

전분의 종류를 달리하여 제조한 Gluten-free 쿠키의 품질특성 및 항산화 활성 비교

정기영 · 송가영 · 오현빈 · 장양양 · 신소연 · 김영순[†]
고려대학교 식품영양학과

Effect of Various Gluten-free Flours on Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Cookies

Ki Youeng Joung · Ka-Young Song · Hyeonbin O · Yangyang Zhang · So Yeon Shin · Young-Soon Kim[†]

Department of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 02841, Korea

Abstract

Purpose: This study examined the effect of different gluten-free flours on the properties of cookies. **Methods:** Each gluten-free cookie was made from wheat, brown rice, buckwheat, corn, sorghum, teff, or black rice. **Results:** Baking loss was highest on sorghum (18.85%) and the lowest on teff (12.73%). The spread factor was highest on brown rice (8.20) and lowest on corn (7.60). The density was similar in all samples (1 g/mL). pH was the highest on buckwheat (6.45) and lowest on wheat (5.96). While L-value, a-value and b-value were lowest on black rice, the ΔE -value was the highest on black rice (35.57). The hardness was highest on wheat (30.28 N) and lowest on teff (14.87 N). The polyphenol and flavonoid content was the highest on buckwheat (25.97 $\mu\text{g GAE/mg}$) and the flavonoid content was the highest on black rice (24.33 $\mu\text{g QE/mg}$). The DPPH IC₅₀ value was highest on wheat (352.41 $\mu\text{g/mL}$) and lowest on black rice (33.59 $\mu\text{g/mL}$). The ABTS IC₅₀ value was highest on wheat (349.30 $\mu\text{g/mL}$) and lowest on black rice (57.72 $\mu\text{g/mL}$). The results of the sensory properties revealed color to be highest on corn (7.33). The top grain was similar in all the samples (5.43-6.57). Flavor was highest on black rice and teff (6.43-6.48). The softness was the highest on wheat, sorghum, teff, and black rice (6.48-7.05). Sweetness was highest on sorghum, teff, and black rice (6.19-6.71). The overall preference also was highest on sorghum, teff, and black rice (6.14-6.48). **Conclusion:** Gluten-free flours can improve the quality characteristics and antioxidant activities of cookies.

Key words: antioxidant activity, cookie, gluten-free, quality characteristics

I. 서론

최근 식단의 서구화가 진행됨에 따라 쌀 섭취량은 감소하고 밀 섭취량이 증가하고 있다(Han SH & Kim BS 2015). 밀가루는 수분 9-13%, 단백질 10-14%, 지방 0.5-1.2%, 회분 0.2-0.6%로 구성되어 있으며(Song JC 1998), 특히 단백질의 글루텐 성분은 소장 점막 세포에 염증을 일으켜 용모가 손상되는 셀리악병을 유발하게 한다고 알려져 있다(Moore MM 등 2006). 또한, 서양인 10명 중 3명이 글루텐 민감성 체질로 글루텐 알레르기인 셀리악병으로 고통받을 수 있다(Hischenhuber C 등 2006). 셀리악병은 유전 질환이지만 밀 소비 증가와 함께 발병 가능성

이 증가한다는 연구가 발표되었으며(Cummins AG & Roberts-Thomson IC 2009), 셀리악병의 사례(Gweon TG 등 2013), 4살 남아의 글루텐 알레르기(Park HB 등 2010) 등 셀리악병 환자에 관한 국내 사례 보고가 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 국내에서도 셀리악병의 원인이 되는 글루텐을 제거한 gluten-free 식품에 대한 연구가 점차 확대되고 있다. gluten-free 식품에 관한 연구로는 흑미 식빵(Choi OJ 등 2015), 발아 현미 파운드 케이크(Yun HR 등 2015), 난소화성 말토덱스트린 면(Nam SW 등 2015), 쌀 식빵(Kang TY 등 2014) 등 최근 들어 계속 증가하고 있는 추세이다. Gluten-free 쿠키에 대한 연구로는 으나무 잎 쌀 쿠키(Lee EJ & Jin SY 2015), 호

[†]Corresponding author: Young-Soon Kim, Department of Food and Nutrition, Korea University, 145, Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9223-4039>
Tel: +82-02-3290-5638, Fax: +82-921-7207, E-mail: kteresa@korea.ac.kr



화 쌀가루 쿠키(Lee JK & Lim JK 2013), 압축 쌀가루 쿠키(We GJ 등 2011) 등 쌀을 이용한 연구에 한정되어 있으며 다른 곡물들을 이용한 gluten-free 쿠키에 관한 연구는 아직까지 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 γ -아미노부티르산, γ -오리자놀, 페놀산, 토코페롤 등 기능성 성분을 다량 함유한 현미(Yeom KH 등 2016), 라이신, 아연, 마그네슘 등의 무기질 및 비타민 함량이 높은 메밀(Lee SH & Bae JH 2015), 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 등의 불용성 섬유소를 다량 함유한 옥수수(Lee KC & Ryu GH 2013), 탄닌, 페놀산, 안토시아닌, 파이스테롤, 폴리코사놀 등 항산화 물질의 근원인 수수(Sa YJ 등 2010), 철, 아연, 칼슘, 식이섬유 등을 포함하며 단백질 함량이 높고 불포화 지방산이 많은 테프(Abebe Y 등 2007, Hager AS 등 2012, Gebremariam MM 등 2014) 및 불포화 지방산, 섬유소, 무기질, 비타민 C 등이 풍부하고 안토시아닌에 의한 항산화 활성이 강한 흑미(Kim YS 등 2006) 등 6가지의 글루텐 프리 분말과 박력분을 이용하여 총 7종의 쿠키를 제조하고 이의 품질특성, 항산화 활성 및 소비자 기호도를 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

Gluten-free 쿠키 제조에는 박력분(CJ Cheiljedang Co., Ltd., Seoul, Korea), 현미·메밀·옥수수·수수·흑미 분말(Garunara Co., Ltd., Seoul, Korea), 테프(Chowonherb Co., Ltd., Seoul, Korea), 버터(Lotte Foods Co., Ltd., Seoul, Korea), 달걀(Pulmuone Co., Ltd., Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co., Ltd.)을 구매하여 사용하였다. 테프는 세척하여 2일간 상온에서 건조한 후 동결건조기(FD8508, Ilshin Biobase Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)를 이용하여 -40°C 이하에서 36시간 동결 건조하였다. 동결 건조된 테프는 고속 분쇄기(RT-04, Hung Chuan Machinery Enterprise Co., Ltd., Taipei, Taiwan)를 이용하여 분말 형태로 만든 후 40 mesh 체(Testing sieve, Chunggye Industrial MFG., Co., Seoul, Korea)를 통과시켜 시료로 사용하였다.

2. Gluten-free 쿠키의 제조

Gluten-free 쿠키 재료 배합 비율은 O HB 등(2016)의

방법을 응용하였고 재료 배합 비율은 Table 1과 같다. 쿠키는 AACC(AACC 2000)에 따라 크림법을 이용하여 Fig. 1과 같이 제조하였다. 버터는 반죽기(Chef classic KM400, Kenwood, Havant, England)를 이용하여 3단에서 2분간 크림화한 후 설탕을 넣고 3단에서 2분간 혼합하였다. 설탕 입자가 뭉치지 않게 혼합된 크림에 달걀을 4단에서 30초 간격으로 2번 나누어 넣었다. 박력분, 현미·메밀·옥수수·수수·흑미 분말을 각각의 볼(bowl)에 넣고 1단에서 30초간 혼합하여 반죽을 완성하였다. 완성된 쿠키 반죽은 지름 40 mm, 두께 5 mm로 성형하여 170°C 로 예열한 오븐(Zipel DE68-04072D, Samsung, Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 20분간 구워 상온에서 1시간 방랭 후 시료로 사용하였다.

3. 굽기 손실률 및 퍼짐성

Gluten-free 쿠키의 굽기 손실률은 완성된 반죽 무게와 굽고 난 후 쿠키의 무게를 각 3회 반복 측정된 후 아래 공식에 따라 계산한 후 평균값을 구하였다. Gluten-free 쿠키의 퍼짐성은 쿠키 표본 6개를 무작위로 추출하여 지름과 두께를 구한 후 아래 공식에 따라 계산한 후 평균값을 구하였다.

$$\text{Baking loss (\%)} = (\text{Weight of cookie dough} - \text{Weight of cookie}) / \text{Weight of cookie dough} \times 100$$

$$\text{Spread factor} = \text{Diameter of cookie} / \text{Thickness of cookie}$$

4. 밀도

Gluten-free 쿠키 반죽의 밀도는 50 mL 메스실린더에 물 30 mL를 채우고, 반죽 5 g을 넣어 증가한 부피를 각 3회 반복 측정된 후 평균값을 구하였다.

$$\text{Density (g/mL)} = \text{Weight of cookie} / \text{Volume of cookie}$$

5. pH

Gluten-free 쿠키의 pH는 상온에서 1시간 방냉한 쿠키 10 g과 증류수 90 mL를 혼합하여 균질기(Unidrive1000D, Ingenieurburo CAT M. Zipperer GmbH, Staufen, Germany)로 1분간 균질화한 후 pH 미터(SP-701, Sontex Instruments Co., Ltd., Taipei, Taiwan)를 이용하여 3회 반복 측정된 후

Table 1. Formulas for cookies with various gluten-free flour

Ingredient (g)	Wheat	Brown rice	Buckwheat	Corn	Sorghum	Teff	Black rice
Flour	300	300	300	300	300	300	300
Butter	150	150	150	150	150	150	150
Sugar	120	120	120	120	120	120	120
Egg	60	60	60	60	60	60	60

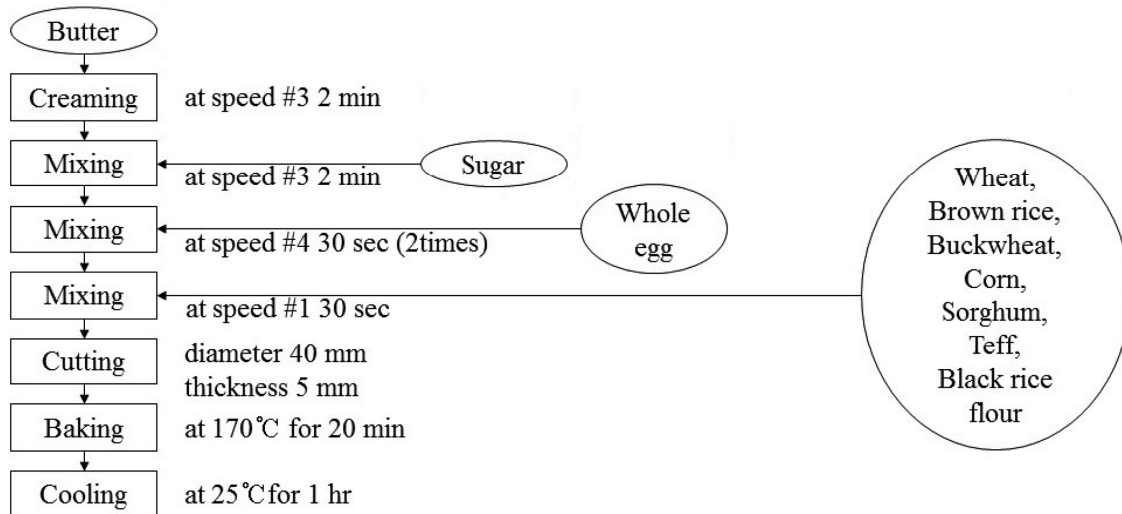


Fig. 1. Manufacturing process for cookies with various gluten-free flour.

평균값을 구하였다.

6. 색도

Gluten-free 쿠키의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 3회 반복 측정 한 후 그 평균값을 구하였으며, ΔE값(총 색차값)은 아래 공식에 따라 계산하여 평균값을 구하였다. 이때 표준 백색판의 색 좌표는 L=94.77, a=0.15, b=2.31이었다.

$$\Delta E = \sqrt{[(L_{samples} - L_{control})]^2 + [(a_{samples} - a_{control})]^2 + [(b_{samples} - b_{control})]^2}$$

7. 경도

Gluten-free 쿠키의 경도는 rheometer(Compac-100II, Sun Scientific, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 조건 설정은 mode 4 파단점 검출 모드로 No. 5 probe(Φ5 mm)를 이용하여 압축, 한계치 10 g, 테이블 속도 120 mm/min, 최대 응력 20 kg으로 설정하여 One bite compression test 로 3회 반복 측정한 후 평균값을 구하였다.

8. 총 폴리페놀 함량

Gluten-free 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법 (Singleton VL & Rossi JA 1965)을 응용하여 분석하였다. 총 폴리페놀 함량을 측정하기 위한 시료 추출물은 동결 건조한 쿠키 분말 2 g을 증류수 20 mL에 24시간 추출하여 25°C에서 3000 rpm으로 10분간 원심분리(Universal 32R, Hettich, Tuttlingen, Germany) 후 Whatman No. 1 여과지로 여과한 것을 사용하였다. 80배 희석한 시료 800 μL에 0.9 N Folin-Ciocalteu reagent(Junsei Chemistry,

Tokyo, Japan) 50 μL와 20% sodium carbonate solution (Merck kGaA, Darmstadt, Germany) 150 μL를 혼합하고 빛이 차단된 상온에서 2시간 반응시킨 후 ELISA 흡광리더기(Apollo11LB913, Berthhold technologies Co., Ltd., Bad Wildbad, Germany)를 이용하여 700 nm 흡광도에서 측정하였다. 표준물질로 garlic acid(Merck kGaA)를 이용하여 흡광도 검량선을 구하였으며 각 시료의 총 폴리페놀 함량을 garlic acid 당량(GAE)으로 환산하여 표시하였다.

9. 플라보노이드 함량

Gluten-free 쿠키의 플라보노이드 함량은 Lee DH & Hong JH(2016)의 방법을 응용하여 분석하였다. 시료 1 mL에 5% sodium nitrite(Junsei Chemistry) 150 μL를 혼합하여 빛이 차단된 상온에서 6분간 반응시킨 후 10% aluminium chloride(Junsei Chemistry) 300 μL를 첨가하고 빛이 차단된 상온에서 5분간 반응시킨 후 1 N NaOH (Deajung Chemicals & Metals Co., Ltd., Gyeonggi, Korea) 1 mL를 혼합하여 ELISA 흡광리더기(Apollo11LB913, Berthhold Technologies Co., Ltd., Bad Wildbad, Germany)를 이용하여 520 nm 흡광도에서 측정하였다. Quercetin (Sigma-Aldrich Co., Ltd., St. Louis, MO, USA)을 표준물질로 사용하여 흡광도 검량선을 구하여 각 시료의 플라보노이드 함량을 quercetin 당량(QE)으로 환산하여 표시하였다.

10. DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Molyneux P(2004)의 방법을 응용하여 분석하였다. 각 시료는 30-100% 농도로 희석하여 농도에 따른 DPPH 라디칼 소거율을 구하고, 추세선 식으

로부터 IC₅₀ 값($\mu\text{g/mL}$)을 산출하였다. 각 시료의 농도별 DPPH 라디칼 소거율은 시료 0.1 mL에 200 μM DPPH reagent(Sigma-Aldrich Co., Ltd.) 0.1 mL를 첨가한 후, 빛이 차단된 상온에서 30분간 반응시킨 후 ELISA 흡광리더기(Berthold Technologies Co., Ltd.)를 이용하여 520 nm 흡광도에서 측정하였다. 각 시료의 DPPH 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼에 대해 50% 소거 효과를 보이는 IC₅₀ 값($\mu\text{g/mL}$)으로 나타내었다.

11. ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거능은 Choi Y 등(2006)의 방법을 응용하여 분석하였다. 각 시료는 30%-100% 농도로 희석하여 농도에 따른 ABTS 라디칼 소거율을 구하고, 추세선 식으로부터 IC₅₀ 값($\mu\text{g/mL}$)을 산출하였다. 각 시료의 농도별 ABTS 라디칼 소거율은 시료 10 μL 에 ABTS reagent 200 μL 를 첨가하고, 빛을 차단한 상온에서 60분간 반응시킨 후 ELISA 흡광리더기(Berthold Technologies Co., Ltd.)를 이용하여 405 nm 흡광도에서 측정하였다. 각 시료의 ABTS 라디칼 소거능은 ABTS 라디칼에 대해 50% 소거 효과를 보이는 IC₅₀ 값($\mu\text{g/mL}$)으로 표현하였다.

12. 소비자 기호도 조사

소비자 기호도 조사는 대학원생 30명을 대상으로 시행하였으며 색(color), 표면 감촉(top grain), 향미(flavor), 부드러움(softness), 단맛(sweetness) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대해 9점 척도법(9점: 극히 좋음, 5점: 보통, 1점: 극히 싫음)으로 평가하였다. 세 자리 난수표를 이용하여 시료 번호를 표기한 후 원형의 백색 용기에 7개의 시료를 담아 제공하였고 시료의 잔향 및 잔미를 없애기 위해 물로 입 안을 헹군 후 각각의 시료를 평가하게 하였다.

13. 통계처리

통계처리는 SPSS Statistics(ver. 23.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 $p < 0.05$ 수준에서 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 하여 시료 간 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 굽기 손실률 및 퍼짐성

Gluten-free 쿠키의 굽기 손실률과 퍼짐성 측정결과는 Table 2와 같다. 굽기 손실률은 반죽을 구울 때 열에 의해 조직이 팽창하면서 기공이 열리고 수분이 빠져나가면서 발생되며(An HK 등 2010), 전분인 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량 차이에 따라 다르게 나타난다(Kwon YR 등 2011). 수분결합능력이 높은 아밀로펙틴 함량이 높으면 점성이 높아지고 수분보유력이 증가하여 수분손실을 방지할 수 있다. Gluten-free 쿠키의 굽기 손실률은 수수 18.85%, 현미 16.99%, 메밀 16.17%로 굽기 손실률이 15.83%인 박력분과 비교할 때 굽기 손실률이 높게 나타났으며 대조군보다 굽기 손실률이 높게 나타난 현미 식빵(Yeom KH 등 2016)과 수수 건면(Ko JY 등 2013)의 실험 결과와 일치하였다. 또한, 테프 분말을 이용한 gluten-free 쿠키의 굽기 손실률이 12.73%로 가장 낮게 나타났다. 시료 간 유의적인 차이는 전분의 구성성분과 섬유소 함량 등의 차이 때문인 것으로 사료된다. 쿠키의 퍼짐성은 쿠키의 품질 지표로 사용되며 퍼짐성이 클수록 바람직한 쿠키로 인식된다. 쿠키의 퍼짐성은 수분함량과 상관성이 있으며(Doescher LC & Hosney RC 1985), 수분이 자유수로 존재할 경우 점성이 낮아져 반죽이 잘 뭉쳐지지 않아 쿠키가 퍼지게 되고 수분이 결합수로 존재할 경우 점성이 높아져 반죽이 잘 뭉쳐지게 되어 쿠키가 덜 퍼지게 된다(Kwon YR 등 2011). Gluten-free 쿠키의 퍼짐성은 현미가 8.20으로 가장 높았으며 옥수수가 7.60, 수수가 7.67로 유의적으로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 이는 시료의 첨가량이 증가할수록 퍼짐성이 증가하는 흑토마토 쿠키(O HB 등 2016), 밀싹 쿠키(An SH 2015), 케일 쿠키(Lee JA 2015), 크랜베리 쿠키(Choi JE & Lee JH 2015)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 현미 쿠키에서 퍼짐성이 높게 나타난 이유는 현미 분말에 글루텐이 없을 뿐만 아니라 망상구조인 아밀로펙틴의 함량이 적고 아밀로오스 함량이 높아 반죽이 잘 뭉쳐지지 않았기 때문으로 판단된다. 옥수수와 수수 전분의 경우 수분함량이 적어 유동성이 적어지므로 퍼짐성이 감소한 것으로 사료된다.

Table 2. Baking loss and spread factor of cookies with various gluten-free flour

Properties	Wheat	Brown rice	Buckwheat	Corn	Sorghum	Teff	Black rice
Baking loss (%)	15.83±0.11 ^{1)bc}	16.99±0.3 ^{ab}	16.17±0.32 ^b	13.57±0.18 ^{cd}	18.85±3.7 ^a	12.73±0.18 ^d	13.23±0.09 ^{cd}
Spread factor	7.93±0.12 ^b	8.20±0.00 ^a	8.00±0.00 ^b	7.60±0.00 ^c	7.67±0.12 ^c	8.07±0.12 ^b	8.00±0.00 ^b

¹⁾ Values are mean±SD.

^{a-d} Different superscripts in same row indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

2. 밀도

밀도는 전분의 종류, 흡수율, 지방의 종류와 사용량, 반죽 혼합방법 및 시간, 팽창제 그리고 굽는 온도와 시간 등 다양한 요소에 영향을 받으며 반죽의 밀도가 낮으면 견고성이 높아져 기호성이 떨어지게 되고 반죽의 밀도가 높으면 쉽게 부스러져 상품성이 떨어지게 되며 1.33-1.38 g/mL이 가장 적절한 밀도라고 알려져 있다(Koh WB & Noh WS 1997). Gluten-free 쿠키 반죽의 밀도 측정결과는 Table 3과 같으며, 1 g/mL로 시료 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이는 산딸기(Yun KM & Chung HS 2016), 케일(Lee JA 2015) 및 곰취(Park ID 2015) 분말을 첨가한 쿠키의 결과와 유사하였으며, 이와 같은 결과는 주재료의 종류만 다를 뿐 주재료와 부재료의 첨가량 및 제조 방법이 동일하기 때문인 것으로 여겨진다.

3. pH

Gluten-free 쿠키의 pH 측정결과는 Table 3과 같다. pH는 쿠키의 향, 외관, 및 색도에 영향을 미치며 pH가 높을수록 갈색화가 잘 일어나게 된다(Park ID 2015). Gluten-

free 쿠키의 pH는 메밀이 6.45로 가장 높았으며 박력분이 5.96으로 가장 낮았다. 이는 메밀 분말을 이용한 증편(Jeong SY 등 2011)과 식빵(Choi SN & Chung NY 2007)에서 대조군 6.20, 메밀 식빵 6.70으로 본 실험 결과와 일치하는 결과를 나타내었다. 박력분보다 현미, 메밀, 옥수수, 수수, 테프, 흑미의 pH가 높게 나타난 이유는 주재료인 박력분(6.00), 현미(7.03), 메밀(6.86), 옥수수(6.70), 수수(6.28), 테프(6.38), 흑미(6.78)의 pH 차이 때문인 것으로 판단된다.

4. 색도

Gluten-free 쿠키의 색도 측정결과는 Table 4와 같으며 외관은 Fig. 2와 같다. 모든 시료의 색도 값이 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). L값은 박력분이 59.31로 가장 높았으며 흑미가 30.13으로 가장 낮았다. 또한, a값은 수수가 8.86으로 가장 높았으며, 흑미가 2.46으로 가장 낮았다. b값은 박력분이 21.55로 가장 높았으며 흑미가 1.62로 가장 낮게 나타나 L값과 같은 경향을 보였다. L, a, b 값 모두 흑미가 가장 낮게 나타났으나 ΔE 값의 경우, 흑

Table 3. Density and pH of cookies with various gluten-free flour

Properties	Wheat	Brown rice	Buckwheat	Corn	Sorghum	Teff	Black rice
Density (g/mL)	1.00±0.00 ^{1)NS}	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
pH	5.96±0.03 ^e	6.36±0.01 ^{bc}	6.45±0.05 ^a	6.39±0.03 ^{ab}	6.21±0.02 ^d	6.31±0.05 ^c	6.31±0.01 ^c

¹⁾ Values are mean±SD.

^{a-e} Different superscripts in same row indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

^{NS} Not significant

Table 4. Color values of cookies with various gluten-free flour

Properties	Wheat	Brown rice	Buckwheat	Corn	Sorghum	Teff	Black rice
L	59.31±1.97 ^{1)a}	48.22±1.38 ^b	50.83±1.98 ^b	50.39±4.23 ^b	40.23±1.06 ^c	36.45±1.28 ^d	30.13±0.30 ^e
a	6.52±0.81 ^d	8.23±0.09 ^b	7.16±0.15 ^c	8.14±0.27 ^b	8.86±0.22 ^a	4.66±0.11 ^e	2.46±0.05 ^f
b	21.55±0.61 ^a	16.01±1.04 ^b	15.93±0.43 ^b	20.47±2.51 ^a	9.61±0.21 ^c	7.15±0.13 ^d	1.62±0.03 ^e
ΔE	1.71±0.70 ^c	12.55±1.29 ^d	10.27±1.41 ^d	9.27±4.52 ^d	22.63±0.94 ^c	27.09±1.07 ^b	35.57±0.26 ^a

¹⁾ Values are mean±SD.

^{a-f} Different superscripts in same row indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).



Fig. 2. Photograph of cookies with various gluten-free flour.

미가 35.57로 가장 높았으며 박력분이 1.71로 가장 낮았다. 이는 원재료의 색 차이와 구워지는 과정에서 발생한 갈색화 반응, pH의 영향 때문으로 여겨지며, 흑미 식빵(Im JS & Lee YT 2010)과 흑미 스펀지케이크(Park YS & Chang HG 2007)의 실험 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

5. 경도

Gluten-free 쿠키의 경도 측정 결과는 Table 5와 같다. 경도는 밀가루, 설탕, 버터 및 화학적 팽창제 등 주재료의 이화학적 특성과 배합비율에 영향을 받으며(Olewink MC & Kulp K 1984), 수분 함량, 기공의 발달 및 비중과 관련이 있다(Chabot JF 1979). 또한, 글루텐은 반죽의 신장성과 인장성에 영향을 주며 조직의 팽창과 관련이 있는데(Shewry PR 등 1995), 글루텐이 없는 분말을 첨가한 경우 조직의 팽창이 억제되고 수분 증발이 잘 되지 않아 부드러워진다(Shin GM 2015). Gluten-free 쿠키의 경도는 박력분이 30.28 N으로 가장 높게 나타났으며 테프는 14.87 N으로 가장 낮게 나타났다. 이는 현미, 메밀, 옥수수, 수수, 테프, 흑미에 글루텐이 함유되지 않아 쿠키 조직이 치밀하게 형성되지 않았기 때문으로 판단되며 부재료 첨가량이 증가할수록 경도가 감소하는 밀식 쿠키(An SH 2015), 흑임자 쿠키(Lim JA & Lee JH 2015), 노니 쿠키(Kim SH & Lee MH 2015), 미역 쿠키(Jung KJ & Lee SJ 2011)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

6. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

Gluten-free 쿠키의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정 결과는 Table 6과 같다. 폴리페놀은 전자를 수용하는 안정화된 하이드록시기를 가진 물질로 항산화 반응에

직접 기여하며 페놀, 벤조산, 플라보노이드, 탄닌, 리그닌 등 다양한 형태로 식물에 존재한다(Kim KB 등 2006). 또한, 항산화 활성뿐만 아니라 생리활성 효과를 나타낸다고 알려져 있다(Scalbert A 등 2005). Gluten-free 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 메밀이 25.97 $\mu\text{g GAE/mg}$ 으로 가장 높았으며 밀이 1.29 $\mu\text{g GAE/mg}$ 으로 가장 낮게 나타났다. 박력분과 비교시 모든 시료의 총 폴리페놀 함량이 높게 나타났으며 이는 흑토마토 쿠키(O HB 등 2016), 산딸기 쿠키(Yun KM & Chung HS 2016), 숙지황 쿠키(Shin SK 등 2015), 첨자 쿠키(Hong YJ & Lee YS 2015)의 결과와 유사하였다. 반죽과 굽고 난 후 쿠키의 총 폴리페놀 함량을 비교해보면 7가지 쿠키를 모두 굽고 난 후 총 폴리페놀 함량이 감소한 것으로 나타났다. 이는 열에 약한 폴리페놀 일부가 굽는 과정에서 파괴된 것으로 사료된다. 플라보노이드는 항산화 활성이 높을 뿐만 아니라 항염증 효과까지 있는 폴리페놀의 한 종류로서(Singh O 등 2017), gluten-free 쿠키의 플라보노이드 함량은 흑미가 24.33 $\mu\text{g QE/mg}$ 으로 가장 높았으며 박력분이 1.31 $\mu\text{g QE/mg}$ 으로 가장 낮게 나타났다. 반죽과 쿠키의 플라보노이드 함량을 비교해보면 굽고 난 후 박력분, 메밀, 수수, 테프, 흑미의 플라보노이드 함량은 감소한 반면 현미, 옥수수의 플라보노이드 함량은 증가한 것으로 나타났다.

7. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능

Gluten-free 쿠키의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과는 Table 7과 같다. 총 페놀화합물의 함량과 항산화 활성 능력은 양의 상관관계를 이루는 것으로 알려져 있으며(Hong YJ & Lee YS 2015), 라디칼 소거능 분석은 비교적 안정한 자유 라디칼을 가지는 DPPH와 ABTS가 수소공여체의 수소기와 결합해 특유의 보라색 또는

Table 5. Hardness of cookies with various gluten-free flour

Properties	Wheat	Brown rice	Buckwheat	Corn	Sorghum	Teff	Black rice
Hardness (N)	36.28±7.77 ^{1a}	20.56±5.93 ^{bc}	29.45±2.60 ^{ab}	23.37±13.35 ^{bc}	28.04±1.77 ^{ab}	14.87±1.50 ^c	18.90±1.52 ^{bc}

¹⁾ Values are mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in same row indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Table 6. The content of polyphenol and flavonoid of doughs and cookies with various gluten-free flour

Properties		Wheat	Brown rice	Buckwheat	Corn	Sorghum	Teff	Black rice
Polyphenol ($\mu\text{g GAE/mg}$)	Dough	13.16±0.19 ^{1c}	20.55±0.39 ^d	60.58±0.77 ^a	6.43±0.10 ^c	23.67±0.24 ^c	20.53±0.22 ^d	35.28±0.40 ^b
	Cookies	1.29±0.87 ^f	5.29±0.65 ^d	25.97±1.21 ^a	3.66±1.31 ^f	10.81±0.30 ^c	10.05±0.66 ^c	14.63±0.55 ^b
Flavonoid ($\mu\text{g QE/mg}$)	Dough	4.58±0.31 ^g	17.25±0.82 ^d	26.76±0.77 ^c	9.21±0.19 ^f	33.56±1.13 ^b	13.21±1.19 ^e	45.48±2.14 ^a
	Cookies	1.31±0.32 ^e	19.47±0.74 ^c	22.10±0.45 ^b	12.57±0.24 ^d	22.11±0.10 ^b	12.01±0.42 ^d	24.33±0.08 ^a

¹⁾ Values are mean±SD.

^{a-g} Different superscripts in same row indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

청록색이 탈색되는 정도를 측정하여 항산화 활성 정도를 측정하는 분석법이다(van den Berg R 등 1999, Kim KB 등 2006). Gluten-free 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능의 IC50 값은 박력분이 352.41 µg/mL로 가장 높았으며 수수와 흑미가 33.59-69.38 µg/mL로 유의적으로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 이는 시료의 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 높아지는 밀짚 쿠키(An SH 2015), 케일 쿠키(Lee JA 2015), 크랜베리 쿠키(Choi JE & Lee JH 2015), 숙지황 쿠키(Shin SK 등 2015)의 실험 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 반죽과 굽고 난 후 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능 결과, 박력분, 현미, 메밀, 옥수수, 흑미는 굽고난 후 DPPH 라디칼 소거능이 감소한 반면 수수, 테프는 DPPH 라디칼 소거능이 증가하는 경향을 나타내었다. Gluten-free 쿠키의 ABTS 라디칼 소거능 IC₅₀ 값은 박력분이 349.30 µg/mL로 가장 높았으며 흑미가 57.72 µg/mL로 가장 낮았다. 이는 감잎 쿠키(Lim JA & Lee JH 2016), 산딸기 쿠키(Yun KM & Chung HS 2016), 흑임자 쿠키(Lim JA & Lee JH 2015), 계피 쿠키(Song JH 등 2014)의 결과와 유사하였다. 반죽과 쿠키의 ABTS 라디칼 소거능을 비교한 결과, 박력분, 현미, 메밀의 경우 ABTS 라디칼 소거능이 감소하였으며 옥수수, 수수, 테프, 흑미의 경우 ABTS 라디칼 소거능이 증가하는 경향을 나타내었다.

8. 소비자 기호도 조사

Gluten-free 쿠키의 소비자 기호도 조사 결과는 Table 8 과 같다. 색의 경우 옥수수 > 흑미 > 박력분 > 현미 > 테프 > 메밀 > 수수 순으로 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$). 표면 감촉에서는 5.43-6.57로 시료 간 유의적인 차이가 없었다. 향미는 테프 6.43, 흑미 6.48로 테프와 흑미에서 유의적으로 가장 높은 점수를 받았으며 메밀이 3.90으로 가장 낮은 점수를 받았다($p < 0.05$). 부드러움에서는 박력분, 수수, 테프 및 흑미가 6.38-7.05로 가장 높은 점수를 받았으며 옥수수가 3.24로 가장 낮은 점수를 받았다. 단맛에서는 수수 6.24, 테프 6.19 및 흑미 6.71로 유의적으로 가장 높은 점수를 받았으며 메밀이 4.62로 가장 낮은 점수를 받았다($p < 0.05$). 전반적인 기호도는 수수, 테프 및 흑미가 유의적으로 가장 높게 나타났으며 박력분 > 현미와 옥수수 > 메밀 순으로 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$). 부드러움의 경우 박력분이 6.38로 유의적으로 가장 높은 점수를 받았으며 이는 정도 측정 결과와 상반된 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 단맛에서는 4.62-6.48로 시료 간 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 이는 원재료인 박력분, 현미, 메밀, 옥수수, 수수, 테프, 흑미의 아밀로오스와 아밀로펙틴 비율, 섬유소의 함량에 따라 느껴지는 단맛의 정도가 달라 기호도에 영향을 준 것으로 사료된다.

Table 7. Free radical scavenging of doughs and cookies with various gluten-free flour

Properties	Wheat	Brown rice	Buckwheat	Corn	Sorghum	Teff	Black rice
DPPH IC ₅₀ (µg/mL)							
Dough	187.90±23.69 ^{1)a}	65.45±19.06 ^c	28.48±2.50 ^d	156.38±45.50 ^{ab}	70.91±3.36 ^c	135.19±16.28 ^b	4.05±2.75 ^d
Cookies	352.41±226.01 ^a	125.29±20.73 ^{bc}	130.90±20.71 ^{bc}	257.80±30.96 ^{ab}	69.38±1.28 ^c	92.61±7.12 ^{bc}	33.59±21.74 ^c
ABTS IC ₅₀ (µg/mL)							
Dough	4.58±0.31 ^g	17.25±0.82 ^d	26.76±0.77 ^c	9.21±0.19 ^f	33.56±1.13 ^b	13.21±1.19 ^e	45.48±2.14 ^a
Cookies	349.30±48.47 ^a	349.09±51.61 ^a	60.86±3.24 ^d	210.55±15.33 ^b	77.23±1.73 ^{cd}	127.41±11.02 ^c	57.72±5.07 ^c

¹⁾ Values are mean±SD.

^{a-g} Different superscripts in same row indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 8. Sensory properties of cookies with various gluten-free flour

Properties	Wheat	Brown rice	Buckwheat	Corn	Sorghum	Teff	Black rice
Crust color	6.48±1.72 ^{1)abc}	5.81±1.78 ^{bcd}	5.19±1.75 ^{de}	7.33±1.15 ^a	4.48±2.02 ^c	5.57±1.72 ^{cd}	6.81±1.47 ^{ab}
Top grain	6.10±1.51 ^{NS}	5.86±1.15	5.43±1.60	5.86±1.20	6.24±1.37	6.14±1.82	6.57±1.60
Flavor	5.90±1.81 ^{ab}	5.00±1.52 ^b	3.90±1.04 ^c	5.86±1.35 ^{ab}	5.95±1.47 ^{ab}	6.43±2.11 ^a	6.48±1.47 ^a
Softness	6.38±1.53 ^a	5.19±1.03 ^b	4.67±1.56 ^b	3.24±1.37 ^c	7.05±1.40 ^a	6.95±1.53 ^a	6.48±1.54 ^a
Sweetness	5.76±1.95 ^{ab}	5.10±1.67 ^{bc}	4.62±1.63 ^c	6.00±1.34 ^{ab}	6.24±1.48 ^a	6.19±1.97 ^a	6.71±1.19 ^a
Overall preference	5.57±1.83 ^{ab}	5.05±1.43 ^{bc}	4.24±1.45 ^c	5.00±1.61 ^{bc}	6.14±1.62 ^a	6.52±1.75 ^a	6.48±1.50 ^a

¹⁾ Values are mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in same row indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

^{NS} Not significant.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 현미, 메밀, 옥수수, 수수, 테프, 흑미 6가지의 gluten-free 쿠키와 박력분 쿠키를 제조한 후 품질 특성 및 항산화 활성을 분석하였다. 쿠키의 굽기 손실률은 낮을수록 좋으며 테프가 12.73%로 가장 낮게 나타나는 결과를 보였다. 퍼짐성은 현미가 8.20으로 가장 높게 나타났으며 밀도는 1 g/mL로 시료 간 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). pH는 메밀이 6.45로 가장 높았으며 박력분이 5.96으로 가장 낮았다. 색도 측정 결과, L, a, b값 모두 흑미가 가장 낮게 나타났으며 ΔE 값의 경우 흑미가 35.57로 가장 높은 값을 나타내었다. Gluten-free 쿠키의 경도는 박력분이 30.28 N으로 가장 높았으며 테프가 14.87 N으로 가장 낮게 나타났다. 항산화 활성의 경우 총 폴리페놀 함량은 메밀이 25.97 $\mu\text{g GAE/mg}$ 으로 가장 높게 나타났으며 플라보노이드 함량은 흑미가 24.33 $\mu\text{g QE/mg}$ 으로 가장 높게 나타났다. DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능에서는 흑미가 가장 높은 값을 나타내었다. 소비자 기호도 조사 결과, 색은 옥수수가 7.33으로 가장 높은 점수를 받았으며 표면 감촉은 5.43-6.57로 시료 간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 향미의 경우 테프와 흑미가 6.43-6.48로 가장 높은 점수를 받았다. 부드러움은 경도 측정 결과와 상반된 결과로 박력분, 수수, 테프, 흑미가 6.38-7.05로 가장 높은 점수를 받았다. 단맛은 수수, 테프, 흑미가 6.19-6.71로 가장 높은 점수를 받았으며 전반적인 기호도에서도 수수, 테프, 흑미가 6.14-6.48로 가장 높은 점수를 받았다. 이상의 결과, 쿠키의 품질 특성에서는 현미와 테프가 굽기 손실률 및 퍼짐성에서 품질 향상에 영향을 주었으며, 소비자 기호도 조사에서는 테프와 흑미가 높은 기호도를 나타내었다. 항산화 활성에서는 메밀과 흑미가 높은 항산화력을 나타내었다. 따라서 7가지 시료 중에서 테프와 흑미가 품질특성 및 기능성과 기호성을 갖춘 gluten-free 쿠키 제조에 가장 적합할 것으로 사료된다.

Conflict of Interest

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

References

AACC. 2000. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. 10th ed. AACC International, St. Paul, MN, USA. Method 10-50D.

Abebe Y, Bogale A, Hambidge KM, Stoecker BJ, Bailey K, Gibson RS. 2007. Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in rural

Sidama, Southern Ethiopia, and implications for bioavailability. *J Food Compost Anal* 20(3-4):161-168.

An HK, Hong GJ, Lee EJ. 2010. Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Cult* 25(1):47-53.

An SH. 2015. Quality characteristics of cookies made with added wheat sprout powder. *Korean J Food Cook Sci* 31(6):687-695.

Chabot JF. 1979. Preparation of food science sample for SEM. *Scan Electron Microsc* 3(3):279-286.

Choi JE, Lee JH. 2015. Quality and antioxidant attributes of cookies supplemented with cranberry powder. *Korean J Food Sci Technol* 47(1):132-135.

Choi OJ, Jung HN, Shin SH, Kim YD, Shim JH, Shim KH. 2015. Quality characteristics of gluten-free rice bread formulated with soft-type rice flour mixed with black-rice flour. *Korean J Community Living Sci* 26(3):447-456.

Choi SN, Chung NY. 2007. The quality characteristics of bread with added buckwheat powder. *Korean J Food Cook Sci* 23(5):664-670.

Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99(2):381-187.

Cummins AG, Roberts-Thomson IC. 2009. Prevalence of celiac disease in the Asia-Pacific region. *J Gastroenterol Hepatol* 24(8):1347-1351.

Doescher LC, Hoseney RC. 1985. Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. *Cereal Chem* 62(4):263-266.

Gebremariam MM, Zarnkow M, Becker T. 2014. Teff (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: A review. *J Food Sci Technol* 51(11):2881-2895.

Gweon TG, Lim CH, Byeon SW, Baeg MK, Lee JY, Moon SJ, Kim JS, Choi MG. 2013. A case of celiac disease. *Korean J Gastroenterol* 61(6):338-342.

Hager AS, Wolter A, Jacob F, Zannini E, Arendt EK. 2012. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. *J Cereal Sci* 56(2):239-247.

Han SH, Kim BS. 2015. Functional bakery impact on the degree of motivation to purchase consumer attitudes and buying intention - Focused on Busan. *Korean J Culin Res* 21(6):331-340.

Hischenhuber C, Crevel R, Jarry B, Maki M, Moneret-Vautrin DA, Romano A, Troncone R, Ward R. 2006. Review article: Safe amounts of gluten for patients with wheat allergy or coeliac disease. *Aliment Pharmacol Ther* 23(5):559-575.

Hong YJ, Lee YS. 2015. Quality characteristics of cookies prepared with Chinese sweet tea leaf (*Rubus suavissimus* S. Lee) powder. *Korean J Culin Res* 21(6):182-194.

- Im JS, Lee YT. 2010. Quality characteristics of rice bread substituted with black rice flour. *J East Asian Soc Diet Life* 20(6):903-908.
- Jeong SY, Park MJ, Lee SY. 2011. Quality characteristics of frozen brown-rice Jeung-pyun dough containing different amounts of buckwheat flour. *Korean J Food Cook Sci* 27(1):11-19.
- Jung KJ, Lee SJ. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida* Suringer) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(10):1453-1459.
- Kang TY, Choi EH, Jo HY, Yoon MR, Lee JS, Ko SH. 2014. Effects of rice flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *Food Eng Prog* 18(4):319-324.
- Kim KB, Yoo KH, Park HY, Jeong JM. 2006. Anti-oxidative activities of commercial edible plant extracts distributed in Korea. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49(4):328-333.
- Kim SH, Lee MH. 2015. Quality characteristics of cookies made with *Morinda citrifolia* powder. *Korean J Culin Res* 21(3):130-138.
- Kim YS, Kim GH, Lee JH. 2006. Quality characteristics of black rice cookies as influenced by content of black rice flour and baking time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(4):499-506.
- Ko JY, Woo KS, Kim JI, Song SB, Lee JS, Kim HY, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS. 2013. Effects of quality characteristics and antioxidant activities of dry noodles with added sorghum flour by characteristics of endosperm. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(8):1227-1235.
- Koh WB, Noh WS. 1997. Effect of sugar particle size and level on cookie spread. *J East Asian Soc Diet Life* 7(2):159-165.
- Kwon YR, Jung MH, Cho JH, Song YC, Kang HW, Lee WY, Youn KS. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with different amylose contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(6):832-838.
- Lee DH, Hong JH. 2016. Physicochemical properties and antioxidant activities of fermented mulberry by lactic acid bacteria. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(2):202-208.
- Lee EJ, Jin SY. 2015. Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies added *Kalopanax pictus* leaf powder. *J East Asian Soc Diet Life* 25(4):672-680.
- Lee JA. 2015. Quality characteristics of cookies added with kale powder. *Korean J Culin Res* 21(3):40-52.
- Lee JK, Lim JK. 2013. Effects of pregelatinized rice flour on the textural properties of gluten-free rice cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(8):1277-1282.
- Lee KC, Ryu GH. 2013. Quality characteristics of bread supplemented with extruded corn fiber. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(8):1290-1295.
- Lee SH, Bae JH. 2015. Quality characteristics of sponge cake with buckwheat powder. *Korean J Food Preserv* 22(2):204-210.
- Lim JA, Lee JH. 2015. Quality and antioxidant properties of cookies supplemented with black sesame powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(7):1058-1063.
- Lim JA, Lee JH. 2016. Quality characteristics and antioxidant properties of cookies supplemented with persimmon leaf powder. *Korean J Food Sci Technol* 48(2):159-164.
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J Sci Technol* 26(2):211-219.
- Moore MM, Heinbockel M, Dockery P, Ulmer HM, Arendt EK. 2006. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal Chem* 83(1):28-36.
- Nam SW, Kim E, Kim MR. 2015. Physicochemical quality of functional gluten-free noodles added with nondigestible maltodextrin. *J East Asian Soc Diet Life* 25(4):681-690.
- O HB, Choi BB, Song KY, Zhang YY, Kim YS. 2016. Quality and antioxidant properties of iced cookie with black tomato (*Lycopersicon esculentum*) powder. *Korean J Food Nutr* 29(1):65-72.
- Olewink MC, Kulp K. 1984. The effect of mixing time and ingredients variation on farinograms of cookies dough. *Cereal Chem* 61(6):532-537.
- Park HB, Choi BS, Kim MN, Hong JY, Lee KE, Lee YJ, Kim KY, Sohn MH, Kim KE. 2010. A case of gluten allergy in a 4-year-old boy with recurrent urticaria. *Pediatr Allergy Respir Dis* 20(4):292-296.
- Park ID. 2015. Quality characteristics of cookies containing *Ligularia fischeri* powder. *J Korean Soc Food Cult* 30(2):206-212.
- Park YS, Chang HG. 2007. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 39(4):406-411.
- Sa YJ, Kim JS, Kim MO, Jeong HJ, Yu CY, Park DS, Kim MJ. 2010. Comparative study of electron donating ability, reducing power, antimicrobial activity and inhibition of α -glucosidase by sorghum bicolor extracts. *Korean J Food Sci Technol* 42(5):598-604.
- Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh M. 2005. Polyphenols: Antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr* 81(1):215S-217S.
- Shewry PR, Tatham AS, Barro F, Barcelo P, Lazzari P. 1995. Biotechnology of breadmaking: Unraveling and manipulating the multi-protein gluten complex. *Bio/Technology* 13(11):1185-1190.
- Shin GM. 2015. Quality characteristics of Lycii fructus powder added sponge cake. *Korean J Culin Res* 21(6):63-75.
- Shin SK, Min AY, Kim HJ, Lee SJ, Sim EK, Lee KJ, Lee BD, Kim MR. 2015. Quality characteristics and antioxidative activities of rice cookies with *Rehmannia glutinosa* Preparata. *Korean J Food Cook Sci* 31(2):136-143.
- Singh O, Kaur R, Mahajan RK. 2017. Flavonoid-surfactant interactions: A detailed physicochemical study. *Spectrochim Acta Part A: Mol Biomol Spectrosc* 170:77-88.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with

- phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic 16(3):144-158.
- Song JC, Lee SY, Park NK, Hur HS, Nam JH. 1998. Comparison of flour quality between domestic and imported wheat flour. Korean J Breed 30(2):156-161
- Song JH, Lim JA, Lee JH. 2014. Quality and antioxidant properties of cookies supplemented with cinnamon powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(9):1457-1461.
- van den Berg R, Haenen GR, van den Berg H, Bast AALT. 1999. Applicability of an improved trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for valuation of antioxidant capacity measurements of mixtures. Food Chem 66(4):511-517.
- We GJ, Lee IA, Kang TY, Min JH, Kang WS, Ko SH. 2011. Physicochemical properties of extruded rice flours and a wheat flour substitute for cookie application. Food Eng Prog 15(4):404-412.
- Yeom KH, Bing DJ, Kim MY, Chun SS. 2016. Effects of hemicellulase on white bread added with brown rice fiber. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(3):352-359.
- Yun HR, Kim JM, Shin MS. 2015. Quality and storage characteristics of gluten-free rice pound cakes with different ratios of germinated brown rice flour. Korean J Food Cook Sci 31(6):781-790.
- Yun KM, Chung HS. 2016. Physicochemical characteristics and antioxidant activities of cookies with red raspberry (*Rubus crataegifolius*). Food Eng Prog 20(1):53-58.

Received on Dec.1, 2016 / Revised on Jan.10, 2017 / Accepted on Jan.13, 2017