

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 품질 특성 및 식이섬유 함량

김도희¹ · 안수린¹ · 이재민¹ · 신경옥^{2*}¹삼육대학교 식품영양학과 박사과정, ²삼육대학교 식품영양학과 교수Quality Characteristics and Crude Fiber Content of Financier Prepared with the Addition of *Brassica oleracea* var. *viridis* L. PowderDo-Hui Kim¹, Soo-Rin Ahn¹, Jae-Min Lee¹ and Kyung-Ok Shin^{2*}¹Doctoral Course, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea²Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

ABSTRACT

In this study, a financier containing 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% *Brassica* (B.) *oleracea* var. *viridis* L. powder was produced to assess quality characteristics and increase its utilization as a functional food ingredient. As the amount of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder added increased, lightness and redness decreased, while yellowness increased. The color of the financiers darkened, and the size of the financiers gradually increased with the increase in the amount of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder added ($p<0.05$). Also, pH, hardness, baking loss, expansion, and firmness tended to increase ($p<0.05$). Similarly moisture, ash, crude protein, and crude fiber contents also increased ($p<0.05$). The contents of magnesium, calcium, manganese, and zinc also significantly increased ($p<0.05$). The group with 20% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder showed the highest total phenol, total flavonoid, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), and 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging activities. These values increased with increasing *B. oleracea* var. *viridis* L. powder content in the financier. Based on the results of this study, continued research should be conducted to explore ways to utilize *B. oleracea* var. *viridis* L. in various functional foods.

Key words: *Brassica oleracea* var. *viridis* L. powder, financier, antioxidants, crude fiber

서 론

컬리케일(*Brassica oleracea* var. *viridis* L.)은 곱슬 케일이라고도 불리며, 겨울철에 섭취하는 잎채로서 유럽에서 흔히 재배되는 배추속 식물이다(Fiol M 등 2013). 짙은 녹색의 잎이 매우 꼬불꼬불하고, 비타민(C, K), 무기질 및 항산화 성분이 풍부하여 건강에 유익한 채소로 알려져 있다(Kurilich AC 등 1999; Olsen H 등 2010). 야생 컬리케일은 키가 큰 2년생 또는 다년생 식물로서, 첫해에 큰 잎으로 이루어진 굵은 장미 모양을 형성한다. 회녹색 잎은 살이 많고 두꺼우며, 어려운 환경에서 식물이 수분과 영양분을 저장하는 데 도움을 준다. 두 번째 해에는 꽃대가 최대 1.5미터(5피트)까지 자라며, 줄기에서 뻗어 긴 네 잎의 노란 꽃송이가 핀다(Francis-Baker & Tiffany 2021). 케일은 비타민 A 8,900 IU, 비타민 B 60.271 mg, 비타민 C 120 mg, 비타민 E 0.8 mg, 니코틴산 1 mg, 엽산 29.3 mg, 칼슘 135 mg, 칼륨 447 mg, 인 56 mg, 마그네슘 34 mg, 단백질 3.3 g 및 섬유질 2 g을 함유하고 있

다(Lee JA 2015). 또한 다량의 엽록소 및 페놀 성분도 풍부하여 영양적 가치가 있는 식품소재로 보고되었다(Lee JA 2015). 케일은 글루코시놀레이트(glucosinolate)의 공급원이기도 하여, 글루코시놀레이트의 일부 가수분해 산물은 항암 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 케일에 함유되어 있는 프로고이트린(pro-goitrin)은 인체 내에서 고이트린(goitrin)으로 전환된 후 요오드(iodine)와 결합하여 갑상선호르몬 합성을 억제할 수 있다(Waśniowska J 등 2023).

피낭시에(financier)는 프랑스의 디저트이며, 풍요와 재운의 의미를 담고 있다(Kim JY & Kim JH 2024). 또한 틀에 구워낸 과자의 모양이 금피를 닮아 ‘금융가 또는 자본가’라는 의미를 가지고 있다(Kim JY & Kim JH 2024). 기본적인 비스킷(biscuit) 반죽에 설탕을 섞고 밀가루와 아몬드 가루를 첨가한 후 버르 누아제트(beurre noisette, 태운 버터)를 추가하여 사각형 등의 피낭시에 틀에 반죽을 넣고 구워낸 과자이다(Lim HS & Cha GH 2025). 보통 겉집이 바삭하고 단단한 제형이며 속은 촉촉하고 가벼운 질감을 가지고 있다. 현재 디저트 시장은 차별화된 품질 특성, 다양한 종류의 디저트 제품의 등장, 방대한 정보 등으로 변화하고 있다. 식생활 양식이 서구화로 전환되어감에 따라 주식의 패턴이 바뀌고 간

* Corresponding author : Kyung-Ok Shin, Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

편하게 식사를 해결하려는 사람들이 증가하면서 다양한 제과·제빵류가 대중화되고 있고 그 수요도 증가하고 있다(Park LY 2015) 피낭시에는 부재료를 첨가하기 용이한 제품으로 선행연구로는 단호박(Lee CS & Cha GH 2020), 밀기울(Yamada M 2021), 암빈(Jeon BR 2022), 울금(Kim JY & Kim JH 2024) 분말 및 글루텐프리 곡류(Lim HS & Cha GH 2025) 등을 첨가한 피낭시에 연구들이 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 건강기능식품으로 관심을 받고 있는 컬리케일 분말을 활용하여 컬리케일 분말의 함량에 따라 피낭시예를 제조하여 제품의 다양성을 증가시키고, 건강을 추구하고자 하는 목적에 따라 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

컬리케일 분말은 해나식품(Haenafood, Seoul, Korea)을 통해 동결건조 된 분말을 구매하였으며, 박력분(Gompio Co., Seoul, Korea), 아몬드 가루(Viomix, Gyeonggi-do, Korea), 무염버터(Fonterra Limited Co., Auckland, New Zealand), 백설탕(Quality no.1 Co., Ulsan, Korea), 달걀(Chakhan, Co., Gyeonggi, Korea), 올리오당(Otogi Co., Seoul, Korea)은 남양주에 있는 마트에서 구입하여 사용하였다.

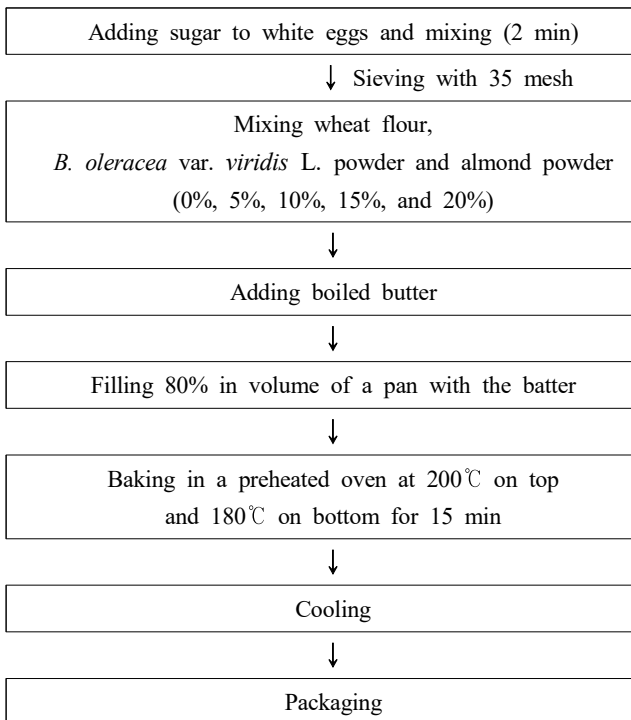


Fig. 1. Flowchart for preparation of financier with different amounts of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.

2. 피낭시예의 제조

피낭시예 제조는 선행연구인 Lee CS & Cha GH(2020)의 방법을 변형시켜 적용하였으며, 피낭시예 제조 방법은 Table 1과 같다. 수차례 예비 실험을 통해 컬리케일 분말을 0%, 5%, 10%, 15%, 20% 비율로 조정하여 동일한 조건 하에 제조하였다. 피낭시예는 일반적으로 버터를 갈색으로 태운 버터인 뽀르 누아제트(beurre noisette)를 사용하였다. 달걀흰자에 설탕을 넣고 거품이 나지 않도록 섞은 후, 35 mesh 체에 내린 박력분, 아몬드 가루, 컬리케일 분말을 섞고 태워서 식힌 버터를 넣고 혼합하였다. 반죽은 냉장고에서 1시간 휴지시킨 후, 피낭시예 틀(335 × 260 × 16 mm)에 담아 예열시킨 오븐(SPS43K, Smeg, Seoul, Korea)에 180℃에서 15분간 구웠다. 시료는 실온에서 보관한 후, 실험에 사용하였다(Fig. 1).

3. 피낭시예의 색도 측정 및 외관 관찰

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시예의 색도 측정은 색차계(CR-400, Koica Minolta, Osaka, Japan)로 측정하였다. 절단된 시료의 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness) 값을 총 3회 반복 측정하였고 측정 전 기기의 표준백판(L=93.97, a=0.63, b=3.85)을 사용하여 보정하였다. 피낭시예의 외관 관찰과 단면은 카메라(Galaxy S10, Samsung Co., Seoul, Korea)를 사용하여 0%, 5%, 10%, 15%, 20% 첨가군별 배치하여 촬영하였다.

4. 피낭시예의 pH, 굽기 손실률, 팽창률 및 경도 측정

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시예의 pH 측정은 시료 1 g 과 증류수 9 mL를 1분간 균일하게 혼합한 다음, pH 미터(MP 220, Mettler Toledo Co., LTD, Urdorf, Switzerland)로 측정하였다. 컬리케일 분말의 첨가에 따라 % 별로 시료를 3

Table 1. Formula for the financier added with *B. oleracea* var. *viridis* L. powder

Ingredients (g)	<i>B. oleracea</i> var. <i>viridis</i> L. powder (%)				
	0	5	10	15	20
Wheat flour	36	34.2	32.4	30.6	28.8
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>viridis</i> L. powder	0	1.8	3.6	5.4	7.2
Almond powder	30	30	30	30	30
Butter	76	76	76	76	76
Sugar	76	76	76	76	76
Egg white	76	76	76	76	76
Oligosaccharide	8	8	8	8	8

회 반복 측정하였다. 피낭시에의 굵기 손실률과 팽창률은 Joo SY 등(2013)의 방법을 이용하여 측정하였다. 컬리케일 분말을 % 별로 첨가한 피낭시에 굵기 전·후의 대조군과 실험군의 중량을 각각 전자저울(IB-410, Innotem Co., Gyeonggi, Korea)로 측정하였으며, 그 차이에 대한 비율로 산출하였고 3회 반복 측정하였다.

굵기손실률(%) =

$$\frac{\text{반죽의 무게(g)} - \text{피낭시에 무게(g)}}{\text{반죽의 무게(g)}} \times 100$$

팽창률(%) =

$$\frac{\text{실험군 반죽 무게(g)} - \text{실험군 제품 무게(g)}}{\text{대조군 반죽 무게(g)} - \text{대조군 제품 무게(g)}} \times 100$$

경도 측정은 Joo SY 등(2013)의 방법으로 측정하였다. 시료의 직경 4 cm, 높이 4 cm로 하여 물성측정기(TAXT plus/50 Stable Micro Systems, Bucheon, Korea)를 사용하여 3회 반복하여 측정한 다음 평균값으로 비교하였다. 측정 조건은 pre-test speed는 2.0 mm/s, test speed는 1.0 mm/s, post test speed는 3.0 mm/s였으며, 높이 50.00 mm, 지름이 12.45 mm인 원기둥형 탐침을 사용하였다.

5. 피낭시에의 일반성분 및 조섬유(Crude Fiber) 분석

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에에 대한 일반분석은 AOAC법(AOAC 2000)에 의하여 분석하였다. 수분 함량은 105℃로 가열된 드라이 오븐(BF-150C, Biofree Co., Seoul, Korea)을 사용하여 측정하였다. 조회분 함량은 직접 회화법에 따라 550℃ 회화로(KL-160, ADVANTEC Co., Tokyo, Japan)에서 시료를 회화시켜 항량을 구한 뒤 산출하였다. 조단백질 함량은 Kjeldahl법으로 조단백 분석기(Kjeltec TM 2300, FOSS, Hoganas, Sweden)를 이용하여 측정하였으며, 질소 함량에 질소 환산계수 6.25를 곱하여 단백질 함량으로 환산하였다. 조지방 함량은 분석기(SOX606, LABTECH, Seoul, Korea)를 사용하여 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 조섬유 함량은 AOAC법(AOAC 2000)을 준하여 1.25% H₂SO₄ 및 NaOH 분해법을 이용하여 측정하였다. 시료는 조지방 제거를 위해 수회 탈지한 후 2 g을 취하여 조섬유 분석장치(Crude Fiber Analyzer, F800, LABTECH Co., Italy)를 사용하여 분석하였다. 시료를 산 및 알칼리로 순차적으로 분해한 후 잔사를 건조하고 회화하여 잔류량을 측정하였으며, 회분을 제외한 값을 조섬유 함량으로 계산하였다.

조섬유 함량(%) =

$$\frac{\text{건조 후 잔사의 무게(g)} - \text{회분 무게(g)}}{\text{시료 무게(g)}} \times 100$$

6. 피낭시에의 무기질 함량 분석

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 무기질 함량은 Kim HR 등(2007)의 방법을 변형하여 마그네슘, 망간, 구리, 철 및 아연 등 총 5가지를 분석하였다. 시료 0.5 g를 비커에 넣고 질산을 첨가하여 50℃ hot plate 위에서 5 hr 이상 분해 및 증발시켜 시험용액으로 사용하였으며, 컬리케일 분말을 첨가하지 않은 blank 시험도 동일한 방법으로 실시하였다. 시험용액은 원자흡광광도계 AAS(Analyst 700, Perkin Elmer, Norwalk CT, USA)를 이용하여 분석하였으며, 각각의 무기질의 함량은 100 g당 mg로 나타내었다.

7. 메탄올 추출물 제조

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 추출물 제조는 Yoon JA & Shin KO(2025)의 방법을 사용하였다. 컬리케일 분말을 분쇄(NSG-100 2SS, Hanil, Seoul, Korea)하였으며, 분쇄한 시료를 70% 메탄올에 침지하여 1 hr 동안 60℃에서 초음파 분산기(UCP10, JeioTech, Daejeon, Korea)를 이용하여 균질화시켰다. 균질화시킨 시료는 4℃에서 10 min 동안 원심분리(6,000×g)하여 상층액을 여과지(Minisart, Sartorius, Goettingen, Germany) (0.45 µm)를 사용하여 여과한 다음, 총 페놀, 총 플라보노이드, ABTS 라디칼 소거 활성 및 DPPH 라디칼 소거 활성 측정에 시료로 사용할 때까지 -18℃의 초저온냉동고(EB3FX, VENIX, Seoul, Korea)에서 보관하였다.

8. 피낭시에의 총 페놀 및 플라보노이드 함량 측정

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 총 페놀 함량은 Folin-Denis법(Folin O & Denis W 1912)에 의하여 실시하였다. 시료와 증류수를 각각 10 µL와 90 µL를 준비한 후, 1 M Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma, USA) 시약 10 µL를 혼합하여 96 well plate에 넣은 후, 상온에서 5분간 반응시킨다. 여기에 7% sodium carbonate 용액과 증류수를 각각 100 µL와 40 µL를 혼합하여 90분간 암실에서 방치시킨 후, 파장 750 nm에서 마이크로플레이트리더(multifunction microplate reader, MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량을 정량하기 위한 표준물질로는 gallic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며, 총 페놀 함량은 mg GAE/g 단위로 표시하였다(Park SJ 등 2024). 총 플라보노이드 함량은 Moreno MI 등(2000)의 방법으로 측정하였다. 시료, 증류수, 5% sodium nitrite 용액을 각각 20 µL, 80 µL, 6 µL씩을 혼합하여 96 well plate에 넣은 다

음, 상온에서 5분간 반응시킨다. 여기에 10% aluminium chloride 용액 6 μ L를 첨가하고 6분간 실온에서 반응시킨 다음, 1 M sodium hydroxide와 증류수를 각각 40 μ L와 48 μ L를 혼합한 후, 마이크로플레이트리더(multifunction microplate reader, MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 파장 510 nm에서 측정하였다. 총 플라보노이드 함량을 정량하기 위한 표준물질로 quercetin(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며, 총 플라보노이드 함량은 mg QE/g로 표시하였다(Park SJ 등 2024).

9. 피낭시에의 DPPH 및 ABTS Radical 소거 활성 측정

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에에 대한 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical 소거 활성은 Blois MS(1958)의 방법으로 측정하였다. 시료, DPPH 용액, ethanol을 각각 45 μ L, 45 μ L, 45 μ L씩을 혼합하여 96 well plate에 넣은 다음, 상온의 암소에서 30분간 반응시켰다. 반응이 끝난 후에 마이크로플레이트리더(multifunction microplate reader, MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 사용하여 파장 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로는 ascorbic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. Park SJ 등(2024)의 연구에서 제시한 방법으로 아래와 같이 계산하였다.

DPPH radical 소거 활성(%) =

$$\left[1 - \frac{(\text{시료 첨가구의 흡광도} - \text{Blank의 흡광도})}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}} \right] \times 100$$

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 ABTS(2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical 소거 활성은 Re R 등(1999)의 방법으로 측정하였다. ABTS stock solution을 제조는 ABTS 7.4 mM과 potassium persulfate 2.6 mM 용액을 동일한 비율로 혼합하여 만들었으며, 암소에서 24시간 동안 반응시켜 활성화된 상태로 만들어 사용하였다. 활성화된 ABTS stock solution을 phosphate buffer saline (PBS, pH 7.4)으로 희석하여 파장 732 nm에서 측정된 흡광

도 값이 0.70 ± 0.03 이 되도록 한 후, 시료 50 μ L과 ABTS working solution 950 μ L을 혼합하여 암소에서 10분 동안 반응시킨 다음, 마이크로플레이트리더(multifunction microplate reader, MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 사용하여 파장 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 ascorbic acid (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. Park SJ 등(2024)의 연구에서 제시한 방법으로 ABTS radical 소거 활성은 아래와 같이 계산하였다.

ABTS radical 소거 활성(%) =

$$\left[1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}} \right] \times 100$$

10. 통계분석

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에에 대한 실험 자료는 SPSS(Statistical Package for Social Science, version 23.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 각 시료에 대한 평균±표준편차로 나타내었다. 군 간의 차이 분석을 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였으며, 사후검증은 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의적 차이 ($p < 0.05$)를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 색도 및 외관 관찰

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 색도 결과는 Table 2에 제시하였다. L값(lightness)은 대조군이 157.57 ± 0.42 로 가장 높았으며, 컬리케일 분말 5%, 10%, 15%, 20% 첨가군에서 각각 145.83 ± 0.68 , 140.70 ± 0.60 , 138.10 ± 0.35 , 133.20 ± 0.50 순으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). a값(redness)은 대조군에서 5.20 ± 0.17 로 가장 높았고, 컬리케일 분말의 양에 따라 피낭시에에서 유의적인 차이가 있었으며($p < 0.05$), 피낭시에 제조 시 컬리케일 분말을 첨가할수록 피낭시에가 녹색이 진해짐을 알 수 있었다. b값(yellowness)은 컬리케일 분말 20%

Table 2. Color values of financier prepared with the addition of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder

Variables	<i>B. oleracea</i> var. <i>viridis</i> L. powder (%)					F-value
	0	5	10	15	20	
L (lightness)	$157.57 \pm 0.42^{1)a2)}$	145.83 ± 0.68^b	140.70 ± 0.60^c	138.10 ± 0.35^d	133.20 ± 0.50^e	948.083*
a (redness)	5.20 ± 0.17^a	-1.47 ± 0.21^b	-6.03 ± 0.06^c	-7.40 ± 0.20^d	-8.83 ± 0.15^e	3,473.655*
b (yellowness)	59.17 ± 0.72^c	59.23 ± 0.74^b	60.70 ± 0.17^a	61.20 ± 0.35^a	61.60 ± 0.26^a	14.719*

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

첨가군에서 61.60 ± 0.26 로 가장 높았으며, 컬리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 따라서 피낭시에 제조 시 컬리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 L값과 a값은 감소하고, b값은 증가하였다. 선행연구(Lee CS & Cha GH 2020)에서 단호박가루를 첨가한 피낭시에는 단호박가루의 첨가량이 증가할수록 L값 감소, a값과 b값은 증가하였으며, Kim JY & Kim JH(2024)의 연구에서는 울금 분말을 첨가한 피낭시에는 껍질의 경우 L값 감소, a값과 b값은 증가한다고 보고하였다. 이는 피낭시에 제조 시 첨가되는 천연물질의 비율에 따라 피낭시에의 색도에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 각 첨가군별로 촬영한 외관 사진은 Fig. 2와 같다. 컬리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 피낭시에의 색이 진한 녹색으로 변화하였으며, 피낭시에의 크기는 차이가 없었으나, 단면의 사진에서 분말의 첨가량이 증가할수록 많이 부푸는 것을 관찰할 수 있었다.

2. pH, 경도, 굽기 손실률 및 팽창률

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 반죽의 pH, 경도, 굽기 손실률 및 팽창률 측정 결과는 Table 3에 제시하였다. pH는 대조군이 6.81 ± 0.01 로, 컬리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 7.04 ± 0.01 , 7.18 ± 0.04 , 7.20 ± 0.03 , 7.26 ± 0.02 로 증가하였다($p < 0.05$). 본 연구에서와 같이 단호박 가루를 첨가한 피

낭시에의 연구(Lee CS & Cha GH 2020)에서도 피낭시에 제조 시 단호박 가루의 첨가량이 증가할수록 pH 높아졌다고 보고되었다. 또한 컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에는 컬리케일 분말을 첨가할수록 pH는 유의적으로 증가하였고, 팽창률도 유의적으로 증가하였으며, 색도 점차 진해졌다. 선행연구(Song DH 등 2017)에서는 pH는 제품의 기공, 부피, 색에 영향을 줄 수 있는데, pH가 감소할수록 부피는 작아지고 색은 얼어지며 기공이 닫히게 되고, pH가 증가할수록 반대로 부피 증가 및 색도 진해지며 기공도 열리게 된다고 보고하였다.

경도는 대조군이 43.00 ± 1.73 이었으며, 컬리케일 분말을 5%, 10%, 15%, 20% 첨가할수록 경도는 44.00 ± 1.00 , 45.67 ± 1.15 , 46.33 ± 0.58 , 50.33 ± 0.58 으로 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Kawasome S & Yamano Y(1990)의 연구에서는 첨가되는 부재료(천연물질)의 첨가량, 수분 함량 및 단백질 함량 등이 증가할수록 경도가 높아진다고 보고하였는데, 이는 피낭시에 제조 시 컬리케일 분말 첨가량이 증가할수록 수분함량과 단백질 함량이 영향을 주어 경도가 증가한 것으로 사료된다. 마들렌 제조 시에도 오디(Lee MA 등 2013)와 유기농 인삼잎(Kim KP 등 2016) 분말을 첨가한 경우 재료의 첨가량 증가에 따라 경도가 증가하였다고 보고하였다.

굽기 손실률은 컬리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 7.72~8.45로 높게 나타났다($p < 0.05$). 이는 선행연구(Lim EJ

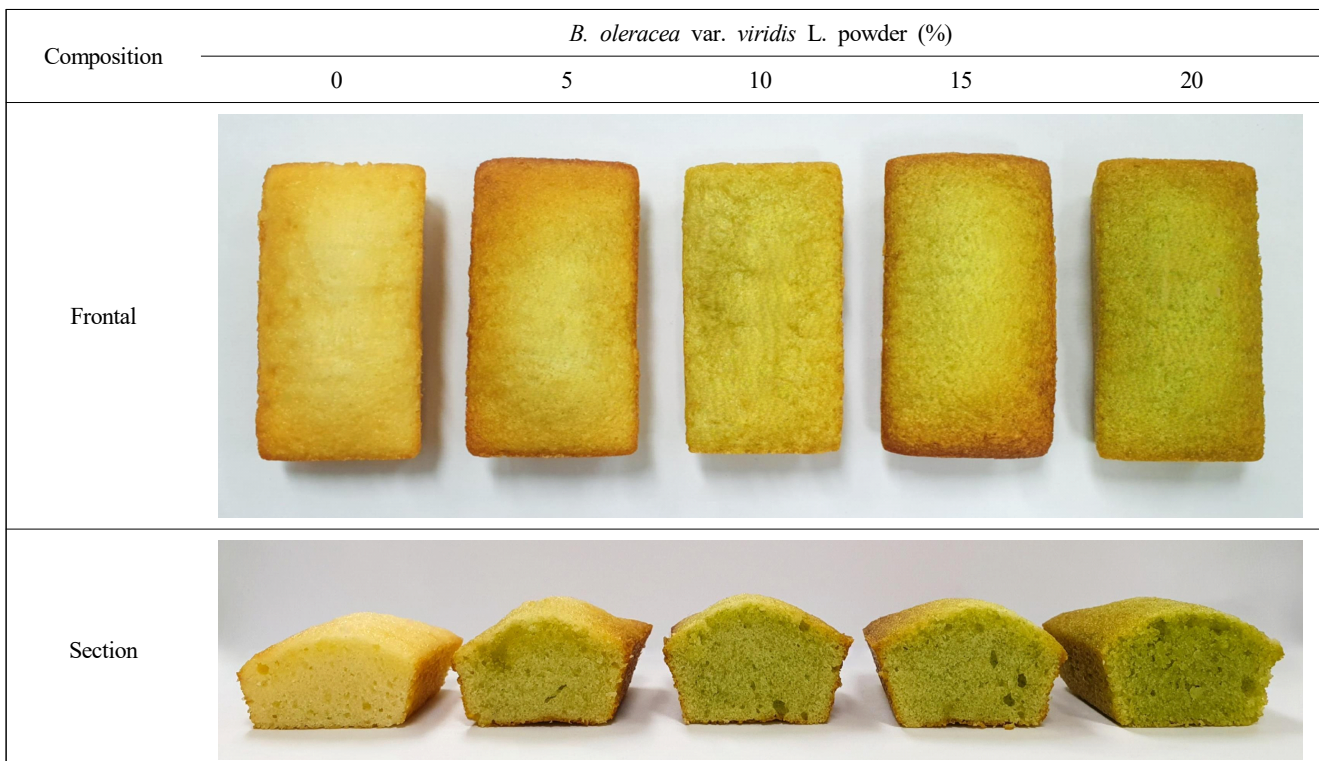


Fig. 2. Overall shape of financier according to *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.

Table 3. pH, hardness, loss rate, leavening rate of financier prepared with the addition of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder

Variables	<i>B. oleracea</i> var. <i>viridis</i> L. (%)					F-value
	0	5	10	15	20	
pH	6.81±0.01 ^{1)d2)}	7.04±0.01 ^c	7.18±0.04 ^b	7.20±0.03 ^b	7.26±0.02 ^a	176.055*
Hardness	43.00±1.73 ^{cd}	44.00±1.00 ^c	45.67±1.15 ^{bc}	46.33±0.58 ^b	50.33±0.58 ^a	19.944*
Loss rate (%)	7.72±0.61 ^c	8.09±0.06 ^{ab}	8.15±0.15 ^{ab}	8.45±0.40 ^a	8.45±0.18 ^a	2.374*
Leavening rate (%)	100.00±0.00 ^d	110.94±0.71 ^c	121.88±1.43 ^b	125.39±1.61 ^a	127.35±1.79 ^a	237.174*

¹⁾ Mean±S.D.²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

등 2009)에서도 보고한 바, 컬리케일 분말의 첨가량이 증가함에 따른 퍼짐성의 증가로 인하여 표면적이 넓어져 오븐 내의 피낭시에 반죽으로부터 수분 증발이 쉬워졌기 때문으로 판단되며, 제과 제품의 굵기 손실률은 제품이 오븐에서 구워지는 동안 반죽의 수분 증발로 중량이 감소된 것이라고 보고하였다(Go ES 등 2023). 팽창률은 컬리케일 분말 20% 첨가군에서 127.35±1.79로 가장 높게 나타났으며, 컬리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$).

3. 일반성분 및 조섬유 함량

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 일반성분 및 조섬유 분석 결과는 Table 4와 같다. 수분 함량은 컬리케일 분말 5% 첨가군에서 18.35±0.26%로 가장 높게 나타났($p<0.05$). 컬리케일 분말을 10%, 15% 및 20% 첨가군 간에는 유의적인 차이가 없었지만, 대조군의 수분 함량은 15.15±0.80으로 컬리케일 분말 첨가군(5~20%)과 비교하여 유의적으로 낮은 수치를 보였다($p<0.05$). 이는 케일 분말을 첨가한 쿠키 연구(Lee JA 2015)와 유사한 결과이며, 컬리케일 분말 첨가로 반죽의 수분 함량이 증가한 것은 컬리케일 분말에 함유된 식이

섬유의 수분 보유력에 기인한 것으로 사료된다. 조지방 함량은 20% 첨가군(0.63±0.03%)과 15% 첨가군(0.61±0.02%)에서 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 이는 초식잡 잎 분말을 첨가한 쿠키 연구(Kim BH & Lee JJ 2019)와 유사한 경향을 보였다. 조단백질 함량은 20% 첨가군에서 7.49±0.01%로 가장 높은 값을 나타냈으며, 컬리케일 분말의 첨가 수준이 증가할수록 조단백질 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 이러한 결과는 모링가잎 분말을 첨가한 스콘 연구(Oh JH 등 2024)와도 일치하는 경향이다. 조지방 함량은 28.45~29.25% 범위로 모든 처리군에서 유사하였다. 컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 조섬유 함량 결과 대조군이 0.86±0.04로 나타났으며, 20% 첨가군에서는 1.91±0.06로 컬리케일 분말의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 보리등겨 가루를 첨가한 식빵(Choi U 2025) 연구에서도 총 조섬유 함량이 대조군에서 3.7, 5% 첨가군 4.8, 10% 첨가군 5.7, 15% 첨가군 6.5로 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 보였으며, 주박을 첨가한 머핀(Yun C 등 2015) 연구에서도 대조군이 1.34±0.30로 가장 낮았으며, 주박 30 g 첨가군에서 2.31±0.02로 조섬유 함량이 유의적으로 증가하였다.

Table 4. Proximate composition and dietary fiber of financier prepared with the addition of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder

Composition (%)	<i>B. oleracea</i> var. <i>viridis</i> L. powder (%)					F-value
	0	5	10	15	20	
Moisture	15.15±0.80 ^{1)c2)}	18.35±0.26 ^a	16.77±0.45 ^b	16.87±0.40 ^b	16.94±0.23 ^b	17.474*
Crude ash	0.51±0.08 ^b	0.52±0.01 ^b	0.57±0.02 ^{ab}	0.61±0.02 ^a	0.63±0.03 ^a	4.798*
Crude protein	6.98±0.03 ^c	7.06±0.03 ^d	7.14±0.05 ^c	7.32±0.04 ^b	7.49±0.01 ^a	98.123*
Crude fat	29.12±0.05 ^a	29.08±0.13 ^a	29.25±0.43 ^a	28.69±0.39 ^{ab}	28.45±0.37 ^b	3.400*
Dietary fiber	0.86±0.04 ^c	1.14±0.02 ^d	1.27±0.04 ^c	1.75±0.02 ^b	1.91±0.06 ^a	450.094*

¹⁾ Mean±S.D.²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

4. 무기질 함량

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 무기질 함량 분석 결과는 Table 5에 제시하였다. 피낭시에의 컬리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 망간(Mn) 및 아연(Zn)의 함량은 유의하게 증가하였다($p<0.05$). Mg의 함량은 100 g당 대조군 94.60 ± 0.99 , 5% 첨가군 101.98 ± 0.72 , 10% 첨가군 103.44 ± 0.32 , 15% 첨가군 121.78 ± 0.95 및 20% 첨가군 130.33 ± 1.14 mg으로 나타났다($p<0.05$). Ca의 함량은 100 g당 5%와 10% 첨가군에서 각각 222.00 ± 0.54 및 225.59 ± 0.31 mg으로 큰 차이는 없었지만, 20% 첨가군에서 326.91 ± 1.37 mg으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). Mn과 Zn의 함량은 100 g당 컬리케일 분말 20% 첨가군에서 각각 8.90 ± 0.13 과 4.76 ± 0.28 mg으로 가장 높았다($p<0.05$). 오디 분말을 첨가한 머핀 제조 시 오디 분말의 증가는 칼슘과 마그네슘 함량을 증가시켰으며(Yoon JA & Shin KO 2024), 밀웬 분말을 첨가한 머핀 연구(Yoon JA & Shin KO 2023)에서도 밀웬 분말의 첨가량이 증가할수록 머핀의 칼슘, 마그네슘, 아연의 함량이 증가하였다고 보고하였는데, 이는 본 연구 결과와 유사한 결과를 보였다. 또한 Lee YK 등(2024) 연구에서는 마들렌에 땅콩세삭 분말 첨가량이 증가할수록 칼슘의 함량이 높게 나타났다는데, 이는 본 연구 결과에서와 같이 피낭시에 제조 시 컬리케일의 첨가량에 따라 철 등의 무기질 함량의 변화가 발생하는 것으로 판단된다.

5. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량은 Table 6에 제시하였다. 컬리케일 분말 첨가량(0, 5, 10, 15, 20%)에 따른 피낭시에의 총 페놀 함량은 컬리케일 분말 첨가량 증가에 따라 선형적으로 상승하였다. 0% 첨가군에서는 0.31 ± 0.01 mg GAE/g으로 기본 수준을 나타냈으며, 5% 첨가 시 0.35 ± 0.00 mg GAE/g, 10%에서는 0.37 ± 0.00 mg GAE/g, 15%에서는 0.38 ± 0.01 mg GAE/g, 20%에서는 0.43 ± 0.01 mg GAE/g으로 나타났다($p<0.05$). 총 플라보노이드 함량은 총 페놀에 비해 완만한 증가 경향을 나타내었으며, 0%에서 2.81 ± 0.12 mg QE/g에서 20% 첨가 시 8.27 ± 0.13 mg QE/g으로 수치의 증가를 확인하였다($p<0.05$), 이러한 결과는 컬리케일 생잎에서 보고된(Olsen H 등 2010; Sikora E & Bodziarczyk I 2012) 총 페놀 함량(145-800 mg RE/100 g of fw)과 비교 시 상당 수준의 잔존을 보여주며, 품종 및 추출 조건에 따른 변이를 고려하더라도 가공식품에서 우수한 수준으로 판단된다. 밀가루·버터·설탕 등 비항산화 매트릭스와 180℃ 이상 고온 베이킹 과정에도 불구하고 컬리케일 유래 페놀산(sinapic, ferulic acid) 및 플라보놀(kaempferol, quercetin 배당체)이 기능성을 유지하였음을 나타낸다. 케일 스낵 가공 연구에서 동결건조 및 베이킹 후에도 높은 페놀산 함량이 유지되었고, 찜·볶음 등의 열처리에서도 sinapic acid가 상대적으로 안정성을 보인 바 있다(Akdaş ZZ & Bakkalbaş E 2017; Kasprzak K 등 2018). 로디올라(*Rhodiola* spp.) 선행연

Table 5. Mineral content of financier prepared with the addition of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder

Component (mg/100 g)	<i>B. oleracea</i> var. <i>viridis</i> L. powder (%)					F-value
	0	5	10	15	20	
Magnesium	$94.60\pm0.99^{1)d2}$	101.98 ± 0.72^c	103.44 ± 0.32^c	121.78 ± 0.95^b	130.33 ± 1.14^a	881.873*
Calcium	192.55 ± 0.73^c	222.00 ± 0.54^d	225.59 ± 0.31^c	278.89 ± 0.56^b	326.91 ± 1.37^a	13790.328*
Manganese	0.75 ± 0.36^d	6.89 ± 0.33^c	8.57 ± 0.33^b	8.40 ± 0.08^b	8.90 ± 0.13^a	662.665*
Zinc	3.94 ± 0.05	4.08 ± 0.85	4.37 ± 0.80	4.63 ± 0.13	4.76 ± 0.28	1.237

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

Table 6. Total phenol, total flavonoid contents of financier prepared with the addition of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder

Property	<i>B. oleracea</i> var. <i>viridis</i> L. powder (%)					F-value
	0	5	10	15	20	
Total phenolic content (mg GAE/g)	$0.31\pm0.01^{1)d2}$	0.35 ± 0.00^c	0.37 ± 0.0^b	0.38 ± 0.01^b	0.43 ± 0.01^a	66.289*
Total flavonoid content (mg QE/g)	2.81 ± 0.12^c	3.27 ± 0.23^d	4.41 ± 0.12^c	4.94 ± 0.35^b	8.27 ± 0.13^a	329.933*

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

구(Staneva J 등 2009; Ivanišová E 등 2018; Zhang S 등 2022)에서도 페놀 및 플라보노이드 함량이 추출 조건에 따라 0.31~6.38 mg QE/g 수준으로 보고된 바 있어, 본 연구의 가공식품 기준값이 합리적임을 뒷받침한다.

6. DPPH 및 ABTS Radical 소거 활성

컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에의 DPPH 및 ABTS radical 소거 활성은 Fig. 3과 Fig. 4에 제시하였다. DPPH radical 소거 활성은 컬리케일 첨가량에 따라 0% 첨가군에서는 $1.79 \pm 0.16\%$ 으로 매우 낮은 수준이었으나, 5% 첨가군 $6.63 \pm 0.23\%$, 10% 첨가군 $12.03 \pm 1.05\%$, 15% 첨가군 $17.82 \pm 0.07\%$, 20% 첨가 시 $25.78 \pm 1.25\%$ 으로 컬리케일 분말의 함량이 증가할수록 지속적으로 증가하였다($p < 0.05$). 본 연구에서 DPPH radical 소거 활성이 첨가량에 가장 민감하게 반응함을 보여주었다. ABTS radical 소거 활성은 DPPH radical 소거 활성에 비해 완만한 증가 경향을 보였으며, 0% 첨가군에서 $22.71 \pm 0.83\%$ 으로 기본 활성을 보였다. 그러나 5% 첨가군 $23.93 \pm 0.17\%$, 10% 첨가군 $25.10 \pm 0.42\%$, 15% 첨가군 $25.63 \pm 0.22\%$ 로 점진적 증가를 보였고, 20% 첨가군에서는 $27.78 \pm 0.88\%$ 로 상승하였다($p < 0.05$). DPPH($78.97 \pm 0.53\%$) 및 ABTS($93.73 \pm 0.02\%$) radical 소거 활성은 양성대조군인 ascorbic acid 보다는 낮은 수치를 보였지만, 피낭시에 제조 시 컬리케일 분말을 첨가량이 증가할수록 DPPH 및 ABTS radical 소거 활성은 증가하였다.

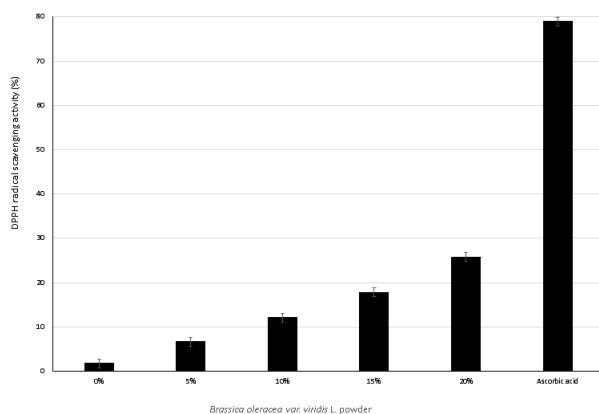


Fig. 3. DPPH radical scavenging activities in the extracts of financier prepared with the addition of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder. Each value in mean±S.D. Value with different letters were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

0%: Control (flour without *B. oleracea* var. *viridis* L. powder).
 5%: Flour with 5% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.
 10%: Flour with 10% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.
 15%: Flour with 15% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.
 20%: Flour with 20% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.

DPPH 및 ABTS radical 소거 활성의 동시 증가는 발효 컬리케일에서 보고된 “총 페놀-항산화능 간 강한 양의 상관관계”와 일치하며, 특히 DPPH의 급격한 증가가 총 페놀 증가와 평행함을 나타내었다(Sikora E & Bodziarczyk I 2012; Waśniowska J 등 2023). 베이킹 열처리 후에도 컬리케일의 하이드록시신남산(특히 sinapic acid)과 플라보놀 배당체가 주요 항산화 기여 성분으로 작용하였으며, 이는 쪼름-블렌칭 처리 컬리케일에서 ABTS 활성 유지가 확인된 선행연구와도 부합한다(Hagen SF 등 2009; Fiol M 등 2013). ABTS가 지용성·수용성 항산화제를 모두 포괄하는 반면 DPPH는 주로 수용성 성분에 민감하다는 특성상, 본 연구에서 DPPH의 더 큰 증가폭은 컬리케일의 수용성 페놀산 기여도를 강조한다고 판단된다(Waśniowska J 등 2023). 브라시카 채소에는 케일, 양배추, 컬리플라워, 청경채, 배추 등이 대표적인 예인데, 중 컬리플라워 역시 페놀산·플라보노이드를 함유하며 DPPH 및 ABTS 기반 항산화 활성이 보고되어 왔다(Ismail A 등 2004). 컬리플라워 품종 간 총 폴리페놀과 항산화능 변이가 크고, 열처리·절단 방식에 따라 값이 크게 달라진다고 보고되었다(Nazzaro F 등 2014). 본 연구는 컬리케일을 사용하였으나, 컬리플라워에서 관찰된 “가공 조건에 따른 항산화능 유지·감소 패턴”과 유사한 경향을 보였다. 이는 브라시카 채소 기반 제과·제빵 제품에서 폴리페놀 보존 전략의 중요성을 시사한다. 컬리케일 분말을 첨가한 피낭시에에서 총 폴리페놀과 총

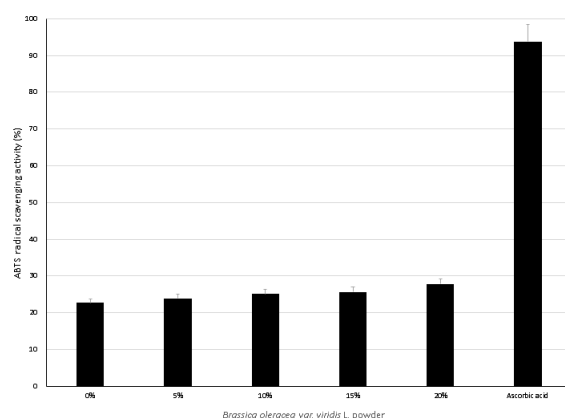


Fig. 4. ABTS radical scavenging activities in extract with cookies prepared with the addition of *B. oleracea* var. *viridis* L. powder. Each value in mean±S.D. Value with different letters were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

0%: Control (flour without *B. oleracea* var. *viridis* L. powder).
 5%: Flour with 5% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.
 10%: Flour with 10% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.
 15%: Flour with 15% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.
 20%: Flour with 20% *B. oleracea* var. *viridis* L. powder.

플라보노이드 함량 증가는 DPPH 및 ABTS radical 소거 활성 향상과 밀접한 관련을 보였다. 이는 브라시카 채소 유래 항산화 성분이 제과 매트릭스에서도 기능성을 유지할 수 있음을 보여준다. 본 연구는 향후 켈리케일 또는 케일 분말을 활용한 피낭시에, 머핀, 쿠키 등 다양한 제과 제품 개발 시 항산화 건강 기능성을 강조할 수 있는 근거를 제공하였으며 (Olsen H 등 2010), 기존 케일, 켈리플라워 연구들이 생채소 혹은 단순 가공품에 초점을 두었던 한계를 보완하여 제과 제품에서의 항산화 유지 가능성을 제시하였다(Ismail A 등 2004; Olsen H 등 2009).

요 약

본 연구에서는 켈리케일 분말을 0%, 5%, 10%, 15%, 20% 첨가한 피낭시에를 제조하여 품질 특성을 확인하고, 기능성 식품소재로서의 활용도를 높이기 위해 실시하였다. 켈리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 명도 및 적색도는 감소하고, 황색도는 증가하였으며, 켈리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 피낭시에의 색은 어두워지고 피낭시에의 크기는 점차 커지는 것으로 나타났다($p<0.05$). 피낭시에 제조 시 켈리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 pH, 경도, 굽기 손실률, 팽창률 및 경도는 증가하는 경향을 나타냈다($p<0.05$). 피낭시에 제조 시 켈리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 및 조섬유 함량이 증가하는 양상을 보였으며($p<0.05$), Mg, Ca, Mn 및 Zn의 함량도 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 켈리케일 분말 20% 첨가군에서 총 페놀, 총 플라보노이드, DPPH 및 ABTS radical 소거 활성이 가장 높았으며, 이는 피낭시에 제조 시 켈리케일 분말의 첨가량이 증가할수록 수치가 커지는 것으로 나타났다. 따라서 다양한 식품 분야에서 지속적인 연구를 통해 켈리케일의 활용 방안이 모색되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2026년도 삼육대학교 학술연구비 지원에 의하여 쓰인 것임.

REFERENCES

- Akdaş ZZ, Bakkalbaş E (2017) Influence of different cooking methods on color, bioactive compounds, and antioxidant activity of kale. *Int J Food Prop* 20(4): 877-887.
- AOAC (2000) Official Method of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. pp 1-26.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617): 1199-1200.
- Choi U (2005) Effect of barley bran flour addition on the quality of bread. *Korean J Food Sci Technol* 37(5): 746-750.
- Sikora E, Bodziarczyk I (2012) Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) raw and cooked. *Acta Sci Pol Technol Aliment* 11(3): 239-248.
- Fiol M, Weckmüller A, Neugart S, Schreiner M, Rohn S, Krumbein A, Kroh LW (2013) Thermal-induced changes of kale's antioxidant activity analyzed by HPLC-UV/Vis-online-TEAC detection. *Food Chem* 138(2-3): 857-865.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2): 239-243.
- Francis-Baker, Tiffany (2021) Concise Foraging Guide. The Wildlife Trusts. Bloomsbury, London. p 59.
- Go ES, Hee CJ, Chu JH, Kim YJ, Kim SB, Ahn HD, Yeon CH (2023) Quality characteristics of muffin prepared with alternative sweeteners erythritol and sucralose. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 52(10): 1057-1064.
- Hagen SF, Borge GIA, Solhaug KA, Bengtsson GB (2009) Effect of cold storage and harvest date on bioactive compounds in curly kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala). *Postharvest Biol Technol* 51(1): 36-42.
- Ismail A, Marjan ZM, Foong CW (2004) Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food chem* 87(4): 581-586.
- Ivanišová E, Farkaš A, Frančáková H, Kačániová M (2018) Antioxidant activity and total polyphenol content of medicinal herbs with adaptogenic effect to human body. *Sci Pap Anim Sci Biotechnol* 51(1): 119-123.
- Jeon BR (2022) Study on the optimization of financier with yambin powder. MS Thesis Kyonggi University, Suwon. pp 1-7.
- Joo SY, Kim OS, Jeon HK, Choi HY (2013) Antioxidant activity and quality characteristics of cookies prepared with acorn (*Quercus species*) powder. *Korean J Food Cook Sci* 29(2): 177-184.
- Kasprzak K, Oniszczuk T, Wojtowicz A, Waksmundzka-Hajnos M, Olech M, Nowak R, Oniszczuk A (2018) Phenolic acid content and antioxidant properties of extruded corn snacks enriched with kale. *J Anal Methods Chem* 2018: 7830546.
- Kawasome S, Yamano Y (1990) Effect of storage humidity

- on moisture and texture of butter sponge. J Home Econ Jpn 41(1): 71-76.
- Kim BH, Lee JJ (2019) Quality characteristics and antioxidant activity of stachys sieboldii miq leaf cookies. Korean J Community Living Sci 30(4): 581-594.
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM (2007) Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon ge-geol radish, gangwha turnip, and Korean radish. Korean J Food Sci Technol 39(3): 255-259.
- Kim JY, Kim JH (2024). Quality characteristics and antioxidant activity of financier added with curcuma powder. FoodService Industry Journal 20(4): 245-256.
- Kim KP, Kim KH, Yook HS (2016) Quality characteristics of madeleine added with organic ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) leaf. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(5): 717-722.
- Kurilich AC, Tsau GJ, Brown A, Howard L, Klein BP, Jeffery EH, Kushad M, Wallig MA, Juvik JA (1999) Carotene, tocopherol, and ascorbate contents in subspecies of *Brassica oleracea*. J Agric Food Chem 47(4): 1576-1581.
- Lee CS, Cha GH (2020) Quality characteristics of financier added with dried sweet pumpkin powder. J East Asian Soc Diet Life 30(6): 478-486.
- Lee JA (2015) Quality characteristics of cookies added with kale powder. Culi Sci & Hos Res 21(3): 40-52.
- Lee MA, Park ML, Byun GI (2013) Quality characteristics of madeleine added with mulberry powder according to drying conditions. Culi Sci & Hos Res 19(4): 13-24.
- Lee YK, Jung YS, Cho EC, Kim DH, Shin KO (2024) Quality characteristics of madeleines prepared with the addition of peanut sprout powder. J East Asian Soc Diet Life 34(4): 298-309.
- Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR, Shin SG, Kim SY, Kim JY (2009) Physical and sensory characteristics of cookies with added leek (*Allium tuberosum* Rottler) powder. Korean J Food & Nutr 22(1): 1-7.
- Lim HS, Cha GH (2025) Quality characteristics of financier using gluten-free grains. J East Asian Soc Diet Life 35(4): 358-368.
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA (2000) Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J Ethnopharmacol 71(1-2): 109-114.
- Nazzaro F, Cardinale F, Cozzolino A, Granese T, Fratianni F (2014) Polyphenol composition and antioxidant activity of different potentially functional kale-based snacks. Food and Nutrition Sciences 5(12): 1145-1152.
- Oh JH, Na SJ, Kang KO (2024) Quality characteristics and antioxidant activity of scones added with moringa (*Moringa oleifera* L.) leaf powder. FoodService Industry Journal 20(5): 119-132.
- Olsen H, Aaby K, Borge GIA (2009) Characterization and quantification of flavonoids and hydroxycinnamic acids in curly kale (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* var. *sabellica*) by HPLC-DAD-ESI-MSn. J Agric Food Chem 57(7): 2816-2825.
- Olsen H, Aaby K, Borge GIA (2010) Characterization, quantification, and yearly variation of the naturally occurring polyphenols in a common red variety of curly kale (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* var. *sabellica* cv. 'Redbor'). J Agric Food Chem 58(21): 11346-11354.
- Park LY (2015) Quality characteristics of muffins containing wheat sprout powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 44(5): 784-789.
- Park SJ, Bae HG, Shin KO (2024) Nutritional function, antioxidant activity and stimulating effect of *Alpinia galanga* extract. J East Asian Soc Diet Life 34(1): 30-38.
- Re R, Pellegrini, N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med 26(9-10): 1231-1237.
- Sikora E, Bodziarczyk I (2012) Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) raw and cooked. Acta Sci Pol Technol Aliment 11(3): 239-248.
- Song DH, Kim GJ, Kim JH, Seo HR, Kim SG, Yoon JA, Chung KH, An JH (2017) Quality characteristics and antioxidant activity of muffins prepared by substituting wheat flour with different rice powders. Korean J Food Sci Technol 49(5): 567-573.
- Staneva J, Todorova M, Neykov N, Evstatieva L (2009) Ultrasonically assisted extraction of total phenols and flavonoids from *Rhodiola rosea*. Nat Prod Commun 4(7): 935-938.
- Waśniowska J, Leszczyńska T, Kopeć A, Piątkowska E, Smoleń S, Krzemińska J, Koronowicz A (2023) Curly kale (*Brassica oleracea* var. *Sabellica* L.) biofortified with 5, 7-Diiodo-8-quinolinol: The influence of heat treatment on

- iodine level, macronutrient composition and antioxidant content. *Nutrients* 15(22): 4730.
- Yamada M (2021) The physical properties and palatability of baked sweets using the wheat bran. Annual Conference of the Japanese Chef's Association. p 59.
- Yoon JA, Shin KO (2023) Nutritional functionality and quality characteristics of muffins supplemented with *Tenebrio molitor* Linne (mealworm) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 52(9): 938-946.
- Yoon JA, Shin KO (2024) Quality characteristics of muffins produced using mulberry (*Morus alba* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 53(4): 410-417.
- Yoon JA, Shin KO (2025) Physicochemical quality characteristics of muffins prepared with the addition of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder. *J East Asian Soc Diet Life* 35(4): 322-332.
- Yun CS, Kim HA, Kim YS (2015) Quality characteristics of muffin added with Makgeolli Lees. *Culi Sci & Hos Res* 21(3): 198-211.
- Zhang S, Jiang S, Deng N, Zheng B, Li T, Liu RH (2022) Phytochemical profiles, antioxidant activity and antiproliferative mechanism of *Rhodiola rosea* L. phenolic extract. *Nutrients* 14(17): 3602.
-
- | | |
|---------------|---------------|
| Date Received | Apr. 28, 2026 |
| Date Revised | Jun. 11, 2026 |
| Date Accepted | Jun. 15, 2026 |