

자색고구마 분말이 쌀쿠키의 품질 및 항산화 특성에 미치는 영향

곽 은 정[†]

영남대학교 식품공학과 교수

Effects of Sweet Potato Powder on Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Rice Cookies

Eun Jung Kwak[†]

Professor, Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Republic of Korea

ABSTRACT

The physicochemical properties of rice cookie dough, including density, moisture content, spreadability, expansion rate, and loss rate, were analyzed after adding purple sweet potato powder at concentrations of 6%, 12%, 18%, and 24%. The color, hardness, staleness, antioxidant capacity, sensory attributes, and preference of the rice cookies were evaluated. The dough density decreased significantly as the levels of purple sweet potato powder increased, while the moisture content remained unaffected across samples. The spreadability, expansion rate, and loss rate exhibited significant reductions with higher purple sweet potato powder concentrations. Regarding the color characteristics of the cookies, the L* (lightness) and b* (yellowness) values decreased significantly, whereas the a* (redness) value increased as the purple sweet potato powder content increased. The cookie hardness increased proportionally with the amount of purple sweet potato powder added. The staleness patterns differed between the groups. The control and 6% and 12% groups displayed a gradual increase in staleness until day three, followed by stabilization, while the 18% and 24% groups experienced a rapid staleness increase until day two, with minimal changes thereafter. The content of total polyphenols, total flavonoids, total anthocyanins, and DPPH radical scavenging activity increased with the addition of purple sweet potato powder. According to the intensity evaluation of the sensory attributes, such as purple color, sweet potato flavor, sweetness, and hardness, increased as the amount of purple sweet potato powder added was increased. The appearance, color, flavor, taste, and overall acceptability were highest in the 18% and 24% groups without significant differences. Therefore, adding 18% to 24% purple sweet potato powder in the production of rice cookies is the optimal ratio that ensures high antioxidant activity while achieving high preference.

Key words: rice cookie, purple sweet potato powder, quality characteristics, antioxidant activities, anthocyanin

서 론

쌀은 동서양을 막론하고 인류 역사를 통해 가장 중요한 식품의 하나로서 밀, 보리와 함께 세계 3대 곡물이다. 쌀은 벼의 알곡으로 우리나라에서는 주식으로 95%가 밥으로 소비되어 왔다. 그러나 식습관의 서구화, 간편식과 외식문화 등의 영향으로 국민 1인당 쌀 소비량은 매년 점차적으로 감소하여 1979년에는 135.6 kg, 2015년에는 62.9 kg(Oh SK 2016)이었으나 2023년도에는 56.8 kg으로 크게 감소하였다(Choi KS & Kim SY 2024). 또한 매년 수입되는 외국쌀은 40만 톤 이상으로 국내 쌀 재고량의 증가 원인이 되고 있다(Nongjung Daily 2024). 이에 쌀 소비를 증가시키기 위하여 주식 이외에 쌀을 이용한 다양한 가공식품의 개발이 절실히 필요한 상황

에서 쌀가루 첨가 식빵(Choi ID 2010), 쌀 발효음료(Lee BR 등 2017), 누룽지(Lee HS 등 2009), 쌀쿠키(Lee JA 2022) 등 다양한 식품이 개발되었다.

쿠키는 박력분을 이용하여 버터, 쇼트닝, 계란, 물엿 등을 혼합하여 만든 과자의 일종이다. 쿠키는 바삭한 식감에 단맛과 함께 낮은 수분함량으로 저장성이 높아 간식으로 널리 이용되고 있다(Lee JA 2022). 한편 밀가루의 단백질인 글루텐으로 인해 알레르기 질환인 셀리악병(Celiac disease)이 발병되는 것이 알려지면서 글루텐-free 식품에 대한 관심이 높아지고 있다. 전 세계인의 1%가 이 질환으로 고통을 겪고 있는 것으로 알려져 있으며 밀을 대체한 식품의 연구는 식품산업에 있어 중요한 과제라고 할 수 있다(Thakaeng P 등 2021). 밀의 대체곡물로서 쌀은 글루텐을 함유하지 않으며 다른 곡물에 비해 전분입자의 크기가 작아 글루텐-free 제품 제조의 좋은 소재로 보고되고 있다. 밀가루를 주원료로 제조되는 쿠

[†] Corresponding author : Eun Jung Kwak, Tel: +82-53-810-2983, Fax: +82-53-810-4662, E-mail: kwakej@ynu.ac.kr

키의 경우도 밀가루를 쌀로 대체하고 마늘 분말(Lee JA 2022), 배과피 분말(Nam JK 등 2023), 흑생강 분말(Choi KS & Kim SY 2024), 메리골드 분말(Lee JJ & Park YJ 2020), 히비스커스 분말(Lee JO & Chung HJ 2018) 등과 같은 기능성 소재를 부재료를 첨가한 쌀 쿠키가 개발되었다.

한편 자색고구마는 진한 자색을 띠는 고구마 품종으로 anthocyanin 색소를 다량 함유하고 있으며 개량된 품종의 자색고구마는 다량의 anthocyanin을 함유해 산업화 가능성이 높은 것으로 알려져 있다(Park GS 등 2012). 자색고구마의 anthocyanin 색소는 cyanidin-(3,6)- α -D-glucopyranosyl-(1,2)- β -D-fructofuranoside와 cyanidin-(3,6)- α -D-glucopyranosyl-(5,1)- α -D-xyloside로서 caffeic acid나 ferulic acid가 acylation 된 형태이다(Kim SJ & Rhim JW 1997). 자색고구마는 phenolic acid, anthocyanin, vitamin, 식이섬유, 저항전분과 같은 건강기능성 성분을 다량 함유함에 따라 항염증, 항산화, 항균, 항당뇨, 항돌연변이, 항암효과 및 간과 신장보호 작용과 같은 수많은 기능이 있는 것이 보고되어(Rosell MLÁ 등 2024) 웰빙식품으로도 각광받고 있다.

따라서 본 연구에서는 자색고구마를 쌀분말에 첨가시켜 글루텐-free 쌀쿠키를 제조하고 쌀쿠키의 품질 특성 및 항산화능을 측정해 봄으로써 현대인의 기호에 맞는 건강기능성 쌀쿠키의 개발 및 자색고구마 이용의 효율성을 증대시키고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

자색고구마 분말을 첨가한 쌀쿠키 제조에는 자색고구마 분말(Shinsun Yakcho, Seoul, Korea), 쌀가루(Gaemi Industry, Eumseong, Korea), 마가린과 쇼트닝(Lotte Foods, Cheonan Korea), 물엿(Otoki, Ulsan, Korea), 프락토 올리고당(CJ CheilJedang, Incheon, Korea)을 사용하였다.

2. 쌀쿠키 제조

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 배합비율은 Table 1과 같다. 시료쿠키의 반죽제조는 생산공장에서 일반적으로 사용하는 방법인 크림법에 따라 실시하였다. 그리고 쌀쿠키 제조시 자색고구마 분말량은 밀가루 중량에 대해 6%, 12%, 18%, 24% 비율로 하였다. 먼저 계량된 버터와 쇼트닝을 부드럽게 풀어 준 뒤 올리고당과 물엿을 2~3회 나누어 넣고, 더 풀어 준 뒤 계란과 설탕을 투입하여 1분간 수직형 반죽기(HL200, Hobart, Troy, OH, USA)를 사용하여 크림화 하였다. 완성된 크림에 체 친 쌀가루와 자색고구마 분말을 2회에 걸쳐 첨가하여 가볍게 혼합한 후 3 mm 두께로 밀

Table 1. Ingredient formula of rice cookies containing different contents of purple sweet potato powder

(unit: g)

Ingredient	Purple sweet potato powder content (%)				
	Control	6	12	18	24
Rice flour	150	141	132	123	114
PP powder ¹⁾	0	9	18	27	36
Shortening	49	49	49	49	49
Margarine	49	49	49	49	49
Oligo sugar	80	80	80	80	80
Salt	2	2	2	2	2
Malt	8	8	8	8	8
Egg	30	30	30	30	30

¹⁾ PP: purple sweet potato powder.

대로 밀고 원형 쿠키틀(직경 25.6 mm)로 성형하였다. 이어 평철판에 사방 2 cm 간격으로 배치한 후 오븐(Daeyung Bakery, Seoul, Korea)에 넣고 윗불 200℃, 아랫불 150℃에서 7분간 구웠다. 구워진 쌀쿠키는 1시간 동안 실온에서 냉각시킨 후 폴리에틸렌 필름으로 밀봉해 사용하였다.

3. 반죽의 밀도 및 수분함량 측정

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키 반죽의 부피는 반죽 20 g을 50 mL 메스실린더에 증류수 30 mL을 가한 후 넣어 증가한 높이를 측정하여 구하였고, 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)를 계산하여 밀도를 구하였다. 그리고 쌀쿠키의 수분함량은 105℃에서 상압가열건조법으로 측정하였다.

4. 퍼짐성, 손실률 및 팽창률 측정

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 Kim YJ 등(2010)의 방법을 이용하였으며 쌀쿠키의 지름(mm)과 높이(mm)를 측정하여 그 비율을 산출하였다. 이때 쌀쿠키는 6개를 나란히 수평으로 정렬하여 총 길이를 측정하고 다시 쿠키를 90℃로 회전하여 동일한 방법으로 총 길이를 측정하여 쿠키 1개에 대한 평균너비를 구하였다. 쌀쿠키의 평균 높이는 수직으로 쌓아올려 그 높이를 측정하였으며 다시 쿠키의 쌓은 순서를 바꾼 뒤 높이를 측정하였다. 손실률과 팽창률은 굽기 전과 구운 후 대조구 및 첨가구의 중량을 각각 측정하여 그 차이에 대한 비율을 산출하였다.

퍼짐성(spread ratio) = 쿠키 1개에 대한 평균 직경(cm/개)

/ 쿠키 1개에 대한 평균두께(cm/개)

팽창률(leavening rate) = 굽기 전후의 첨가구 쿠키의 중량 차(g) / 굽기 전후의 대조구 쿠키의 중량 차(g) × 100

손실율(loss rate) = 굽기 전후의 쿠키 1개의 중량 차(g) / 굽기 전 반죽 1개의 중량(g) × 100

5. 색도측정

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 색도는 색차계(Minolta CR-400/410, Japan)를 사용하여 쿠키 윗면의 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)를 측정하였다. 표준백판의 값은 L=97.71, a=-0.07, b=-0.18이었다.

6. 경도측정

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 경도는 rheometer(Compac-100, Sun Rheometer, Osaka, Japan)로 측정하였다. 측정은 load cell 10 kg, plunger는 No. 14를 사용하였고, table speed 60 mm/min, 압착률 50%의 조건에서 실시하였다.

7. 노화도 측정

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 노화도는 저장 중 밀봉한 폴리에틸렌을 이용해 밀봉한 뒤 25°C incubator에서 0일에서 6일간 각각 저장한 후 rheometer(Compac-100, Sun Rheometer, Osaka, Japan)를 이용하여 경도 변화로 노화도를 측정하였다.

8. 항산화능 측정을 위한 쌀쿠키 추출물 제조

자색고구마 분말의 첨가량을 달리한 쌀쿠키는 분쇄기(SFM-555SP, Shinil, Korea)로 분쇄한 후 쿠키 분말 2 g에 ethylether 10 mL를 넣고 5분간 흔들어 탈지하였다. 이 과정을 총 4회 실시한 후 ethylether를 제거하고 보슬보슬한 가루 상태가 되도록 건조하였다. 이어서 물 10 mL을 넣고 실온에서 추출기(SLRM-3, Seoulin Bioscience, Korea)를 사용하여 1시간 추출하였다. 다음 3,500 rpm에서 15분간 원심분리(FLETA 5, Hanil, Korea)한 다음, 여과지(No. 2, Advantec, Japan)로 여과하고 10 mL로 표정하여 항산화능 측정에 시료액으로 사용하였다.

9. 항산화능 측정

1) 총 Polyphenol 함량

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 polyphenol

함량은 Arnous A 등(2001)의 방법에 의해 측정하였다. 이를 위해 적절히 희석한 시료액 2.4 mL와 Folin-Ciocalteu 용액(Sigma-Aldrich, USA) 0.15 mL를 혼합하고 1분간 정치시킨 후, 20% sodium carbonate 0.45 mL를 첨가하였다. 30분간 암소에 방치한 후 750 nm에서 UV-Vis spectrophotometer(UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 흡광도를 측정하였다. 총 polyphenol 함량은 gallic acid(Sigma-Aldrich, USA)를 표준물질로 사용하여 작성한 검량곡선을 작성하여 계산하였고, mg GAE/g(FW)으로 나타내었다.

2) 총 Flavonoid 함량

총 flavonoid 함량은 Shen Y 등(2009)의 방법에 따라 측정하였다. 이를 위해 시료액 0.5 mL와 증류수 2 mL를 혼합한 후 5% sodium nitrite 0.15 mL를 가하고 5분간 방치하였다. 다음 10% aluminium chloride hexahydrate 0.15 mL와 1 M NaOH 1 mL를 첨가하여 혼합하고 암소에서 15분 방치한 후 415 nm에서 UV-Vis spectrophotometer(UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 총 flavonoid 함량은 quercetin(Sigma-Aldrich, USA)을 표준물질로 하여 검량곡선을 작성하여 계산한 후 mg QE/g(FW)으로 나타내었다.

3) DPPH 라디칼 소거능 측정

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능은 Brand-Williams 등(1995)의 방법에 따라 측정하였다. 이를 위해 시료액 0.5 mL에 methanol에 용해한 0.1 mM DPPH 용액 2.5 mL를 가하여 혼합한 뒤 암실에서 30분간 반응시키고 515 nm에서 UV-Vis spectro photometer(UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 흡광도를 측정하였으며 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 흡광도, B: 시료 무첨가구 흡광도

10. 총 Anthocyanin 함량 측정

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 총 anthocyanin 함량은 Lao F & Giusti M (2016)의 방법에 따라 측정하였다. 쌀쿠키의 anthocyanin은 분쇄기(SFM-555SP, Shinil, Korea)로 분쇄한 쿠키 분말 1 g에 95% 에탄올과 1.5 N HCl을 85:15(v/v)의 비율로 혼합한 용매 9 mL를 가해 실온에서 2시간 추출하였다. 다음 3,500 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 10 mL로 정용한 후 545 nm에서 UV-Vis spectrophotometer(UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 흡광도를 측정하고 다음의 식으로 계산하였다.

$$\text{총 anthocyanin 함량 (mg/100 g)} = \frac{100 \times A \times DF \times V}{98.2 \times x}$$

100/98.2: extinction coefficient

A: 535 nm에서의 흡광도

DF: 희석배수

V: anthocyanin 추출액 부피(mL)

x: 추출에 사용한 시료 중량(g)

11. 관능평가

자색고구마 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 관능평가는 본 실험의 목적과 쿠키의 특성을 잘 익히게 한 다음 남녀 대학생 25명에게 3자리 숫자로 각각 표기된 흰색 폴리에틸렌 1회용 접시에 각 시료 당 쌀쿠키 2개씩을 담아 제시하였다. 관능평가는 차이식별검사와 기호도 검사를 실시하였다. 차이식별검사 항목으로는 보라색, 고구마 향, 단맛, 단단한 정도이고 기호도 검사 항목은 외관, 색, 향, 맛, 전반적 기호도에 대해 7점척도법으로 관능적 특성이 강하거나 또는 기호도가 좋을수록 높은 점수로 표시하도록 하였다.

12. 통계처리

3회 반복 측정한 각 실험결과와 관능평가 결과는 SPSS (v.25.0, IBM Inc., NY, USA) 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하고 일원배치분산분석(one way ANOVA)을 실시하였으며 각 시료간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 반죽의 밀도 및 수분함량

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 밀도와 수분함량은 Table 2에 나타내었다. 밀도는 쿠키의 팽창정도를 알 수 있는 지표로 반죽의 밀도가 너무 낮으면 쿠키가 단단하

고, 너무 높으면 쉽게 부스러지는 성질을 나타낸다(Koh WB & Noh WS 1997). 시료 쌀쿠키 반죽의 밀도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 1.14에서 1.05로 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 메리골드 분말을 0%~7% 첨가한 쌀 쿠키(Lee JJ & Park YJ 2020)의 밀도는 1.26에서 1.19로 메리골드 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였고, 들깨박을 첨가한 쌀쿠키(Oh HL 등 2022)에서는 시료간 유의적 차이는 없었으나 밀도는 감소하여 본 결과와 유사한 경향으로 나타났다. 그러나 쌀가루에 배과피 분말을 0%~7% 첨가한 쌀쿠키(Nam JK 등 2023)의 밀도는 1.25~1.26으로 시료간 차이가 없어 본 결과와 차이를 보였다. 쌀쿠키의 경우도 부재료 종류, 제조조건 등에 따라 밀도의 차이가 있는 경우와 없는 경우가 있는 것으로 나타났다.

자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 수분함량은 7.20%~7.81% 범위로 나타났고, 첨가구의 수분함량은 대조구에 비해 높았지만 시료간 유의적인 차이는 없었다. 마늘분말 첨가 쌀쿠키(Lee JA 2022)와 흑생강 분말 첨가 쌀쿠키(Choi KS & Kim SY 2024)의 수분함량은 첨가구가 대조구보다 낮았는데 이와 같은 차이는 부재료의 수분함량이나 수분결합력에 따라 쿠키의 수분함량이 영향을 받는 것으로 생각되었다(Lee JA 2022). 한편 밀가루에 연잎 분말을 첨가한 쿠키(Kim GS & Park GS 2008)에서도 본 연구와 유사한 결과를 보였다. Kim GS & Park GS(2008)은 쿠키의 수분함량은 대부분 10% 미만이라고 하였다.

2. 쿠키의 퍼짐성, 팽창률, 손실률

자색고구마를 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쌀쿠키의 퍼짐성, 팽창률 및 손실률은 Table 3에 나타내었다. 쿠키의 퍼짐성은 재료들을 반죽하여 쿠키를 형성한 후 오븐에서 구워지는 동안 반죽이 바깥쪽으로 밀려 두께가 감소하고 직경이 커지는 정도를 나타내며, 반죽의 단백질 함량, 설탕, 버터 및 수분 함량, 반죽의 점도 등의 영향을 받으며, 특히 반죽의 수분 함량이 높은 경우 굽는 과정에서 수분 증발의 증가로

Table 2. Bulk densities and water contents of rice cookie dough containing different contents of purple sweet potato powder

	Purple sweet potato powder content (%)				
	Control	6	12	18	24
Bulk density (g/mL)	1.14±0.01 ^{1)a2)}	1.11±0.00 ^b	1.10±0.00 ^{ab}	1.07±0.02 ^{cd}	1.05±0.01 ^d
Water content (%)	7.20±0.28 ^a	7.46±0.36 ^a	7.81±0.08 ^a	7.49±1.75 ^a	7.35±0.98 ^a

¹⁾ Data are expressed as mean±S.D. (n=3).

²⁾ a~d Means with different letters within the same row are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Spread ratios, leavening rates and loss rates of rice cookies containing different contents of purple sweet potato powder

	Purple sweet potato powder content (%)				
	Control	6	12	18	24
Spread ratio	3.17±0.01 ^{1)a2)}	3.14±0.02 ^b	3.07±0.02 ^c	3.03±0.01 ^d	2.99±0.02 ^e
Leavening rate (%)	100.00±4.87 ^a	92.55±2.43 ^b	90.59±1.97 ^b	89.09±3.48 ^{bc}	85.88±4.14 ^c
Loss rate (%)	10.08±0.35 ^a	8.92±0.23 ^b	8.97±0.20 ^b	8.30±0.32 ^c	8.31±0.40 ^c

¹⁾ Data are expressed as mean±S.D. (n=3).

²⁾ a~e Means with different letters within the same row are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

인하여 유동에 필요한 일정한 점도를 가지지 못할 때 감소하는 것으로 알려져 있다(Kim MJ & Chung HJ 2017). 그 밖에 쿠키 퍼짐성은 반죽온도, 반죽농도, 오븐 온도 등의 영향을 받는다고 보고되었다(Lee JJ & Park YJ 2020). 대조구의 퍼짐성은 3.17±0.01로 시료 중 가장 높았으며 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 메리폴드 분말(Lee JJ & Park YJ 2020), 표고버섯 분말(Kim MJ & Chung HJ 2017)을 첨가한 쌀쿠키와 유사하였다. 그러나 배과피 분말(Nam JK 등 2023), 들깨박(Oh HL 등 2022) 첨가 쌀쿠키에서는 부재료 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 들깨박 첨가 쌀쿠키(Oh HL 등 2022)에서는 들깨박의 높은 지방함량에 의해 퍼짐성이 증가하였다고 보고되었다.

시료 쌀쿠키의 팽창률은 대조구가 100.00±4.87%로 가장 높았으며 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 팽창률은 유지의 종류, 첨가량, 수분의 영향을 받는 것으로 보고되었는데(Oh HL 등 2022), 메리폴드 분말(Lee JJ & Park YJ 2020), 표고버섯 분말(Kim MJ & Chung HJ 2017), 들깨박(Oh HL 등 2022) 첨가 쌀쿠키에서도 부재료 첨가량이 증가함에 따라 팽창율이 감소하여 유사한 결과를 보였다.

시료 쌀쿠키의 손실율은 대조구가 10.08±0.35%로 가장 높았으며 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 이는 쿠키를 굽는 과정 중 수분함량이 감소되었기 때문으로 사료된다. 배과피 분말(Nam JK 등 2023), 메리폴드 분말(Lee JJ & Park YJ 2020), 표고버섯 분말(Kim MJ & Chung HJ 2017), 들깨박(Oh HL 등 2022) 첨가 쌀쿠키에서도 유사한 결과를 보였다.

3. 쿠키의 색도

자색고구마 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쌀쿠키의 색도에 대한 결과는 Table 4에 나타내었다. 쿠키의 색은 일정한 조건하에 주로 당에 의하며 Maillard 반응이나 카라멜화 반응에 의해 결정되어 진다(Lee EJ 등 2011).

명도(L값)와 황색도(b값)는 대조구가 가장 높게 나타났으며 6% 첨가구에서 급격히 감소한 이후 자색고구마 분말 첨가량이 증가할수록 점차적으로 감소하였다($p<0.05$). 이와 반대로 적색도(a값)는 대조구가 가장 낮았고, 6% 첨가구에서 급격히 증가한 후 자색고구마 분말 첨가량이 증가할수록 점차적으로 증가하였다($p<0.05$). 이같은 결과는 자색고구마를 첨가한 크림 스프(Hwang ES & Kim SY 2022), 머핀(Park GS 등 2012), 설기떡(Ahn GJ 2010), 아몬드 다식(Jang JS &

Table 4. Color value of rice cookies containing different contents of purple sweet potato powder

	Purple sweet potato powder content (%)				
	Control	6	12	18	24
L	85.08±0.47 ^{1)a2)}	60.05±1.02 ^b	54.83±0.68 ^c	51.01±0.60 ^d	46.59±0.76 ^e
a	-3.76±0.10 ^d	10.28±0.29 ^c	12.79±0.42 ^b	13.05±0.50 ^{ab}	13.49±0.31 ^a
b	22.65±0.77 ^a	6.78±0.52 ^b	5.39±0.61 ^c	4.20±0.25 ^d	3.59±0.62 ^d

¹⁾ Data are expressed as mean±S.D. (n=3).

²⁾ a~e Means with different letters within the same row are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Chung HJ 2009)에서도 유사하였다.

4. 쿠키의 경도(Hardness)

자색고구마 분말의 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 경도(hardness)는 Fig. 1에 나타내었다. 대조구의 경도가 7.66 kg/cm²로 가장 낮았고 6% 첨가구는 9.70 kg/cm², 12% 첨가구 11.46 kg/cm², 18% 첨가구 13.04 kg/cm², 24% 첨가구는 14.54 kg/cm²으로 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 점차적으로 증가하였다. 이같은 결과는 배과피 분말(Nam JK 등 2023), 표고버섯 분말(Kim MJ & Chung HJ 2017), 메리골드 분말(Lee JJ & Park YJ 2020)을 첨가한 쌀쿠키에서도 동일하였다. 한편 들깨박 첨가 쌀쿠키(Oh HL 등 2022)의 경우 들깨박 첨가량이 증가함에 따라 경도는 감소하였는데 원인은 들깨박의 지방이 쿠키반죽 사이에 기름막을 형성해 결합을 방해하였기 때문인 것으로 생각되었다. 쌀쿠키의 경도도 밀가루를 원료로 제조된 쿠키와 동일하게 부재료의 종류에 따라 수분(Ji JR & Yoo SS 2010)이나 지방 함량의 영향을 크게 받는 것으로 생각되었다. 그 밖에 쿠키의 경도는 부재료의 첨가량, 반죽 밀도 등의 영향을 받는 것으로 보고되었다(Kwon YR 등 2011).

5. 쿠키의 노화도

자색고구마 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쌀쿠키의 저장에 따른 경도변화는 Fig. 2에 나타내었다. 노화현상은 저장기간 중 일어나는 수분손실과 전분의 노화에 의한 것으로 식품의 저장성을 판단하는 데 중요하다(Kwon YR 등 2011). 시료 쌀쿠키는 제조 직후부터 경도가 증가하여 노화가 진행되는 것으로 나타났다. 대조구, 6% 첨가구, 12% 첨가구는 저장

2일부터 3일째 되는 기간 중 경도가 급격히 증가한 후 6일까지 큰 변화는 없었다. 한편 18%, 24% 첨가구는 저장 1일부터 2일째 되는 기간 중 경도가 매우 급격히 증가한 후 이후 큰 변화를 보이지 않았다. 이상의 결과로 자색고구마를 첨가한 쌀쿠키 제조시 18%와 24% 첨가구에서 경도의 변화가 빠르게 진행됨에 따라 품질저하가 일어날 수 있는 것을 알 수 있었다. 아밀로스 함량이 다른 쌀가루를 밀가루와 혼합하여 제조한 쿠키(Kwon YR 등 2011)에서 아밀로스 함량이 높은 쌀가루 첨가 쿠키가 5일간의 저장기간 중 경도변화가 적었는데 본 시료 쌀쿠키는 쌀가루에 자색고구마 분말을 첨가함에 따라 아밀로스 함량이 감소되어 저장 중 경도가 더욱 증가한 것으로 생각되었다.

6. 쿠키의 항산화 활성

자색고구마 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 쌀쿠키의 항산화활성은 Table 5에 나타내었다. 시료 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량은 대조구가 0.72 mg GAE/g(FW)이었고 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 24% 첨가구의 함량은 3.19 mg GAE/g(FW)로 나타났다($p<0.05$). 보고된 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량은 으나무잎 분말을 0%~5% 첨가한 쌀쿠키(Lee EJ & Jin SY 2015)의 경우 0.34~0.62 mg GAE/g(FW), 흑생강 분말을 쌀가루의 0%~7%로 첨가한 쿠키(Choi KS & Kim SY 2024)에서는 0.89~1.61 mg GAE/mL, 히비스커스 분말을 쌀가루와 밀가루의 0%~9%로 첨가한 쿠키(Lee JO & Chung HJ 2018)는 0.12~0.60 mg GAE/g(FW)였고, 0%~12% 표고버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키(Kim MJ & Chung HJ 2017)의 경우는 0.09~0.18 mg GAE/g(FW)로 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 증가하

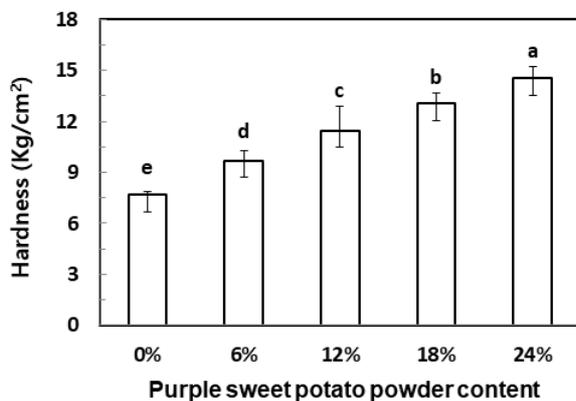


Fig. 1. Hardness of rice cookies containing different contents of purple sweet potato powder.

^{a-c} Values with different superscripts on the bars are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

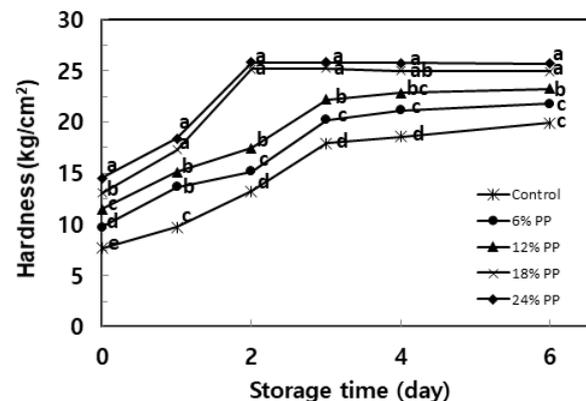


Fig. 2. Change in hardness of rice cookies containing different contents of purple sweet potato powder.

^{a-c} Values with different superscripts on the curves are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

Table 5. Antioxidant activities of rice cookies containing different contents of purple sweet potato powder

	Purple sweet potato powder content (%)				
	0	6	12	18	24
Total polyphenol contents (mg/g FW)	0.72±0.02 ^{1)d2)}	1.34±0.03 ^c	2.11±0.05 ^b	2.18±0.06 ^b	3.19±0.10 ^a
Total flavonoid contents (mg/g FW)	0.03±0.02 ^c	0.34±0.06 ^d	0.78±0.02 ^c	1.06±0.06 ^b	1.80±0.08 ^a
DPPH free radical scavenging activity (%)	9.35±0.10 ^c	23.65±0.49 ^d	38.13±0.19 ^c	42.96±0.51 ^b	62.77±0.51 ^a
Total anthocyanin contents (mg/100 g FW)	0.31±0.00 ^c	1.72±0.01 ^d	3.01±0.00 ^c	3.98±0.01 ^b	6.58±0.15 ^a

¹⁾ Data are expressed as mean±S.D. (n=3).

²⁾ a~e Means with different letters within the same row are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

였다. 본 시료 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량은 보고된 쌀쿠키의 함량보다 높게 나타났는데 이는 자색고구마 분말 첨가량이 최대 24%로 다른 쌀쿠키보다 부재료 첨가량이 많았고, 또한 자색고구마의 polyphenol 함량이 높기(Rosell MLÁ 등 2024) 때문인 것으로 생각되었다. 으나무잎 분말 첨가 쌀쿠키(Lee EJ & Jin SY 2015)도 으나무잎 첨가량을 고려할 경우 자색고구마 분말 첨가 쌀쿠키와 유사한 정도로 총 polyphenol 함량이 높은 것으로 나타났다.

시료 쌀쿠키의 총 flavonoid 함량은 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 0.03~1.80 mg QE/g(FW)로 나타났는데(Table 5) 흑생강 분말 첨가 쿠키(Choi KS & Kim SY 2024)는 0%~7% 첨가시 0.42~0.49 mg QE/mL라고 하였고, 들깨박을 5%~20% 첨가한 쌀쿠키(Oh HL 등 2022)에서는 0.39~2.56 mg QE/g(FW)로 많은 연구에서 식물성 부재료를 첨가시 첨가량에 비례하여 총 flavonoid 함량이 증가하는 것으로 보고되었다.

시료 쌀쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 9.35%~62.77% 범위로 증가하였다(Table 5). 쌀가루와 밀가루의 0%~9%로 히비스커스 분말을 첨가한 쿠키(Lee JO & Chung HJ 2018)의 경우 29.52%~91.05%로 매우 높았고, 들깨박을 5%~20% 첨가한 쿠키(Oh HL 등 2022)는 2.67%~52.49%, 마늘분말을 0%~25% 첨가한 쌀쿠키(Lee JA 2022)는 7.36%~21.62%의 소거능을 보여 부재료 첨가량에 비례하여 DPPH 라디칼 소거능은 증가하는 것으로 나타났다. 이상 결과로부터 쌀쿠키의 항산화활성은 부재료의 특성 및 첨가량에 따라 차이가 큰 것으로 사료되었다.

7. 쿠키의 총 Anthocyanin 함량

자색고구마 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 쌀쿠키의 총 anthocyanin 함량은 Table 5에 나타내었다. 시료 쌀쿠키의 총 anthocyanin 함량은 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에

따라 0.31~6.58 mg/100 g(FW)로 증가하였다. 자색고구마 분말을 2%~8% 첨가한 누룽지(Yong JE & Kang ST 2022)의 경우 2.34~10.98 mg/100 g였고, 0%~8% 자색고구마 분말 첨가 생면(Lee JS & Yoo SS 2012)의 안토시아닌 함량은 70.20~91.79 mg/100 g라고 하였다. Anthocyanin 안정성은 가열온도가 증가하고, 가열시간이 길어질수록 감소하는 것으로 보고되었다(Yong JE & Kang ST 2022).

8. 관능평가

자색고구마 분말의 첨가량을 달리한 쌀쿠키의 관능적 특성의 강도와 기호도 검사결과는 Table 6에 나타내었다. 시료 쌀쿠키의 보라색 정도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 고구마 향은 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으나, 18%와 24% 첨가구간의 차이는 없었다. 쌀쿠키의 단맛에서도 고구마 향과 유사하게 18%와 24% 첨가구간의 차이는 없었으나 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 쌀쿠키의 단단한 정도는 대조구가 가장 낮았고, 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향이었으나 6%~18% 첨가구는 동일한 경도 특성을 보였으며, 24% 첨가구가 가장 높았다. 경도 측정결과(Fig. 1) 쌀쿠키의 경도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 큰 차이를 보이면서 증가하였으나 관능평가결과 시료간 쌀쿠키의 경도 차이는 크지 않았다.

시료 쌀쿠키의 기호도 검사 결과(Table 6) 외관, 색, 향, 맛, 전반적 기호도 모든 항목에서 6%와 12% 첨가구의 값이 가장 낮은 경향을 보였다. 다음 대조구가 높았고 18%와 24% 첨가구는 유의적 차이 없이 가장 선호되는 것으로 나타났다. 이같은 결과는 자색고구마 분말을 18% 이상 첨가시 자색고구마 유래의 보라색, 고구마 특유의 달달한 향과 단맛을 강하게 느낄 수 있어 전반적 기호도가 높아진 것으로 사료되었다. 자색고구마 분말을 5%~20% 첨가한 다식(Jang JS &

Table 6. Sensory characteristics and preference of rice cookies containing different contents of purple sweet potato powder

	Purple sweet potato powder content (%)					
	Control	6	12	18	24	
Intensity	Purple color	1.06±0.24 ^{1)(c2)}	2.96±0.82 ^d	4.35±0.65 ^c	5.70±0.70 ^b	6.70±0.47 ^a
	Sweet potato flavor	1.35±0.61 ^d	2.70±1.02 ^c	3.57±0.95 ^b	4.78±1.28 ^a	4.78±1.54 ^a
	Sweetness	2.94±1.39 ^c	2.43±0.79 ^{bc}	3.43±1.20 ^b	4.35±1.19 ^a	4.61±1.37 ^a
	Hardness	3.35±1.11 ^b	3.74±1.18 ^{ab}	3.78±1.09 ^{ab}	4.00±1.57 ^{ab}	4.35±1.23 ^a
Preference	Appearance	4.35±1.80 ^{1)(bc2)}	2.74±1.45 ^d	3.57±1.24 ^{cd}	4.83±1.19 ^{ab}	5.39±1.23 ^a
	Color	4.35±2.00 ^{ab}	2.74±1.51 ^c	4.00±1.09 ^b	5.22±0.95 ^a	5.22±1.31 ^a
	Flavor	4.35±1.54 ^{ab}	3.78±1.17 ^b	4.26±0.96 ^{ab}	4.83±1.23 ^a	4.70±1.52 ^a
	Taste	4.24±1.39 ^{ab}	3.43±1.56 ^b	4.43±1.24 ^a	5.04±1.30 ^a	5.00±0.51 ^a
	Overall acceptability	4.18±1.47 ^b	3.22±1.44 ^c	4.17±1.27 ^b	5.22±1.04 ^a	4.87±1.29 ^{ab}

¹⁾ Data are expressed as mean±S.D. (n=25).

²⁾ a~c Means with different letters within the same row are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Chung HJ 2009)의 경우에서도 다식의 보라색이 가장 선호된 15% 첨가구가 종합적 기호도 값도 가장 높아 본 결과와 유사한 경향을 보였다.

색고구마 분말을 첨가하여 쌀쿠키 제조시 자색고구마 분말은 18%~24%으로 첨가하는 것이 높은 항산화능을 가지면서 기호도도 높은 최적의 비율임을 알 수 있었다.

요약 및 결론

자색고구마 분말 첨가량을 6%, 12%, 18%, 24% 첨가하여 제조한 쌀쿠키 반죽의 밀도, 수분함량, 퍼짐성, 팽창률, 손실률을 측정하였고 이어서 쿠키의 색도, 경도, 노화도, 항산화능, 총 anthocyanin 함량, 관능적 특성의 강도 및 기호도를 측정하였다. 반죽의 밀도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으며, 수분함량은 시료간 차이가 없었다. 퍼짐성, 팽창률, 손실률 모두 자색고구마 분말을 첨가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 한편 시료 쿠키의 명도와 황색도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮아졌으며, 적색도는 증가하였다. 경도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였고, 노화도의 경우 대조구와 6%, 12%는 3일째까지 증가하다가 이후 완만히 증가하였으나, 18%와 24% 첨가구는 2일째까지 급격히 증가하다 이후에는 큰 변화가 없었다. 총 polyphenol, 총 flavonoid, 총 anthocyanin 함량 및 DPPH 라디칼 소거능도 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 관능적 특성의 강도 평가 결과 보라색, 고구마향, 단맛, 단단한 정도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 외관, 색, 향, 맛, 전반적 기호도는 18% 첨가구와 24% 첨가구간 유의적 차이 없이 가장 높았다. 이상 모든 결과로부터 자

REFERENCES

- Ahn GJ (2010) Quality characteristics of *sulgidduk* prepared with amount of purple sweet potato powder. *Culi Sci & Hos Res* 16(1): 127-136.
- Arnous A, Makris DP, Kefalas P (2001) Effect of principal polyphenol components in relation to antioxidant characteristics of aged red wines. *J Agric Food Chem* 49(12): 5736-5742.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology* 28(1): 25-30.
- Choi ID (2010) Substitution of rice flour on bread-making properties. *Food Sci Preserv* 17(5): 667-673.
- Choi KS, Kim SY (2024) Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies with added black ginger (*Kaempferia parviflora*) powder. *Culi Sci & Hos Res* 30(1): 18-27.
- Hwang ES, Kim SY (2022) Quality characteristics and antioxidant activity of cream soup supplemented with purple sweet potato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 51(12): 1304-1311.

- Jang JS, Chung HJ (2009) Quality characteristics of almond *dasik* with added purple sweet potato powder. *J Korean Soc Food Cult* 24(6): 756-761.
- Ji JR, Yoo SS (2010) Quality characteristics of cookies with varied concentrations of blueberry powder. *J East Asian Soc Diet Life* 20(3): 433-438.
- Kim GS, Park KS (2008) Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 24(3): 398-404.
- Kim MJ, Chung HJ (2017) Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies added with *Lentinus edodes* powder. *Food Sci Preserv* 24(3): 421-430.
- Kim SJ, Rhim JW (1997) Concentration of pigment extracted from purple sweet potato by nanofiltration. *Korean J Food Sci Technol* 29(3): 492-496.
- Kim YJ, Jung IK, Kwak EJ (2010) Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with *Pleurotus eryngii* powder. *Korean J Food Sci Technol* 42(2): 183-189.
- Koh WB, Noh WS (1997) Effect of sugar particle size and level on cookie spread. *J East Asian Soc Diet Life* 7(2): 159-165.
- Kwon YR, Jung MH, Cho JH, Song YC, Kang HW, Lee WY, Youn KS (2011) Quality characteristics of rice cookies prepared with different amylose content. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(6): 832-838.
- Lao F, Giusti MM (2016) Quantification of purple corn (*Zea mays* L.) anthocyanins using spectrophotometric and HPLC approaches: Method comparison and correlation. *Food Anal Methods* 9(5): 1367-1380.
- Lee BR, Kim SB, Lee MY, Kim JS, Kim MJ, Kim KC, Kim KM, Choi SI (2017) The quality characteristics of fermented rice beverage according to drying methods of cooked rice. Abstract P03-90 presented at KFN International Symposium and Annual Meeting, Gyeongju, Korea.
- Lee EJ, Jin SY (2015) Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies added *Kalopanax pictus* leaf powder. *J East Asian Soc Diet Life* 25(4): 672-680.
- Lee EJ, Kim HI, Hong GJ (2011) Quality characteristics of cookies added with *Nelumbo nucifera* G. powder. *J Korean Soc Food Cult* 26(4): 394-399.
- Lee HS, Kwon KH, Kim JH, Cha HS (2009) Quality characteristics of instant *nuroong-gi* prepared using a microwave. *Food Sci Preserv* 16(5): 669-674.
- Lee JA (2022) Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies with garlic powder. *Culi Sci & Hos Res* 28(11): 86-93.
- Lee JJ, Park YJ (2020) Benefits of the addition of marigold (*Tagetes erecta* L.) powder on quality characteristics and antioxidant properties of rice cookies. *Korean J Community Living Sci* 31(4): 585-599.
- Lee JO, Chung HJ (2018) Quality characteristics and antioxidant properties of rice cookies amended with hibiscus powder. *J Korean Soc Food Cult* 33(5): 451-457.
- Lee JS, Yoo SS (2012) Quality characteristics of wet noodles added with purple sweet potato powder. *J East Asian Soc Diet Life* 22(4): 489-496.
- 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.
- Nongjung Daily (2024) The Surplus Rice in Korea: The Cause is 'Imported Rice'. <http://www.ikpnews.net> (accessed on 19. 12. 2024).
- 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.
- Oh SK (2016) Development of rice varieties for processing and trend of food industry. *Food Industry and Nutrition* 21(2): 8-14.
- Park GS, Kim KE, Park SY (2012) Quality characteristics of purple sweet potato muffins containing rice flour. *Food Sci Preserv* 19(6): 833-840.
- Rosell MLÁ, Quizhpe J, Ayuso P, Peñalver R, Nieto G (2024) Proximate composition, health benefits, and food applications in bakery products of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and its by-products: A comprehensive review. *Antioxidants* 13(8): 954.
- Shen Y, Jin L, Xiao P, Lu Y, Bao J (2009) Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size, and weight. *J Cereal Sci* 49(1): 106-111.
- Thakaeng P, Boonloom T, Rawdkuen S (2021) Physicochemical properties of bread partially substituted with unripe green banana (*Cavendish* spp.) flour. *Molecules* 26(7): 2070.

Yong JE, Kang ST (2022) Antioxidant activity and quality characteristics of *nurungji* prepared with purple sweet potato according to addition times and powder contents. Food Eng Prog 26(2): 91-97.

Date Received	Dec. 19, 2024
Date Revised	Dec. 24, 2024
Date Accepted	Dec. 26, 2024