with cacao bean husk (*Theobroma cacao* linn.) powder. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 50(1):45-53
- Kwon YS, Jeon IS, Hwang JH, Lim DM, Kang YS, Chung HJ. 2009. Biological activities of maca (*Lepidium meyenii*) extracts. *Korean J. Soc. of Food Sci. & Nutr.*, 38(7), 817-823
- Lee CS, Lim HS, Cha GH. 2015. Quality characteristics of cookies with ginger powder. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 31(6):703-717
- Lee EJ, Kim HI, Hong GJ. 2011. Quality Characteristics of

- Cookies Added with *Nelumbo nucifera* G. powder. J. Korean Soc. Food Cult., 26(4):394-399
- Lee JA. 2015. Quality characteristics of cookies added with kale powder. Korean J. Cul. Res., 21(3):40-52
- Lee JS, Jeong SS. 2009. Quality characteristics of cookies prepared with button mushroom (*Agaricus bisporus*) powder. Korean J. Food Cook. Sci., 25:98-105
- Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. 2007. Quality characteristics of cookies prepared with fresh and steamed garlic powders. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 36:1048-1054
- Lee YK, Chang YH. 2019. Physicochemical and antioxidant properties of methanol extract from Maca (*Lepidium meyenii* Walp.) leaves and roots. Food Sci. Technol., 39(1):278-286
- Lim HS, Cha GH. 2014. Quality characteristics of cookies with persimmon peel Powder. Korean J. Food Cook. Sci., 30(5):620-630
- Moon YJ, Jang SA. 2011. Quality characteristics of cookies containing powder of Extracts from *Angelica gigas* Nakai. Korean J. Food & Nutr., 24(2):173-179
- Park MG, Joo SY. 2021. Quality characteristics and antioxidant activity of rye cookies supplemented with sea buckthorn leaf powder. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 50(5):464-475
- Rondan-Sanabria GG, Finardi-Filho F. 2009. Physical-chemical and functional properties of maca root starch (*Lepidium meyenii* Walpers). J. Food Chem., 114(2):492-498
- Sandoval M, Nataly N, Okuhama, Angeles FM, Vanessa V, Melchor LA, Condezo, JL, Mark JSM. 2002. Antioxidant activity of the cruciferous vegetable maca (*Lepidium meyenii*). Food Chem., 79(2):207-213
- Siddhuraju P, Becker K. 2007. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. Food Chem., 101:10-19
- Song JH, Lee JH. 2014. The quality and antioxidant properties of cookies containing *codonopsis lanceolata* powder. Korean J. Food Sci. Technol., 46(1):51-55
- Swain T, Hillis WE. 1959. The phenolic constituents of *ptunus domes-tioa* I.-The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agric., 10:63-68
- Um HJ, Kim GH. 2007. Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp. Korean J. Food Nutr., 20:103-107
- Wang S, Zhu F, 2019. Chemical composition and health effects of maca (*Lepidium meyenii*). Food Chem., 288:422-443

Received August 5, 2021; revised August 21, 2021; accepted August 24, 2021