



우영 분말 첨가 버터 쿠키의 품질특성, 생리활성 물질 함량 및 항산화 활성

황은선* · 김예진

한경국립대학교 웰니스산업융합학부 식품영양학전공

Quality Characteristics, Bioactive Compound Content, and Antioxidant Activity of Butter Cookies Supplemented with Burdock Powder

Eun-Sun Hwang*, Yejin Kim

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

Abstract

We determined physicochemical characteristics and antioxidant activities of cookies prepared by replacing wheat flour with 0, 3, 6, and 9% freeze-dried burdock powder instead of wheat flour. The leavening and loss rates of the cookies decreased in proportion to the amount of burdock powder added to the dough. The moisture content of the cookies increased in proportion to the amount of burdock powder added and the crude protein and hardness were higher in the burdock-added group compared to the control. The lightness and yellowness of the cookies decreased, and the redness increased in proportion to the amount of burdock powder added. The total flavonoid and polyphenol compounds in the cookies increased in proportion to the amounts of burdock powder added. The antioxidant activities also tended to increase in proportion to the amount of burdock powder added. Based on the above results, adding burdock powder to cookies can increase antioxidant activity by increasing the content of antioxidant components, such as polyphenols and flavonoids. In addition, it is believed that adding burdock powder at levels of 3 to 9% of the weight of flour would result in cookies with spreadability, swelling power, and hardness similar to those of regular cookies.

Key Words : Burdock, cookie, polyphenol, antioxidant.

1. 서 론

우영(*Arctium lappa* L.)은 2년 초본식물로 국화와 우영속에 속하며 줄기 길이는 1.5 m 정도이고 독특한 향기가 있으며 주로 줄기와 뿌리를 식용하고 있다(Lee et al, 2014). 우영의 야생종은 유럽, 지중해 연안, 시베리아, 서아시아 등지에서 분포하고 있으며, 우리나라, 중국 및 일본에서는 식용 및 약용으로 널리 이용되고 있다(Lee et al. 2003; Lim et al. 2005; Kim & Kim 2017). 우영은 내한성이 있어 추운 기후조건에서도 잘 견디며 더위에도 강하여 한여름 고온에서도 잘 자라므로 우리나라 전역에서 재배되고 있다(Lim et al. 2005).

우영에는 항산화 활성이 우수한 chlorogenic acid, quercetin, caffeic acid, caffeoylquinic acid 등의 폴리페놀 물질이 풍부하여 활성산소, free radical, 과산화물을 효과적으로 제거하고 암, 심혈관계 질환, 노화 억제, 당뇨병 예방 등에 효능이

있다(Predes et al. 2011; Liu et al. 2014; Seo et al. 2022). 또한, 우영에는 점액물질인 리그닌은 섬유소의 일종이며, 세포벽을 구성하는 성분으로 항균 항바이러스 활성이 보고되고 있다(Shinohara et al. 1998; Kwon & Youn 2014; Yamamoto et al. 2023). 우영 뿌리에는 식이섬유소, 당질이 풍부하고 특히 당질은 이눌린 형태로 되어 있는데, 우영 뿌리에는 약 33.5%의 이눌린이 함유되어 있다(Chalcarz & Urbanowicz 1984; Kim et al. 2014). 이눌린은 천연의 인슐린으로 불리며 혈당 조절, 이노 촉진, 붓기 완화 등을 통해 당뇨병과 비만 및 신장병 환자에게 도움을 줄 수 있다(Kuo et al. 2012; Lee & Kim 2016).

우영을 활용한 제품개발로는 열풍건조한 우영 가루를 첨가하여 머핀(Kim et al. 2010), 죽(Hong & Choi 2014), 다식(Nam et al. 2016), 카스텔라(Tae et al. 2016), 식빵(Tae et al. 2015), 식초(Kim & Kim 2017) 등을 제조한 후에 우영 첨가량에 따른 제품의 특성, 생리활성 물질의 변화 및 항

*Corresponding author: Eun-Sun Hwang, Major in Food and Nutrition, School of Wellness Industry Convergence, Hankyong National University, 327 Chungang-ro, Gyeonggi-do, 17579 Korea
Tel: +82-31-670-5182 Fax: +82-31-670-5189 E-mail: ehwang@hknu.ac.kr

산화 활성을 측정된 연구들이 진행되었다. 우엉은 조림, 무침, 샐러드, 튀김 등으로 이용되고 있으며, 차, 스낵, 부각 등의 가공식품들도 개발되어 시판되고 있다(Tae et al. 2015).

최근 들어 다양한 디저트에 대한 소비자들의 관심이 증가하고 있어 다양한 제품이 개발되고 있으며, 쿠키는 동서양을 막론하고 남녀노소가 널리 애용하는 대중적인 간식이며 디저트 중 하나이다(Lee et al. 2002). 쿠키는 다양한 재료들을 혼합한 반죽을 고온의 오븐에서 구운 것으로 바삭한 식감과 저장성이 우수한 장점이 있다(Kim & Kong 2006; Lee et al. 2015). 전통적인 쿠키 재료에 건강에 좋은 인삼과 초석잠(Na & Lee 2017), 가시파래(Kim et al. 2020), 들깨박(Oh et al. 2022), 비타민나무 잎 분말(Park & Joo 2021) 등의 기능성 물질이 풍부한 재료를 첨가하여 소비자들의 취향을 반영하고 건강친화적인 측면을 부각시킨 쿠키들이 소개된 바 있다.

본 연구에서는 쿠키의 주요 재료인 밀가루의 함량을 줄이고 기능성 물질들이 풍부하고 건강에 좋은 우엉 분말을 3%, 6% 및 9%까지 대체하여 쿠키를 구운 후에 쿠키의 퍼짐성, 팽창률, 일반성분, 경도, 색도 등의 품질을 측정하고 항산화에 기여하는 물질들의 함량과 항산화 활성을 측정하고, 쿠키 제조에 우엉 분말의 첨가 가능성을 탐색하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험재료

우엉은 경상북도 안동에서 재배된 것을 온라인 쇼핑몰을 통해 구입하였다. 박력분 밀가루와 베이킹파우더는 큐원, 버터는 서울우유, 달걀은 CJ 프레시웨이, 백설탕은 제일제당, 소금은 해표에서 제조한 것을 구입하여 사용하였다.

2. 우엉 분말 및 쿠키 제조

우엉은 흐르는 물에서 씻어 흙과 이물질을 제거하고 필터를 이용하여 걸쭉질을 제거한 후에 3 mm 두께로 슬라이스하여 -80°C에서 냉동한 후에 동결건조기(FDU-1200, EYELA)에서 건조시켰다. 건조된 우엉은 분쇄한 후에 40 mesh 체에 통과시켜 일정한 크기의 고운 분말로 만들어 쿠키 제조에 사용하였다.

<Table 1> Formula for cookies with different amounts of freeze-dried burdock powder

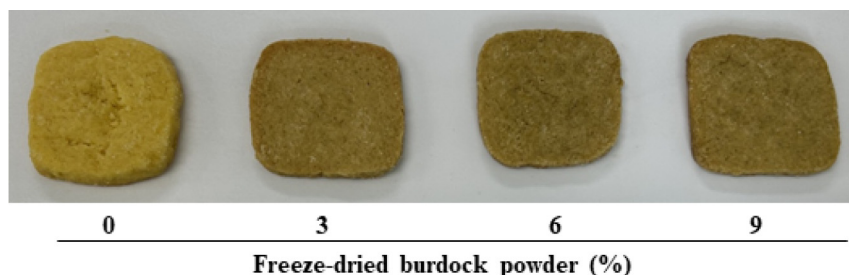
Ingredients (g)	Burdock powder (%)			
	0	3	6	9
Wheat flour	200	194	188	182
Burdock powder	0	6	12	18
Butter	70	70	70	70
Sugar	50	50	50	50
Egg	50	50	50	50
Baking powder	1	1	1	1
Salt	1	1	1	1

쿠키의 배합비는 <Table 1>과 같고, Yeom & Hwang (2020)의 방법을 참고하여 제조하였다. 예비 실험에서 쿠키에 첨가하는 동결건조한 우엉 분말 함량이 밀가루 중량의 10% 이상이면 쿠키 반죽이 잘 뭉쳐지지 않고 갈라지는 것을 확인하여, 우엉 분말의 최대량은 밀가루 중량의 9%까지로 하였다. 대조군 쿠키는 우엉 분말 분말을 첨가하지 않고 밀가루만으로 제조하였고, 실험군은 밀가루 대신 우엉 분말을 3, 6 및 9%까지 대체하여 쿠키 반죽을 제조하였다. 버터와 설탕을 반죽기(MUM54420, BOSCH)에 넣고 크림화한 후에 달걀을 3회에 나누어 서서히 첨가하면서 2분간 혼합하였다. 여기에 체에 친 밀가루, 우엉 분말, 베이킹파우더 및 소금을 넣고 고무 주걱으로 재빨리 혼합한 후에 반죽은 가로와 세로의 길이가 각각 40 mm의 정사각형 모양으로 만들어 랩에 싸서 냉장고에서 3시간 동안 휴지시켰다. 휴지가 끝난 반죽은 5 mm 두께로 잘라 윗불은 160°C와 아랫불은 150°C로 예열한 오븐(FDO-7104B, Daeyoung Bakery Machinery Inc.)에서 15분간 굽고 30분간 실온에서 식혀 실험에 이용하였다. 완성된 쿠키는 <Figure 1>과 같다.

3. 쿠키의 팽창률, 퍼짐성 및 손실을 측정

팽창률은 쿠키 반죽을 오븐에서 굽기 전과 구운 후의 각 실험군 쿠키의 무게 차이를 굽기 전후의 대조군 쿠키의 무게 차이를 백분율로 나타냈다(AACC 2000).

퍼짐성 지수는 쿠키의 직경에 대한 두께를 비율로 나타내



<Figure 1> Cookies made with different amounts of freeze-dried burdock powder.

었다. 쿠키의 평균 직경은 6개의 쿠키를 가로로 나란히 정렬하여 전체 길이를 측정하고, 다시 90° 회전시켜 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균 두께를 산출하였다. 쿠키의 평균 두께는 6개의 쿠키를 수직으로 쌓아 높이를 잰 후에 6으로 나누어 쿠키 1개의 평균 두께를 얻었다. 평균 직경을 평균 두께로 나누어서 퍼짐성 지수를 산출하였다(AACC 2000).

손실률은 대조군 또는 실험군 별로 쿠키를 반죽을 굽기 전과 오븐에서 구운 후의 최종 무게의 차이를 백분율로 계산하였다(AACC 2000).

4. 일반성분 함량 측정

균질화한 시료의 일반성분 함량은 AOAC (1995) 방법으로 측정하였다. 수분은 분쇄한 시료 1 g을 105°C로 세팅된 드라이오븐에서 18시간 동안 건조 후에 정량하였고, 조회분은 분쇄한 시료 1 g을 회화도가니에 담아 600°C의 회화로에서 6시간 동안 회화시킨 후에 정량하였다. 조단백질은 킬텍 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator)로 정량하였고, 조지방은 속슬렛 추출기(Soxtec System HT 1043, Foss Tecator)에서 시료에 함유된 조지방을 디에틸에터(diehtyl ether)로 추출한 후에 무게를 측정하였다.

5. pH, 총 산도, 당도 및 경도 측정

우영 분말 함량을 달리하여 제조한 쿠키를 믹서기(Supreme electric Co., Ltd., PGR 002M)에 넣고 균일한 크기로 분말화한 후에 시료 5 g을 95% 에탄올 50 mL와 혼합하여 40°C 항온수조에서 10분 동안 유효성분을 추출하였다. 추출액은 13,500×g에서 15분간 원심분리(Mega 17R, Hanil Co.)하여 윗층의 맑은 액을 취하여 pH, 산도 및 당도 측정을 위한 시료로 사용하였다. pH와 당도는 pH meter (420 Benchtop, Orion Research)와 당도계(PR-201α, Atago Co.)로 각각 측정하였다. 총 산도는 시료 추출 후 얻은 상등액을 0.1 N NaOH 용액으로 적정하면서 pH 8.3까지 도달하기 위해 사용된 0.1 N NaOH의 사용량(mL)을 구연산 함량으로 환산하여 나타냈다(AOAC 1995).

제조한 쿠키의 경도는 물성측정기(CT3 10K, Brookfield)를 이용하여 60% target value, 2.0 mm/sec pre-test speed, 5.0 mm/sec test speed, 3.0 mm/sec test distance 조건에서 측정하였다. 경도는 TA25/1000 실린더 타입의 probe과 10 g load cell을 이용하여 쿠키가 부서질 때 받게 되는 힘을 측정하였다.

6. 색도 측정

밀가루, 우영분말 및 쿠키의 색도는 색도계(Colorimeter, CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L (명도), a (적색도), b (황색도) 값으로 나타냈다. 실험 전에 표준 백색판(L=97.10, a=+0.24, b=+1.75)을 사용하여 색도를 보정한 후에 시료의 색도값을 측정하였다.

7. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량 측정

총 폴리페놀과 총 플라보노이드 측정을 위해 Hwang & Park (2021)의 방법으로 시료 추출물을 제조한 후에 총 폴리페놀 함량은 Folin & Denis (1912)에 따라 측정하였다. 시료와 2 N Folin 시약을 각각 0.5 mL씩 혼합하여 실온에서 3분간 반응시킨 후에 2% sodium carbonate 1.5 mL을 첨가하여 광선을 차단하고 2시간 반응시켰다. 반응액의 흡광도를 760 nm에서 측정(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd.)로 측정하고 gallic acid 표준곡선을 이용하여 시료 중에 함유된 총 폴리페놀 함량을 gallic acid equivalent (GAE)로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량은 Hwang & Park (2021)의 방법에 따라 측정하였다. 시료와 메탄올에 용해시킨 2% aluminium chloride를 각각 1 mL씩 혼합하여 실온에서 15분간 반응시킨 후 430 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin으로 표준곡선을 그리고 각 시료 중에 함유된 총 플라보노이드 함량은 quercetin equivalent (QE)로 나타내었다.

8. 항산화 활성 측정

항산화 활성을 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성은 Hwang & Park (2021)의 방법으로 측정하였고, ascorbic acid (10 µg/mL)를 양성대조군으로 하여 시료의 항산화 활성과 비교하였다. 분말화한 쿠키시료 5 g에 95% 에탄올 40 mL을 첨가하여 vortex mixer로 균질하게 혼합한 후 원심분리(9,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상등액을 항산화 활성 측정에 사용하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 에탄올로 추출한 시료 용액과 DPPH 0.2 mM 용액을 1:1로 혼합하여 37°C 암소에서 30분 동안 반응시킨 후 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 DPPH 라디칼 소거활성은 시료 첨가구에 대한 대조군의 흡광도 비율을 백분율로 표시하였다.

ABTS 라디칼 소거활성은 시료 추출액과 ABTS⁺ 용액을 각각 100 µL씩 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성은 시료 첨가구에 대한 대조군의 흡광도 비율을 백분율로 표시하였다.

환원력은 Cheng & Li (2004)의 방법으로 측정하였다. 시료추출물 0.5 mL에 0.2 M 인산 완충액(pH 6.6) 0.5 mL와 1%의 페리시안화칼륨(K₃[Fe(CN)₆]) 0.5 mL를 혼합하여 20분간 50°C에서 반응시켰다. 이후에 10%의 삼염화아세트산(CCl₃COOH) 0.5 mL을 넣고 13,500×g에서 10분 동안 원심분리한 후 상등액 취하여 증류수와 염화제이철(FeCl₃)을 각각 0.5 mL을 넣어 어두운 곳에서 10분간 반응시켰다. 반응이 끝난 용액의 흡광도를 700 nm에서 측정하여 얻은 값을 환원력으로 나타내었고, 흡광도와 시료의 환원력은 비례관계를 갖는다.

9. 통계분석

실험결과는 3회 반복 측정하여 평균±표준편차로 제시하였고, R-Studio 프로그램(Version 3.5.1, Boston, MA, USA)을 이용하여 통계처리를 하였다. 일원배치 분산분석(one-way analysis for variance)후 p<0.05 수준에서 Duncan의 다중검정 방법으로 사후검정을 실시하여 각 처리군 간의 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 쿠키의 팽창률, 퍼짐성 및 손실률 측정

제조한 쿠키 반죽의 팽창률, 퍼짐성 및 손실률은 <Table 2>와 같다. 쿠키 반죽에 우영 분말을 많이 첨가할수록 팽창률은 감소하였다. 대조군 쿠키에 비해 우영 분말을 3 및 9% 첨가한 쿠키의 팽창률은 각각 91.07 및 86.31%로 우영 분말 함량이 많아짐에 따라 팽창률이 낮아졌다. 이는 우영 분말은 밀가루에 비해 식이섬유 함량이 높고 이들 식이섬유는 반죽 내 수분을 흡수하고 보유하는 능력이 크기 때문에 우영 분말을 많이 첨가하면 반죽의 팽창에 필요한 수분이 감소하여 팽창률도 낮아진 것으로 사료된다.

우영 쿠키의 퍼짐성은 대조군에서는 6.61이었고, 우영 분말 3, 6 및 9% 첨가군에서 각각 6.75, 6.59 및 6.60으로 우영 분말 첨가량에 따른 차이는 나타나지 않았다. 우영 분말을 9% 첨가한 쿠키의 퍼짐성은 6.55로 우영 분말 6% 첨가군과 통계적인 차이는 나타나지 않았다. 쿠키의 퍼짐성은 성형한 쿠키 반죽을 고온에서 굽는 동안 직경이 커지고 두께가 얇아지는 정도를 수치화한 값으로 반죽의 점성과 수분 함량, 굽는 시간과 온도, 반죽에 첨가한 부재료의 종류와 양 등에 따라 달라진다(Mudgil et al. 2017). 퍼짐성은 쿠키의 모양과 조직감을 결정하는 주요한 품질인자이며(Doescher et al. 1987), 우영 분말을 9%까지 첨가하여도 대조군과 비교할 때 쿠키의 퍼짐성에 영향을 주지 않는 것을 확인하였다.

쿠키의 반죽 손실률은 대조군에서 9.20으로 가장 높았고, 우영 분말 3% 첨가군에서는 8.69로 낮아졌고, 우영 분말을

<Table 2> Spread factor, leavening rate, and loss rate of cookies with different amounts of freeze-dried burdock powder

Samples	Spread factor	Leavening rate (%)	Loss rate (%)
Cookies with burdock powder (%)			
0	6.61±0.16 ^{ns}	100.00±0.00 ^a	9.20±0.65 ^a
3	6.75±0.16	91.07±7.78 ^b	8.69±0.67 ^b
6	6.59±0.03	89.88±8.85 ^c	8.42±0.34 ^c
9	6.60±0.99	86.31±14.32 ^d	7.96±0.70 ^d

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

^{a-d}Means with the same superscript within the same row are not significantly different at p<0.05.

^{ns}: not significantly different.

6% 첨가했을 때는 손실률이 8.42였고, 우영 분말을 9% 첨가한 쿠키에서는 7.96까지 감소하였다. 굽기에 의한 손실률은 밀가루 반죽을 고온에서 굽는 과정 동안 반죽 내 함유된 수분이 기화됨에 따라 부피가 무게가 줄어드는 현상으로 반죽의 농도, 부재료의 종류 및 첨가량, 굽는 온도와 시간 등에 따라 영향을 받는다(Lee & Lee 2013; Tae et al. 2016). 특히 밀가루에 비해 식이섬유가 풍부한 부재료일수록 쿠키 반죽 내에서 수분과 결합하여 굽기에 의한 손실률을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Nam et al. 2023). 선행연구에서도 생강가루(Lee et al. 2015), 비타민나무 잎 분말(Park & Joo 2021), 배 과피 분말(Nam et al. 2023)과 같이 식이섬유가 풍부한 부재료를 첨가하여 쿠키를 제조한 경우, 본 연구 결과와 유사하게 부재료의 첨가량에 비례하여 굽기에 의한 손실률이 낮아졌다.

2. 일반성분 함량

밀가루와 우영 분말 및 우영 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 일반성분의 양을 측정하고 <Table 3>에 나타내었다. 우영 분말 수분은 1.51%로 밀가루에 함유된 수분 11.46%에 비해 낮았고, 우영 분말의 회분은 4.90%로 밀가루에 함유된 회분(0.77%)에 비해 높게 나타났다. 우영의 경우, 동결건조

<Table 3> Proximate analysis of burdock powder, wheat flour and cookies with different amounts of freeze-dried burdock powder

Samples	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat
Burdock powder	1.51±0.14 ^b	4.90±0.11 ^a	1.21±0.28 ^{ns}	0.73±0.17 ^{ns}
Wheat flour	11.46±0.14 ^a	0.77±0.13 ^b	1.17±0.04	0.80±0.16
Cookies with burdock powder (%)				
0	3.46±0.05 ^c	1.36±0.02 ^{ns}	0.66±0.00 ^b	20.90±1.81 ^{ns}
3	3.68±0.22 ^{bc}	1.15±0.16	0.89±0.04 ^a	21.19±0.85
6	4.34±0.83 ^b	1.01±0.21	0.89±0.05 ^a	21.03±1.27
9	4.51±0.66 ^a	1.40±0.20	0.89±0.04 ^a	21.97±0.32

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

^{a-c}Means with the same superscript within the same row are not significantly different at p<0.05.

^{ns}: not significantly different.

를 통해 수분을 제거하였으므로 밀가루에 비해 수분 함량이 현저히 낮게 나타났다. 선행연구(Hwang & Kim 2015)에 따르면 우영에는 2.67-3.37%의 회분이 함유되어 있고, 칼륨, 인, 마그네슘, 나트륨, 칼슘 등의 무기질을 함유한 것으로 보고되어 있다. 우영 분말과 밀가루의 조단백질은 각각 1.21 및 1.17%로 나타났고 조지방 함량은 밀가루에서 0.80%, 우영 분말에서는 0.73%로 우영 분말과 밀가루의 조단백질과 조지방 함량은 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다.

우영 분말을 첨가하지 않고 제조한 쿠키의 수분은 3.46%로 가장 낮았고, 우영 분말 첨가량에 비례하여 쿠키의 수분은 3.68%에서 4.51%로 증가하는 경향을 나타냈다. 쿠키의 수분 함량은 쿠키를 굽는 시간과 온도, 첨가하는 부재료에 의해 영향을 받게 된다. 선행연구에서도 건오디박(Jeon et al. 2013), 자색당근 분말(Cho & Chung 2019), 비타민 B 분말(Park & Joo 2021), 무말랭이 분말(Cheng et al. 2023)의 첨가 비율에 비례하여 쿠키의 수분 함량도 높아져 본 결과와 유사한 경향성을 보였다. 쿠키의 수분 함량은 첨가하는 부재료의 섬유소 함량에 따라 달라지는데, 우영에는 20.73-28.40%의 섬유소가 함유된 것으로 보고되고 있다(Hwang & Kim 2015). 본 실험에서 사용한 우영에는 밀가루에 비해 많은 양의 섬유소가 함유되어 있고, 우영 함량이 증가함에 따라 우영 속에 함유된 섬유소가 쿠키의 수분과 결합하여 외부로 수분이 빠져나가는 것을 억제하기 때문으로 추측된다.

쿠키에 함유된 회분은 대조군에서는 1.38%로 나타났고 우영 분말을 3-9%까지 첨가한 쿠키에서는 1.01-1.40%로 대조군과 우영 분말 첨가군 간의 통계적인 차이는 나타나지 않았다. 쿠키의 조단백질은 대조군에서는 0.66%로 우영 분말 첨가군의 조단백질 함량(0.89%)에 비해 낮았고, 쿠키에 첨가한 우영 분말 함량에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 우영에는 valine, leucine, methionine, histidine 등의 필수 아미노산과 arginine, alanine, glycine, tyrosine 등의 비필수 아미노산이 함유되어 있어(Hwang & Kim 2015) 대조군에 비해 우영 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 조단백질 함량이 증가한 것으로 사료된다. 쿠키의 조지방은 대조군에서는 20.90%였고, 우영 분말을 3-9%까지 첨가한 쿠키에서도 21.03-21.97%의 조지방 함량을 보여 통계적인 차이는 없는 것을 확인하였다. 이는 밀가루와 우영 분말의 조지방과 조단백질

함량에 통계적인 차이가 없었고, 쿠키를 제조할 때 첨가한 버터와 달걀의 함량이 같았기 때문으로 사료된다.

3. 쿠키의 pH, 총 산도, 당도 및 경도 측정

우영 분말 함량이 다른 쿠키의 pH, 총 산도, 당도 및 경도는 <Table 4>에 제시하였다. 쿠키의 pH를 측정된 결과, 대조군의 pH가 6.89로 가장 높았고, 쿠키에 첨가한 우영 분말이 3%에서 9%까지 많아짐에 따라 pH는 6.71에서 6.48까지 감소하였다. 쿠키의 산도는 대조군에서 0.02로 가장 낮았고, 우영 분말을 3 및 9% 첨가한 쿠키의 총 산도는 0.03 및 0.05로 나타나 우영 분말 첨가량에 비례하여 총 산도도 증가하였다. 우영에는 아세트산, 시트르산, 옥살산, 말산, 석신산 등의 유기산이 함유되어 있고(Hwang & Kim 2015) 이들 유기산들은 우영의 독특한 맛에 기여한다. 우영 분말의 첨가량이 증가함에 따라 이들 유기산에 의해 pH는 감소하고 산도는 높아진 것으로 사료된다.

우영 분말을 첨가하지 않은 대조군 쿠키의 당도는 20.65 Brix였고, 쿠키에 첨가한 우영 분말을 3% 첨가한 쿠키에서는 20.90 Brix로 다소 증가하였다. 우영 분말 6%와 9% 첨가군의 당도는 모두 21.50 Brix의 동일한 수치를 나타내며 더 이상 증가하지 않았다. Hwang & Kim (2015)은 우영의 박피 유무에 따른 유리당의 종류와 함량을 HPLC로 분석하였는데, 우영에는 과당, 포도당, 설탕 및 엿당이 함유되어 있으며 박피하지 않은 우영에서 유리당 함량이 더 높은 것을 확인하였다. 또한, 박피 유무에 관계없이 과당의 함량이 가장 많은데 이는 우영에 가장 많이 함유되어 있는 탄수화물인 이눌린이 과당의 복합체인 것 관련이 있다(Chalcarz & Urbanowicz 1984).

쿠키의 경도를 측정된 결과, 대조군 쿠키는 11,547.25로 우영 분말 첨가군에 비해 낮게 나타났다. 우영 분말을 3, 6 및 9% 첨가한 쿠키의 경도는 11,944.75-12,030.50으로 대조군에 비해서는 높았으나, 우영 분말 첨가량에 따른 차이는 없었다. 쿠키의 경도는 부재료의 종류와 첨가량, 굽는 과정 중에 만들어진 aircell의 수 등에 따라 달라지는데, 특히 섬유소 함량이 많아지면 경도가 증가한다(Kim et al. 2021). 본 연구에서는 밀가루의 일부분을 우영 분말로 대체하여 쿠키를 제조하였고, 대조군에 비해 우영 첨가군에서 섬유소 함량이 증

<Table 4> pH, total acidity, sugar content, and hardness of cookies with different amounts of freeze-dried burdock powder

Samples	pH	Total acidity	Soluble solids (Brix)	Hardness
Cookies with burdock powder (%)				
0	6.89±0.01 ^a	0.02±0.00 ^c	20.65±0.15 ^b	11,547.25±353.86 ^b
3	6.71±0.01 ^b	0.03±0.00 ^b	20.90±0.00 ^{ab}	11,944.75±128.44 ^a
6	6.61±0.01 ^c	0.04±0.00 ^{ab}	21.50±0.10 ^a	11,916.00±87.80 ^a
9	6.48±0.00 ^d	0.05±0.01 ^a	21.50±0.10 ^a	12,030.50±150.65 ^a

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

^{a-d}Means with the same superscript within the same row are not significantly different at p<0.05.

<Table 5> Changes in hunter's color value of burdock powder, wheat flour and cookies with different amounts of freeze-dried burdock powder

Samples	L	a	b
Burdock powder	48.75±5.58 ^b	1.10±0.11 ^a	5.55±0.56 ^{ns}
Wheat flour	60.95±3.32 ^a	-0.01±0.04 ^b	5.91±0.37
Cookies with burdock powder (%)			
0	59.24±3.43 ^a	-0.53±0.17 ^c	24.41±1.38 ^a
3	51.50±3.79 ^b	0.25±0.04 ^b	17.62±1.36 ^b
6	50.23±4.04 ^b	0.55±0.06 ^a	16.94±1.56 ^b
9	42.58±1.53 ^c	0.59±0.03 ^a	14.50±0.50 ^c

Data were the mean±SD of triplicate experiment.
^{a-c}Means with the same superscript within the same row are not significantly different at p<0.05.
^{ns}: not significantly different.

가하여 경도가 증가한 것으로 사료되며, 우영 첨가군들 간에는 섬유소 함량의 차이가 크지 않아 유의성 있는 경도의 증가는 관찰되지 않은 것으로 사료된다.

4. 색도 측정

본 실험에 사용한 우영 분말, 밀가루 및 제조한 쿠키의 색도 측정 결과는 <Table 5>와 같다. 명도(L*)는 밝기를 나타내는 지표로 우영 분말과 밀가루에서 각각 48.75와 60.95로 밀가루에 비해 어두운 색을 지닌 우영 분말의 명도값이 낮게 나타났다. 적색도(a*)는 우영 분말과 밀가루에서 각각 1.10과 -0.01로 밀가루에 비해 우영 분말에서 높았고, 황색도(b*)는 우영 분말과 밀가루에서 5.55와 5.91로 통계적인 차이는 나타나지 않았다.

쿠키의 색도를 측정한 결과에서는 명도의 경우, 대조군 쿠키에서 59.24로 가장 높았고, 우영 분말 함량이 3, 6 및 9%로 증가함에 따라 명도는 51.50에서 42.58로 감소하였다. 적색도는 우영 분말을 첨가하지 않고 제조한 쿠키에서 -0.53으로 가장 낮았고, 우영 분말 함량에 비례하여 a*값이 0.25-0.59까지 소폭 증가하였다. 황색도는 대조군에서 24.41로 가장 높았고, 우영 분말을 3 및 6% 첨가한 쿠키에서는 17.62 및 16.94로 감소하였고, 우영 분말을 9% 첨가한 쿠키의 황색도는 14.50으로 가장 낮았다.

본 실험에 사용한 우영은 동결건조를 통해 색 변화를 최소화하기는 했으나, 우영을 박피하고 자르는 과정 중에 갈변을 일으키는 polyphenol oxidase, tyrosinase와 같은 효소가 기질과 반응하여 멜라닌 색소를 형성하여 밀가루에 비해 우영 분말의 명도가 낮아졌고, 이를 첨가한 쿠키에서도 우영 분말 함량에 비례하여 명도와 황색도가 감소한 것으로 사료된다. 선행연구에서도 동결건조 또는 열풍건조한 우영 분말을 첨가하여 제조한 다식(Nam et al. 2016), 카스텔라(Tae et al. 2016), 식빵(Tae et al. 2015)에서도 우영 분말의 함량

<Table 6> Total polyphenols and total flavonoids of burdock powder, wheat flour and cookies with different amounts of freeze-dried burdock powder

Samples	Total polyphenols (µg GAE ¹ /g)	Total flavonoids (µg QE ² /g)
Burdock powder	692.07±12.01 ^a	301.89±4.17 ^a
Wheat flour	18.38±1.36 ^b	3.79±0.93 ^b
Cookies with burdock powder (%)		
0	2.26±0.30 ^d	0.87±0.30 ^d
3	21.01±0.94 ^c	10.37±2.03 ^c
6	34.12±0.31 ^b	21.97±1.72 ^b
9	55.05±1.24 ^a	37.22±1.72 ^a

Data were the mean±SD of triplicate experiment.
¹GAE=gallic acid equivalent
²QE=quercetin equivalent
^{a-d}Means with the different superscript within the same column are significantly different at p<0.05.

함량이 증가함에 따라 황색도와 명도값은 낮아지고 적색도 값은 높아져 본 연구 결과와 유사한 경향성을 보였다.

5. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량 측정

<Table 6>에 제시한 바와 같이 우영 분말, 밀가루 및 쿠키에서 총 폴리페놀은 갈산(gallic acid)을 기준으로 측정하였고, 총 플라보노이드 함량은 퀘르세틴(quercetin)을 표준물질로 하여 측정하였다. 총 폴리페놀 함량의 경우, 대조군 쿠키에서는 갈산을 기준으로 2.26 µg/g이었고, 쿠키에 첨가한 우영 분말 함량이 많아짐에 따라 쿠키 추출물 중에 함유된 총 폴리페놀 함량도 높아졌다. 즉, 우영 분말을 3-9%까지 늘려서 첨가함에 따라 총 폴리페놀은 21.01, 34.12 및 55.05 µg/g으로 대조군과 비교할 때 9.29-24.36배까지 증가하였다. 본 연구에 사용한 밀가루와 우영 분말 추출물 중에 함유된 총 폴리페놀 함량은 각각 18.38 및 692.07 µg/g으로 밀가루에 비해 우영 분말에 함유된 총 폴리페놀이 약 37.65배 높았기 때문에 우영 분말 첨가량에 비례하여 쿠키에 포함된 총 폴리페놀의 양도 높아진 것으로 판단된다.

총 플라보노이드 함량은 대조군 쿠키에서 퀘르세틴을 기준으로 0.87 µg/g이었고, 우영 분말 첨가량이 많아질수록 쿠키에 포함된 총 플라보노이드 함량도 증가하였다. 즉, 쿠키 반죽에 첨가한 우영 분말을 3, 6 및 9%까지 증가시킴에 따라 쿠키 추출물에 함유된 총 플라보노이드도 10.37, 21.97 및 37.22 µg/g으로 증가하였고, 이는 대조군에 비해 11.92-42.78배까지 높은 수치였다. 쿠키 제조에 사용한 우영 분말의 총 플라보노이드 함량은 301.89 µg/g로 밀가루(3.79 µg/g)에 비해 약 79.65배나 높은 총 플라보노이드를 함유하고 있음을 확인하였고, 이로 인해 총 플라보노이드 함량과 우영 분말 첨가량이 양의 상관관계를 나타낸 것으로 사료된다.

우영에는 quinic acid, p-coumaric acid, chlorogenic acid,

<Table 7> Antioxidant activity of burdock powder, wheat flour and cookies with different amounts of freeze-dried burdock powder

Samples	DPPH radical scavenging (%)	ABTS radical scavenging (%)	Reducing power (absorbance at 700 nm)
Burdock powder	70.82±1.04 ^a	71.11±1.65 ^a	0.76±0.04 ^a
Wheat flour	8.82±2.16 ^b	38.13±0.55 ^b	0.09±0.00 ^b
Cookies with burdock powder (%)			
0	16.53±2.43 ^c	32.60±1.01 ^d	0.13±0.01 ^c
3	27.31±4.15 ^b	55.78±1.12 ^b	0.16±0.04 ^d
6	51.90±2.20 ^a	65.19±1.02 ^a	0.30±0.01 ^b
9	56.83±1.40 ^a	65.26±0.71 ^a	0.37±0.01 ^a
ascorbic acid (10 µg/mL)	52.99±7.26 ^a	36.84±3.16 ^c	0.22±0.00 ^c

Data were the mean±SD of triplicate experiment.

^{a-c}Means with the same superscript within the same row are not significantly different at $p < 0.05$.

quercetin, caffeic acid, caffeoylquinic acid 유도체와 같은 폴리페놀이 풍부하고(Zhang et al. 2021), 이들 물질은 볶음 등 열처리, 마쇄 등의 공정에 의해 우영 내부 조직과 단단하게 결합되어 있던 폴리페놀 성분이 조직이 파괴되면서 외부로 쉽게 유출된다(Kwon & Youn 2014).

6. 항산화활성 측정

우영 분말, 밀가루 및 쿠키의 항산화 활성은 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 및 환원력으로 측정하였고, 그 결과는 <Table 7>과 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 우영 분말과 밀가루에서 각각 70.82 및 8.82%로 밀가루에 비해 우영 분말의 DPPH 라디칼 소거활성이 약 8.03배 높게 나타났다. 쿠키의 DPPH 라디칼 소거 활성은 대조군에서 16.53%로 가장 낮은 수치를 보였으나 우영 분말을 3, 6 및 9% 첨가한 쿠키에서 각각 27.31, 51.90 및 56.83%까지 증가하였는데, 대조군과 비교할 때 약 1.65-3.44배 높은 수치였다. 양성대조군으로 사용한 ascorbic acid (10 µg/mL)는 52.90%의 DPPH 라디칼 소거활성을 나타냈으며, 이는 우영 분말을 6-9% 첨가한 쿠키의 DPPH 라디칼 소거활성과 유사한 수치였다.

ABTS 라디칼 소거활성의 경우, 우영 분말을 첨가하지 않은 쿠키에서는 32.60%로 가장 낮았고, 첨가한 우영 분말 함량이 많아짐에 따라 55.78-65.26%까지 ABTS 라디칼을 소거하였다. 이러한 수치는 대조군 쿠키에 비해 약 1.71-2.00배 높은 활성을 나타내 우영 분말 첨가량과 ABTS 라디칼 소거활성은 양의 상관관계가 있음을 확인하였다. 양성대조군으로 사용한 ascorbic acid (10 µg/mL)의 ABTS 라디칼 소거활성은 36.84%로 나타났다. 본 실험에 사용한 밀가루와 우영 분말 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성은 각각 38.13과 71.11%로 밀가루에 비해 우영 분말의 ABTS 라디칼 소거활성이 약 1.86배 높았기 때문에 쿠키 반죽에 첨가한 우영 분말 함량이 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거활성도 높아졌다.

환원력은 720 nm에서 측정한 흡광도 값으로 나타내는데, 우영 분말이 들어있지 않은 대조군 쿠키의 흡광도는 0.13으

로 가장 낮았으나 쿠키 반죽에 밀가루 대신 우영 분말을 3%에서 9%까지 증가시켜 첨가함에 따라 환원력은 0.16-0.22로 증가하였다. 양성대조군으로 사용한 ascorbic acid (10 µg/mL)의 환원력은 0.22였고, 이는 우영 분말 3% 첨가 쿠키에 비해 높았고, 우영 분말 6 및 9% 첨가 쿠키에 비해서는 낮은 수치였다. 본 실험에 사용한 밀가루와 우영 분말 추출물의 환원력은 각각 0.09 및 0.76으로 밀가루에 비해 우영 분말의 환원력이 높게 나타났고 이로 인해 쿠키에 첨가한 우영 분말 함량에 비례하여 쿠키의 환원력도 높아진 것으로 사료된다.

Yamaguchi et al. (2001)은 우영, 브로콜리, 아스파라거스, 양배추, 토마토, 당근, 호박을 포함한 18종의 채소류의 항산화 활성을 측정하였는데 우영이 가장 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내 우영의 강력한 항산화력을 확인하였다. 우영에는 폴리페놀 물질이 다량 함유하고 있어 껍질을 벗기거나 조직이 공기 중에 노출되면 산소와 결합하여 갈변을 일으키지만, 한편으로는 폴리페놀 물질들은 강력한 항산화 활성을 나타낸다(Chung et al. 2012). 우영의 물 추출물은 superoxide와 hydrogen peroxide를 각각 60.4-65.0 및 80.5%까지 소거하였고, linoleic acid의 과산화를 억제하고, 지방 산화물질인 malondialdehyde 생성을 감소시켰다(Duh 1998). 또한, 우영을 첨가하여 제조한 카스텔라(Tae et al. 2016)에서도 밀가루를 대신하여 우영 분말을 30% 첨가한 경우, 대조군과 대비하여 총 폴리페놀 함량은 2.71배 증가하였고 DPPH 라디칼 소거활성은 7.70배까지 높아졌다. 우영 분말을 첨가하여 제조한 죽(Hong & Choi 2014), 다식(Nam et al. 2016), 식빵(Tae et al. 2015)에서도 본 연구 결과와 유사하게 우영 함량에 비례하여 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성과 환원력이 높아졌다. 따라서, 쿠키를 제조할 때 밀가루의 일부를 우영 분말로 대체하면 우영의 영양소, 식이섬유 이외에도 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 성분을 보충할 수 있으며, 항산화 활성에도 긍정적인 효과가 있을 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

쿠키 반죽에 밀가루 대신에 0, 3, 6 및 9%까지 우영 분말로 대체하여 쿠키를 만든 후에 쿠키의 퍼짐성, 팽창성, 일반 성분, 경도, 색도, 생리활성 물질 함량과 항산화 활성을 측정하였고, 쿠키 제조에 우영 분말의 첨가 가능성을 탐색하였다. 쿠키 반죽의 팽창률과 손실률은 우영분말 첨가량에 비례하여 감소하는 경향을 보였다. 수분은 우영 분말 첨가량에 비례하여 증가하였고, 조단백질은 대조군에 비해 우영 첨가군에서 높았으나, 우영 분말 첨가량에 따른 차이는 없었다. 쿠키의 조지방과 회분 함량은 대조군과 우영 분말 첨가군 사이에서 차이가 없었다. 쿠키에 첨가한 우영 분말 함량에 비례하여 쿠키의 pH는 감소하였고, 경도는 대조군에 비해 우영 첨가군에서 높았으나 우영 분말 함량과의 상관성은 관찰되지 않았다. 우영 분말 첨가량에 비례하여 쿠키의 L*값과 b*값은 낮아졌고, a*값은 높아졌다. 쿠키의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량은 밀가루를 대신하여 첨가한 우영 분말의 양이 증가함에 따라 높아졌고, DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성과 환원력도 우영 분말 첨가량에 비례하여 증가하였다. 이상의 결과를 통해 쿠키에 우영 분말을 첨가하면 쿠키의 품질특성에 부정적인 변화를 주지 않으면서 폴리페놀, 플라보노이드 등의 항산화 물질 함량이 증가하고 이를 통해 항산화 활성을 높이는 것을 확인하였다. 위의 결과를 종합해 볼 때, 우영 분말을 밀가루 중량 대비 3-9% 수준에서 첨가하는 것이 일반 쿠키와 큰 차이가 없을 것으로 사료된다.

저자정보

황은선(한경국립대학교 웰니스산업융합학부 식품영양학전공 교수, 0000-0001-6920-3330)

김예진(한경국립대학교 웰니스산업융합학부 식품영양학전공 학부생, 0009-0000-8096-5176)

감사의 글

본 연구는 한국연구재단 기본연구지원사업(과제번호 2021R1F1A1060605)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 그 지원에 감사드립니다.

Conflict of Interest

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

References

AACC. 2000. Approved Methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

Method. p 10-50

AOAC. 1995. Official methods of analysis of AOAC international. 16th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC, USA. Ch. 3. p 1-26

Chalcarz W, Urbanowicz M. 1984. Evaluation of technological potential of pomaces from the production of juice from burdock. *Herba Pol.*, 30:109-130

Cheng YC, Bae MH, Yook HS. 2023. Antioxidant activities and quality characteristics of cookies containing dried radish (*Raphanus sativus* L.) powder. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr.*, 52(6):577-583

Cheng Z, Li Y. 2004 Reducing power: the measure of antioxidant activities of reductant compounds? *Redox Report.* 9:213-217

Cho MR, Chung HJ. 2019. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 34(5):612-619

Chung HS, Seong JH, Moon KD. 2012. Effect of processing temperature and browning inhibitor on quality properties of fresh cut burdock roots. *Korean J. Food Preserv.*, 19(1):31-36

Doescher LC, Hosney RC, Milliken GA. 1987. A mechanism for cookie dough setting. *Cereal Chem.*, 64(3):158-163

Duh PD. 1998. Antioxidant activity of burdock (*Arctium lappa* Linne): Its scavenging effect on free-radical and active oxygen. *J. American Oil Chem. Soc.*, 75:455-461

Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.*, 12(2):239-249

Hong II, Choi SK. 2014. A study on the development of burdock gruel. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 20(1):18-26

Hwang DJ, Kim JS. 2015. Physicochemical properties of dried burdock (*Arctium lappa* L.) powder in the peeling process. *J. East Asian Soc. Diet. Life.*, 25(5):902-910

Hwang ES, Park TY. 2021. Quality characteristics, antioxidant activity, and acrylamide content of cookies made with powdered green tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 50(10):1082-1090

Jeon HL, Oh HL, Kim CR, Hwang MH, Kim HD, Lee SW, Kim MR. 2013. Antioxidant activities and quality characteristics of cookies supplemented with mulberry pomace. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 42(2):234-243

Kim HY, Kong HJ. 2006. Preparation and quality characteristics of sugar cookies using citron power. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 22(5):712-719

Kim MK, Kim WM, Lee HJ, Choi EY. 2010. Optimization of muffin preparation by addition of dried burdock (*Arctium lappa* L) powder and oligosaccharide by response surface methodology. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 26(5):575-585

Kim MS, Lee YS, Sohn HY. 2014. Anti-thrombosis and antioxidative activity of the root of *Arctium lappa* L. *Korean J. Food Preserv.*, 21(5):727-734

Kim NM, Choi JH, Choi HY. 2021. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies prepared with cacao

- bean husk (*Theobroma cacao* Linn.) powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 50(1):45-53
- Kim SJ, Kim DH, Baek SY, Kim MR. 2020. Physicochemical properties and antioxidant activities of butter cookies added with *Enteromorpha prolifera*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 49(7):695-703
- Kim YS, Kim SH. 2017. Optimization of fermentation conditions for burdock vinegar using response surface methodology. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 46(8):986-996
- Kuo DH, Hung MC, Hung CM, Liu LM, Chen FA, Shieh PC, Ho CT, Way TD. 2012. Body weight management effect of burdock (*Arctium lappa* L.) root is associated with the activation of AMP-activated protein kinase in human HepG2 cells. Food Chem., 134(3):1320-1326
- Kwon YR, Youn KS. 2014. Physicochemical of burdock (*Arctium lappa* L.) tea depending on steaming and roasting treatment. Korean J. Food Preserv., 21(5):646-651
- Lee CS, Lim HS, Cha GH. 2015. Quality characteristics of cookies with ginger powder. Korean J. Food Cook. Sci., 31(6):703-717
- Lee D, Kim CY. 2016. Inhibition of advanced glycation end product formation by burdock root extract. J. Nutr. Health, 49(4):233-240
- Lee JA, Park GS, Ahn SH. 2002. Comparative of physicochemical and sensory quality characteristics of cookies added with barleys and oatmeals. Korean J. Soc. Food Cook. Sci., 18(2):238-246
- Lee JH, Lim JH, Cheung JD, Suh DW. 2003. Major characteristics of Burdock (*Arctium lappa* L.) native to Yeong-Nam region. Korean J. Plant Res., 16(1):8-14
- Lee S, Moon HK, Kim ID, Shin DH. 2014. Physicochemical characteristics of different parts of burdock (*Arctium* sp.). Curr. Res. Agric. Life Sci., 32(2):75-78
- Lee SE, Lee JH. 2013. Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. Korean J. Food Sci. Technol., 45(1):53-58
- Lim JH, Jeong MC, Moon KD. 2005. Purification and characterization of polyphenol oxidase from burdock (*Arctium lappa* L.). Korean J. Food Preserv., 12(5):489-495
- Liu W, Wang J, Zhang Z, Xu J, Xie Z, Slavin M, Gao X. 2014. In vitro and in vivo antioxidant activity of a fructan from the roots of *Arctium lappa* L. Int. J. Biol. Macromol. 65:446-453
- Mudgil D, Barak S, Khatkar BS. 2017. Cookie texture, spread ratio and sensory acceptability of cookies as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. Food Sci. Technol., 80:537-542
- Na BR, Lee JH. 2017. Antioxidative capacities of *Stachys sieboldii* MIQ and ginseng powders and their effects on quality characteristics of cookies. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 46(1):68-76
- Nam JK, Park JY, Jang HB, Jang HW. 2023. Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies prepared with pear peel powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 52(1):96-102
- Nam SM, Lee IS, Shin MH. 2016. Quality characteristics of glutinous rice *Dasik* added with burdock (*Arcium lappa*). J. East Asian Soc. Diet. Life, 26(1):73-79
- Oh HL, Kim MH, Han YS. 2022. Antioxidant activities and quality characteristics of perilla seed meal and plant-based rice added cookies prepared with the addition of perilla seed meal powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 51(9):950-959
- Park MG, Joo SY. 2021. Quality characteristics and antioxidant activity of rye cookies supplemented with sea buckthorn leaf powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 50(5):464-475
- Predes FS, Ruiz AL, Carvalho JE, Foglio MA, Dolder H. 2011. Antioxidative and in vitro antiproliferative activity of *Arctium lappa* root extracts. BMC Complement Altern. Med., 11:25
- Seo SW, Kim MJ, Kim K, Chung DM, Shin MR. 2022. The comparative study on the anti-obesity effect of *Arctium lappa* L. roots with and without microwave processing. Korean J. Herbol., 37(4):17-29
- Shinohara K, Kuroki S, Kong ZL, Hosoda H. 1988. Antimutagenicity of dialyzates of vegetables and fruits. Agric. Biol. Chem., 52(6):1369-1375
- Tae MH, Kim KH, Yook HS. 2015. Quality characteristics of bread with burdock (*Arctium lappa* L.) powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 44(12):1826-1831
- Tae MH, Kim KH, Yook HS. 2016. Quality characteristics of castella with burdock (*Arctium lappa* L.) powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 45(2):215-221
- Yamaguchi T, Mizobuchi T, Kajikawa R, Kawashima H, Miyabe F, Terao J, Takamura H, Matoba T. 2001. Radical-scavenging activity of vegetables and the effect of cooking on their activity. Food Sci. Technol. Res., 7(3):250-257
- Yamamoto M, Ogura H, Kuda T, Xia Y, Takahashi H, Inoue I, Takayanagi S. 2023. Effects of roasted burdock root tea, drink, and the residue on caecal microbiota of mice fed low-dietary fibre diet. Food Chem. Advances, 3:100376
- Yeom MS, Hwang ES. 2020. Quality characteristics, antioxidant activities and acrylamide formation in cookies added with onion peel powder. Korean J. Food Preserv., 27(3):299-310
- Zhang X, Herrera-Balandrano DD, Huang W, Chia Z, Beta T, Wang J, Feng J, Li Y. 2021. Comparison of nutritional and nutraceutical properties of burdock roots cultivated in Fengxian and Peixian of China. Foods, 10(9):2095