

머위 분말 첨가 쌀쿠키의 항산화 활성 및 품질 특성

최 희 원 · *심 기 현*

숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 석사과정생,
*숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 부교수

Antioxidant Activities and Quality Characteristics of Rice Cookie with Added Butterbur (*Petasites japonicus*) Powder

Hee Won Choi and *Ki Hyeon Sim

Master's Student, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

*Associate Professor, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

Abstract

This study evaluated the antioxidant activity and quality characteristics of rice cookie with added butterbur powder in a ratio of 0, 5, 10, 15, and 20% to confirm the possibility of butterbur as a functional food. The moisture content, spread factor, leavening rate, and hardness of rice cookies increased with an increase in the amount of butterbur powder; whereas a decrease in the pH and baking loss rate was observed. The L and b values decreased as the amount of butterbur powder increased, but the value was the lowest when 5% of butterbur powder was added. The sensory liking score showed the highest preference for 10% butterbur powder regarding appearance, flavor, taste, texture, and overall preference. In the principal component analysis (PCA), the addition of 10% butterbur powder positively affected the measure of food acceptance in terms of organoleptic properties of butterbur. Besides, as the amount of added butterbur powder increased, the antioxidant activity of rice cookies increased. Based on these results, it appears that the addition of butterbur powder to rice cookies in a 10% ratio can produce rice cookies with excellent antioxidant activity, overall quality, and high preference.

Key words: butterbur, rice cookie, PCA, quality characteristics, antioxidant activity

서 론

세계 3대 곡물 중 하나인 쌀은 우리나라에서 주식으로 가장 많이 먹어온 식품이었으나 경제성장을 통한 식생활의 서구화로 쌀의 소비는 꾸준히 감소하는 추세이다. 통계청의 2019년 양곡소비량조사 결과에 따르면 지난해 1인당 연간 쌀 소비량은 59.2 kg으로 1989년의 121.4 kg의 절반에도 미치지 못하는 양으로 쌀 소비량이 매년 급격하게 줄어들고 있다(Choi HR 2020; Statistics Korea 2020), 이러한 쌀 소비량 감소는 쌀 대신 밀을 이용한 간편식이나 빵, 과자 등으로 끼니를 해결하는 경우가 늘어났기 때문에 제조업에서 식품 원료로 쌀을 사용한 양도 전년보다 1.5% 감소하였다(Choi HR

2020; Statistics Korea 2020). 특히 쌀 소비량 감소 추세는 쌀 생산량 및 소비량 감소로 인한 생산 농가의 수익성 악화와 더불어 외국쌀의 의무 수입량도 매년 증가하면서 우리쌀의 국제 경쟁력도 낮아지고 있다. 따라서 주곡인 쌀의 공급량 확대를 통한 식량의 안정적인 수급과 가격 안정화를 위해서 쌀 소비량 증진이 매우 필요한 시점이다. 이러한 쌀 소비 활성화를 위해서 최근 들어 다양한 기능성 식품 소재를 첨가한 쌀 가공 식품들의 개발이 늘어나고 있으며, 간식으로 인기가 많으면서 쉽게 구입할 수 있는 쿠키 형태로도 많이 개발되고 있다. 국내 쌀쿠키 관련 연구로는 미역 분말(Jung & Lee 2011), 구아바 분말(Kim & Choi 2013), 곰취 분말(Jeong & Han 2015), 음나무 잎 분말(Lee & Jin 2015), 표고버섯 분말

* Corresponding author: Ki Hyeon Sim, Associate Professor, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea. Tel: +82-2-2077-7475, Fax: +82-2-2077-7475, E-mail: santaro@sm.ac.kr

(Kim & Chung 2017), 히비스커스 분말(Lee & Chung 2018), 꽃감 분말(Lee JA 2019) 등으로 다양한 기능성 식품 소재를 첨가한 쌀쿠키들이 많이 개발되고 있다.

머위(*Petasites japonicus*)는 우리나라의 제주도와 울릉도 등의 남부지방과 중부지방의 산야지를 중심으로 습지에서 자생하는 국화과(Compositae)의 다년생 초본식물이다(Seo 등 2008). 예로부터 어린 머위 잎을 채취하여 찜과 생채로 이용하거나 건조하여 탕의 재료로 이용하였고(Choi OB 2002; Seo 등 2008; Lee 등 2015), 관동화라 불리는 꽃봉오리는 한약재로도 이용하였다(Oh 등 2006; Seo 등 2008; Lee 등 2015). 특히 민간에서는 머위가 진해, 건위, 거담, 이뇨, 소종, 풍한, 진정 등에 효능이 있는 것으로 알려져 오랫동안 한약재로 이용되었고, 머위의 뿌리 추출물은 편두통, 위궤양, 천식 예방의 치료제로도 이용되었다(Brattström A 2003; Cho 등 2006; Seo 등 2008). 머위의 효능에 대한 연구로는 머위 추출물의 항산화와 항암효과(Seo 등 2008), 머위 추출물의 항산화와 항염증 효과(Kim 등 2006), 머위 추출물의 조골세포 증식 및 분화에 미치는 효과(Ji 등 2010), 머위로부터 분리한 apoptosis 조절물질(Lee 등 2000), 머위 추출물의 항알레르기 효과(Choi OB 2002), 머위를 첨가한 식이가 마우스의 혈장 지질 수준 및 항산화 지표에 미치는 영향(Oh 등 2006) 등의 다양한 선행연구들을 통하여 머위의 약리적인 효능과 기능성이 확인되었다.

그러나 머위는 우수한 효능에 비해 이를 식품으로 활용한 연구는 미비한 편으로 머위대의 데침 조건과 해동 방법이 품질특성에 미치는 영향을 분석한 Lee 등(2015)의 연구 외에 식품으로 개발한 사례는 머위 첨가 생면의 품질특성(Lee KH 2011) 밖에 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 국내 쌀 소비량 증진과 머위의 고부가가치의 식재료로 가치를 향상시키고자 우수한 기능성을 가진 머위를 간식으로 많이 이용되는 쌀쿠키 형태로 개발하여 항산화 활성과 품질특성을 평가를 통해 최적의 머위 분말 쌀쿠키의 제조방법을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구의 실험재료로 사용한 머위는 2020년 5월에 생산한 것으로 충청남도 논산시에 위치한 농가에서 구매하였다. 쌀쿠키 제조를 위한 재료로는 쌀가루(Organic Rice powder, Chungo Co., Ltd, Gwangju, Korea), 버터(Arla non salted butter, Arla foods ams Holstebro mejeri, Aarhus, Denmark), 황란(Join, Yongin, Korea), 백설탕(CJ Cheiljedang Corp., Incheon, Korea), 소금(Grain sola salt, Sinan Solar salt Co., Ltd, Sinan, Korea)을 인터넷 쇼핑몰에서 구입하여 사용하였다.

2. 머위 분말 제조

머위는 동결건조기(FDUT-8606, Operon, Gimpo, Korea)를 이용하여 -80°C 에서 72시간 동결건조를 하였다. 동결건조한 머위는 분쇄기(MP1015, Housoen Electric Manufacture Co., Ltd., Jiangmen, China)를 이용하여 분쇄한 후에 60 mesh의 표준망체(Testing Sieve, Chunggye Sanggongsa, Seoul, Korea)에 통과시켜 -70°C Deep freezer(New Brunswick Scientific Co., Edison, NJ, USA)에 보관하면서 쌀쿠키 제조에 사용하였다.

3. 머위의 일반성분 및 총 식이섬유 분석

머위의 일반성분은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2019)의 방법을 참고하여 분석하였다. 수분 함량은 105°C 에서 상압가열건조법으로 분석하였고, 조단백질 함량은 Kjeltex System(Kjeltex Auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden)를 사용하여 Kjeldahl 분해법으로 분석하였다. 조지방 함량은 조지방 추출기(Soxhlet Avanti 2050, FOSS Co., Hillerod, Denmark)를 사용하여 Soxhlet 추출법으로 분석하였고, 조회분 함량은 $550\sim 600^{\circ}\text{C}$ 의 전기회화로(LEF-105S, Daihan LabTech, Namyangju, Korea)를 사용하여 직접 회화법으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 식품의 전체 중량(100 g)에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 등의 함량을 감산하여 산출하였다.

총 식이섬유(total dietary fiber, TDF) 함량은 식이섬유 추출 장치(Fibertec 1023 System E, FOSS, Hillerod, Denmark)를 사용하여 효소 중량법으로 분석하였다. 시료 1 g에 0.08 M phosphate buffer(pH 6.0) 50 mL와 α -amylase(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL를 넣어 95°C 에서 15분간 반응시킨 후 실온에 냉각하여 pH 7.5로 조절한 다음 protease (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 0.1 mL 넣고 60°C 에서 30분간 교반하였다. 다시 실온에 냉각하여 pH 4.5로 조절한 후에 amyloglucosidase(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 0.1 mL 넣고 30분간 교반하여 전분과 단백질의 효소적 가수분해를 하였다. 전분과 단백질을 제거한 시료에 60°C 에탄올을 넣고 실온에서 약 1시간 방치하여 식이섬유를 가라앉힌 후에 crucible로 여과하였다. 남은 잔사는 78% 에탄올, 95% 에탄올, 아세톤 순으로 세척하여 건조한 다음 중량을 측정하여 아래의 계산식으로 총 식이섬유의 함량을 산출하였다.

$$\text{TDF (\%)} = \frac{(\text{Residue weight} - \text{Ash weight} - \text{Protein weight} - \text{Blank})}{\text{Sample weight}} \times 100$$

4. 머위 분말 첨가 쌀쿠키 제조

머위 분말 첨가 쌀쿠키의 배합비는 Kim & Choi(2013),

Jeong & Han(2015), Lee JA(2019) 연구와 수차례의 예비 실험을 통해 산출하였고, 쌀가루에 머위 분말을 0, 5, 10, 15, 20% 비율로 첨가하여 쌀쿠키를 제조하였다(Table 1). 계량된 버터를 블렌더(MQ9005, Braun, Kronberg, Germany)로 약 1분간 휘핑한 후에 소금과 설탕을 넣어 크림화 하였고, 달걀노른자를 2번으로 나누어 첨가한 후에 약 3분간 휘핑하여 크림상태로 만들었다. 여기에 체에 내린 쌀가루와 머위 분말을 혼합하여 쿠키 반죽을 제조한 후에 밀봉하여 냉장고에서 30분간 휴지시킨 다음 3 mm 두께로 밀어 38 mm의 직경 원형 틀로 성형하였다. 성형된 쿠키는 170℃로 예열한 오븐(EDF-213X, ESCO Sanayi Re Ticaret A.S., Eskişehir, Turkey)에서 15분 동안 구운 후에 실온에서 1시간 방냉하여 시료로 실험에 사용하였다.

5. 머위 분말 첨가 쌀쿠키의 품질 특성

1) 수분 함량

쌀쿠키의 수분 함량은 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus Co., Zurich, Switzerland)로 105℃에서 측정하였다. 각 시료를 1 g을 칭량하여 3회 반복 측정된 평균값과 표준편차로 나타내었다. 원물인 머위 분말과 쌀가루의 수분 함량도 동일한 방법으로 측정하였다.

2) pH

쌀쿠키의 pH는 시료별로 5 g을 취하여 90 mL의 증류수와 함께 homogenizer(PT-2100, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)로 15,000 rpm에서 3분간 균질화 하였다. 상등액을 Whatman No. 2(Whatman plc., Kent, UK)로 여과한 다음 여액을 pH meter(FiveEasy Plus FP20, Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)로 3회 반복하여 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다. 원물인 머위 분말과 쌀가루의 pH도 동일한 방법

Table 1. Formula for the preparation of rice cookies supplement with butterbur powder

Ingredients	Concentration of butterbur powder (%)				
	0	5	10	15	20
Butterbur powder	0	5	10	15	20
Rice powder	100	95	90	85	80
Butter	40	40	40	40	40
Sugar	20	20	20	20	20
Salt	1	1	1	1	1
Egg yolk	20	20	20	20	20
Total	181	181	181	181	181

으로 측정하였다.

3) 퍼짐성, 손실률, 팽창률

쌀쿠키의 퍼짐성(spread factor)은 쿠키 6개의 직경(mm)과 두께(mm)를 측정하여 AACC Method 10-50D 방법(AACC 2000)으로 산출하였다. 쌀쿠키의 직경은 쿠키 6개를 가로로 정렬하여 그 길이를 측정된 후에 각각의 쿠키를 90도로 회전시킨 다음 그 길이를 다시 측정하여 얻은 수치를 6으로 나누어 평균값을 계산하였고, 쌀쿠키의 두께는 6개의 쿠키를 세로로 쌓아 올려 높이를 측정된 후에 다시 쌓아 올린 순서를 바꾸어 쌓아 올린 후에 높이를 측정하여 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값을 얻었다. 쌀쿠키의 손실률(baking loss rate)과 팽창율(leavening rate)은 쌀쿠키를 굽기 전후의 중량으로 각각 5회 반복 측정하여 그 차이에 대한 비율을 산출한 다음 평균값과 표준편차로 나타내었다.

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

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

$$\text{Leavening rate (\%)} = \frac{\text{Weight of cookie dough} - \text{Weight of cookie}}{\text{Weight of control cookie dough} - \text{Weight of cookies}} \times 100$$

4) 색도

쌀쿠키의 색도는 각 시료별로 L값(lightness, 명도), a값(red-ness, 적색도), b값(yellowness, 황색도)을 색차계(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)로 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다. 원물인 머위 분말과 쌀가루의 수분 함량도 동일한 방법으로 측정하였다. 색도 측정 전에 색차계의 보정을 위해서 표준 백색판을 사용하였는데, 이때 L, a, b 값은 각각 93.56, -0.36, 3.78이었다.

5) 경도

쌀쿠키의 경도(hardness) 측정은 Texture analyzer(TA-XT2 express, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 사용하여 각 시료별로 5회 반복하여 측정된 후에 평균값과 표준편차로 나타내었다. 이때의 측정 조건은 pre-test speed는 3.0 mm/sec, test speed는 1.0 mm/sec, post test speed 1.0 mm/sec, distance는 3.0 mm, trigger force는 5.0 g, probe type은 2 mm의 cylinder로 측정하였다.

6) 관능평가

쌀कु키의 관능평가는 참여 의사가 적극적인 패널 20명을 대상으로 관능평가에 필요한 검사방법과 시료 특성에 관해 충분히 훈련을 하여 관능평가에 참여하도록 하였다. 관능평가는 기호도 평가(preference evaluation)와 정량적 묘사분석(quantitative descriptive analysis, QDA)으로 나누어 오후 2시에 관능평가를 진행하였고, 패널들에게 관능평가 방법에 따라 시료별로 일회용 접시(지름 15 cm, 높이 2.5 cm, 밑지름 7 cm)에 1개씩 담아 제공하였다. 이때 관능평가 시료에 대한 편견이 없도록 난수표에서 추출한 다섯 자리 숫자를 쌀कु키가 담겨있는 일회용 접시에 표기하여 제공하였고, 관능평가 중에 시료 간에 맛이 혼동되지 않도록 한 시료를 평가한 후에 입안을 헹글 수 있도록 물과 칩을 패널들에게 제공하였다.

기호도 평가는 쿠키의 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference) 순서로 평가하도록 하였으며, 9점 척도법으로 기호도가 높을수록 9점에 가까운 점수를 주도록 하였다. 정량적 묘사분석은 쿠키의 관능적 특성에 따라서 녹색도(greenness), 풋내(grass), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness), 뚝은맛(astringency), 경도(hardness), 바삭함(brittleness)을 평가하도록 하였고, 관능적 특성별 강도가 강할수록 높은 점수를 부여하도록 15점 척도법으로 평가하였다. 또한 정량적 묘사분석(quantitative description analysis, QDA)을 통해 머위 분말 쌀कु키와 관능적 특성별 평균값을 산출한 다음에 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 실시하였다. 본 관능평가는 숙명여자대학교 생명영리위원회의 사전 심의와 승인 과정을 거쳐 관능평가를 진행하도록 하였다(Approval Number: SMWU-2006-HR-053).

6. 머위 분말 첨가 쌀कु키의 항산화 활성

1) 항산화 추출물 제조

쌀कु키 10 g에 99% 에탄올을 90 mL를 첨가하여 homogenizer로 15,000 rpm에서 3분 동안 균질화 과정을 거친 후에 shaking incubator(SI-900R, JELO Tech., Suwon, Korea)에서 100 rpm의 속도로 25°C에서 24시간 추출하였다. 각각의 시료 추출물은 Whatman No. 2로 여과하여 -5°C 이하 냉장고(R-B141GD, LG Electronics, Seoul, Korea)에서 보관하면서 항산화 활성 실험에 사용하였다.

2) 총 페놀 함량

쌀कु키의 총 페놀 함량(total phenolic content)은 Folin-Ciocalteu법을 응용한 Yu 등(2002)의 방법으로 측정하였다. 각 시료 추출액(0.1%, w/w) 200 μ L에 증류수 2,000 μ L와 2 N Folin-Ciocalteu phenol reagent 400 μ L를 첨가한 다음 3분간

반응시켰다. 이 용액에 1 N sodium carbonate(Na_2CO_3) 800 μ L를 첨가하여 어두운 곳에서 1시간 방치시켜 분광광도계(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo, USA)를 표준물질로 농도별 검량곡선을 작성한 다음 흡광도를 3회 반복 측정하여 mg gallic acid equivalents(GAE mg/g extract)로 평균값과 표준편차를 나타내었다.

3) 총 플라보노이드 함량

쌀कु키의 총 플라보노이드 함량(total flavonoid content)은 Davis법을 응용한 Um & Kim(2007)의 방법으로 측정하였다. 각 시료 추출액(0.1%, w/w) 1 mL에 90% diethylene glycol 10 mL와 1 N sodium hydroxide 0.2 mL를 넣어 강하게 교반한 후에 37°C로 1시간 방치시킨 다음 분광광도계로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 quercetin(Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo, USA)을 표준물질로 농도별 검량곡선을 작성한 다음 흡광도를 3회 반복 측정하여 mg quercetin equivalents(QE mg/g extract)로 평균값과 표준편차를 나타내었다.

4) DPPH 라디칼 소거활성

쌀कु키의 DPPH 라디칼 소거활성(DPPH radical scavenging activity)은 Blois MS(1958) 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료 추출액 4 mL에 DPPH solution(4×10^{-4} M) 1 mL를 넣고 섞어준 후에 햇빛이 들지 않는 실온의 어두운 곳에서 30분간 방치한 다음 분광광도계로 517 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가군과 무첨가군의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 하여 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

5) 환원력

쌀कु키의 환원력(reducing power)은 Yildirim 등(2001)의 방법으로 측정하였다. 각 시료 추출액 2.5 mL를 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) 2.5 mL를 넣고 섞어주었다. 이 혼합액을 50°C water bath에서 20분 동안 반응시킨 후에 10% trichloroacetic acid 2.5 mL를 첨가하였다. 여기에 5 mL를 취하여 증류수 5 mL와 섞은 후에 0.1% ferric chloride($\text{FeCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 1 mL를 반응시킨 다음 분광광도계로 700 nm에서 흡광도를 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

6) SOD 유사활성 측정

쌀कु키의 SOD 유사활성(SOD-like activity)은 Marklund & Gudrun(1974)의 방법을 Ko & Sim(2014)의 방법으로 응용하여 측정하였다. 시료 추출액 0.2 mL에 Tris-HCl buffer(pH 8.5) 3 mL, 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에

서 10분간 반응시킨 다음 1 N HCl 1 mL를 첨가하여 반응을 정지시켜 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 시료 첨가군과 무첨가군과의 흡광도 차이를 백분율(%)로 산출하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

7. 통계분석

본 연구의 모든 결과는 SPSS for Window 24.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 분석하였다. 실험 재료인 머위 분말과 쌀가루의 일반성분 및 이화학적 분석 결과에 대해서는 독립 표본 *t*-검정을 실시하였고, 머위 분말 첨가 쌀쿠키의 모든 실험결과는 일원분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였다. 각 시료 간에 유의적인 차이가 있으면 Duncan's multiple range test로 사후분석을 통해 검증하였다($p < 0.05$). 정량적 묘사분석에서는 머위 분말 쌀쿠키와 관능적 특성 사이의 관계를 요약 분석하기 위하여 관능적 특성별 평균값으로 주성분 분석을 실시하였고, 상관행렬과 varimax 회전방식을 통해 결과를 도출하였다.

결과 및 고찰

1. 쌀쿠키 제조에 사용된 머위의 일반성분과 머위 분말 및 쌀가루의 특성

쌀쿠키 제조에 사용된 머위의 일반성분과 총 식이섬유 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 머위의 일반성분 함량은 수분 93.21%, 단백질 4.61%, 지방 0.20%, 회분 1.55%, 탄수화물 0.61%, 총 식이섬유 3.26%가 함유되어 있는 것으로 나타났다. 머위는 전체 중량의 93%가 수분으로 다른 성분들에 비해 월등하게 함량이 많았고, 그 다음으로 조단백질의 함량이 다른 성분들보다 높은 것으로 나타났다. 특히 식품의약품안

전처의 식품영양성분 데이터베이스에서도 머위의 일반성분 함량은 수분 93.50%, 단백질 2.31%, 지방 0.14%, 회분 1.31%, 탄수화물 2.74%, 총 식이섬유 2.70%로 본 연구 결과와 약간의 차이가 있었지만 거의 유사하게 들어있는 것으로 나타났다(Ministry of Food and Drug Safety 2020).

쌀쿠키 제조에 사용된 머위 분말과 쌀가루의 수분 함량, pH, 색도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 머위 분말의 수분 함량은 14.44%로 쌀가루의 수분 함량 11.03% 보다 높아 머위 분말을 첨가할수록 쌀쿠키의 수분 함량도 증가하는 것을 확인하였다($p < 0.001$). 명도를 나타내는 L값은 백색인 쌀가루가 91.62로 녹색인 머위 분말 41.47보다 높았다($p < 0.001$). 적색도를 나타내는 a값은 쌀가루가 -0.56으로 머위 분말 -4.71보다 높았고($p < 0.001$), 황색도를 나타내는 b값은 쌀가루가 6.07로 머위 분말 8.32보다 낮았는데($p < 0.001$), 쌀가루의 L값과 a값은 머위 분말보다 높은 반면에 b값은 낮아서 머위 분말 쌀쿠키의 색도에 영향을 줄 것으로 예상하였다. pH는 머위 분말이 6.13으로 쌀가루 6.65보다 낮았는데, 머위 분말을 첨가할수록 쌀쿠키의 pH가 낮아지는 것을 확인하였다($p < 0.05$).

2. 머위 분말 첨가 쌀쿠키의 품질 특성

1) 수분 함량 및 pH

머위 분말을 첨가한 쌀쿠키의 수분 함량과 pH 측정 결과는 Table 4와 같다. 머위 분말을 첨가한 쌀쿠키의 수분 함량은 머위 분말 무첨가군이 1.06%로 가장 낮았고, 머위 분말 5% 첨가군이 1.20, 10% 첨가군이 1.32, 15% 첨가군이 1.47, 20% 첨가군이 1.78로 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 쌀쿠키의 수분 함량이 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이러한 실험 결과는 원재료인 머위 분말과 쌀가루의 수분 함량

Table 2. Compositional analysis of butterbur

(%)

Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate	Total dietary fiber
93.21±1.27	4.61±0.93	0.20±0.14	1.55±0.21	0.61±0.14	3.26±0.26

Each value represents Mean±S.D. (n=3).

Table 3. Physicochemical properties of butterbur powder and rice powder

Powder type	Moisture content (%)	pH	Color values		
			L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)
Butterbur powder	14.44±1.91	6.13±0.02	41.47±0.36	-4.71±0.18	8.32±0.75
Rice powder	11.03±0.60	6.65±0.02	91.62±0.08	-0.56±0.01	6.07±0.15
<i>t</i> (<i>p</i>)	34.883 (<0.001)***	-9.617 (0.01)*	-232.62 (<0.001)***	-40.85 (<0.001)***	12.41 (<0.001)***

Each value represents mean±S.D. (n=3).

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

때문으로 머위 분말과 쌀가루의 실제 수분 함량이 Table 4와 같이 14.44%와 11.03%로 머위 분말이 쌀가루보다 수분 함량이 높았기 때문에 쌀가루 대신 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 수분 함량이 증가하는 것으로 생각된다. 곰취 분말 첨가 쌀쿠키(Jeong & Han 2015)의 연구에서는 곰취 분말에 많이 함유된 식이섬유가 수분 보유력을 높여 곰취 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 수분 함량이 감소하는 것으로 보고하였으나 같은 곰취 분말 첨가 쌀쿠키라도 Park ID(2015)의 연구에서는 곰취 분말을 첨가할수록 수분 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 본 연구와 비슷한 기능성 식품 소재를 첨가한 미역 분말 첨가 쌀쿠키(Jung & Lee 2011), 음나무 잎 분말 첨가 쌀쿠키(Lee & Jin 2015), 꽃감 분말 첨가 쌀쿠키(Lee JA 2019) 연구에서도 쌀가루 대신 첨가한 기능성 식품 소재의 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 증가하는 유사한 결과를 보여서 원재료의 수분 함량에 따라서 쌀쿠키의 수분 함량도 비슷하게 변화하는 것으로 판단된다. 또한 쿠키의 수분 함량은 대부분 10% 미만으로 저장성이 우수하다고 하였는데(Lee 등 2006; Jung & Lee 2011), 머위 분말 첨가 쌀쿠키의 수분 함량도 머위 분말에 따라 수분 함량에 약간의 차이는 있지만 대체로 1.20~1.78% 정도로 수분 함량이 매우 낮아서 저장성이 우수한 것으로 사료된다.

머위 분말을 첨가한 쌀쿠키의 pH는 머위 분말 무첨가군이 6.37로 가장 높았고, 머위 분말 20% 첨가군이 6.23으로 가장 낮은 것으로 나타났으나 머위 분말 첨가 쌀쿠키 간에는 pH 차이가 없는 것으로 나타났다($p<0.001$). 특히 머위 잎과 줄기에는 oxalic acid, succinic acid, citric acid, malic acid, lactic acid, formic acid 등이 들어있는 것으로 보고되었는데(Cho 등 2006), 본 실험의 재료로 첨가한 머위 분말의 pH는 6.13으로 쌀가루의 pH인 6.65 보다 낮아서 머위 분말을 첨가할수록 쌀

쿠키의 pH도 낮아지는 것으로 보인다. 머위 분말과 비슷한 기능성 식품 소재를 첨가한 쌀쿠키에서도 쌀가루 대신 첨가한 기능성 식품 소재의 첨가량이 늘어날수록 pH가 감소하는 것으로 나타났는데, 음나무 잎 분말을 첨가한 쌀쿠키 반죽(Lee & Jin 2015)이나 미역 분말 첨가 쌀쿠키(Jung & Lee 2011)의 연구에서도 본 연구 결과와 비슷한 경향을 나타내어 쌀가루 대신 첨가한 부재료가 pH에 영향을 주는 것으로 판단된다. 다만, 머위를 데치는 등의 전처리 과정을 통해 머위의 유기산이 감소되는 것으로 보고되어서(Lee 등 2015) 쌀쿠키에 첨가하는 머위 분말의 pH 조절이 필요하다면 머위 분말로 제조하기 전에 전처리 방법을 선택하여 식품에 첨가하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

2) 퍼짐성, 손실율, 팽창율

머위 분말 첨가 쌀쿠키의 퍼짐성, 손실율, 팽창을 측정할 결과는 Table 5와 같다. 퍼짐성은 머위 분말 무첨가군이 1.24로 가장 낮았고, 머위 분말 20% 첨가군이 1.58로 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 퍼짐성이 증가하는 경향을 나타내었다($p<0.001$). 쿠키에 첨가하는 부재료가 식이섬유 함량이 높으면 쿠키의 퍼짐성을 감소시키는데(Lim 등 2009), 머위 분말의 식이섬유 함량(3.26 g/100 g dw)은 쌀가루(0.60 g/100 g dw)보다 높아서 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 쌀가루의 경도는 증가하면서 퍼짐성은 감소할 것으로 예상하였다. 그러나 실제 쌀쿠키의 퍼짐성을 측정한 결과는 머위 분말을 첨가할수록 퍼짐성이 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 쌀가루(11.03%)보다 높은 머위 분말의 수분 함량(14.44%) 때문으로 머위 분말을 첨가할수록 쿠키 반죽의 점성이 묽어져 퍼짐성이 증가한 것으로 판단된다. 특히 반죽의 수분 함량이 높을 경우에는 쿠키를 굽는 과정에서 수분의 증발이 늘어나면서 유동에 필요한 일정 점도를 가지지 못하고 퍼짐성이 감소하는 것으로 보고하였다(Lee & Jeong 2009). 그러나 머위 분말을 10% 정도로 적당량 첨가하였을 때에는 머위 분말에 다량 함유된 식이섬유가 수분 보유력을 높여 쿠키의 퍼짐성이 급격하게 감소되는 것을 억제하면서 경도는 증가시키는 것으로 판단된다. 본 연구 결과와 유사하게 미역 분말(Jung & Lee 2011), 음나무 잎 분말(Lee & Jin 2015), 히비스쿠스 분말(Lee & Chung 2018) 등을 첨가한 쌀쿠키 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 쿠키의 퍼짐성이 증가하였다는 연구 결과를 보고하였다.

손실율은 머위 분말 무첨가군이 18.13%로 가장 높았고 머위 분말 20% 첨가군이 13.73%로 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 손실률이 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.001$). 머위 분말 쌀쿠키의 손실률은 곰취 분말 첨가 쌀

Table 4. Moisture content and pH of rice cookies with added butterbur powder

Concentration of butterbur powder (%)	Moisture content (%)	pH
0	1.06±0.05 ^a	6.37±0.02 ^a
5	1.20±0.02 ^b	6.26±0.02 ^b
10	1.32±0.03 ^c	6.26±0.03 ^b
15	1.47±0.04 ^d	6.25±0.01 ^b
20	1.78±0.03 ^e	6.23±0.01 ^b
<i>F</i> (<i>p</i>)	185.11 (<0.000)***	24.39 (<0.000)***

Each value represents mean±S.D. (n=3). Values with different letters (^{a-c}) within the same column differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

*** $p<0.001$.

Table 5. Spread factor, baking loss rate and leavening rate of rice cookies with added butterbur powder

	Concentration of butterbur powder (%)					F (p)
	0	5	10	15	20	
Spread factor	1.24±0.02 ^a	1.44±0.01 ^b	1.47±0.01 ^{bc}	1.51±0.02 ^c	1.58±0.04 ^d	100.74 (<0.000) ^{***}
Baking loss rate (%)	18.13±1.20 ^c	15.47±0.50 ^b	14.53±0.50 ^{ab}	14.27±0.80 ^{ab}	13.73±0.31 ^a	16.82 (<0.000) ^{***}
Leavening rate (%)	100.00±0.00 ^c	85.42±2.88 ^{bc}	80.26±2.62 ^{ab}	78.79±4.55 ^a	75.91±4.17 ^a	25.64 (<0.000) ^{***}

Each value represents Mean±S.D. (n=5). Values with different letters (^{a-d}) within the same row differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

^{***} $p<0.001$.

쿠키(Jeong & Han 2015)와 같이 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 퍼짐성과 손실률이 함께 증가할 것으로 예상하였으나 실제 머위 분말 쌀쿠키의 퍼짐성을 측정한 결과는 머위 분말을 첨가할수록 퍼짐성은 증가하지만 손실률은 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 머위에 다량 함유된 식이섬유가 쿠키의 수분 보유력과 결합력을 높여 손실률이 급격하게 저하되는 것을 억제하기 때문이다(Lim 등 2009; Jeong & Han 2015). 다만, 머위 분말 첨가 쌀쿠키의 경우는 쌀가루 대신 첨가한 머위 분말의 수분 함량이 높아 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 퍼짐성은 증가하지만 높은 함량의 식이섬유로 인해 결합수의 양을 증가시켜 조리과정에서 열에 의한 수분 손실을 감소시킴으로써 손실률 저하를 억제하면서 경도는 높여주는 것으로 판단된다(Song & Lee 2014). 본 연구 결과와 유사하게 표고버섯 분말 첨가 쌀쿠키(Kim & Chung 2017)에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 손실률은 감소하는 것으로 보고하였다.

팽창율은 머위 분말 무첨가군이 100.00%로 가장 높았고, 머위 분말 5% 첨가군이 85.42%, 머위 분말 10% 첨가군이 80.26%, 머위 분말 15% 첨가군이 78.79%, 머위 분말 20% 첨가군이 75.91%로 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 쌀쿠키의 팽창율이 감소하는 경향을 보였다($p<0.001$). 이러한 결과는 쌀가루에 비해 상대적으로 높은 머위 분말의 높은 수분 함량으로 머위 분말의 첨가량에 비례하여 쌀쿠키의 퍼짐성

은 증가하지만 팽창율은 감소하는 것으로 판단된다.

3) 색도

머위 분말 첨가 쌀쿠키의 색도 측정 결과는 Table 6과 같다. 머위 분말 첨가 쌀쿠키의 명도를 나타내는 L값은 머위 분말 무첨가군이 82.61로 가장 높았으나 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 명도가 낮아져 머위 분말 20% 첨가군은 31.46으로 가장 낮은 것으로 나타났다($p<0.001$). 특히 Table 3에서 보는 바와 같이 쌀가루의 명도는 91.62로 머위 분말의 명도인 41.47에 비해 2배 이상 높아져 쌀가루 대신 머위 분말을 쌀쿠키에 첨가할수록 머위 첨가량에 비례하여 명도가 감소하는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 머위 분말과 비슷한 녹색을 가진 으나뎀 잎 분말 첨가 쌀쿠키(Lee & Jin 2015), 곰취 분말 첨가 쌀쿠키(Jeong & Han 2015), 미역 분말 첨가 쌀쿠키(Jung & Lee 2011) 등의 연구에서도 유사한 결과를 보였다.

머위 분말 쌀쿠키의 적색도를 나타내는 a값은 머위 분말 무첨가군이 -5.07로 가장 높았고 머위 분말 5% 첨가군이 -11.43으로 가장 낮았다($p<0.001$). 특히 머위 분말 첨가량이 10~20% 첨가군은 a값이 -9.69~ -6.56으로 머위 분말 무첨가군에 비해서는 낮았지만 머위 분말 5% 첨가군에 비해서는 높았기 때문에 머위 분말 첨가량에 비례하여 적색도는 감소하지 않는 것으로 나타났다. 머위에는 식물체 내에서 녹색을 띠는 클로로필 색소 성분이 들어있어(Choi HS 2017) 머위

Table 6. Color values and hardness of rice cookies with added butterbur powder

	Concentration of butterbur powder (%)					F (p)	
	0	5	10	15	20		
Color values	L (Lightness)	82.61±1.00 ^c	46.04±0.57 ^d	37.37±0.45 ^c	33.27±0.46 ^b	31.46±0.99 ^a	2,469.80(<0.000) ^{***}
	a (Redness)	-5.07±0.22 ^c	-11.43±0.26 ^a	-9.69±0.10 ^b	-7.48±0.30 ^c	-6.56±0.73 ^d	125.34(<0.000) ^{***}
	b (Yellowness)	41.78±0.65 ^c	30.10±0.62 ^d	23.49±0.70 ^c	19.53±0.82 ^b	17.43±1.20 ^a	424.96(<0.000) ^{***}
Hardness (N)	287.70±40.39 ^a	538.60±52.28 ^a	1,263.26±474.19 ^b	2,487.10±1,038.80 ^c	3,380.92±1,290.33 ^d	32.30(<0.000) ^{***}	

Color values (n=3) and hardness (n=5) represents mean±S.D., respectively. Values with different letters (^{a-c}) within the same row differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

^{***} $p<0.001$.

를 쌀쿠키에 첨가할수록 녹색의 클로로필 색소에 의해 적색도는 감소하고 녹색도는 증가할 것으로 예상하였으나 실제 머위 분말을 첨가한 쌀쿠키에서는 머위 분말 첨가량이 증가할수록 적색도가 감소하지 않았다. 이러한 결과의 주된 요인으로 쌀쿠키를 굽는 과정에서 머위 분말 10% 첨가군부터는 머위 분말에 함유된 당과 단백질에 의해 메일라드 반응에 의한 갈색화가 진행되면서 적색도가 증가한 것으로 보인다. 또한 머위는 쌀가루에 비해 폴리페놀 성분이 많아 공기 중에서 polyphenol oxidase에 의한 갈변이 일어날 수 있는데(Cho 등 2006; Lee 등 2015), 쌀쿠키에 머위 분말의 양이 10% 이상 증가하게 되면 머위에 다량 함유된 폴리페놀 성분에 의해 갈변이 일어나 적색도가 증가하는 것으로 생각된다.

황색도를 나타내는 b값은 머위 분말 무첨가군이 41.78로 가장 높았고, 머위 분말 5% 첨가군은 30.10, 머위 분말 10% 첨가군은 23.49, 머위 분말 15% 첨가군은 19.53, 머위 분말 20% 첨가군은 17.43으로 머위 분말 첨가량이 늘어날수록 황색도는 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이러한 결과는 머위에 들어있는 녹색의 클로로필 색소 성분에 기인한 것으로(Choi HS 2017) 머위 분말을 쌀쿠키에 첨가할수록 황색도는 감소하고 청색도는 증가하는 것으로 보인다. 머위 분말과 비슷한 녹색을 가진 음나무 잎 분말 첨가 쌀쿠키(Lee & Jin 2015)와 들깨잎 첨가 쿠키(Choi 등 2009), 대나무잎 분말 첨가 쿠키(Lee 등 2006), 부추 분말을 첨가한 쿠키(Lim 등 2009) 등이 본 연구 결과와 일치하는 것으로 나타나서 머위 분말에 들어있는 녹색의 클로로필이 쌀쿠키의 색도에 많은 영향을 주었을 것으로 판단된다.

4) 경도

머위 분말 첨가 쌀쿠키의 경도를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 머위 분말 무첨가군이 287.70 N으로 가장 낮았고, 머위 분말 5% 첨가군은 580.60 N, 머위 분말 10% 첨가군은 1,263.26 N, 머위 분말 15% 첨가군은 2,487.10 N, 머위 분말 20% 첨가군은 3,380.92 N으로 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이러한 결과는 정량적 묘사분석의 경도 평가 결과와 유사한 경향을 보였다.

쿠키의 조직감 기호도에 영향을 주는 경도는 쿠키에 첨가되는 부재료에 따라 달라지는데, 부재료의 여러 성분 중에서도 수분 함량에 의해 가장 큰 영향을 받는다(Lee 등 2006; Choi 등 2009). 특히 본 연구의 원재료인 머위 분말의 수분 함량(14.44%)이 쌀가루(11.03%)에 비해 많기 때문에 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 수분 함량이 증가하면서 경도가 감소할 것으로 예상하였다. 그러나 머위 분말 쌀쿠키의 경도를 측정된 결과에서는 예상과 다르게 머위 분말

의 첨가량이 늘어날수록 경도가 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 예상과 상반된 결과는 쌀가루(0.60 g/100 g dw)보다 많은 머위 분말(3.26 g/100 g dw)의 식이섬유 함량 때문으로(Ministry of Food and Drug Safety 2020) 쿠키에 첨가하는 부재료의 식이섬유 함량이 높으면 수분 보유력을 높여 경도를 증가시킨다. 특히 쿠키에 첨가한 부재료의 식이섬유 함량이 높으면 다량의 식이섬유가 서로 치밀하게 결합하고 고온의 오븐에서 구워지는 동안 표면을 견고하게 하면서 내부조직이 큰 덩어리가 되도록 하여 경도를 높일 수 있다(Kim & Chung 2017). 대나무잎 분말 첨가 쿠키(Lee 등 2006), 솔잎 쿠키(Choi HY 2009), 비파잎 분말 첨가 쿠키(Choi & Kim 2013) 등의 연구에서도 본 연구 결과와 유사하게 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 것으로 나타났다. 쌀쿠키는 밀가루 쿠키에 비해 글루텐이 없어 경도가 낮기 때문에 쌀쿠키의 관능적 특성인 부스러짐이 높은 편이지만(Lee & Lim 2013) 머위 분말 첨가 쌀쿠키는 머위 분말을 10% 정도로 적당량 첨가하면 부스러지지 않는 경도를 가진 쿠키 제조가 가능하므로 외관 및 조직감 기호도에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다.

3. 관능평가

1) 기호도 평가

머위 분말 첨가 쌀쿠키의 기호도 평가 결과는 Table 7과 같다. 머위 분말을 10% 첨가한 쌀쿠키의 외관(7.45점), 향(7.70점), 맛(7.30점), 조직감(6.95점), 전반적인 기호도(7.40점) 등이 가장 높아서 가장 좋은 첨가비로 나타났다.

외관 기호도는 머위 분말 10% 첨가군은 7.45점으로 가장 높은 반면에 머위 분말 5% 첨가군은 6.50점, 머위 분말 무첨가군은 5.60점, 머위 분말 15% 첨가군은 5.40점, 머위 분말 20% 첨가군은 4.60점 순으로 외관 기호도가 낮았다($p < 0.001$). 외관은 시각적인 역할을 하는 색도에 의해서도 영향을 받는데, 머위 분말을 10% 첨가한 쌀쿠키가 가장 높은 외관 기호도를 보여 머위 분말을 15% 이상 첨가하는 경우에는 머위의 짙은 녹색이 쿠키를 굽는 과정에서 일어나는 메일라드 반응의 갈색화를 뚜렷하게 나타나지 못하도록 하여 쿠키의 외관 기호도를 오히려 감소시키는 것으로 판단된다.

향 기호도는 머위 분말 10% 첨가군이 7.70점, 머위 분말 5% 첨가군이 6.65점, 머위 분말 15% 첨가군은 5.53점, 머위 분말 무첨가군은 5.15점, 머위 분말 20% 첨가군은 4.46점 순으로 머위 분말을 20% 이상 첨가 시 기호도가 가장 낮았다($p < 0.001$). 머위의 독특한 향은 적당량 첨가 시에는 향 기호도를 높이지만 머위 분말을 15% 이상 첨가 시에는 머위 고유의 풋내가 강하여 과자를 굽는 과정에서 발생시키는 고유한

Table 7. Sensory liking score of rice cookies with added butterbur powder

Sensory attributes	Concentration of butterbur powder (%)					F (p)
	0	5	10	15	20	
Appearance	5.60±1.85 ^{bc}	6.50±1.73 ^c	7.45±1.05 ^d	5.40±1.14 ^{ab}	4.60±1.60 ^a	10.52(<0.000) ^{***}
Flavor	5.15±1.98 ^a	6.65±1.81 ^b	7.70±1.13 ^b	5.53±1.73 ^a	4.46±1.76 ^a	10.99(<0.000) ^{***}
Taste	5.35±1.87 ^c	6.65±1.57 ^d	7.30±1.13 ^d	3.90±1.33 ^b	2.90±1.12 ^a	32.93(<0.000) ^{***}
Texture	4.10±2.13 ^a	5.80±1.80 ^b	6.95±1.36 ^c	4.50±1.50 ^a	3.60±1.57 ^a	13.04(<0.000) ^{***}
Overall preference	4.70±1.87 ^b	6.40±1.50 ^c	7.40±1.10 ^d	4.20±1.28 ^b	2.90±1.02 ^a	33.23(<0.000) ^{***}

Each value represents mean±S.D. (n=20). Sensory liking score was evaluated using a 9-point hedonic scale (1=disliked extremely; 9=liked extremely) to assess the following sensory attributes. Values with different letters (^{a-d}) within the same row differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

^{***} $p<0.001$.

향미를 저하시켜 향 기호도를 낮추는 것으로 판단된다.

맛 기호도는 머위 분말 10% 첨가군이 7.30점으로 가장 높았고, 머위 분말 15%와 20% 첨가군은 각각 3.90점과 2.90점으로 머위 분말을 15% 이상 첨가 시 다른 시료에 비해 쌀쿠키의 맛 기호도가 가장 낮았다($p<0.001$). 머위의 꽃봉오리에는 petasitin, isopetasin, kaempferol, quercetin 등이 들어있고, 앞에는 flavonoid, triterpene, saponin 등이 많이 들어있어 머위 특유의 쓴맛을 나타낸다(Rural Development Administration 2020). 쌀쿠키에 머위 첨가량이 15% 이상으로 증가하였을 때에는 머위 고유의 쓴맛으로 맛 기호도가 저하되므로 머위 분말을 맛 기호도가 가장 높았던 10% 정도로 첨가하는 것이 맛 기호도 향상에 도움이 될 것으로 판단된다.

조직감 기호도는 머위 분말 10% 첨가군이 6.95점, 머위 분말 5% 첨가군은 5.80점, 머위 분말 15% 첨가군은 4.50점, 머위 분말 무첨가군은 4.10점, 머위 분말 20% 첨가군은 3.60점의 순서로 조직감 기호도가 낮았다($p<0.001$). 특히 머위 분말을 15% 이상 첨가하였을 때에는 머위에 많이 들어있는 식이 섬유유의 수분 보유력과 결합력으로 인해 쿠키 고유의 바삭하거나 단단한 식감이 아닌 꾸덕꾸덕한 식감을 주어 조직감 기호도가 낮아지기 때문에 머위 분말을 10% 정도 첨가하는 것이 조직감 기호도에 좋을 것으로 판단된다.

전반적인 기호도는 머위 분말 10% 첨가군은 7.40점, 머위 분말 5% 첨가군은 6.40점, 머위 분말 무첨가군은 4.70점, 머위 분말 15% 첨가군은 4.20점, 머위 분말 20% 첨가군은 2.90점 순으로 전반적인 기호도가 낮아지는 경향을 보였다($p<0.001$). 이와 같이 머위 분말 10% 첨가군은 관능적 특성별 기호도 뿐만 아니라 전반적인 기호도 가장 높았으므로 머위 분말을 10% 첨가하는 것이 쌀쿠키의 기호도를 높이면서 기능적 특성의 품질을 향상시킬 수 있는 가장 이상적인 배합비로 판단된다.

2) 정량적 묘사분석

머위 분말 첨가 쌀쿠키의 정량적 묘사분석 결과는 Table 8과 같다. 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 녹색도, 풋내, 쓴맛, 떫은맛, 경도가 증가하고 단맛과 바삭함은 감소하는 것으로 나타났다.

머위 고유의 특성을 보여주는 녹색도와 풋내는 머위 분말 무첨가군이 1.00점으로 가장 낮았고 머위 분말 20% 첨가군이 13.55점과 10.05점으로 가장 높아서 머위 분말을 첨가할수록 쌀쿠키의 녹색도와 풋내가 증가하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 머위 고유의 녹색과 풋내는 머위 분말을 적당량 첨가할 때에는 기호도 향상에 도움이 되지만 머위 분말을 15% 이상 첨가 시에는 오히려 기호도를 저하시키므로 쌀쿠키의 기호도를 저하시키지 않는 수준인 10% 정도로 머위 분말을 첨가하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

단맛은 머위 분말 첨가 무첨가군이 7.50점으로 가장 높았고 머위 분말 20% 첨가군이 2.10점으로 머위 분말을 첨가할수록 단맛의 강도가 감소하는 경향을 보였다($p<0.001$). 또한 쓴맛과 떫은맛은 머위 분말 무첨가군이 1.05점과 1.10점으로 가장 낮았고 머위 분말 20% 첨가군이 11.35점과 10.50점으로 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 쌀쿠키의 쓴맛과 떫은맛이 증가하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 특히 머위 특유의 쓴맛과 떫은맛으로 인해 설탕의 첨가량과 상관없이 쌀쿠키의 단맛을 느끼지 못하게 되므로 머위 분말을 10% 정도로 첨가하는 것이 맛 기호도 향상 측면에서 바람직할 것으로 판단된다.

경도는 머위 분말 무첨가군이 2.90점으로 가장 낮았고 머위 분말 20% 첨가군이 10.85점으로 가장 높은 것으로 나타나서 머위 분말 첨가량 증가에 따라 경도가 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 머위 분말 쌀쿠키의 경도 측정 결과에서도 정량적 묘사분석의 결과와 동일하게 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 경도가 증가하는 것으로 나타났는데, 조직감 기호도에서 머위 분말 10% 첨가 시 조직감 기호도가 가장 높았

Table 8. Quantitative description analysis (QDA) of rice cookies with added butterbur powder

Sensory attributes	Concentration of butterbur powder (%)					F (p)
	0	5	10	15	20	
Greenness	1.00±0.00 ^a	4.90±2.27 ^b	8.00±1.56 ^c	10.90±1.29 ^d	13.55±1.82 ^e	193.70(<0.000) ^{***}
Grass	1.00±0.00 ^a	3.90±2.29 ^b	5.65±2.60 ^c	8.30±3.20 ^d	10.05±3.46 ^e	37.29(<0.000) ^{***}
Sweetness	7.50±3.12 ^c	4.90±3.02 ^{bc}	4.65±2.74 ^b	3.25±2.02 ^b	2.10±1.25 ^a	12.87(<0.000) ^{***}
Bitterness	1.05±0.22 ^a	4.70±2.47 ^b	6.85±2.68 ^c	9.65±3.23 ^d	11.35±3.63 ^d	44.79(<0.000) ^{***}
Astringency	1.10±0.45 ^a	4.30±2.54 ^b	5.90±3.40 ^b	8.80±4.14 ^c	10.50±3.83 ^c	27.46(<0.000) ^{***}
Hardness	2.90±2.32 ^a	4.75±2.36 ^b	7.97±2.00 ^c	10.45±2.33 ^d	10.85±3.57 ^d	36.80(<0.000) ^{***}
Brittleness	12.35±3.18 ^d	10.10±2.65 ^c	7.45±3.05 ^b	6.20±2.78 ^{ab}	5.05±3.71 ^a	18.40(<0.000) ^{***}

Each value represents Mean±S.D. (n=20). QDA was conducted using a 15-point intensity scale (1=very weak; 15=very strong) to assess the following sensory attributes. Values with different letters (^{a-c}) within the same row differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

^{***} $p<0.001$.

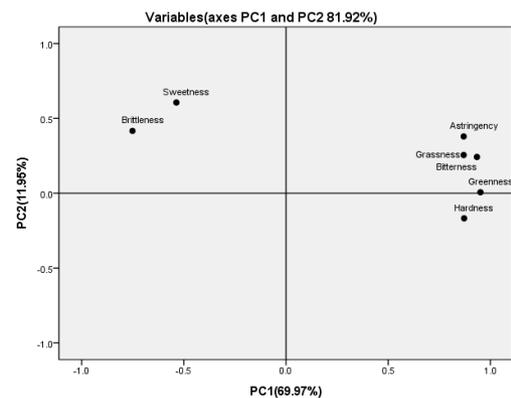
으므로 머위 분말을 10% 첨가하는 것이 쌀쿠키의 조직감 측면에서 가장 이상적인 배합비로 판단된다.

바삭함은 머위 분말 무첨가군이 12.35점으로 가장 높았고 머위 분말 20% 첨가군이 5.05점으로 가장 낮아서 머위 분말 첨가량에 비례하여 바삭함이 감소하는 모습을 보였다($p<0.001$). 이러한 결과는 머위 분말에 다량 함유된 식이섬유 때문으로 강한 수분 보유력과 결합력을 지닌 식이섬유가 쿠키 고유의 바삭한 식감이 아닌 꾸덕꾸덕한 식감을 주어 바삭함의 강도가 낮아진 것으로 보인다. 따라서 머위 분말을 10% 첨가하는 것이 쌀쿠키의 조직감 기호도 측면에서 바람직한 것으로 생각된다.

3) 주성분 분석

머위 첨가 쌀쿠키의 관능적 특성과 시료 간의 관계를 설명하기 위해 일원분산분석에서 통계적으로 유의적인 차이가 있는 7개의 관능적 특성에 대해 시료의 평균값을 적용하여 주성분 분석(PCA)을 실시하였다(Fig. 1). 주성분 분석을 실시하여 총 2개의 주성분이 추출되었으며, 제 1주성분(PC 1)과 제 2주성분(PC 2)의 설명력은 69.97%와 11.95%로 총 81.92%의 설명력을 보였다. Fig. 1(A)와 Fig. 1(B)의 결과는 제 1주성분(PC 1)과 제 2 성분(PC 2)으로 구분된 관능적 특성과 시료의 분포를 평균별로 부하된 위치로 나타내었는데, Fig. 1(A)의 결과에서 각각의 관능적 특성들이 주성분에 부하된 양상은 다음과 같다. 제 1주성분(PC 1)의 양(+)의 방향에 위치한 변수들은 녹색도, 풋내, 쓴맛, 짠맛, 경도 등이 강하게 부하되었으며, 음(-)의 방향에 위치한 특성들은 단맛과 바삭함이 약하게 부하되었다. 또한 제 2 주성분(PC 1)의 양(+)의 방향에 위치한 특성 중에 단맛은 강하게 부하되었으나 바삭함, 짠맛, 쓴맛, 풋내 등은 약하게 부하되었으며, 음(-)의 방향

A



B

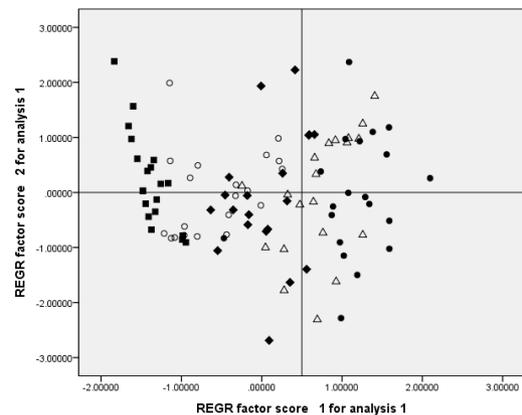


Fig. 1. Sensory characteristics of rice cookies with added butterbur powder by principal component analysis (PCA). (A) Sensory characteristics by PCA plot (B) rice cookies added with butterbur powder. ■: butterbur powder 0%, ○: butterbur powder 5%, ◆: butterbur powder 10%, △: butterbur powder 15%, ●: butterbur powder 20%.

에 위치한 특성 중에 경도는 약하게 부하되었다. Fig. 1(B)의 결과에서 머위 분말 첨가 쌀쿠키가 주성분에 부하된 양상을 살펴보면 제 1주성분의 양(+)의 방향에는 머위 분말 15%와 20% 첨가 쌀쿠키가 부하되어 있는 것으로 나타났고, 음(-)의 방향에는 머위 분말 0%, 5%, 10% 첨가 쌀쿠키가 부하되어 있는 것으로 나타났다. 따라서 Fig. 1의 결과를 볼 때에 머위 분말을 15% 이상 첨가한 쌀쿠키들은 녹색도, 풋내, 쓴맛, 떼은맛, 경도 등의 관능적 특성들은 강하지만 단맛과 바삭함과 같은 관능적 특성들은 약한 것을 확인하였다. 또한, 머위 분말을 10% 이하로 첨가한 쌀쿠키들은 단맛과 바삭함과 같은 관능적 특성들은 강하지만 녹색도, 풋내, 쓴맛, 떼은맛, 경도 등의 관능적 특성들은 약한 것을 확인하였다. 따라서 제 1주성분의 양(+)의 방향에 위치한 변수들은 기호도에 부정적인 영향을 미치는 관능적 특성 지표이고, 음(-)의 방향에 위치한 변수들은 기호도에 긍정적인 영향을 미치는 관능적 특성 지표로 판단된다. 따라서 양(+)의 방향에 위치한 머위 분말 15% 이상 첨가 쌀쿠키들은 상대적으로 기호도가 낮고, 음(-)의 방향에 위치하는 머위 분말 10% 이하 첨가 쌀쿠키들은 상대적으로 기호도가 높은 것으로 평가할 수 있다. 특히 기호도에 긍정적인 영향을 미치는 단맛과 부서짐성은 제 1주성분(PC 1)의 음(-)의 방향에 약하게 부하되어 있고 기호도에 부정적인 영향을 미치는 녹색도, 풋내, 쓴맛, 떼은맛, 경도 등은 제 1주성분(PC 1)의 양(+)의 방향에 강하게 부하되어 있으므로 제 1주성분(PC 1)의 음(-) 방향에 가까우면 서도 양(+)의 방향에서 멀리 위치한 머위 분말 10% 첨가 쌀쿠키의 기호도가 가장 좋은 것으로 판단된다. 다만, 머위 분말 15% 이상 첨가 쌀쿠키들은 기호도에 부정적인 영향을 미치는 녹색도, 풋내, 쓴맛, 떼은맛, 경도 등의 관능적 특성들이 약하게 부하되어 있으므로 기호도에 미치는 부정적 영향은 크지 않을 것으로 판단된다.

4. 항산화 활성

머위 분말을 첨가한 쌀쿠키의 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량, 항산화 활성을 측정한 결과는 Table 9와 같다. 총 페놀 함량은 머위 분말 무첨가군이 39.34 mg GAE/g으로 가장 낮았고, 머위 분말 20% 첨가군이 167.48 mg GAE/g으로 가장 높은 것으로 나타나서 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 총 페놀 함량도 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 총 플라보노이드 함량은 머위 분말 무첨가군이 29.52 mg QE/g으로 가장 낮았으나 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 총 플라보노이드 함량도 증가하여 머위 분말 5% 첨가군이 48.08 mg QE/g, 머위 분말 10% 첨가군이 61.05 mg QE/g, 머위 분말 15% 첨가군이 74.68 mg QE/g, 머위 분말 20% 첨가군이 104.00 mg QE/g 순으로 총 플라보노이드 함량이 높았다($p < 0.001$).

항산화 활성 중에 DPPH 라디칼 소거활성은 머위 분말 무첨가군이 29.42%로 가장 낮은 반면에 머위 분말 20% 첨가군은 93.13%로 3배 이상 높은 것으로 나타나서 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 DPPH 라디칼 소거활성도 증가하는 것을 확인하였다($p < 0.001$). SOD 유사활성도 머위 분말 무첨가군이 44.04%로 가장 낮은 반면에 머위 분말 20% 첨가군이 96.00%로 가장 높아서 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 항산화 활성이 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 또한 환원력의 경우도 머위 분말 무첨가군이 0.47로 가장 낮았지만 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 환원력도 증가하여 머위 분말 20% 첨가군이 1.88로 가장 높았다($p < 0.001$).

본 연구 결과에서 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 증가하면서 항산화 활성도 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같이 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 항산화 활성이 증가하는 것은 머위에 항산화 활성을 높여주는 대표적인 항산화 물

Table 9. Antioxidative activities of rice cookies with added butterbur powder

Concentration of butterbur powder (%)	Total phenolic content (mg GAE/g)	Total flavonoid content (mg QE/g)	DPPH radical scavenging activity (%)	SOD-like activity (%)	Reducing power (O.D)
0	39.34±2.58 ^a	29.52±0.45 ^a	29.42±3.10 ^a	44.04±4.02 ^a	0.47±0.01 ^a
5	70.68±3.35 ^b	48.08±2.54 ^b	80.50±0.28 ^b	87.29±1.16 ^b	0.94±0.03 ^b
10	130.78±5.23 ^c	61.05±0.69 ^c	86.21±0.36 ^c	91.75±0.30 ^c	1.32±0.02 ^c
15	150.57±0.65 ^d	74.68±2.26 ^d	88.49±0.25 ^c	94.54±0.19 ^{cd}	1.66±0.02 ^d
20	167.48±3.69 ^e	104.00±1.80 ^e	93.13±0.40 ^d	96.00±0.09 ^d	1.88±0.03 ^e
<i>F</i> (<i>p</i>)	753.490(<0.001)***	764.574(<0.001)***	1,020.918(<0.001)***	406.093(<0.001)***	1,486.867(<0.001)***

Each value represents Mean±S.D. (n=3). Values with different letters (^{a-e}) within the same column differ significantly ($p < 0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

*** $p < 0.001$.

질들이 들어있기 때문에 머위에는 sesquiterpen으로 분류되는 petasin과 bakkenolides 외에도 coumaric acids 유도체인 fukinolic acid과 폴리페놀인 lignans, 플라보노이드인 quercetin과 kaempferol 등이 들어있는 보고되었다(Abe 등 1968; Naya & Takagi 1968; Sakamura 등 1973; Matsuura 등 2002; Min 등 2005; Kim 등 2012). 특히 fukinolic acid는 산화작용에 의해 효소적 갈변 물질을 생성하여 항산화 활성을 높여준다(Hiemori-Kondo M 2020). 머위에 들어있는 이들 폴리페놀과 플라보노이드 물질들은 항산화 활성을 높여주는 역할을 하는데, 국내 9종 산림식물 추출물 중에 머위의 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량은 각각 175.04 mg GAE/g과 13.13 mg QE/g으로 다른 식물 추출물에 비해 높은 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량이 높은 것으로 나타났다(Sim 등 2019). 또한 항산화 활성에서도 아질산염 소거능에 대한 머위 추출물의 IC₅₀ 값은 139.01 µg/mL로 짚레나무와 뽕딸기에 이어 두 번째로 항산화 활성이 높은 것으로 나타났으며, 환원력에서도 머위는 가중나무에 이어 두 번째로 우수한 환원력을 가진 것으로 나타났다(Sim 등 2019). 머위 추출물의 항산화 활성을 평가한 연구에서도 머위 추출물은 용매나 부위별로 약간의 차이가 있었지만 총 폴리페놀 함량은 머위 잎의 물 추출물이 223.0 mg/g으로 가장 높았으며, DPPH 라디칼 소거활성과 SOD 유사활성에서는 머위 뿌리 물 추출물이 각각 86.7%와 61.5%로 가장 높은 것으로 나타났다(Seo 등 2008). 또한, 지질과산화 효과를 측정된 결과에서도 100 µg/mL에서 양성 대조군인 BHA의 84.5%와 비교했을 때에 머위 추출물은 70.1%로 약간 낮은 편이지만 우수한 지질 과산화 효과를 가진 것으로 나타났다(Kim 등 2006). 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량이 높은 머위 분말을 쌀쿠키에 첨가할수록 DPPH 라디칼 소거활성과 SOD 유사활성, 환원력 등이 증가하여 쌀쿠키의 항산화 활성 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

요약 및 결론

본 연구는 우수한 기능성을 가진 머위의 식품으로 활용 가능성을 확인하고자 머위 분말을 0, 5, 10, 15, 20% 비율로 쌀쿠키에 첨가하여 항산화 활성과 품질특성을 평가하였다. 머위 분말 첨가 쌀쿠키의 수분함량과 경도는 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 증가하였으나 pH는 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 감소하였다($p < 0.001$). 또한 퍼짐성과 팽창률은 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 증가하였으나 손실률은 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 감소하였다($p < 0.001$). 색도에서 명도를 나타내는 L값과 황색도를 나타내는 b값은 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하였으나 적색도를 나타내는 a값은 머위 분말의 첨가량이 5%일 때에 가장 낮은 값을 나타내었다($p < 0.001$). 기호도 평가 결과에서는 외관, 향,

맛, 조직감, 전반적인 기호도 모두 머위 분말을 10% 첨가하였을 때에 가장 높은 기호도를 보인 반면에 머위 분말을 20% 첨가하였을 때에는 가장 낮은 기호도를 보였다($p < 0.001$). 정량적 묘사 분석 결과에서 머위 분말의 첨가량이 증가할수록 녹색도, 풋내, 쓴맛, 떫은맛, 경도 등이 증가한 반면에 단맛과 바삭함은 감소하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 주성분 분석 결과에서도 머위 분말을 10% 첨가하는 것이 기호도에 긍정적인 영향을 미치는 머위 고유의 관능적 특성들이 나타나면서 기호도가 향상되는 것을 확인하였다. 또한 항산화 활성 평가에서는 머위 분말의 첨가량이 늘어날수록 쌀쿠키의 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거활성, SOD 유사활성, 환원력 등이 모두 증가하였다($p < 0.001$). 이러한 결과를 종합하였을 때에 머위 분말을 10% 첨가한 쌀쿠키가 기호도가 가장 높으면서 항산화 활성과 품질이 전반적으로 우수한 쌀쿠키를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th ed. Method 10-50D. American Association of Cereal Chemists
- Abe N, Onoda R, Shirahata K, Kato T, Woods MC, Kitahara Y. 1968. The structure of bakkenolide-A. *Tetrahedron Lett* 9:369-373
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Brattström A. 2003. A newly developed extract (Ze 339) from butterbur (*Petasites hybridus* L.) is clinically efficient in allergic rhinitis (hay fever). *Phytomedicine* 10:50-52
- Cho BS, Lee JJ, Ha JO, Lee MY, Bae SC, Lee JJ, Ha JO, Lee MR. 2006. Physicochemical composition of *Petasites japonicus* S. et Z. Max. *Korean J Food Preserv* 13:661-667
- Cho HS, Kim KH. 2013. Quality characteristics of cookies prepared with loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1799-1804
- Choi HR. 2020. Annual rice consumption per capita is below 60 kg for the first time in history. *Dongailbo*. Available from <https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20200130/99472357/1> [cited 28 October 2020]
- Choi HS. 2017. Analyses of the chemical composition of *Petasites japonicus* (S. et Z.) Maxim essential oil and comparison of the major compounds by crop year. *Korean J Food Nutr* 30:156-165
- Choi HY, Oh SY, Lee YS. 2009. Antioxidant activity and quality

- characteristics of perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) cookies. *Korean J Food Cookery Sci* 25:521-530
- Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1414-1421
- Choi OB. 2002. Anti-allergic effects of *Petasites japonicus*. *Korean J Food Nutr* 15:382-385
- Hiemori-Kondo M. 2020. Antioxidant compounds of *Petasites japonicus* and their preventive effects in chronic diseases: A review. *J Clin Biochem Nutr* 67:10-18
- Jeong YJ, Han YS. 2015. Antioxidative activities and quality characteristics of rice cookies with added *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. powder. *Korean J Food Cookery Sci* 31: 733-740
- Ji SH, Ahn DH, Jun M. 2010. Effects of *Petasites japonicus* and *Momordica charantia* L. extracts on MC3T3-E1 osteoblastic cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:203-209
- Jung KJ, Lee SJ. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida* Suringer) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1453-1459
- Kim JH, Na Y, Sim GS, Lee BC, Pyo HB. 2006. Antioxidative and anti-inflammatory effects of *Petasites japonicus*. *J Soc Cosmet Sci Korea* 32:263-267
- Kim MJ, Chung HJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies added with *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Preserv* 24:421-430
- Kim SK, Choi YS. 2013. The quality characteristics of rice cookies added with guava (*Psidium guajava* L.) powder. *Korean J Culin Res* 19:248-258
- Kim SM, Kang SW, Jeon JS, Jung YJ, Kim CY, Pan CH, Um BH. 2012. Rapid identification and evaluation of antioxidant compounds from extracts of *Petasites japonicus* by hyphenated HPLC techniques. *Biomed Chromatogr* 26:199-207
- Ko YS, Sim KH. 2014. Quality characteristics and antioxidant activity of *Jeung-pyun* added with *Ju-bak* powder. *J East Asian Soc Diet Life* 24:190-200
- Lee CH, Chung MC, Lee HJ, Kho YH. 2000. An apoptosis regulator isolated from *Petasites japonicus*. *Korean J Food Sci Technol*. 32:448-453
- Lee EJ, Jin SY. 2015. Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies added *Kalopanax pictus* leaf powder. *J East Asian Soc Diet Life* 25:672-680
- Lee JA. 2019. Quality characteristics of rice cookie containing different levels of dried-persimmon powder. *Korean J Culin Res* 25:76-83
- 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* 42:1277-1282
- Lee JO, Chung HJ. 2018. Quality characteristics and antioxidant properties of rice cookies amended with hibiscus powder. *J Korean Soc Food Cult* 33:451-457
- Lee JS, Jeong SS. 2009. Quality characteristics of cookies prepared with button mushroom (*Agaricus bisporous*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25:98-105
- Lee JY, Ju JC, Park HJ, Heu ES, Choi SY, Shin JH. 2006. Quality characteristics of cookies with bambo leaves powder. *Korean J Food Nutr* 19:1-7
- Lee KH. 2011. Antioxidative activity of butterbur extracts and quality characteristics of butterbur noodles. Master's Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea
- Lee SY, Choi SY, Han HM, Yoo SM, Choi MJ. 2015. Effect of blanching conditions and thawing methods on the quality properties of butterbur stem. *Food Eng Prog* 19:226-234
- Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR, Shin SG, Kim SY, Kim JY. 2009. Physical and sensory characteristics of cookies added leek (*Silium tuberosum* Rottler) powder. *Korean J Food Nutr* 22:1-7
- Marklund S, Gudrun M. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474
- Matsuura H, Amano M, Kawabata J, Mizutani J. 2002. Isolation and measurement of quercetin glucosides in flower buds of Japanese butterbur (*Petasites japonicus* subsp. *gigantea* Kitam.). *Biosci Biotechnol Biochem* 66:1571-1575
- Min BS, Cui HS, Lee HK, Sok DE, Kim MR. 2005. A new furofuran lignan with antioxidant and antiseizure activities from the leaves of *Petasites japonicus*. *Arch Pharm Res* 28:1023
- Ministry of Food and Drug Safety. 2019. Food Standards Codex. Available from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 [cited 4 March 2019]
- Ministry of Food and Drug Safety. 2020. Food Nutrient DB. Available from <https://www.foodsafetykorea.go.kr/fcdb/detail/search/list.do> [cited 3 November 2020]
- Naya K, Takagi I. 1968. The structure of petasitin, a new sesquiterpene from *Petasites japonicus* Maxim. *Tetrahedron Lett* 9: 629-632

- Oh SH, Yang YH, Kwon OY, Kim MR. 2006. Effects of diet with added butterbur (*Petasites japonicus* Maxim) on the plasma lipid profiles and antioxidant index of mice. *J East Asian Soc Diet Life* 16:399-407
- Park ID. 2015. Quality characteristics of cookies containing *Ligularia fischeri* powder. *J Korean Soc Food Cult* 30: 206-212
- Rural Development Administration. 2020. Butterbur Cultivation. Available from <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbk/kidofcomdtyDtl.mo?pageIndex=1&pageSize=10&menuId=PS00067&sStdPrdlstCode=VC061024&sStdTehnlgyCode=G C05&sRdaStdPrdlstCode=VC&kidofcomdtyNo=22228> [cited 3 November 2020]
- Sakamura S, Yoshihara T, Toyoda K. 1973. The constituents of *Petasites japonicus*: Structures of fukiic acid and fukinic acid. *Agric Biol Chem* 37:1915-1921
- Seo HS, Chung BH, Cho YG. 2008. The antioxidant and anti-cancer effects of butterbur (*Petasites japonicus*) extracts. *Korean J Plant Res* 21:265-269
- Sim WS, Lee JS, Lee S, Choi SI, Cho BY, Choi SH, Xiongao H, Jang GW, Kwon HY, Choi YE, Kim JY, Kim JD, Lee OH. 2019. Antioxidant effect of extracts from 9 species of forest plants in Korea. *J Food Hyg Saf* 34:404-411
- Song JH, Lee JH. 2014. The quality and antioxidant properties of cookies containing *Codonopsis lanceolata* powder. *Korean J Food Sci Technol* 46:51-55
- Statistics Korea. 2020. Grain consumption survey. Available from http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/4/8/index.board?bmode=read&aSeq=380428&pageNo=1&rowNum=10&amSeq=&sTarget=&sTxt= [cited 28 October 2020]
- Um HJ, Kim GH. 2007. Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp. *Korean J Food Nutr* 20:103-107
- Yildirim A, Mavi A, Kara AA. 2001. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *J Agric Food Chem* 49:4083-4089
- Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wilson J, Qian M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. *J Agric Food Chem* 50:1619-1624

Received 05 November, 2020

Revised 12 November, 2020

Accepted 24 November, 2020