가루녹차 첨가 쿠키의 품질 특성, 항산화 활성 및 아크릴아마이드 함량 변화

황은선 · 박태영

한경대학교 웰니스산업융합학부 식품영양학전공

Quality Characteristics, Antioxidant Activity, and Acrylamide Content of Cookies Made with Powdered Green Tea

Eun-Sun Hwang and Tae Young Park

School of Wellness Industry Convergence, Major in Food and Nutrition,
Hankyong National University

ABSTRACT The study was conducted to investigate the quality properties, antioxidant activities, and acrylamide formation of cookies in which wheat flour was substituted by 0, 3, 6, and 9% powdered green tea. The moisture, crude protein, and crude fat contents of the cookies did not show any statistically significant difference between the control group and the group with 3~9% powdered green tea. Ash content showed a tendency to increase as the amount of powdered green tea added increased. The spreadability, swelling rate, and loss rate decreased and the pH increased in proportion to the amount of powdered green tea added to the cookies. The L^* , a^* , and b^* values of the cookies decreased in proportion to the amount of powdered green tea added and the browning index decreased from 42.00 to 27.58 as the quantum of powdered green tea added increased compared to the control. The total polyphenol content increased with increasing levels of powdered green tea. The antioxidant activity significantly increased and the acrylamide content decreased in proportion to the amount of powdered green tea added, compared to the control. From the above results, it can be concluded that adding powdered green tea to cookies increases its antioxidant activity and has a positive effect on the reduction of acrylamide generated during cooking.

Key words: powdered green tea, cookies, quality characteristics, antioxidant activity, acrylamide

서 론

쿠키는 설탕과 크림화한 버터에 밀가루와 화학적 팽창제를 넣고 만든 과자류의 일종으로 고소하고 단맛과 바삭한 식감으로 인해 남녀노소가 즐겨 먹는 대중적인 간식이다(Shin 등, 1999). 쿠키는 고온에서 굽는 과정을 거치면서 수분함량이 낮아져 미생물에 의한 품질 변화가 적고 상온에 보관하면서 먹을 수 있다(Kim과 Kong, 2006). 쿠키처럼 탄수화물 함량이 높고 160°C 이상의 고온에서 굽는 과정을 거치면서 재료에 함유된 환원당과 아미노산이 결합하고, 환원당의 카르보닐기(-CO)와 아미노산에서 유리된 아미노기(-NH₂)가 슈프베이스(schiff base)를 생성한다. 이후 슈프베이스는 탈탄산 과정을 거쳐 곧바로 아크릴아마이드를 생성하거나 가수분해된 후 3-aminopropionamide 단계를 거

쳐 암모니아가 제거된 후 아크릴아마이드를 생성한다(Isleroglu 등, 2012; Starowicz와 Zieliński, 2019). 마이야르 반응(Maillard reaction)은 대표적인 비효소적 갈변 반응으로 쿠키류의 먹음직스러운 특유의 색과 고소한 냄새를 갖게 한다(Starowicz와 Zieliński, 2019). 그러나 조리 및 가공 과정을 거치면서 아크릴아마이드라는 유해물질이 생성되며, 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서는 발암 가능성이 있는 'Group 2A' 물질로 분류하고 있다(IARC, 1994; Zamani 등, 2017). 아크릴아마이드를 장기간 섭취하면 동물실험에서 신경계 이상으로 마비 증상이 나타났고, 2년간 식수에 아크릴아마이드를 소량 넣어 섭취시킨 결과 생식기, 부신, 갑상선 등의 조직에 종양이 발생하였으며 DNA 손상을 유발하고 후대에 유전되는 것으로 알려져 있다(Burek 등, 1980; Friedman 등,

Received 5 July 2021; Revised 28 July 2021; Accepted 2 August 2021

Corresponding author: Eun-Sun Hwang, School of Wellness Industry Convergence, Major in Food and Nutrition, Hankyong National University, 327 Chungang-ro, Gyeonggi 17579, Korea, E-mail: ehwang@hknu.ac.kr

Author information: Eun-Sun Hwang (Professor), Tae Young Park (Student)

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1995). 한편, 일부의 연구에서는 마이야르 반응으로 생성된 물질은 항산화 활성, 항균 및 항변이원성을 갖는 것으로 보고하고 있다(Yamabe 등, 2013; Habinshuti 등, 2019; Liu 등, 2020). 따라서 이러한 선행 연구결과들을 토대로 쿠키 제조과정에서 생성되는 아크릴아마이드 함량을 모니터링하고 아크릴아마이드 생성을 최소화하며 유용한 항산화 활성은 높이는 방향으로 연구를 진행할 필요가 있다.

최근에는 소비자들의 건강에 대한 관심이 증가하고 있어 쿠키 제조에 기능성 성분이 풍부한 연잎 분말(Kim과 Park, 2008), 미역 분말(Jung과 Lee, 2011), 생강 분말(Lee 등, 2015), 감잎 분말(Lim과 Lee, 2016), 양파껍질 분말(Yeom과 Hwang, 2020) 등과 같은 부재료를 첨가하여 영양 및 기능적인 효과와 관능적인 특성을 동시에 높이기 위한 다양한 연구들이 진행되었다.

녹차는 차나무 잎을 채취하여 증자나 덩유 공정을 거친 차 잎을 뜨거운 물에 침출하여 마시는 기호음료이다(Moon과 Park, 1995). 녹차에는 유리아미노산, 비타민 C, 탄닌, 카페인과 정유성분이 소량 함유되어 있고, 다른 식품에 비해 폴리페놀이 풍부하다(Peluso와 Serafini, 2017). 녹차의 catechins, (-)-epigallocatechin gallate, theaflavin digallate 등의 폴리페놀 성분들은 항산화, 항균, 항염증 및 항암작용을 가진 것으로 알려져 있다(Ohishi 등, 2016; Fujiki 등, 2018; Renzetti 등, 2020).

녹차 자체에도 유용한 성분이 함유되어 있으나 가루녹차는 건조시킨 녹차 잎을 미세하게 분말화시킨 것으로 물에 침출시켜 마시는 녹차에 비해 폴리페놀과 플라보노이드 등의 기능성 물질과 물에 용해되지 않는 카로틴, 토코페롤 등의 지용성 영양소를 최대한 섭취할 수 있다는 장점이 있다(Lee 등, 2010). 가루녹차를 일상적으로 섭취하는 설기떡(Gwon과 Moon, 2009), 양갱(Choi 등, 2010), 다식(Kim, 2007), 식빵(Kim 등, 2005), 스핀지케이크(Lee와 Hwang, 2016) 등에 첨가하여 제조조건의 최적화 및 품질 특성을 탐색한 연구가 일부 진행되었으나 녹차를 쿠키 제조에 활용하여 항산화 활성 및 아크릴아마이드 저감화에 대한 효능을 탐색한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 쿠키의 주재료인 밀가루 대신 생리 활성 물질이 풍부하고 항산화 활성이 우수한 가루녹차를 3~9%까지 첨가하여 쿠키를 제조한 후 이화학적 품질 특성, 항산화 물질의 함량, 항산화 활성을 측정하고 쿠키 제조과정 중에 형성되는 아크릴아마이드에 미치는 영향을 분석함으로써 쿠키 제조에 가루녹차의 적용 가능성을 탐색하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

본 연구에 사용한 박력분 밀가루(Samyang Co., Ltd., Seoul, Korea), 가루녹차(Daehan Tea, Boseong, Korea), 버터(Seoul Milk, Seoul, Korea), 베이킹파우더(Geonwon

Food, Gimpo, Korea), 달걀(CJ Freshway, Yongin, Korea), 백설탕(CJ Cheiljedang Co., Ltd., Incheon, Korea)은 시판품을 구입하여 사용하였다. Gallic acid, catechin, Folin-Ciocalteu's phenol reagent, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), acrylamide 표준물질 및 내부표준물질인 $^{13}\text{C}_3$ -labeled acrylamide는 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt(ABTS)는 Flunk(Hekdelberg, Germany)에서 구입하였다. 그 외 시약들은 Sigma-Aldrich Chemical Co.와 Junsei Chemical Co., Ltd.(Tokyo, Japan)에서 구입하여 실험에 사용하였다. 아크릴아마이드 분석을 위한 용매는 HPLC grade(J&T Baker, Phillipsburg, NJ, USA)를 사용하였고, 아크릴아마이드 정제 컬럼인 Oasis HLB SPE 카트리지는 Waters(Waters Corporation, Milford, MA, USA)에서, Bond Elut-AccuCAT SPE 카트리지는 Agilent(Agilent Technologies, Memphis, TN, USA)에서 구입하였다. 그 외 시약들은 분석용 등급을 사용하였다.

쿠키 제조

쿠키는 선행연구(Yeom과 Hwang, 2020)를 참고하여 여러 차례 예비실험을 통해 Table 1과 같은 배합비로 제조하였다. 밀가루 대신 첨가하는 가루녹차 함량이 9% 이상이면 쿠키 반죽이 단단해지고 조직감에 대한 선호도가 낮아짐을 확인하여 가루녹차는 최대 9%까지 첨가하였다. 가루녹차를 첨가하지 않고 제조한 쿠키를 대조군으로 하였고, 실험군은 대조군에 사용한 밀가루 함량의 3, 6, 9%를 가루녹차로 대체하여 제조하였다. 설탕과 실온에 꺼내둔 버터를 믹싱기(MUM54420, BOSCH, Munich, Germany)에 넣고, 1단으로 1분, 3단으로 30초, 5단으로 30초 순서로 혼합하여 크림화 하였다. 크림화 된 반죽에 달걀을 넣어 3단으로 2분간 혼합한 후, 밀가루와 베이킹파우더를 섞어 체에 2번 쳐서 주걱으로 잘 섞어 가루녹차 함량에 따른 네 가지 쿠키 반죽을 완성하였다. 쿠키 반죽은 마르지 않도록 랩에 싸서 냉장고에서 1시간 동안 휴지시킨 다음, 밀대로 균일하게 펴서 지름 40 mm, 두께 7 mm의 알루미늄 쿠키틀로 찍어낸 후 윗불 160°C, 아랫불 140°C로 예열시킨 오븐에서 15분간 구운 후 실온에서 30분간 식혀 분석용 시료로 사용하였다.

Table 1. Formula for cookies containing various amounts of powdered green tea

Ingredients (g)	Green tea powder (%)			
	0	3	6	9
Powdered green tea	0	6	12	18
Wheat flour	200	194	188	182
Butter	85	85	85	85
Sugar	50	50	50	50
Egg	45	45	45	45
Baking powder	1	1	1	1
Salt	1	1	1	1

쿠키의 퍼짐성, 팽창률 및 손실률 측정

쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 AACC법(AACC, 2000)에 따라 측정하였다. 즉, 쿠키의 직경은 쿠키 6개를 나란히 수평으로 정렬하여 총 길이를 측정한 후, 다시 90° 회전시킨 후 동일한 방법으로 총 길이를 측정하였다. 쿠키의 두께는 쿠키 6개를 수직으로 쌓은 후 높이를 측정한 다음 쌓은 순서를 바꾸어 다시 측정하였다. 팽창률은 쿠키를 굽기 전과 구운 후, 대조군 및 실험군의 중량을 각각 측정하여 그 차이에 대한 비율로 산출하였다. 손실률은 쿠키를 굽기 전과 구운 후 무게를 각각 측정한 다음 아래의 식에 대입하여 산출하였다.

$$\text{쿠키의 퍼짐성 지수} = \frac{\text{쿠키 6개의 평균 직경(mm)}}{\text{쿠키 6개의 평균 두께(mm)}}$$

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

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

일반성분 함량 측정

쿠키 일반성분 함량은 AOAC(1995)의 방법에 따라 분석하였다. 수분은 105°C로 맞춘 드라이오븐(EYELA, Tokyo, Japan)에서 건조하여 정량하였고, 조회분은 600°C 회화로(Jeil, Seoul, Korea)에서 회화시켜 측정하였다. 조단백질은 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 semimicro-Kjeldahl 법으로 분석하였고, 조지방은 Soxhlet 추출기(Soxtec System HT 1043, Foss Tecator)를 사용하여 diethyl ether로 추출하여 정량하였다.

당도, pH 및 경도 측정

쿠키의 당도와 pH 측정을 위해 쿠키를 믹서(KHC-1000, Kitchenart, Seoul, Korea)에 넣고 균일한 크기로 분쇄하였다. 쿠키 시료 5 g에 95% 증류수 10 mL를 첨가하여 vortex mixer로 혼합한 후 40°C에서 10분 동안 초음파 추출을 한 다음, 16,700 rpm에서 30분간 원심분리(Mega 17R, Hanil Co., Incheon, Korea)하여 상등액을 얻었다. 당도는 상등액을 취하여 당도계(PR-201a, ATAGO Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. pH는 상등액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

쿠키의 경도(hardness)는 texture analyzer(CT3-10K, Brookfield, Middleboro, MA, USA)를 사용하여 texture profile analysis(TPA)로 측정하였다. 제조한 쿠키는 상온에서 plate의 중앙에 놓고 쿠키가 중심부에서 쪼개질 때 받는 최대힘을 반복 압착 실험(two-bite test)으로 측정하였다. Pre-test는 2.0 mm/s, test speed는 10 mm/s, load cell은 10 kg으로 설정하였다.

색도 및 갈색화 지표 측정

쿠키의 색도는 색차계(Chrome Meter CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(L*, lightness), 적색도(a*, redness), 황색도(b*, yellowness)를 측정하였다. 표준색 보정은 L*, a*, b*값이 각각 97.10, +0.24, +1.75인 백색표준판을 사용하였다.

쿠키의 갈색화 지표(Browning Index: BI)는 Sung과 Chen(2017)의 방법에 따라 아래 식으로 측정하였다.

$$BI = 100(x - 0.31)/0.17$$

$$\text{where, } x = (a^*_{\text{sample}} + 1.75 L^*_{\text{sample}})/(5.645 L^*_{\text{sample}} + a^*_{\text{sample}} - 3.012 b^*_{\text{sample}})$$

총 폴리페놀 함량 분석

분쇄된 쿠키 5 g에 95% 에탄올 20 mL를 넣고 vortex mixer로 15초 동안 균질하게 혼합한 후 9,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하여 쿠키 추출액으로 하였다. 적절한 농도로 희석한 시료 0.5 mL에 2 N Folin 시약 0.5 mL를 혼합한 뒤 3분간 실온에서 반응시킨 후, 2% sodium carbonate 1.5 mL를 첨가한 뒤 2시간 동안 암소에서 반응시켰다. 반응물은 microplate reader를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료에 함유된 총 폴리페놀 함량은 gallic acid의 표준곡선(6.25~100 µg/mL)으로 시료 100 g당 함유된 gallic acid equivalent(GAE)로 표시하였다.

항산화 활성 측정

가루녹차 함량을 달리하여 제조한 쿠키의 항산화 활성을 DPPH 라디칼 소거 활성(Cheung 등, 2003), ABTS 라디칼 소거 활성(Re 등, 1999) 및 환원력(Oyaizu, 1986)으로 측정하였다. 쿠키 시료 5 g에 95% 에탄올 20 mL를 넣어 vortex mixer로 균질하게 혼합한 후 9,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하여 쿠키 추출액으로 하였다.

DPPH 라디칼 소거 활성은 쿠키 추출액 100 µL와 0.2 mM DPPH 용액 100 µL를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 515 nm에서 microplate reader로 흡광도를 측정하였다. 아래 식에 따라 DPPH 라디칼 소거 활성을 계산하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

ABTS 라디칼 소거 활성은 실험 시작 24시간 전에 ABTS 양이온을 형성시키기 위해 7.0 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 빛을 차단한 곳에서 반응시켰다. 실험 전에 735 nm에서 흡광도 값이 0.17±0.03이 되도록 에탄올로 희석하여 사용하였다. 흡광도를 맞추는 ABTS 용액 100 µL와 쿠키 추출액 100 µL를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아래 식에 따라 ABTS 라디칼 소거 활성을 계산하였다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거 활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

환원력은 쿠키 추출액 0.5 mL에 20 mM 인산 완충액(pH 6.6) 0.5 mL와 1%의 potassium ferricyanide 0.5 mL를 순서대로 첨가한 후 50°C로 맞춰진 항온수조에서 20분간 반응시켰다. 반응액에 10% trichloroacetic acid 용액을 1 mL 넣어 혼합한 후에 13,500×g에서 15분간 원심분리하여 상등액을 얻었다. 상등액 1 mL에 증류수 및 ferric chloride를 각각 1 mL씩 가하여 혼합한 후 720 nm에서 측정하여 얻은 흡광도 값을 환원력으로 나타냈다.

아크릴아마이드 함량 분석

쿠키를 오븐에서 굽는 과정 중에 생성된 아크릴아마이드 함량은 FDA 분석법(FDA, 2003)을 변형하여 측정하였다. 아크릴아마이드 표준품을 1 mg/mL의 농도가 되도록 증류수에 용해시킨 후 분석에 적합하도록 희석하여 사용하였다. 내부표준원액은 탄소 13 동위원소(¹³C₃)로 치환된 아크릴아마이드를 1 mg/mL의 농도가 되도록 메탄올에 용해시킨 후, 0.1% formic acid를 첨가하여 500 mg/mL가 되도록 내부표준용액을 조제하였다. 곱게 분쇄한 쿠키 시료 1 g을 취하여 50 mL 폴리프로필렌 원심분리용 튜브에 넣고 내부표준용액 1 mL와 증류수 9 mL를 첨가한 후 잘 혼합하여 shaking incubator(BF-60SIR-1, BioFree, Seoul, Korea)에서 25분 동안 300 rpm으로 추출하였다. 추출액은 원심분리기(Mega17R, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 30분 동안 9,000 rpm의 속도로 1차 원심분리를 하였다. 원심분리하여 얻어진 물 층 중에서 5 mL를 취하여 새로운 튜브에 옮기고 7,000 rpm으로 10분간 다시 원심분리하여 A 용액을 얻었다. Oasis HLB SPE 카트리지는 메탄올 3.5 mL와 증류수 3.5 mL로 활성화시킨 후에 전처리 과정을 통해 얻은 A 용액 1.5 mL를 넣어 통과시킨 후 물 0.5 mL를 첨가하여 나온 용액은 흘려버리고, 증류수 1.5 mL를 넣어 용출시킨 용액을 새로운 튜브에 모았다(B 용액). Bond Elut-AccuCAT SPE 카트리지는 사용 전에 메탄올 2.5 mL와 증류수 2.5 mL로 활성화시킨 후에 B 용액 1.5 mL를 넣은 후 처음 0.5 mL를 흘려버리고 이후 얻어진 용액 1 mL를 새로운 튜브에 모아

아크릴아마이드 분석에 사용하였다. 아크릴아마이드는 Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry(LC/MS)-2020(Shimadzu, Kyoto, Japan)과 Nexera XR(Shimadzu)로 분석하였다. 분석에 사용한 이동상은 0.1% acetic acid와 0.5% formic acid가 포함된 수용액으로 하였고, MS/MS 이온화 모드는 HESI⁺, 이온 모니터링은 acrylamide는 72 m/z > 55 m/z, 13C₃-acrylamides는 75 m/z > 58 m/z로 확인하였다.

통계 분석

모든 측정은 3회 반복하여 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 나타내었고, 분석결과에 대한 통계처리는 R-studio(Version 3.5.1, Boston, MA, USA)를 이용하였다. ANOVA를 이용하여 각 처리군 간의 유의성을 확인한 후 *P*<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

실험에 사용된 가루녹차, 밀가루 및 제조한 가루녹차 함유 쿠키의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 가루녹차의 수분은 3.14%로 밀가루의 수분함량인 14.04%에 비해 낮았고, 가루녹차의 회분은 4.73%로 밀가루의 회분 함량인 0.27%에 비해 높게 나타났다. 가루녹차의 조단백질 및 조지방 함량은 각각 1.15% 및 0.87%로 밀가루에 비해 낮았다.

제조한 쿠키의 수분은 1.20~1.63%로 대조군과 가루녹차 함량에 따른 차이는 나타나지 않았다. 생강가루(Lee 등, 2015), 연잎 분말(Kim과 Park, 2008) 등을 첨가하여 제조한 쿠키의 수분함량은 10% 미만으로 수분함량이 적어 미생물에 의한 변패가 적고 저장성이 우수하다(Kim과 Kong, 2006). 회분은 대조군에서는 0.73%로 가장 낮았고, 가루녹차 첨가량에 비례하여 0.84~0.94%로 증가하였다. 이는 밀가루에 비해 가루녹차의 회분 함량이 높아서 나타난 결과로 사료된다. 조단백질과 조지방 함량은 대조군과 가루녹차 첨가군에서 통계적으로 유의성이 있는 변화는 나타나지 않았다.

Table 2. Proximate analysis of green tea powder, wheat flour, and cookies containing various amounts of powdered green tea

Samples	Measurement			
	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat
Powdered green tea	3.14±0.61 ^b	4.73±0.07 ^a	1.15±0.07 ^b	0.87±0.00 ^b
Wheat flour	14.04±1.37 ^a	0.27±0.08 ^b	2.39±0.11 ^a	6.55±0.11 ^a
Cookies made by powdered green tea (%)				
0	1.50±0.04 ^a	0.73±0.02 ^b	0.46±0.23 ^a	21.09±0.94 ^a
3	1.63±0.02 ^a	0.84±0.03 ^a	0.43±0.19 ^a	20.72±1.16 ^a
6	1.61±0.07 ^a	0.87±0.02 ^a	0.60±0.27 ^a	20.90±0.94 ^a
9	1.20±0.07 ^a	0.94±0.00 ^a	0.52±0.23 ^a	22.05±0.01 ^a

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

Means with the different letters (a,b) within a column are not significantly different at *P*<0.05.

Table 3. Spread factor, leaving rate, and loss rate of cookies containing various amounts of powdered green tea

Measurement	Powdered green tea (%)			
	0	3	6	9
Spread factor	6.63±0.12 ^a	6.61±0.19 ^a	6.22±0.18 ^b	5.97±0.16 ^c
Leaving rate (%)	100.00±0.00 ^a	98.02±11.44 ^a	98.02±8.94 ^a	90.48±8.25 ^b
Loss rate (%)	16.00±1.33 ^a	15.59±0.68 ^a	15.62±0.59 ^a	14.41±0.55 ^b

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

Means with the different letters (a-c) within the same row are not significantly different at $P<0.05$.

쿠키의 퍼짐성, 팽창률 및 손실률 측정

가루녹차 첨가 쿠키의 퍼짐성 지수, 팽창률 및 손실률을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 쿠키의 퍼짐성, 팽창률 및 손실률은 대조군에 비해가루녹차 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 녹차 쿠키의 퍼짐성은 대조군이 6.63으로 가장 높았고,가루녹차를 3~9% 첨가함에 따라 6.61에서 5.97까지 감소하였다. 쿠키의 퍼짐성은 반죽을 오븐에서 굽는 동안 두께가 감소하고 직경이 증가하는 현상으로 반죽의 점도, 반죽의 수분, 단백질 및 설탕 함량, 부재료의 종류, 온도 등에 따라 영향을 받는다(Cho 등, 2006; Yeom과 Hwang, 2020). 선행연구에서도 쿠키에 연잎 분말(Kim과 Park, 2008), 생강 분말(Lee 등, 2015), 양파껍질 분말(Yeom과 Hwang, 2020) 등과 같이 식이섬유가 풍부한 재료를 첨가함에 따라 쿠키의 퍼짐성이 감소하여 본 연구결과와 유사한 경향성을 보였고, 이는 이들 부재료에 함유된 식이섬유가 수분을 많이 흡수하여 쿠키의 퍼짐성을 감소시킨 것으로 사료된다. 녹차가루의 수분함량은 밀가루에 비해 낮아 녹차가루 첨가량이 증가함에 따라 쿠키 반죽의 부드러움이 감소하였고, 반죽의 건조도가 매우 높아져 유동에 필요한 일정한 점도를 가지지 못하여 퍼짐성이 낮아진 것으로 사료된다(Cho 등, 2006).

대조군의 팽창률을 100%로 하고가루녹차 첨가량에 따른 쿠키의 팽창률을 측정한 결과,가루녹차를 3~6% 첨가함에 따라 쿠키의 팽창률은 98.02%에서 90.48%로 감소하였다. 팽창률은 쿠키 반죽을 오븐에서 굽는 동안 증가한 부피를 백분율로 나타낸 것(AACC, 2000)으로 반죽의 수분, 섬유소 및 단백질 함량과 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Lee 등, 2015). 본 연구에서는가루녹차 첨가량이 증가함에 따라 밀가루 함량이 감소되고 이에 따라 단백질이 감소하고 녹차가루에 함유된 식이섬유소가 반죽의 수분을 흡수하여 팽창에 필요한 수분이 부족하여 팽창률이 감소한 것으로 사료된다.

손실률은 쿠키 반죽의 굽기 전 중량과 구운 후의 중량 차

이를 백분율로 표시한 것(AACC, 2000)으로 대조군에서 16.00으로 가장 높았고,가루녹차 3% 처리군에서는 15.59로 대조군과 유사했으나가루녹차 6% 및 9% 첨가군에서는 손실률이 각각 15.62에서 14.41로 감소하였다. 이는가루녹차 첨가량이 증가할수록 쿠키 반죽 내의 수분을 녹차에 함유된 섬유소가 흡수하여 손실률이 감소한 것으로 사료된다. 생강 분말(Lee 등, 2015), 우엉 분말(Kim 등, 2017) 및 감과 피 분말(Lim과 Cha, 2014) 첨가 쿠키에서도 밀가루에 비해 섬유소가 풍부한 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 쿠키의 팽창률과 손실률이 감소하여 본 연구결과와 유사함을 확인하였다.

쿠키의 당도, pH 및 경도 측정

가루녹차 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 당도와 pH를 측정한 결과는 Table 4와 같다.가루녹차를 첨가하지 않은 대조군의 당도가 21.33°Bx로 가장 높았고,가루녹차 첨가량이 3~9%로 증가함에 따라 당도는 21.10~21.13°Bx로 다소 감소하는 경향을 보였다.

쿠키의 pH를 측정한 결과가루녹차를 첨가하지 않고 제조한 대조군의 pH는 5.21로 가장 낮았고,가루녹차 첨가량이 3~9%까지 증가함에 따라 pH는 5.42~5.78로 증가하는 경향을 보였다. 본 실험에 사용한 밀가루와가루녹차의 pH는 각각 5.99와 6.22로가루녹차의 pH가 밀가루보다 높아가루녹차 첨가량이 증가할수록 쿠키의 pH도 높아진 것으로 사료된다. 쿠키 반죽의 pH가 높으면 오븐에서 굽는 동안 설탕의 캐러멜화 반응을 촉진하여 쿠키의 갈색화에 영향을 주는 것으로 보고되어 있어(Song과 Lee, 2014) 본 연구에서도 쿠키의 pH에 따른 갈변 정도가 연관성이 있을 것으로 예상된다.

가루녹차를 첨가하여 제조한 쿠키의 경도를 측정결과가루녹차를 첨가하지 않은 대조군과가루녹차 3% 및 6% 첨가한 쿠키의 경도는 3,974.41~4,239.21로 통계적으로 유의

Table 4. Sugar content, pH, and hardness of cookies containing various amounts of powdered green tea

Measurement	Powdered green tea (%)			
	0	3	6	9
Sugar contents (°Bx)	21.33±0.05 ^a	21.13±0.05 ^b	21.10±0.00 ^b	21.10±0.00 ^b
pH	5.21±0.01 ^d	5.42±0.01 ^c	5.57±0.00 ^b	5.78±0.00 ^a
Hardness (g)	4,239.21±231.54 ^a	4,062.94±145.49 ^a	3,974.41±218.56 ^a	3,604.52±207.63 ^b

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

Means with the different letters (a-d) within the same row are significantly different at $P<0.05$.

성 있는 차이는 나타나지 않았으나가루녹차를 9% 첨가하여 제조한 쿠키의 경도는 3,604.52로 감소하는 것을 확인하였다. 쿠키의 경도는 설탕, 버터 및 수분함량, 굽는 시간, 부재료의 종류 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Cho 등, 2006; Yeom과 Hwang, 2020). 야콘 분말(Lee와 Choi, 2014), 양파껍질 분말(Yeom과 Hwang, 2020), 비타민 나무 잎 분말(Park과 Joo, 2021)을 첨가하여 제조한 쿠키에서도 부재료가 일정 함량 이상으로 증가하면 쿠키의 경도가 감소하는 것으로 나타나 본 연구결과와 유사한 경향성을 나타냈다. 이러한 현상은 부재료 함량이 증가함에 따라 밀가루 비율이 상대적으로 낮아져 반죽할 때 형성되는 글루텐 함량이 감소하여 나타난 것으로 사료된다(Shim, 2012).

색도 측정

가루녹차를 첨가하여 만든 찹쌀 반죽과 완성된 쿠키의 색도는 Table 5와 같다. 가루녹차를 첨가하지 않고 제조한 대조군에서 밝기를 나타내는 명도(L*)가 가장 높게 나타났고, 가루녹차 함량이 증가함에 따라 명도가 감소하였다. 적색도를 나타내는 a*값은 가루녹차를 첨가하지 않고 제조한 쿠키에서 4.71로 가장 높았고, 가루녹차 함량에 비례하여 a*값이 감소함을 확인하였다. 황색도를 나타내는 b*값은 가루녹차를 첨가하지 않고 제조한 반죽에서는 14.50이었고, 가루녹차를 3% 및 6% 첨가한 반죽에서는 11.14 및 10.43으로 감소하였다. 가루녹차를 9% 첨가한 쿠키의 b*값은 8.71로 가장 낮았다. 쿠키의 색도를 이용하여 측정한 갈색화 지표(browning index)의 경우 대조군 쿠키의 경우 42.00으로 가장 높은 값을 나타냈고, 가루녹차 함량이 증가함에 따라 33.57에서 27.58로 낮아졌다.

녹색 식물의 잎에는 청록색을 나타내는 클로로필 a와 황록색을 나타내는 클로로필 b가 약 3:1의 비율로 분포하며, 가루녹차의 고유한 색은 클로로필 a의 영향을 가장 크게 받는 것으로 알려져 있다(Lee 등, 2010). 녹차 중의 클로로필 함량은 차의 품질 및 가격을 결정하는 매우 중요한 요인 중 하나로 총 클로로필, 클로로필 a 및 클로로필 b의 함량은 녹차의 품종, 기상조건, 재배방법, 가공방법 등에 따라 다르다. 쿠키의 전체적인 색은 밀가루와 가루녹차를 반죽하여 고온의 오븐에서 굽는 과정에서 나타나는 마이야르 반응, 카라멜화 반응, 클로로필 색소의 변화가 복합적으로 관련된 것으로 사료된다(Kim과 Park, 2006; Lee와 Hwang, 2016).

Fig. 1. Total polyphenol content of cookies containing various amounts of powdered green tea. Means with the different letters (a-d) above the bars are significantly different at $P<0.05$. GAE= gallic acid equivalent.

가루녹차를 첨가하여 제조한 식빵(Kim 등, 2005), 다식(Yun 등, 2005), 스펀지케이크(Lee와 Hwang, 2016) 등의 선행 연구에서도 가루녹차의 첨가량이 증가함에 따라 제품 표면의 명도, 적색도 및 황색도가 감소하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

총 폴리페놀 함량

가루녹차 첨가 쿠키의 총 폴리페놀 함량 분석결과는 Fig. 1과 같다. 가루녹차를 첨가하지 않은 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 1 g 당 gallic acid를 기준으로 56.22 µg으로 가장 낮았고, 가루녹차 첨가량에 비례해 총 폴리페놀 함량도 증가하였다. 즉, 가루녹차를 3, 6, 9% 첨가한 쿠키에서 총 폴리페놀 함량은 187.46 µg, 306.47 µg, 351.80 µg으로 대조구에 비해 각각 3.3배, 5.5배 및 6.3배 증가하였다.

녹차에는 홍차나 우롱차 등과 같은 발효차에 비해 catechin, epicatechin, epigallocatechin gallate, epicatechin gallate 등의 폴리페놀 화합물이 풍부하며(Vuong 등, 2010; Ayyildiz 등, 2018), catechin은 산화 방지, 항균 작용, 암, 비만, 심장질환 등 각종 질병 예방에 탁월한 효능을 보이는 것으로 보고되고 있다(Cao 등, 2019; Meng 등, 2019; Xu 등, 2020). 가루녹차를 첨가하여 제조한 스펀지케이크(Lee와 Hwang, 2016), 발효유(Yeo 등, 2017) 등에서도 가루녹차 함량에 비례하여 총 폴리페놀 함량이 증가하는

Table 5. Changes in hunter's color value of cookies containing various amounts of powdered green tea

Measurement	Powdered green tea (%)			
	0	3	6	9
L*	48.56±0.10 ^a	41.78±0.04 ^b	40.20±0.48 ^c	38.52±0.36 ^d
a*	4.71±0.17 ^a	1.80±0.05 ^b	1.29±0.09 ^c	1.03±0.05 ^d
b*	14.50±0.22 ^a	11.14±0.13 ^b	10.43±0.40 ^c	8.71±0.30 ^d
BI ¹⁾	42.00±1.37 ^a	33.57±1.23 ^b	31.28±1.18 ^c	27.58±1.02 ^d

¹⁾Browning index.

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

Means with the different letters (a-d) within the same row are significantly different at $P<0.05$.

Table 6. Antioxidant activities of cookies containing various amounts of powdered green tea

Measurement	Green tea powder (%)			
	0	3	6	9
DPPH radical scavenging activity (%)	5.43±3.08 ^d	25.21±2.35 ^c	55.49±1.60 ^b	64.90±4.25 ^a
ABTS radical scavenging activity (%)	7.52±1.10 ^d	39.50±0.87 ^c	65.09±0.88 ^b	73.05±0.30 ^a
Reducing power	0.20±0.00 ^d	0.38±0.00 ^c	0.69±0.02 ^b	0.87±0.00 ^a

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

Means with the different letters (a-d) within the same row are not significantly different at $P<0.05$.

것으로 나타나 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

항산화 활성 측정

가루녹차를 첨가하여 제조한 쿠키의 항산화 활성을 알아보기 위해 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Table 6과 같다. DPPH 라디칼 소거 활성은 가루녹차를 첨가하지 않은 대조군에서 5.43%로 나타났고, 가루녹차를 3, 6, 9% 첨가한 쿠키에서 각각 25.21%, 55.49%, 64.90%로 증가했다. ABTS 라디칼 소거 활성의 경우, 대조군은 7.52%로 가장 낮았고, 가루녹차 첨가량 비율에 따라 각각 39.50%, 65.09%, 73.05%로 가루녹차 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다. 환원력은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성과 유사한 경향을 보였다. 가루녹차를 첨가하지 않은 대조군의 환원력은 0.20으로 가장 낮았고, 가루녹차 첨가량이 3~9%로 증가함에 따라 환원력은 0.38~0.87로 높아졌다.

녹차에는 폴리페놀 구조를 지닌 epigallocatechin gallate, epigallocatechin, epicatechin gallate, epicatechin 등과 같은 카테킨류, flavonol과 비타민류와 같은 산화를 억제하는 물질들을 다량 함유하고 있고, 이들 물질의 함량과 항산화 활성은 상관관계가 있는 것으로 보고되고 있다(Cabrera 등, 2003; Vuong 등, 2010; Ayyildiz 등, 2018). 특히, 녹차에 함유된 catechins과 gallic acid는 강력한 항산화력을 지니고 있으며, 다수의 연구에서 녹차의 항산화 활성이 이들 성분에 의해 결정되는 것으로 알려져 있다(Cabrera 등, 2003). 가루녹차 첨가 스펀지케이크(Lee와 Hwang, 2016), 발효유(Yeo 등, 2017)의 연구에서도 가루녹차의 첨가량이 증가함에 따라 유리라디칼 소거능이 높아지는 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 경향성을 나타냈다.

아크릴아마이드 함량 분석

가루녹차 함량을 달리하여 제조한 쿠키의 아크릴아마이드 분석 결과는 Fig. 2와 같다. 가루녹차를 첨가하지 않은 대조군의 아크릴아마이드 함량은 47.71 µg/kg이었고, 가루녹차를 3~9% 첨가함에 따라 아크릴아마이드 함량이 감소하는 경향을 보였다. 즉, 가루녹차 3% 첨가군에서는 39.34 µg/kg, 6% 첨가군에서는 26.85 µg/kg, 9% 첨가군에서는 22.19 µg/kg으로 대조군에 비해 각각 17.54%, 43.72% 및 53.49%까지 감소함을 확인하였다.

아크릴아마이드 함량과 갈색화 지표와의 관계는 Fig. 3과 같다. 갈색화 지표 수치가 증가함에 따라 아크릴아마이드

함량도 증가하는 양의 비례관계($R^2=0.897$)를 나타냈다. 선행연구에서도 빵과 쿠키를 고온에서 굽는 과정 중에 표면이 갈색으로 변하는 갈색화 반응이 일어나고 이는 갈색화 지표 값을 상승시키고, 갈색화 지표와 아크릴아마이드 함량은 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다(Isleroglu 등, 2012).

식품의 조리 가공 중에 생성되는 아크릴아마이드는 열처리 온도, 시간, pH, 수분함량 등에 의해 영향을 받고, 식품을 물에 삶거나 찌는 조리법에서는 거의 생성되지 않지만 식품을 고온에서 굽거나 기름에 튀길 때는 생성량이 증가한다. 다양한 실험을 통해 아크릴아마이드의 독성이 보고됨에 따

Fig. 2. Acrylamide contents of cookies containing various amounts of powdered green tea. Means with the different letters (a-d) above the bars are significantly different at $P<0.05$.

Fig. 3. Relationship between acrylamide concentration and browning index of cookies containing various amounts of powdered green tea.

라 로즈마리 추출물, 포도씨 추출물, 양파껍질 분말 등과 같이 항산화 활성이 풍부한 천연물을 식품의 조리 가공에 사용하여 아크릴아마이드 형성을 저감화시키기 위한 연구들이 진행되고 있다(Miskiewicz 등, 2018; Yu 등, 2020; Yeom과 Hwang, 2020). 양파껍질 분말을 첨가하지 않고 제조한 쿠키의 아크릴아마이드는 40.38 µg/kg이었는데, 양파껍질 분말을 밀가루 대비 2~6% 첨가한 쿠키에서는 양파껍질 분말 첨가량에 비례하여 아크릴아마이드 생성량이 5.30~30.61%까지 감소함을 확인하였다(Yeom과 Hwang, 2020).

이상의 결과를 바탕으로가루녹차는 쿠키 제조 시에 생성되는 아크릴아마이드 함량을 감소시키고, 녹차에 함유된 카테킨류를 비롯한 폴리페놀 화합물들은 항산화 활성을 증가시키는 긍정적인 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

본 연구에서는 밀가루 중량 대비가루녹차 함량을 3~9%까지 달리하여 쿠키를 제조하고 쿠키의 이화학적 품질 특성, 기능성 성분의 함량 및 항산화 활성을 측정하여가루녹차 첨가 쿠키의 최적 배합비를 선정하고자 하였다. 쿠키의 수분, 조단백질 및 조지방 함량도 대조군과가루녹차 3~9% 첨가군에서는 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 회분은가루녹차 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. 쿠키에 첨가한가루녹차 함량에 비례하여 퍼짐성, 팽창률, 손실물은 감소하였고 pH는 증가하였다.가루녹차 첨가량에 비례하여 쿠키의 L*값, a*값, b*값은 감소하였고 갈색화 지수도 대조군에 비해가루녹차 함량이 증가함에 따라 42.00에서 27.58로 감소하였다. 총 폴리페놀 함량은가루녹차 첨가량에 비례하여 증가하였고, DPPH와 ABTS 라디칼 소거능과 환원력으로 측정한 항산화 활성도가루녹차 첨가 비율이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였다. 아크릴아마이드 함량은 대조군에 비해가루녹차 첨가량에 비례하여 감소하였다. 이상의 결과로 볼 때, 쿠키에가루녹차를 첨가하면 항산화 활성을 높임과 동시에 제조과정 중에 생성되는 아크릴아마이드 저감화에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 사료된다.

REFERENCES

- AACC. Approved methods of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 2000. p 10-50.
- AOAC. Official methods of analysis of AOAC international. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA. Ch 3. 1995. p 1-26.
- Ayyildiz SS, Karadeniz B, Sagcan N, Bahar B, Us AA, Alasalvar C. Optimizing the extraction parameters of epigallocatechin gallate using conventional hot water and ultrasound assisted methods from green tea. Food Bioprod Process. 2018. 111:37-44.
- Burek JD, Albee RR, Beyer JE, Bell TJ, Carreon RM, Morden DC, et al. Subchronic toxicity of acrylamide administered to rats in the drinking water followed by up to 144 days of recovery. J Environ Pathol Toxicol. 1980. 4:157-182.
- Cabrera C, Gimenez R, Lopez MC. Determination of tea components with antioxidant activity. J Agric Food Chem. 2003. 51: 4427-4435.
- Cao SY, Zhao CN, Gan RY, Xu XY, Wei XL, Corke H, et al. Effects and mechanisms of tea and its bioactive compounds for the prevention and treatment of cardiovascular diseases: An updated review. Antioxidants. 2019. 8:166. <https://doi.org/10.3390/antiox8060166>
- Cheung LM, Cheung PCK, Ooi VEC. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. Food Chem. 2003. 81:249-255.
- Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. Korean J Food Cult. 2006. 21:541-549.
- Choi EJ, Kim SI, Kim SH. Quality characteristics of Yanggaeng by the addition of green tea powder. J East Asian Soc Diet Life. 2010. 20:415-422.
- FDA. Detection and quantitation of acrylamide in foods. 2003 [cited 2019 Jan 21]. Available from: <https://www.fda.gov/food/chemicals/detection-and-quantitation-acrylamide-foods>
- Friedman MA, Dulak LH, Stedham MA. A lifetime oncogenicity study in rats with acrylamide. Fundam Appl Toxicol. 1995. 27:95-105.
- Fujiki H, Watanabe T, Sueoka E, Rawangkan A, Suganuma M. Cancer prevention with green tea and its principal constituent, EGCG: from early investigations to current focus on human cancer stem cells. Mol Cells. 2018. 28:73-82.
- Gwon SY, Moon BK. The quality characteristics of Sulgidduk prepared with green tea or rosemary powder. Korean J Food Cook Sci. 2009. 25:150-159.
- Habinshuti I, Chen X, Yu J, Mukeshimana O, Duhoranimana E, Karangwa E, et al. Antimicrobial, antioxidant and sensory properties of Maillard reaction products (MRPs) derived from sunflower, soybean and corn meal hydrolysates. LWT. 2019. 101:694-702.
- IARC. In IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans: some industrial chemicals. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France. 1994. p 389-433.
- Isleroglu H, Kemerli T, Sakin-Yilmazer M, Guven G, Ozdestan O, Uren A, et al. Effect of steam baking on acrylamide formation and browning kinetics of cookies. J Food Sci. 2012. 77:E257-E263.
- Jung KJ, Lee SJ. Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida* Suringer) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:1453-1459.
- Kim GS, Park GS. Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. Korean J Food Cook Sci. 2008. 24: 398-404.
- Kim HY, Kim KH, Yook HS. Quality characteristics of cookie with burdock (*Arctium lappa* L.) powder. Korean J Food Cook Sci. 2017. 33:325-332.
- Kim HY, Kong HJ. Preparation and quality characteristics of sugar cookies using citron powder. Korean J Food Cook Sci. 2006. 22:712-719.
- Kim HY, Park JH. Physicochemical and sensory characteristics of pumpkin cookies using ginseng powder. Korean J Food Cook Sci. 2006. 22:855-863.
- Kim HY. Quality characteristics and of green tea *Dasik* processing with varied levels of rice grain particle size and green tea powder. Korean J Food Cult. 2007. 22:609-614.
- Kim JR, Choi OJ, Shim KH. Quality properties of loaf bread added with fermented tea powder. J Korean Soc Food Sci

- Nutr. 2005. 34:869-874.
- Lee CS, Lim HS, Cha GH. Quality characteristics of cookies with ginger powder. Korean J Food Cook Sci. 2015. 31:703-717.
- Lee JH, Choi JE. Quality of cookies incorporated with yacon powder. Food Eng Prog. 2014. 18:70-74.
- Lee LS, Park JD, Cha HS, Lee YM, Park JW, Kim SH. Physico-chemical properties of powdered green teas in Korean. Korean J Food Sci Technol. 2010. 42:33-38.
- Lee MJ, Hwang ES. Quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cake with added green tea powder. Korean J Food Sci Technol. 2016. 48:354-360.
- Lim HS, Cha GH. Quality characteristics of cookies with persimmon peel powder. Korean J Food Cook Sci. 2014. 30:620-630.
- Lim JA, Lee JH. Quality characteristics and antioxidant properties of cookies supplemented with persimmon leaf powder. Korean J Food Sci Technol. 2016. 48:159-164.
- Liu HM, Han YF, Wang NN, Zheng YZ, Wang XD. Formation and antioxidant activity of Maillard reaction products derived from different sugar-amino acid aqueous model systems of sesame roasting. J Oleo Sci. 2020. 69:391-401.
- Meng JM, Cao SY, Wei XL, Gan RY, Wang YF, Cai SX, et al. Effects and mechanisms of tea for the prevention and management of diabetes mellitus and diabetic complications: An updated review. Antioxidants. 2019. 8:170. <https://doi.org/10.3390/antiox8060170>
- Miskiewicz K, Nebesny E, Rosicka-Kaczmarek J, Zyzelewicz D, Budryn G. The effects of baking conditions on acrylamide content in shortcrust cookies with added freeze-dried aqueous rosemary extract. J Food Sci Technol. 2018. 55:4184-4196.
- Moon JH, Park KH. Functional components and physiological activity of tea. J Kor Tea Soc. 1995. 1:177-193.
- Ohishi T, Goto S, Monira P, Isemura M, Nakamura Y. Anti-inflammatory action of green tea. Antiinflamm Antiallergy Agents Med Chem. 2016. 15:74-90.
- Oyaizu M. Studies on product of browning reaction—Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jpn J Nutr. 1986. 44:307-315.
- Park MG, Joo SY. Quality characteristics and antioxidant activity of rye cookies supplemented with sea buckthorn leaf powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2021. 50:464-475.
- Peluso I, Serafini M. Antioxidants from black and green tea: from dietary modulation of oxidative stress to pharmacological mechanisms. Br J Pharmacol. 2017. 174:1195-1208.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 1999. 26:1231-1237.
- Renzetti A, Betts JW, Fukumoto K, Rutherford RN. Antibacterial green tea catechins from a molecular perspective: mechanisms of action and structure-activity relationships. Food Funct. 2020. 11:9370-9396.
- Shim KH. Quality characteristics of low salted yacon jangachi using soybean sauce. Korean J Community Living Sci. 2012. 23:79-88.
- Shin IY, Kim HI, Kim CS, Whang K. Characteristics of sugar cookies with replacement of sucrose with sugar alcohols (I) organoleptic characteristic of sugar alcohol cookies. J Korean Soc Food Sci Nutr. 1999. 28:850-857.
- Song JH, Lee JH. The quality and antioxidant properties of cookies containing *Codonopsis lanceolata* powder. Korean J Food Sci Technol. 2014. 46:51-55.
- Starowicz M, Zieliński H. How Maillard reaction influences sensorial properties (color, flavor and texture) of food products?. Food Rev Int. 2019. 35:707-725.
- Vuong QV, Golding JB, Nguyen M, Roach PD. Extraction and isolation of catechins from tea. J Sep Sci. 2010. 33:3415-3428.
- Xu XY, Zhao CN, Cao SY, Tang GY, Gan RY, Li HB. Effects and mechanisms of tea for the prevention and management of cancers: An updated review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2020. 60:1693-1705.
- Yamabe N, Kim YJ, Lee S, Cho EJ, Park SH, Ham J, et al. Increase in antioxidant and anticancer effects of ginsenoside Re-lysine mixture by Maillard reaction. Food Chem. 2013. 138:876-883.
- Yeo SB, Yeo SH, Park HD. Quality characteristics, antioxidant activity and storage properties of fermented milk added with green tea powder. Korean J Food Preserv. 2017. 24:576-584.
- Yeom MS, Hwang ES. Quality characteristics, antioxidant activities and acrylamide formation in cookies added with onion peel powder. Korean J Food Preserv. 2020. 27:299-310.
- Yu S, Chen Z, Meng H, Chen M. Addition of lipophilic grape seed proanthocyanidin effectively reduces acrylamide formation. J Sci Food Agric. 2020. 100:1213-1219.
- Yun GY, Kim MA, Hyun JS. The effect of green tea powder on quality of Dasik. Korean J Food Cult. 2005. 20:532-537.
- Zamani E, Shokrzadeh M, Fallah M, Shaki F. A review of acrylamide toxicity and its mechanism. Pharm Biomed Res. 2017. 3:1-7.