카카오빈 허스크 분말을 첨가한 쿠키의 항산화 활성 및 품질 특성

김나미¹ · 최진희² · 최해연¹

¹공주대학교 외식상품학과
²숙명여자대학교 식품영양학과

Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Cookies Prepared with Cacao Bean Husk (*Theobroma cacao* Linn.) Powder

Na Mi Kim¹, Jin-Hee Choi², and Hae Yeon Choi¹

¹Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University

²Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

ABSTRACT Cacao bean husks, removed from roasted cacao beans, account for 10~15% of the composition of cacao beans and contain 3% polyphenols consisting of catechin, epicatechin, and procyanidin. This study examined the quality and antioxidant activity of cacao bean husk powder in cookies prepared with different concentrations of cacao bean husk (1%, 2%, 3%, and 5% of total material). The antioxidant activity was estimated by DPPH-ABTS⁺ assay, and by determining the total polyphenol and flavonoid content of cacao bean husk powder. To evaluate quality characteristics, we measured bulk density and pH of the dough, moisture content, spread factor, loss rate, leavening rate, color, hardness, and conducted sensory evaluations. When the cacao bean husk powder content increased, we observed a significant increase in the total polyphenol and flavonoid content and radical scavenging activity of the cookies measured using DPPH-ABTS⁺ ($P<0.05$). Characteristics of quality such as the spread factor, “a” value, loss rate, and hardness of the cookies showed a significant increase with an increase in cacao bean husk powder ($P<0.05$), whereas pH of the dough, moisture content, and “L” and “b” values showed a significant decrease ($P<0.05$). Based on these results, this study confirmed the possibility of using byproducts of cacao bean husk in foods, as they are expected to be valuable as functional food materials.

Key words: cacao bean husk, co-product, antioxidant activity, quality characteristics

서 론

카카오는 아메리카 열대 지방에서 자라는 아욱목 벵오동 나무과에 속하는 교목으로 인기 있는 기호식품인 초콜릿의 열매가 열리는 나무이며, 학명은 *Theobroma cacao* L.이다. 카카오는 카카오 나무의 열매에서 분리한 발효된 씨(bean)를 의미한다(Kim, 2012). 카카오 열매(cacao fruits)는 수확 후 발효·건조 과정을 거쳐 열매 속의 펄프와 종자를 분리하며, 분리한 종자를 로스팅하여 카카오 가공 제품의 원료가 되는 카카오 님(nip)과 탈각된 껍질인 부산물로 분류되는 카카오빈 허스크(bean husk)를 얻게 된다. 연간 카카오빈의 생산량은 2.5×10^6 톤에 달하며, 카카오빈 무게의 10~15%를 차지하는 양인 4×10^5 톤의 카카오빈 허스크가 배출된다

(Okiyama 등, 2018).

카카오빈 허스크는 총 식이섬유 약 50% 중 불용성 식이섬유 35~45%와 수용성 식이섬유 14~17%로 구성되어 있으며, (+)catechin과 (-)epicatechin과 같은 flavan-3-ol 단량체와 이를 기반으로 한 이량체인 procyanidin B₁, procyanidin B₂, 카페인 및 theobromine 등과 같은 소·중합체가 함유되어 있다(Martinez 등, 2012; Okiyama 등, 2018). 이와 같은 성분들은 대표적인 항산화 물질인 폴리페놀 화합물로 flavonoids, anthocyanins, tannins, catechins, iso-flavones, lignans, resveratrols 등을 총칭하고 식물만이 가진 성분이다. 플라보노이드는 폴리페놀에 속하는 성분이고 플라보노이드의 C6-C3-C6를 기본골격으로 하는 노란색 내지는 담황색을 나타내는 페놀계 화합물의 총칭이다(Urquiaga와 Leighton, 2000; Michalak, 2006; Dai와 Mumper, 2010). 페놀성 성분들은 자유라디칼 제거 및 저해인자로 자유라디칼이 유발하는 산화적 손상, DNA의 파괴, 발암작용, 생체분자의 산화 그리고 노화를 일으키는 세포 기능 저하를 막을 수 있다(Willcox 등, 2004; Valko 등, 2006). 카카오빈에 대한 기능성 연구와 식품소재로서의 선행 연

Received 15 Oct 2020; Revised 9 Dec 2020; Accepted 10 Dec 2020
Corresponding author: Hae Yeon Choi, Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, 56, Gongjudaehak-ro, Gongju-si, Chungnam 32588, Korea,
E-mail: prochoi@kongju.ac.kr

Author information: Na Mi Kim (Graduate student), Jin-Hee Choi (Researcher), Hae Yeon Choi (Professor)

구는 국내외에서 다양하게 이루어져 있다(Lotito와 Frei, 2006; Ferrazzano 등, 2009; Djoussé 등, 2011). 그러나 카카오빈 허스크에 대한 연구로는 구성성분 및 플라바놀 함량(Okiyama 등, 2018), 항산화 활성(Martinez 등, 2012), GTF 억제 활성(Kim 등, 2004) 등 항산화 활성에 대한 연구가 대부분이며, 식품소재로 활용한 연구는 카카오빈 허스크차(Kim, 2016), 카카오빈 허스크 소시지(Choi 등, 2019)로 미미한 실정이다.

제과·제빵 분야의 수요가 증대되며 소비자들의 기호 성향이 다양해지고, 삶의 질과 건강에 대한 관심이 높아지며 점차 건강 지향적으로 변화함에 따라 건강 기능성 소재를 활용한 제품들이 개발되고 있다(Kim, 2001). 쿠키는 수분함량이 낮아 저장성이 우수하고, 크기가 작아 먹기에 간편하여 모든 연령층에서 기호도가 높아 간식으로 애용되고 있다(Manley, 2000; Lee 등, 2011). 또한 쿠키에 다양한 부재료를 첨가하여 소비자의 다양한 기호와 욕구를 충족시키고 기능성을 늘리기 위한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 이러한 기능성 물질이 첨가된 쿠키는 고령자의 간식으로 이용 가치가 높다고 알려져 있다(Bang 등, 2011; Kim과 Park, 2008). 쿠키에 기능성을 가진 천연 소재를 첨가한 연구가 지속적으로 행해지고 있으나, 가식부를 첨가한 연구가 대부분이며 근래에는 울피(Joo와 Choi, 2012b), 건오디박(Jeon 등, 2013), 감과피(Lim과 Cha, 2014), 숙성 흑울피(Son 등, 2017) 등 이용가치가 높은 부산물을 활용하는 많은 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 부산물의 활용 가능성을 살펴보기 위하여 생리활성이 있다고 알려진 카카오빈 허스크 분말을 쿠키에 첨가하여 카카오빈 허스크 쿠키를 제조한 후 쿠키의 품질 특성과 항산화 효과를 비교, 분석하여 카카오빈 허스크 첨가에 따른 쿠키 제조의 가능성을 확인하고자 하였으며, 이를 통해 카카오빈 허스크의 부가가치를 향상할 수 있는 정보를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

카카오빈 허스크(Palo Santo, Cerecita Valley, Ecuador)는 트리투바(Namyangju, Korea)에서 구입하였다. 180°C의 Roaster(CBR-101A, Genesis Co., Ansan, Korea)에서 15분 동안 볶아 빈에서 벗겨낸 카카오빈 허스크만 분쇄 후 40 mesh의 표준망 체에 내린 다음 폴리에틸렌 백에 넣어 -40°C의 deep freezer(DFU-128E, Operon Co., Seoul, Korea)에 보관하며 사용하였다. 박력분(CJ Cheiljedang, Yangsan, Korea), 버터(Lotte, Cheonan, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 달걀(Pulmuone, Nonsan, Korea)과 소금(CJ Cheiljedang, Sinan, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 시약 2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), 2,2'-

azino-bis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonic acid, gallic acid, quercetin 등은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 제품이고, Na₂CO₃, NaOH, potassium persulfate는 대정화금(Siheung, Korea), 그 외의 실험에 사용된 시약은 1급을 사용하였다.

쿠키의 제조

카카오빈 허스크 첨가량에 따른 쿠키는 Lee와 Jeong (2009)의 방법을 참고하여 제조하였으며, 배합비는 Table 1에 나타내었다. 계량된 버터, 소금, 설탕을 반죽기(K5SS, Kitchen Aid Co., Benton Harbor, MI, USA)에서 2단으로 작동시킨 뒤 난황을 3회로 나누어 넣으며 5분 동안 혼합하여 크림 상태로 만들었다. 여기에 체에 친 박력분과 카카오빈 허스크 분말을 넣고 혼합하여 4°C의 냉장온도에서 1시간 휴지시킨 다음, 반죽을 두께 5 mm로 만든 후 직경 40 mm인 원형의 쿠키 틀로 찍어 성형하였다. 컨백션 오븐(CPC-61, Electrolux, Stockholm, Sweden)에서 170°C, 12분 동안 구웠으며 굽는 과정 동안 퍼짐이 일어나 직경 45 mm, 두께 4.5 mm의 쿠키를 1시간 동안 실온에서 방랭한 후에 최종 시료로 사용하였다.

카카오빈 허스크 분말의 일반성분 분석

기능성 소재로서 쿠키에 첨가한 카카오빈 허스크 분말의 일반성분을 분석하였다. 측정 항목으로는 수분, 조지방, 조단백질, 조회분, 탄수화물, 식이섬유를 AOAC(2000)에 준하여 분석하였다. 수분함량은 105°C 상압건조법을 이용하여 분석하였다. 조지방 정량은 Soxhlet 추출법을 이용하여 분석하였다. 조회분은 건식회화법으로 측정하였고 조단백질은 micro Kjeldahl 법을 이용하여 분석하였으며, 탄수화물 함량은 차감법을 이용해 100에서 수분, 조단백질, 조지방과 조회분의 함량을 제외한 값으로 하였다. 식이섬유는 Henneberg-Stohmann법으로 정량하였다.

시료액 조제

카카오빈 허스크 분말 1 g에 70% 에탄올 99 mL를 사용하여 20°C 온도에서 24시간 동안 shaking incubator(SI-900R, Jeio Tech, Gimpo, Korea)에서 100 rpm으로 추출하였으며, 추출액을 여과하여 2배로 희석한 후 시료액으로 사용하였다. 쿠키는 10 g의 쿠키에 90 mL의 70% 에탄올을

Table 1. Ingredients of cacao bean husk cookies

Ingredients (g)	Cacao bean husk cookies				
	Control	1%	2%	3%	5%
Flour	400	390	380	370	350
Cacao bean husk powder	0	10	20	30	50
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

가하여 20°C 온도에서 24시간 동안 shaking incubator (Jeio Tech)에서 100 rpm으로 추출한 뒤 여과하여 시료액으로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

카카오빈 허스크 분말 및 쿠키의 총 폴리페놀의 함량은 Swain과 Hillis(1959)에 준하여 측정하였다. 150 μ L의 시료액과 2,400 μ L의 증류수에 2 N Folin-Ciocalteu reagent 150 μ L를 가하여 3분간 방치하고, 300 μ L의 Na_2CO_3 (1 N sodium carbonate)를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시킨 다음 흡광도를 725 nm에서 측정하였다. 검량선 작성 시 표준물질로 gallic acid equivalents(Sigma Chemical Co.)를 사용하였으며, gallic acid(mg GAE/100 g)로 나타내었다. 실험은 5회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 측정

카카오빈 허스크 분말 및 쿠키의 총 플라보노이드 함량은 Davis 방법을 일부 변형시킨 Um과 Kim(2007)에 준하여 측정하였다. 1 mL의 시료액에 90% diethylene glycol 10 mL와 1 mL의 1 N NaOH를 가한 후 1시간 동안 37°C에서 방치하고 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma Chemical Co.)을 사용하여 표준곡선을 구하였고, 총 플라보노이드 함량을 시료 100 g 중 mg quercetin equivalents(mg QE/100 g)로 나타내었다. 실험은 5회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거 활성 측정

카카오빈 허스크 분말 및 쿠키의 항산화 활성은 Lee 등(2007)의 방법에 준하여 측정하여 DPPH 라디칼에 대한 소거 활성을 비교·분석하였다. 쿠키의 DPPH 라디칼 소거 활성은 대조군과 카카오빈 허스크 첨가군 간의 상대적인 비교를 하였다. 4 mL의 시료액에 DPPH 용액(1.5×10^{-4} M) 1 mL를 가하고 교반하여 30분간 암소에서 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군의 흡광도를 시료액 대신 에탄올을 가해 측정하여 DPPH 자유라디칼 소거 활성을 백분율로 나타내었고, 5회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

ABTS⁺ 라디칼 소거 활성 측정

카카오빈 허스크 분말 및 쿠키의 ABTS⁺ 라디칼에 대한 소거 활성을 Siddhuraju와 Becker(2007)에 준하여 측정하여 비교·분석하였다. 증류수에 용해한 7.0 mM의 ABTS⁺에 2.45 mM 농도로 증류수에 용해한 potassium persulfate를 가하여 암소에 16시간 방치한 후 사용하였다. 라디칼이 생성된 ABTS⁺ 용액을 에탄올로 희석하여 흡광도가 734 nm에서 0.70 ± 0.02 가 되도록 조정하였다. 소거능은 ABTS⁺ 용액 900 μ L에 100 μ L의 시료액을 가한 후 1분 간격으로 6분간 734 nm에서 흡광도를 측정하여 6분 후의 흡광도 값을 결과

에 반영하였다. 대조군의 흡광도는 시료액 대신 에탄올을 가하여 함께 측정하여 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성을 백분율로 나타내었고, 5회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

카카오빈 허스크 쿠키의 품질 특성

반죽의 밀도, pH 측정: 카카오빈 허스크 쿠키 반죽의 밀도는 50 mL의 메스실린더에 증류수 30 mL를 넣고 5 g의 쿠키 반죽을 넣은 후 증가한 부피를 측정해 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 계산하였다. pH는 5 g의 반죽과 45 mL의 증류수를 넣어 교반한 뒤 여과(Whatman No. 2)한 시료액을 pH meter(Corning 340, Mettler Toledo, Burington, UK)로 측정하였다. 반죽의 밀도, pH는 각각 5회 측정하여 평균±표준편차로 나타내었다.

쿠키의 퍼짐성, 손실물 및 팽창률 측정: 쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 쿠키의 직경(mm)과 쿠키 6개의 높이(mm)를 각각 측정한 후 AACC Method 10-50D의 방법(American Association of Cereal Chemists, 2000)을 이용하였다. 쿠키의 직경은 쿠키를 가로로 6개를 정렬해 길이를 측정한 후, 각각의 쿠키를 90°로 회전해 다시 측정하여 얻은 수치를 각각 6으로 나뉘 평균값을 얻었다. 두께는 쿠키 6개를 세로로 쌓아 높이를 측정한 후, 해체하여 쌓은 순서를 바꾸어 다시 쌓아 높이를 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나뉘 평균값을 계산하였다. 손실물과 팽창률은 쿠키의 굽기 전과 구운 후 대조군과 실험군의 중량을 각각 측정하여 그 차이에 대한 비율로 산출하였고, 5회 반복하여 평균±표준편차로 나타내었다.

$$\text{Spread factor} = \frac{\text{Average width of 6 cookies (mm)}}{\text{Average thickness for 6 cookies (mm)}}$$

$$\text{Loss rate} = \frac{\text{One weight difference before and after baking (g)}}{\text{The weight of one dough before baking (g)}} \times 100$$

$$\text{Leavening rate} = \frac{\text{The difference in weight of the experimental group cookies before and after baking (g)}}{\text{The difference in weight of the control product before and after baking (g)}} \times 100$$

쿠키의 색도 측정: 쿠키의 색도 측정은 colorimeter(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 lightness(L 값), + red/-green(a 값), + yellow/-blue(b 값)으로 나타내었다. 사용한 표준 백색판은 L=97.26, a=-0.07, b=+1.86 이었고, 각 실험은 5회 반복하여 평균±표준편차로 나타내었다.

쿠키의 경도 측정: 쿠키의 조직감을 Texture Analyser (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)로 측정해 hardness(경도) 값을 나타내었다. Hardness는 그레

프 중 최고 고점을 기준으로 하였고, 실험군별로 30회 반복한 뒤 측정값의 평균±표준편차로 나타내었다. 시료는 높이 4.5 mm, 직경 45 mm로 하였고 3 mm cylinder probe를 사용하였다. 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.

관능검사

쿠키의 관능검사는 관능평가 실시 전에 실험목적과 평가항목들에 관해 설명한 후 20명의 검사 요원들을 대상으로 진행하였다. 시료는 쿠키를 제조하여 1시간 동안 방랭한 것을 이용하였고, 일정한 크기(높이 4.5 mm, 직경 45 mm)의 쿠키를 일회용 백색 폴리에틸렌 접시에 담아 제공하였다. 평가 시에는 제시된 한 시료에 대해 7점 척도법으로 6가지의 관능적 특성을 순서대로 모두 평가하게 하였다. 입안의 잔여감을 없애고 혀의 둔화현상을 최소화하기 위해서 한 시료 평가 후에는 정수로 한 번 이상 입 행굼을 하여 이전의 시료에 의한 영향을 최소화하였다. 시료에 대한 편견을 없애기 위해 난수표를 이용해 3자리 숫자로 표시하였으며 시료는 랜덤하게 제시하였다. 특성 강도의 평가항목은 카카오빈 허스크 향(cacao bean husk flavor), 느끼한 향(oily flavor), 단맛(sweetness), 고소한 맛(roasted nutty), 부드러운 정도(tenderness), 삼킨 후의 느낌(after taste)을 아주 강하다 7점, 아주 약하다 1점으로 하였다. 본 연구의 관능검사는 공주대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 그 규정에 따라 실행하였다(Approval Number: KNU_IRB_2019-06).

통계처리

카카오빈 허스크 쿠키의 실험 결과 및 특성 강도는 통계분석용 프로그램인 SPSS(25.0 version, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균±표준편차로 나타내었다. One-way ANOVA (일원분산분석)를 실시하여 $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 시료 간의 유의차를 검정하였다. 카카오빈 허스크 쿠키의 총 페놀 및 플라보노이드 함량, 항산화능의 상관관계는 상관분석을 실시하여 $P < 0.05$ 수준에서 Pearson 계수로 상관도를 검정하여 결과를 나타내었다.

결과 및 고찰

카카오빈 허스크 분말의 일반성분 분석

카카오빈 허스크 분말의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 카카오빈 허스크의 수분은 5.5%, 조지방은 27.6%, 조단백질은 15.6%, 조회분은 5.8%, 탄수화물은

Fig. 1. Total phenol and flavonoid contents of cookies containing various concentration of cacao bean husk powder. Means with different letters (a-e and A-D) above the bars are significantly different ($P < 0.05$).

45.5%로 나타났으며, 식이섬유는 40.7%인 것으로 나타났다. Okiyama 등(2018)의 카카오빈 허스크 연구에서 수분 7.73%, 조지방 21.5%, 조단백질 18.5%, 조회분 6.8%로 나타났으며, 탄수화물 및 식이섬유 분석 결과 수용성 식이섬유 8%, 불용성 식이섬유 43%, 비섬유 탄수화물 3%로 나타난 연구에서 측정된 일반성분 함량과 유사한 함량을 나타내었다.

카카오빈 허스크 분말과 쿠키의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

쿠키의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 Fig. 1에 제시하였으며, 카카오빈 허스크 분말의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Table에 표시하지는 않았지만 각각 46.10 mg GAE/g, 16.27 mg QE/g로 측정되었다. 페놀은 다양한 생리활성을 가지고 식물성 식품에 가장 많은 양이 포함된 2차 대사산물이며, 식물성 폴리페놀의 가장 큰 부류는 플라보노이드로 높은 항산화 활성을 가진다. 카카오빈 허스크의 폴리페놀류 함량은 3.3%라고 알려져 있으며(Hachiya, 1992), 카카오빈 허스크에 함유된 플라보노이드류는 flavan-3-ol 단량체인 카테킨, 에피카테킨과 flavan-3-ol 이량체인 프로시아니딘 B1 및 B2 등이 있다고 알려진 바 있다(Okiyama 등, 2018). 쿠키 대조군의 총 폴리페놀의 함량은 37.94 mg GAE/100 g이며, 카카오빈 허스크 첨가군은 76.00~144.05 mg GAE/100 g으로 카카오빈 허스크 분말의 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다($P < 0.001$). 총 플라보노이드 함량은 대조군에서 19.83 mg QE/100 g으로 나타났고, 카카오빈 허스크 첨가군에서는 48.00~125.50 mg QE/100 g으로 첨가량에 비례

Table 2. Proximate composition of cacao bean husk

	Moisture	Carbohydrate	Crude lipid	Crude protein	Crude ash	Total fiber (%)
Cacao bean husk powder	5.5±0.76	45.5±0.38	27.6±0.21	15.6±0.18	5.8±0.04	40.7±0.12

Each value represented mean±SD (n=3).

Fig. 2. DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activities of cookies containing various concentration of cacao bean husk powder. Means with different letters (a-e and A-D) above the bars are significantly different ($P<0.05$).

해 증가하였다($P<0.001$). 이와 같은 결과는 카카오빈 첨가 쌀 압출 성형물(Park 등, 2017)과 코코아 첨가 설기떡 연구(An, 2019)에서 기능성 성분이 함유된 소재를 첨가할 경우 식품의 총 폴리페놀 함량을 증가시킨다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. Adom 등(2005)은 밀가루의 항산화 활성을 측정한 결과 밀가루에 페룰산, 플라보노이드, 베타 크립토잔틴, 루테인 등이 항산화능에 영향을 준다고 보고해 대조군에도 페놀 화합물이 존재하는 것을 알 수 있었다. 페놀성 화합물인 플라보노이드 및 페놀산, 안토시아닌 등의 총 페놀 화합물의 함량은 항산화 활성에 중요한 인자로 작용하므로(Kaur와 Kapoor, 2001), 카카오빈 허스크를 첨가하여 쿠키의 총 페놀 화합물 및 플라보노이드 함량을 증가시키는 것은 바람직한 방법이라 사료된다.

카카오빈 허스크 분말과 쿠키의 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거능

카카오빈 허스크 분말 첨가 쿠키의 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거능에 대한 결과는 Fig. 2와 같다. 카카오빈 허스크 분말의 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 Table에 표시하지는 않았지만 100 $\mu\text{g/mL}$ 수준에서 각각 52.52%, 5.17%로 나타났다.

대조군 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 10.52%인데 비해 카카오빈 허스크 첨가군의 DPPH 라디칼 소거능은 42.28~90.67%로 높은 소거능을 나타내 시료 첨가량에 비례하여 그 활성이 증가하는 결과를 보여주었다($P<0.001$). ABTS⁺

라디칼 소거능은 대조군이 3.93%, 카카오빈 허스크 첨가군에서 8.08~32.49%로 유의하게 높아지는 경향이 나타났다($P<0.001$). DPPH와 ABTS⁺는 라디칼로 유사하나 자유라디칼인 DPPH와 양이온 라디칼인 ABTS⁺이라는 차이점이 있으며, DPPH와 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성은 상관관계를 가진다고 알려져 있다(Jang 등, 2012). 또한 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성은 폴리페놀의 함량이 증가할수록 라디칼 소거능이 증가하며, 페놀 화합물의 종류가 다른 경우 두 기질에 결합하는 정도와 라디칼을 제거하는 능력에 차이가 생긴다(Lee 등, 2005). 항산화 활성을 가졌으나 식품소재로의 개발이 미미한 율피 분말 또는 건오디박 분말을 첨가한 쿠키 연구에서도 시료 첨가량에 따라 쿠키의 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다(Joo와 Choi, 2012b; Jeon 등, 2013).

카카오빈 허스크 쿠키의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, 항산화 활성 간의 상관관계

카카오빈 허스크 쿠키의 총 페놀 화합물 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성이 카카오빈 허스크 첨가량에 비례해서 증가하였으며, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성의 상관관계를 분석하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능 그리고 ABTS⁺ 라디칼 소거능의 상관성이 $r=0.893\sim0.981$ 로 양의 상관관계를 보였다($P<0.01$). Hu 등(2016)의 연구에서 카카오빈의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성의 상관관계를 분석한 결과 $r=0.808\sim0.984$ ($P<0.01$)로 양의 상관관계를 보여 본 연구의 결과와 유사하였다. 또한 Gheldof와 Engeseth(2002)의 연구에 따르면 일반적으로 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성 간에 양의 상관관계가 나타나고 항산화능의 주된 성분이 폴리페놀 성분이라고 보고된 바 있으며, 쿠키에 흑미 미강(Joo와 Choi, 2012a)을 첨가한 연구에서도 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거 활성 간의 상관성이 보고된 바 있다. 이에 쿠키에 카카오빈 허스크를 첨가할 경우 기능성 성분 함량과 항산화능을 증가시켜 바람직하다고 사료된다.

카카오빈 허스크 쿠키의 품질 특성

쿠키 반죽의 밀도 및 pH: 카카오빈 허스크 쿠키의 반죽 밀도와 pH를 측정한 결과를 Table 4에 나타내었다. 본 연구에서 쿠키 반죽의 대조군 밀도가 1.16 g/mL로 측정되었고,

Table 3. 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 cacao bean husk powder

	1	2	3	4
Total phenol content	1			
Total flavonoid content	0.971**	1		
DPPH free radical scavenging activity	0.967**	0.937**	1	
ABTS radical cation scavenging activity	0.957**	0.981**	0.893**	1

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

** $P<0.01$.

Table 4. Quality characteristics of cookies added with various concentration of cacao bean husk powder

Item	Cacao bean husk cookies					F-value
	Control	1%	2%	3%	5%	
Bulk density (g/mL)	1.16±0.02 ¹⁾	1.15±0.01	1.15±0.02	1.14±0.01	1.14±0.02	1.56 ^{NS3)}
pH	5.84±0.01 ^{a2)}	5.83±0.01 ^a	5.76±0.00 ^b	5.76±0.00 ^b	5.67±0.01 ^c	198.66 ^{***}
Moisture contents (%)	5.79±0.10 ^a	5.69±0.10 ^{ab}	5.60±0.05 ^{bc}	5.53±0.04 ^c	5.53±0.06 ^c	6.83 ^{**}
Spread ratio (%)	8.06±0.07 ^c	8.02±0.07 ^c	8.04±0.08 ^c	8.39±0.11 ^b	9.08±0.06 ^a	133.50 ^{***}
Lose rate (%)	12.84±0.71 ^b	12.81±0.35 ^b	13.42±0.47 ^a	13.17±0.50 ^{ab}	13.39±0.42 ^a	3.23 [*]
Leavening rate (%)	100±0.00	96.73±5.31	101.42±2.72	99.79±5.20	98.87±4.65	1.81 ^{NS}
Color values L	78.28±0.56 ^a	69.29±0.93 ^b	62.56±1.24 ^c	58.56±0.89 ^d	52.10±0.98 ^e	1,637.12 ^{***}
a	-3.02±0.85 ^e	2.27±0.32 ^d	5.22±0.76 ^c	6.46±0.32 ^b	7.99±0.37 ^a	829.29 ^{***}
b	37.56±0.70 ^a	27.30±0.72 ^b	25.08±1.05 ^c	23.44±0.62 ^d	20.43±0.75 ^e	1,005.17 ^{***}
Hardness	1,022.09±107.13 ^b	1,104.39±99.15 ^c	1,193.81±122.11 ^b	1,206.62±91.55 ^b	1,289.09±65.65 ^a	26.85 ^{***}

¹⁾All values are mean±SD.

²⁾Values with different letter (a-d) within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

³⁾NS: not significant.

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

카카오빈 허스크 분말을 첨가한 반죽의 밀도는 1.14~1.15 g/mL로 시료의 첨가량 증가에 따라 미미하게 감소하는 경향을 보였으나 첨가군 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. Lee(2015)의 케일 분말 첨가 쿠키 연구에서 케일가루와 밀가루의 입도와 수분흡수율이 동일한 상태이고, 밀가루 전체 양에 대한 첨가 비율이 높지 않아 케일 첨가량에 따른 밀도의 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 보고된 바 있다. 인삼 잎 분말(Kim 등, 2014), 상수리 분말(Kim 등, 2012), 비파 잎 분말(Cho와 Kim, 2013) 첨가 쿠키 연구에서도 부재료 첨가량에 따라 반죽의 밀도에 유의적인 차이가 없다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 반죽의 밀도는 팽창 정도를 나타내며 밀도가 낮으면 쿠키가 딱딱해져 기호도가 감소하고, 높으면 쉽게 부서지는 성질을 나타낸다고 알려진 바 있다(Moon과 Jang, 2011).

쿠키 반죽의 pH 측정 결과 대조군 pH는 5.84로 가장 높았으며, 카카오빈 허스크 분말을 1~5% 첨가한 쿠키 반죽의 pH가 5.67~5.83으로 나타나 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소하였다($P<0.001$). 이는 카카오빈 허스크 분말의 pH가 5.15로 밀가루의 pH 5.88보다 낮아 카카오빈 허스크 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아진 것이라 사료된다. 또한 카카오빈 허스크에는 글루탐산, 아스파르트산, 알라닌, 리신, 세린 등의 유리아미노산이 존재하며(Campos-Vega 등, 2018), 이런 성분들이 반죽의 pH가 감소하는 데 영향을 미친 것으로 사료된다. 솔잎 첨가 쿠키(Choi, 2009) 연구에서도 부재료에 함유된 당과 유기산이 냉장 휴지 동안 반죽에 영향을 주어 pH가 감소하였다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

쿠키의 수분함량: 카카오빈 허스크 분말을 첨가한 쿠키의 수분함량은 Table 4와 같다. 쿠키의 수분함량은 대조군이 5.79%로 나타났고, 카카오빈 허스크 첨가군은 5.53~5.69%로 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다($P<0.01$). 실험에 사용된 카카오빈 허스크 분말의 수분함량이 5.90%로 밀가루의 수분함량인 12.15%보다 낮아 쿠키의 수

분함량에 영향을 미친 것이라 사료된다. Lee 등(2015)의 생강 첨가 쿠키에서 부재료 첨가량이 증가할수록 수분함량이 유의하게 감소하였으며, 이는 생강 분말 첨가로 인해 식이섬유가 증가하여 반죽의 수분결합 능력이 저하되었기 때문이라고 보고한 바 있다. 쿠키 제조 시 부재료에 함유된 섬유소가 반죽의 수분흡수율을 증가시키고, 당의 용해성 및 보습성이 낮아져 반죽의 건조도가 높아져 수분함량이 낮아진다고 알려진 바 있다(Hong, 2012). 따라서 카카오빈 허스크에 함유된 40% 가량의 식이섬유에 의해 반죽의 건조도가 높아져 쿠키 제조 시 수분함량이 낮아진 것으로 사료된다.

쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률: 카카오빈 허스크 분말을 첨가한 쿠키의 퍼짐성과 손실률, 팽창률은 Table 4와 같다. 카카오빈 허스크 쿠키의 퍼짐성은 카카오빈 허스크 분말의 첨가량이 증가할수록 대조군보다 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($P<0.001$). 쿠키의 퍼짐성은 재료를 반죽하고 성형하여 오븐에서 굽는 과정 중에 쿠키 반죽의 직경이 증가하고 두께는 감소하는 현상을 뜻한다(Finney 등, 1950). 퍼짐성은 반죽의 점성과 수분, 단백질 함량 등에 영향을 받고 쿠키의 품질 요인 중 매우 중요한 인자로 작용하며, 퍼짐성이 크거나 직경이 넓은 쿠키가 좋은 제품으로 인식된다(Doescher 등, 1987). 흑미 미강을 첨가한 쿠키(Joo와 Choi, 2012a) 연구에서 부재료에 함유된 지방의 함량이 높을 경우 쿠키 제조 중 유화를 도와 퍼짐성이 증가한다고 보고한 바 있다. 카카오빈 허스크에는 일반적으로 지방이 4%가량 함유되어 있다고 보고된 바 있다(Kim, 2012). 본 연구에 사용된 카카오빈 허스크의 지방 함량은 허스크와 닥스를 분리하는 과정에서 소량의 닥스가 섞여 지방 함량이 높아져 27.6%로 측정되었다. 따라서 이러한 높은 지방 함량으로 인해 본 연구에서 제조된 쿠키의 퍼짐성이 증가한 것이라고 사료된다. 손실률은 쿠키를 굽는 동안의 수분 증발과 연관이 있다고 알려져 있다(Bae 등, 2013). 본 연구에서는 대조군이 12.84%로 가장 낮게 나타났고 카카오빈 허스크 1~5% 첨가군에서 12.81~13.39%로 나타나 카카오빈 허스크 첨가량에

비례하여 손실률이 증가하였다($P<0.05$). 흑미 미강(Joo와 Choi, 2012a) 첨가 쿠키에서 퍼짐성이 증가할수록 표면적도 증가하여 오븐 안에서 반죽 내 수분 증발이 용이해져 흑미 미강 1~3% 첨가 쿠키에서 손실률이 증가하였다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 대조군을 100%로 보았을 때, 팽창률은 96.73~101.42%로 나타나 2% 첨가군을 제외한 카카오빈 허스크 첨가군에서 대조군에 비해 감소하였으나 첨가군 간의 일정한 경향은 나타나지 않았다. 팽창률은 수분함량과 쿠키 제조에 사용되는 유지의 종류와 양에 따라 달라진다고 알려진 바 있으며, 감과피(Lim과 Cha, 2014) 첨가 쿠키에서도 반죽의 수분을 부재료에 함유된 섬유소가 흡수하여 팽창에 필요한 수분이 부족하게 되어 팽창률이 감소하였다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 부재료 첨가량 증가할수록 수분함량이 감소하였으며 그로 인해 팽창률이 감소한 것으로 사료된다.

쿠키의 색도: 카카오빈 허스크 쿠키의 색도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. L값은 쿠키의 명도를 나타내며 대조군의 L값은 78.28로 측정되었다. 카카오빈 허스크 분말 첨가군에서는 52.10~69.29로 첨가량이 증가할수록 감소하여 점점 어두워졌다($P<0.001$). a값(+red/-green)은 적색도를 나타내며 카카오빈 허스크 쿠키 대조군에서 -3.02로 나타났고, 시료의 첨가량이 증가할수록 2.27~7.99로 적색도를 나타내는 양의 값이 높아져 유의적인 차이를 나타냈다($P<0.001$). b값(+yellow/-blue)은 황색도를 나타내고 20.43~27.30으로 나타나 시료의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($P<0.001$). 카카오닙스를 첨가한 쿠키의 선행 연구에서도 카카오빈 첨가량에 따라 L값과 b값은 감소하고 a값은 증가하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다(Kim 등, 2019). 또한 숙성 흑울피(Son 등, 2017) 쿠키에서도 시료 첨가량에 따라 a값은 증가하고 L값, b값은 감소하는 경향을 나타내어 본 연구의 결과와 유사하였다. 일정 조건하에 쿠키의 색은 당에 의한 영향이 크며, 환원당과 아미노 화합물들에 의한 비효소적 갈변인 Maillard reaction과 열에 불안정한 당에 의한 caramelization에 크게 영향을 받는다. 이 반응들은 쿠키를 굽는 동안 높은 온도에 의해 반응을 일으키고, 쿠키의 색도에 영향을 미친다고 알려져 있다(Lee 등, 2007). 본 연구에 사용된 카카오빈 허스크 분

말의 색도는 Table에 표시하지는 않았지만 $L=34.52$, $a=10.01$, $b=14.24$ 였고, 밀가루의 색도는 $L=88.85$, $a=-3.02$, $b=8.15$ 였다. 카카오빈 허스크 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하고 a값이 증가한 것은 첨가한 부재료의 색에 의한 영향과 caramelization, Maillard reaction 등에 기인하는 것으로 사료되며, 실제로 카카오빈 허스크 첨가량이 증가함에 따라 색이 진해지고 어두워지는 결과를 보였다.

쿠키의 경도: 카카오빈 허스크 분말 첨가 쿠키의 경도를 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. 카카오빈 허스크 쿠키의 경도는 카카오빈 허스크 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($P<0.001$). 쿠키의 경도에 영향을 주는 요인으로는 부재료의 수분함량, 부재료의 첨가량, 반죽의 밀도가 있다고 알려져 있다(Lee 등, 2006). 쿠키의 경도는 일반적으로 수분함량이 감소할수록 증가한다고 알려져 있으며, 감과피 분말(Lim과 Cha, 2014) 첨가 쿠키 연구에서 부재료의 수분함량이 3.64%로 밀가루의 수분함량보다 적어 쿠키 제조 시 대조군보다 첨가군에서 수분함량이 감소하였으며, 그로 인해 경도가 증가했다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. Lee(2015)는 케일 첨가 쿠키 연구에서 쿠키에 첨가되는 부재료의 특성과 함량에 따라서도 경도가 달라지며, 부재료의 식이섬유소 함량이 증가함에 따라 경도도 증가한다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 쿠키의 경도가 증가한 것은 카카오빈 허스크가 수분 함유량이 적은 분말의 형태로 첨가되었으며, 카카오빈 허스크에 함유된 식이섬유소에 의해 쿠키의 수분함량이 감소하여 그로 인해 경도가 높아진 것으로 사료된다.

쿠키의 관능적 특성

카카오빈 허스크 분말의 첨가량을 달리한 쿠키의 특성 강도 검사 결과는 Table 5와 같다. 카카오빈 허스크 특성 강도에서는 카카오빈 허스크 향, 삼킨 후의 느낌에서 5% 첨가 쿠키가 가장 강하다고 하였으며, 느끼한 향, 단맛, 부드러운 정도에서 대조군이 유의적으로 가장 강하다는 결과를 보였다($P<0.05$). 고소한 맛에서는 1% 첨가 쿠키가 가장 높은 점수를 받았으며, 2%와 3% 첨가군도 보통 이상의 점수를 얻었다($P<0.05$). 이러한 결과로 보아 쿠키에 카카오빈 허스

Table 5. Sensory evaluation of cookies added with various concentration of cacao bean husk powder

		Cacao bean husk cookies					F-value
		Control	1%	2%	3%	5%	
Characteristic intensity rating	Cacao bean husk flavor	1.67±1.07 ^{d1)2)}	3.15±1.31 ^c	4.35±1.45 ^b	4.80±1.48 ^b	5.87±1.65 ^a	51.79 ^{***}
	Oily flavor	5.17±1.82 ^a	3.95±1.54 ^b	3.73±1.44 ^b	3.56±1.54 ^b	3.17±2.14 ^b	7.91 ^{***}
	Roasted nutty	3.80±1.90 ^b	4.73±1.56 ^a	4.60±1.44 ^a	4.43±1.46 ^{ab}	3.70±1.93 ^b	3.24 [*]
	Sweetness	4.92±1.80 ^a	4.05±1.51 ^b	4.23±1.38 ^{ab}	4.00±1.67 ^b	3.22±1.88 ^c	5.31 ^{***}
	Tenderness	5.46±1.70 ^a	4.80±1.24 ^b	4.65±1.44 ^b	3.78±1.45 ^c	2.75±1.52 ^d	20.43 ^{***}
	After taste	3.72±2.06 ^b	4.24±1.52 ^{ab}	4.51±2.02 ^a	4.70±1.45 ^a	4.92±1.18 ^a	3.03 [*]

¹⁾All values are mean±SD.

²⁾Values with different letter (a-c) within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

크 분말을 3% 첨가하는 것이 기능성 향상에서 바람직할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 카카오의 부산물인 카카오빈 허스크의 기능성식품 소재 및 부산물 활용 가능성을 알아보기 위해 카카오빈 허스크 분말을 0%, 1%, 2%, 3%, 5%를 첨가한 쿠키를 제조하여 쿠키의 항산화 활성 및 품질 특성을 분석하였다. 카카오빈 허스크 분말의 총 폴리페놀은 46.10 mg GAE/g, 플라보노이드 함량은 16.27 mg QE/g이었으며, 이를 쿠키에 첨가한 경우 시료 첨가량에 비례하여 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 증가하였다. 제조된 쿠키의 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거능을 측정한 결과 카카오빈 허스크 분말의 첨가량에 따라 항산화 활성도 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 카카오빈 허스크를 첨가한 쿠키의 품질평가로는 밀도, pH, 수분함량, 퍼짐성, 손실물, 팽창률, 색도, 경도, 관능평가를 실시하였다. 반죽의 밀도는 카카오빈 허스크 첨가군에 비해 대조군이 높게 나타났으나 첨가량에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았고, pH는 첨가량에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 쿠키의 수분함량은 카카오빈 허스크 첨가량이 증가함에 따라 감소하였으며, 퍼짐성과 손실물은 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 나타내었다. 팽창률은 2% 첨가군을 제외한 1~5% 첨가군에서 대조군에 비하여 낮게 나타났으나 첨가량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 쿠키의 색도는 카카오빈 허스크 첨가량이 증가할수록 L값과 b값이 낮아지고 a값이 높아지는 유의적인 차이를 나타냈으며, 경도는 시료 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 나타내었다. 쿠키의 특성 강도 검사에서는 카카오빈 허스크 첨가량이 증가할수록 쿠키의 카카오빈 허스크 향미와 삼킨 후의 느낌이 강해지는 결과가 나타났고, 느끼한 향과 단맛, 부드러운 정도는 약해지는 결과를 얻었다. 이러한 결과로 보아 쿠키에 카카오빈 허스크를 첨가하는 것은 총 페놀 및 플라보노이드 함량, 항산화능이 증가하여 쿠키의 가치를 높일 수 있고, 쿠키에 카카오빈 허스크를 3% 첨가하는 것이 생리활성을 증가시켜주어 바람직할 것으로 사료된다. 더불어 본 연구 결과로부터 카카오빈 허스크의 부산물 활용 가능성을 확인하였으며 기능성식품 소재로의 가치가 높을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- AACC. Approved methods of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 2000. Method 10-50D.
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J Agric Food Chem.* 2005. 53:2297-2306.
- An GJ. Quality characteristics and antioxidative activities of *Suggidduk* added cocoa powder. *Culi Sci & Hos Res.* 2019. 25:80-90.
- AOAC. Official method of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 2000.
- Bae CH, Park GH, Kang WW, Park HD. Quality characteristics of cookies added with RS4 type resistant corn starch. *Korean J Food Preserv.* 2013. 20:539-545.
- Bang BH, Kim KP, Kim MJ, Jeong EJ. Quality characteristics of cookies added with *Chungkukjang* powder. *Korean J Food Nutr.* 2011. 24:210-216.
- Campos-Vega R, Nieto-Figueroa KH, Oomah BD. Cocoa (*Theobroma cacao* L.) pod husk: renewable source of bioactive compounds. *Trends Food Sci Technol.* 2018. 81:172-184.
- Cho HS, Kim KH. Quality characteristics of cookies prepared with *Loquat* (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2013. 42:1799-1804.
- Choi HY. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2009. 38:1414-1421.
- Choi J, Kim N, Choi HY, Han YS. effect of cacao bean husk powder on the quality properties of pork sausages. *Food Sci Anim Resour.* 2019. 39:742-755.
- Dai J, Mumper RJ. Plant phenolics: extraction, analysis, and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules.* 2010. 15:7313-7352.
- Djoudé L, Hopkins PN, North KE, Pankow JS, Arnett DK, Ellison RC. Chocolate consumption is inversely associated with prevalent coronary heart disease: The National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study. *Clin Nutr.* 2011. 30:182-187.
- Doescher LC, Hoseney RC, Millken GA, Rubenthaler GL. Effect of sugar and flours on cookies spread evaluated by time-lapse photography. *Cereal Chem.* 1987. 64:163-167.
- Ferrazzano GF, Amato I, Ingenito A, De Natale A, Pollio A. Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea). *Fitoterapia.* 2009. 80:255-262.
- Finney KF, Morris VH, Yamazaki WT. Micro versus macro cookies baking procedures for evaluation the cookie quality of wheat varieties. *Cereal Chem.* 1950. 27:42-49.
- Gheldof N, Engeseth NJ. Antioxidants capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *J Agric Food Chem.* 2002. 50:3050-3055.
- Hachiya I. The science of chocolate-bitter and sweet "grace of God". *Kodansha, Hongo, Japan.* 1992. p 1-253.
- Hong YJ. Quality characteristics of cookie prepared with different species of natural sweet leaves. Master's thesis. Sejong University, Seoul, Korea. 2012. p 54-59.
- Hu SJ, Kim BY, Baik MY. Physicochemical properties and antioxidant capacity of raw, roasted and puffed cacao beans. *Food Chem.* 2016. 194:1089-1094.
- Jang MR, Hong EY, Cheong JH, Kim GH. Antioxidative components and activity of domestic *Cirsium japonicum* extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2012. 41:739-744.
- Jeon HL, Oh HL, Kim CR, Hwang MH, Kim HD, Lee SW, et al. Antioxidant activities and quality characteristics of cookies supplemented with mulberry pomace. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2013. 42:234-243.
- Joo SY, Choi HY. Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2012a. 41:182-191.
- Joo SY, Choi HY. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies with chestnut inner shell. *Korean J Food Nutr.*

- 2012b. 25:224-232.
- Kaur C, Kapoor HC. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. *Int J Food Sci Technol*. 2001. 36:703-725.
- Kim D, Kim KH, Yook HS. Quality characteristics of cookies added with ginseng leaf. *Korean J Food Cook Sci*. 2014. 30:679-686.
- Kim GS, Park GS. Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. *Korean J Food Cook Sci*. 2008. 24:398-404.
- Kim JS. From cacao to chocolate. Hanul, Paju, Korea. 2012. p 13-235.
- Kim KH, Lee KW, Kim DY, Park HH, Kwon IB, Lee HJ. Extraction and fractionation of glucosyltransferase inhibitors from cacao bean husk. *Process Biochem*. 2004. 39:2043-2046.
- Kim N, Choi JH, Jeon HK, Ryu HS, Choi HY. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies prepared with powdered cacao nibs. *Korean J Food Cook Sci*. 2019. 35:581-590.
- Kim NY. Optimum extraction condition and antioxidant effect of cacao tea. Master's thesis, Wonkwang University, Jeonbuk, Korea. 2016.
- Kim OS, Ryu HS, Choi HY. Antioxidant activity and quality characteristics of acorn (*Quercus autissima carruther*) cookies. *Korean J Food Cult*. 2012. 27:225-232.
- Kim WM. A study on promotion of consumption on the functional bakery products. Master's thesis. Kyonggi University, Suwon, Korea. 2001. p 97-98.
- Lee CS, Lim HS, Cha GH. Quality characteristics of cookies with ginger powder. *Korean J Food Cook Sci*. 2015. 31:703-717.
- Lee EJ, Kim HI, Hong GJ. Quality characteristics of cookies added with *Nelumbo nucifera* G. powder. *Korean J Food Culture*. 2011. 26:394-399.
- Lee JA. Quality characteristics of cookies added with kale powder. *Culi Sci & Hos Res*. 2015. 21:40-52.
- Lee JS, Jeong SS. Quality characteristics of cookies prepared with button mushroom (*Agaricus bisporous*) powder. *Korean J Food Cook Sci*. 2009. 25:98-105.
- Lee JY, Ju JC, Park HJ, Heu ES, Choi SY, Shin JH. Quality characteristics of cookies with bamboo leaves powder. *Korean J Food Nutr*. 2006. 19:1-7.
- Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Kwen OC. Quality characteristics of cookies prepared with fresh and steamed garlic powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2007. 36:1048-1054.
- Lee SO, Kim MJ, Kim DG, Choi HJ. Antioxidative activities of temperature-stepwise water extracts from *Inonotus obliquus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2005. 34:139-147.
- Lee YL, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT – Food Sci Technol*. 2007. 40:823-833.
- Lim HS, Cha GH. Quality characteristics of cookies with persimmon peel powder. *Korean J Food Cook Sci*. 2014. 30:620-630.
- Lotito SB, Frei B. Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: cause, consequence, or epiphenomenon?. *Free Radical Biol Med*. 2006. 41:1727-1746.
- Manley D. Choosing materials for production. In: *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. 3rd ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England. 2000. p 79-90.
- Martínez R, Torres P, Meneses MA, Figueroa JG, Pérez-Álvarez JA, Viuda-Martos M. Chemical, technological and *in vitro* antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. *Food Res Int*. 2012. 49:39-45.
- Michalak A. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Pol J Environ Stud*. 2006. 15:523-530.
- Moon YJ, Jang SA. Quality characteristics of cookies containing powder of extracts from *Angelica gigas* Nakai. *Korean J Food Nutr*. 2011. 24:173-179.
- Okiyama DCG, Soares ID, Cuevas MS, Crevelin EJ, Moraes LAB, Melo MP, et al. Pressurized liquid extraction of flavanols and alkaloids from cocoa bean shell using ethanol as solvent. *Food Res Int*. 2018. 114:20-29.
- Park JY, Kim YH, Ryu GH. Physicochemical properties and antioxidant activity of extruded rice flour with various cacao (*Theobroma cacao* L.) bean content. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2017. 46:1327-1335.
- Siddhuraju P, Becker K. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. *Food Chem*. 2007. 101:10-19.
- Son E, Park SY, Kim MR. antioxidant activities and quality characteristics of cookies added with aged black chestnut inner shell. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2017. 46:202-209.
- Swain T, Hillis WE. The phenolic constituents of *Pinus domestica* I. – The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric*. 1959. 10:63-68.
- Um HJ, Kim GH. Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp. *Korean J Food Nutr*. 2007. 20:103-107.
- Urquiaga I, Leighton F. Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biol Res*. 2000. 33:55-64.
- Valko M, Rhodes CJ, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem-Biol Interact*. 2006. 160:1-40.
- Willcox JK, Ash SL, Catignani GL. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2004. 44:275-295.