

## 변행초 첨가 머핀의 품질 및 항산화 활성

윤진아<sup>†</sup>

강서대학교 식품영양학과 교수

### Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Muffins Prepared with the Addition of *Tetragonia tetragonoides* Powder

Jin A Yoon<sup>†</sup>

Professor, Dept. of Food and Nutrition, Gangseo University, Seoul 07661, Republic of Korea

#### ABSTRACT

This study sought to investigate the quality characteristics and antioxidant activity of muffins prepared with the addition of 0, 1, 3, 5, and 7% of *Tetragonia tetragonoides* (Tt) powder. The weight, height, and moisture content of the muffins were higher in the control group and the 1% addition group, and lowest in the 7% addition group. There was no significant difference in volume between the control group and the 1% and 3% addition groups. The baking loss rate was the lowest in the control group and increased with the increase in the amount of Tt powder added. Conversely, the dough yield was the highest in the control group and decreased with an increase in the amount of Tt powder added. The lightness and redness on the outside and cross-section of the muffin grew darker, and the red color grew lighter with the increase in Tt added. The yellowness showed an opposite trend, and the yellow color grew darker as the amount of Tt powder added increased. The texture, hardness, chewiness, and gumminess decreased with an increase in the amount of powder added. However, there was no significant difference in adhesiveness, cohesiveness, resilience, and springiness. Total polyphenol, total tannin, total flavonoid content, and 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-dulfonic acid (ABTS) and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activities were the lowest in the control group and increased with the increase in the addition of Tt powder. Based on these results, it is believed that it is appropriate to prepare muffins containing Tt powder, which has functional properties such as its antioxidant activity.

**Key words:** *Tetragonia tetragonoides*, texture, muffins, ABTS, DPPH

#### 서론

석류폴과(Aizoaceae)에 속하는 변행초(*Tetragonia tetragonoides*)는 뉴질랜드 시금치, 바다의 상추라고 불리는 다년생 염생 식물로 봄에 꽃이 피고 40~50 cm 정도 자라며, 꽃이 피기 전 채취하여 생으로 식용하거나 가을에 수확하여 약용으로 사용한다(Choi HJ 등 2015). 변행초는 칼슘과 철 등의 무기질과 비타민 A, 비타민 B군이 풍부하고 tetragonin, diterpene, flavone, cerebrosides, oxilic acid, sterylglucoside, polysaccharide가 함유되어 있어(Lee MA 등 2008), 해독 작용, 장염, 항암 등의 효과가 있다고 보고되었다(Choi HJ 등 2015). 또한 변행초 다당추출물이 streptozotocin으로 유도한 1형 당뇨 모델 마우스에서 항당뇨 효과를 나타냈으며(Choi GY 등 2017), 변행초 추출물이 당뇨 관련 효소인  $\alpha$ -amylase,

aldose reductase,  $\alpha$ -glucosidase에 대한 저해 효과를 보였다(Choi HJ 등 2008). Choi HJ 등(2015)의 연구에서는 변행초 추출물이 항염증 및 종양을 억제하는 효과가 있고, Jo JB 등(2016)의 연구에서는 변행초로부터 추출한 phenolic compounds가 tyrosinase 저해활성이 있어 미백효과를 확인하였다. 선행 연구에서는 변행초의 항산화 작용을 확인하였고(Park YK & Nam UH 2002), Kong JH 등(2020)의 연구에서는 변행초 추출물의 항산화 및 항염증 효과를 확인하였다. 변행초를 이용한 식품 연구에는 변행초 분말을 첨가한 스핀지케이크의 품질과 항산화에 대한 연구(Yoon JA 2020)가 있으나, 아직 많은 연구가 되어 있지 않아 향후 다양한 연구가 필요하다.

머핀은 밀가루의 글루텐 함량에 영향을 받지 않아 제조가 비교적 쉬우며, 다른 기능성 원료의 첨가가 수월하고 재료의 함량 등 변형이 가능한 특징이 있어 다양한 제품으로 만들어지며, 간식과 식사 대용으로 이용되고 있다(Lee JA 2023; Yoon JC 등 2023). 이러한 머핀의 특징 때문에 레몬그라스 분말을 첨가한 머핀(Lee JW 등 2015), 오디 분말을 첨가한

<sup>†</sup> Corresponding author : Jin A Yoon, Tel: +82-2-2600-2598, E-mail: yoonjina@gangseo.ac.kr

머핀(Yoon JA & Shin KO 2024), 잇바디돌김 분말을 첨가한 머핀(Yoon JA 2022), 밀가루 대신 다양한 쌀가루 머핀(Song DH 등 2017), 밀웜 분말을 첨가한 머핀(Yoon JA & Shin KO 2023), 카무트 분말을 첨가한 머핀(Yoon JA 등 2021), 율피 분말을 첨가한 쌀머핀(Choi HY 등 2024), 밀싹 분말 첨가 머핀(Park LY 2015), 동결건조 아로니아 분말 첨가 머핀(Lee JA 2024), 메밀가루를 첨가한 머핀(Bae JH & Jung IC 2013), 모링가 잎 분말을 첨가한 머핀(Jung KI 2016), 밀기를 분말을 첨가한 머핀(Hwang YK 등 2024), 병아리콩 분말을 첨가한 머핀(Lee PW 2024), 산수유 동결건조 분말 첨가 머핀(An SH & Jeung JS 2025), 수국잎 추출 분말을 첨가한 머핀(Lee JH 등 2024) 등 다양한 연구가 진행되고 있다.

이에 본 연구에서는 다양한 기능성이 확인된 변형초를 이용하여 머핀에 첨가하고 항산화 생리활성을 비교하여 기능성 원료로서 변형초의 가치를 판단하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

변형초는 남해안 바닷가에서 수확하여 food drier (MEF-K306S, Magic Chef Co, Gyeonggi-do, Korea)로 40℃에서 8시간 건조하여 실험 전 hood mixer(SHMF-3450S, Hanil Electric Co., Seoul, Korea)로 10분간 분쇄한 가루를 시료로 사용하였다. 머핀의 기본적 재료는 박력분(Gompyo, Daehan Flour Co, Seoul, Korea), 달걀(Gomgom Co., Gyeonggi-do, Korea), 우유(Seoul milk, Seoul, Korea), 버터(Prime butter, LOTTE Co., Seoul, Korea), 설탕(BEKSUL Co., Seoul,

Korea), 소금(Sea salt, Taeguikin Agricultural Co., Gyeongbuk-do, Korea), baking powder(Galim Food Co., Incheon, Korea)는 시중에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 머핀의 제조

머핀은 Yoon JA(2020)의 연구를 참고하여 변형초 분말을 0, 1, 3, 5, 7% 비율로 첨가하였고, 기타 재료의 배합비율은 Table 1과 같이 결정하였다. 크림법을 이용한 머핀의 제조는 kneader(BS-201, Busung, Seoul, Korea)에 버터를 넣고 1단에서 교반하면서 버터를 녹인 후 설탕 첨가량을 3등분하여 세 번에 나누어 첨가하였다. 달걀도 3등분하여 세 번에 나누어 첨가해 가며 1단에서 1 min 교반하고, 2단에서 2 min 교반한 후 마지막으로 3단에서 3분간 교반하여 크림을 만들었다. 가루 재료들(변형초 분말, 박력분, 소금, 베이킹파우더)은 체(35 mesh)에 쳐서 첨가하였다. 완성된 반죽은 머핀틀에 70 g씩 담고 윗불 180℃, 아랫불 170℃ oven(Horno Panadero, BS023, Busung, Korea)에서 25 min 구워 머핀을 만든 후 실온에서 30 min 식힌 후 실험에 사용하였다.

### 3. 머핀의 무게, 부피, 높이 및 pH 측정

변형초 분말 첨가 머핀은 오븐에서 구워내고 완전히 식을 때까지 실온에서 방냉(30 min)한 후 무게, 높이, 부피 및 pH는 처리군 당 4개의 시료를 3반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다. 머핀의 가운데 단면을 잘라 최고 높이를 캘리퍼(vernier caliper, 150 × 0.05 mm, Eagle Vernier Caliper Co., Beijing, China)로 측정하였고, 부피는 종자치환법을 이용하여 쌀로 측정하였다(Yoon JA & Shin KO 2023). 머핀의

Table 1. Formula for the muffin made with *Tetragonia tetragonoides* powder

Ingredients (g)	<i>Tetragonia tetragonoides</i> powder content (%)				
	0 <sup>1)</sup>	1	3	5	7
Wheat flour	200	198	194	190	186
<i>Tetragonia tetragonoides</i> powder	0	2	6	10	14
Butter	100	100	100	100	100
Sugar	130	130	130	130	130
Milk	100	100	100	100	100
Egg	100	100	100	100	100
Baking powder	4	4	4	4	4
Salt	1	1	1	1	1

<sup>1)</sup> 0: flour without *Tetragonia tetragonoides* powder, 1%: flour with 1% *Tetragonia tetragonoides* powder, 3%: flour with 3% *Tetragonia tetragonoides* powder, 5%: flour with 5% *Tetragonia tetragonoides* powder, 7%: flour with 7% *Tetragonia tetragonoides* powder.

pH는 머핀 5 g을 막자사발로 갈은 후 증류수 50 mL를 넣고 현탁액을 만든 후 여과지(Whatman, 1002 150, Incheon, Korea)로 여과한 후 pH 측정기(pH7110, InoLab, Mexico City, Mexico)를 이용하였다.

#### 4. 굽기 손실, 반죽 수율 및 머핀의 수분함량 측정

Baking loss rate(%)와 dough yield(%)는 머핀과 반죽의 중량을 이용하여 계산하였다.

$$\text{굽기 손실률(\%)} = \frac{\text{반죽의 중량} - \text{머핀의 중량}}{\text{반죽의 중량}} \times 100$$

$$\text{반죽 수율(\%)} = \frac{\text{머핀의 중량}}{\text{반죽의 중량}} \times 100$$

수분함량(AOAC 1990)은 105°C dry oven(KC0-150, Kuk Je Eng, Gyeonggi-do, Korea)을 사용하여 항량이 되도록 시료 당 3회씩 반복 측정하여 평균값±표준편차로 구하였다.

#### 5. 색도측정 및 단면 관찰

색도계(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 머핀의 색도를 시료 당 3회 반복 측정하였고, 밝기를 나타내는 명도 L값(lightness), 적색도 a값(redness), 황색도 b값(yellowness)을 평균값±표준편차로 표현하였으며, 백색의 calibration plate를 사용하여 구한 표준값으로 L값은 87.5, a값은 0.31, b값은 0.32이었다.

머핀의 겉면과 단면의 확인은 Galaxy z flip 4(Samsung Electronics Co., Ltd, Seoul, Korea)를 사용하여 사진을 찍어 관찰하였다.

#### 6. 조직감 측정

머핀을 가로 × 세로 × 높이 2 × 2 × 2 cm<sup>3</sup>의 크기로 자르고 직경 7.5 cm의 원통형 probe를 사용한 텍스처 어날라이저(TAXTplus/50 stablemicrosystems, Godalming, UK)로 조직감을 측정하였다. 조직감은 hardness(경도), adhesiveness(부착성), chewiness(씹힘성), cohesiveness(응집성), gumminess(검성), resilience(탄성) 및 springiness(탄력성)를 시료별로 3회 반복 측정하여 평균값±표준편차를 소수점 둘째 자리까지 나타내었고, 측정 시 post test speed는 2.0 mm/sec이고, pre test speed는 2.0 mm/sec이며, test speed는 1.0 mm/sec이었으며, distance 5.0 mm로 하였다.

#### 7. Total Polyphenol, Total Tannin 및 Total Flavonoids 함량

항산화 성분인 total polyphenol, total tannin 및 total

flavonoids 함량을 측정하기 위한 시료의 제조는 95% 에탄올 20 mL에 변형초 분말 10 g을 섞은 후 2 min 10,000 rpm에서 균질화(homogenizer, VM96-A, Lab Companion, Daejeon, Korea)하고, 15 min 3,000 rpm에서 원심분리하여 상등액을 시료로 사용하였다. Total polyphenol 함량은 Folin O & Denis W(1912)방법을 응용하여 sample 25 µL에 distilled water 500 µL와 2 N Folin-Ciocalteu phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 50 µL를 혼합하고 실온에서 3 min 반응시킨 후 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 500 µL를 첨가하고 어두운 곳에서 1 hr 동안 반응시킨 후 흡광도(725 nm)를 측정하였다. Total polyphenol 측정 시 표준물질은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하였고, 12.5, 25, 50, 75, 125, 250, 500, 1000 µg/mL 농도의 gallic acid 표준용액을 시료와 동일한 방법으로 처리하여 검량선( $y=0.0014x+0.0362$ ,  $R^2=0.9966$ )을 그려 계산하였으며 1 g당 mg gallic acid equivalent(GAE)로 표현하였다.

Total tannin 측정은 Duval B & Shetty K(2001) 방법을 응용하여 sample 200 µL에 distilled water 200 µL와 95% 에탄올 200 µL를 섞은 후 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(탄산나트륨) 200 µL에 1 N Folin-Ciocalteu 시약(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 µL를 첨가하고, 어두운 곳에서 1 hr 동안 반응시킨 후 흡광도(725 nm)를 측정하였다. Total tannin은 tannic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 표준물질로 사용하였고, 15, 30, 60, 125, 250 µg/mL 농도의 tannic acid 표준용액을 시료와 동일한 방법으로 처리하여 검량선( $y=0.0197x+0.4205$ ,  $R^2=0.9999$ )을 그려 계산하였으며 1 g당 mg tannic acid equivalent(TAE)로 표현하였다.

total flavonoids 함량은 Jia Z 등(1999)의 방법을 응용하여 시료 100 µL에 증류수 400 µL와 5% NaNO<sub>2</sub>(질산 나트륨) 30 µL를 섞은 후 5 min 반응시키고, 10% aluminum chloride hexahydrate(AlCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O) 30 µL를 혼합하여 6 min 반응시켰고, 1 M NaOH 200 µL와 증류수 240 µL를 혼합한 후 흡광도(510 nm)를 측정하였고, total flavonoids 함량은 catechin(Sigma-Aldrich Co.)을 사용하여 표준물질로 사용하였다. 0.7, 1.5, 3.7, 7.5, 15, 31, 62, 125, 250, 500 µg/mL 농도의 catechin 표준용액을 시료와 동일한 방법으로 처리하여 검량선( $y=0.0014x+0.0417$ ,  $R^2=0.9994$ )을 그려 계산하였으며 1 g당 mg catechin equivalent(CE)로 표현하였다.

#### 8. DPPH 및 ABTS Radical 소거 활성 측정

항산화 활성 측정을 위한 시료의 제조는 sample 10 g에 95% ethylalcohol 20 mL를 섞고 10,000 rpm에서 2 min동안 균질화하였으며, 3,000 rpm에서 15 min 원심분리하여 상등액을 액상 시료로 사용하였고, DPPH radical 소거 활성은 선행연구인 Blois MS(1958) 방법을 응용하여 액상 sample 100

$\mu\text{L}$ 와 0.2 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co.) solution 100  $\mu\text{L}$ 를 혼합하여 어두운 곳에서 30 min 동안 반응시키고, 흡광도(517 nm)를 측정하였다. DPPH radical 소거 활성 산출식은  $[1 - (\text{시료의 흡광도} / \text{대조군의 흡광도})] \times 100$ 과 같다.

ABTS radical 소거 활성은 선행연구인 Re R 등(1999) 방법을 응용하여 2.45 mM  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (potassium persulfate)과 7.0 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), Sigma-Aldrich Co.)를 혼합하여 어두운 곳에서 13 hr 반응시켜서 제조한 ABTS 용액은 734 nm에서 흡광도가  $0.70 \pm 0.02$ 가 되도록 phosphate-buffered-saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험하였다. 액상 시료 200  $\mu\text{L}$ 와 ABTS solution 800  $\mu\text{L}$ 를 섞은 후 어두운 곳에서 5 min 반응시키고, 흡광도(734 nm)를 측정하였다. ABTS radical 소거 활성 산출식은  $[1 - (\text{시료의 흡광도} / \text{대조군의 흡광도})] \times 100$ 과 같다.

## 9. 통계 처리

통계처리는 SPSS 22.0(IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)법으로 검증하였고, 유의수준  $p < 0.05$ 에서 Duncan의 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 머핀의 무게, 부피, 높이 및 pH

변형초 분말 첨가 머핀의 무게, 부피, 높이 및 pH 측정값은 Table 2와 같고, 머핀의 무게는 변형초 분말을 첨가하지 않은 대조군에서  $65.07 \pm 0.74$  g으로 가장 무거웠고, 7% 첨가군에서  $64.10 \pm 0.49$  g으로 가장 가벼워 변형초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 가벼워지는 특징을 보였다( $p < 0.05$ ). 이는 갈색겨저리 분말을 첨가한 머핀에서도 분말 첨가량이 3, 6, 9% 증가할수록 머핀의 무게가 감소하는 경향을 보였고(Lee JE 2024), 카무트 분말을 첨가한 머핀에서도 카무트 첨가량이 증

가할수록 머핀의 무게는 가벼워지는 경향을 보였다(Yoon JA 등 2021). 반면 와송 분말 첨가량이 3, 5, 7% 증가할수록 머핀의 무게는 증가하는 경향을 보인 경우도 있다(Kim YJ 등 2024). 이러한 경향은 첨가한 시료의 수분 보유력과 연관성이 있는 것으로 사료된다. 머핀의 높이도 무게와 비슷한 경향을 보여 변형초 분말을 첨가하지 않은 대조군에서  $55.38 \pm 1.60$  mm로 가장 높았고, 7% 첨가군에서  $51.38 \pm 1.06$  mm로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 머핀의 부피도 무게 및 높이와 유사한 경향을 보여 대조군에서  $132.56 \pm 4.33$  mL로 가장 컸고, 7% 첨가군에서  $126.44 \pm 3.21$  mL로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ).

머핀의 무게, 높이 및 부피에서 대조군과 변형초 분말 1% 첨가군에서 비슷하게 머핀이 부풀어 올랐는데 이것은 변형초를 1% 수준에서 첨가한 첨가량이 머핀이 구워질 때 영향을 미칠 정도의 첨가량이 아니었던 것으로 판단되며, 변형초 첨가량이 증가할수록 밀가루 첨가량이 줄어들면서 머핀의 부풀어 오르는 정도에 영향을 미친 것으로 판단된다. Bae JH & Jung IC(2013)의 연구에 의하면 강력분을 사용할 경우 글루테닌(glutenin)과 글리아딘(gliadin) 등의 함량에 영향을 받아 빵을 구울 때 부풀어 오르는 정도가 달라지나 박력분으로 만드는 머핀의 경우 글루텐(gluten) 함량에 영향을 받지 않고, Oh SW & Chung KH(2014)의 연구에서는 시료의 성분 중 시트르산이 글루텐 단백질의 수축 현상을 초래하여 감귤 과피 분말 첨가 머핀에서 감귤 과피 첨가량이 증가할수록 부피가 감소하는 경향을 보였다. 또한 Kim YJ 등(2024)의 와송 분말 첨가 머핀의 연구에서는 머핀의 부피 감소가 시료의 섬유소가 팽화율에 영향을 미치기 때문이라고 보고하였다. 이와 유사한 결과는 칠면초를 첨가한 머핀(Yoon JA 2021), 카무트 분말을 첨가한 머핀(Yoon JA 등 2021), 감귤 과피 분말을 첨가하여 만든 머핀(Oh SW & Chung KH 2014)의 연구에서도 확인할 수 있다.

머핀의 pH는 변형초 분말 0%, 1%, 3%, 5%, 7%로 첨가한 실험군에서 7.17~7.35로 유의적 차이를 보이지 않았는데, 잇바디돌김 분말 첨가 머핀(Yoon JA 2022)과 카무트 분말을

Table 2. Baking properties of muffin with *Tetragonia tetragonoides* powder

Property	<i>Tetragonia tetragonoides</i> powder content (%)				
	0	1	3	5	7
Weight (g)	$65.07 \pm 0.74^{1a2)}$	$64.70 \pm 0.60^{ab}$	$64.20 \pm 0.37^{bc}$	$64.24 \pm 0.34^{bc}$	$64.10 \pm 0.49^c$
Height (mm)	$55.38 \pm 1.60^a$	$54.88 \pm 0.83^a$	$53.13 \pm 1.13^b$	$53.00 \pm 0.53^b$	$51.38 \pm 1.06^c$
Volume (mL)	$132.56 \pm 4.33^a$	$132.00 \pm 4.09^a$	$127.91 \pm 4.91^{ab}$	$128.00 \pm 3.43^b$	$126.44 \pm 3.21^b$
pH	$7.17 \pm 0.15^a$	$7.24 \pm 0.14^a$	$7.35 \pm 0.10^a$	$7.35 \pm 0.09^a$	$7.34 \pm 0.19^a$

<sup>1)</sup> All values are mean  $\pm$  standard deviation (S.D.).

<sup>2)</sup> Values with different letters within the same row are significantly different at  $p < 0.05$  according to Duncan's multiple range test.

첨가한 머핀(Yoon JA 등 2021)에서도 유사한 경향을 보였다. 칠면초(Yoon JA 2021), 와송(Kim YJ 등 2024), 감귤 과피(Oh SW & Chung KH 2014)를 첨가한 머핀의 연구에서는 시료 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하였고, 반면 갈색거저리(Lee JE 2024)를 첨가한 머핀의 연구에서는 시료 첨가량이 증가할수록 pH는 증가하였는데, 이러한 경향은 첨가한 시료의 pH에 영향을 받기 때문으로 판단된다.

## 2. 굽기 손실율, 수율 및 수분함량

변형초 분말 첨가 머핀의 굽기 손실율, 수율 및 수분함량은 Table 3에 나타낸 바와 같이 굽기 손실율은 변형초 분말 7% 첨가군에서  $8.43 \pm 0.70\%$ 로 가장 높았고, 대조군이  $7.04 \pm 1.06\%$ 로 가장 낮았으며, 머핀의 굽기 과정에서 반죽의 팽창 정도에 따라 달라지는 수율은 7% 첨가군에서  $91.57 \pm 0.70\%$ 로 가장 낮았고, 대조군에서  $92.96 \pm 1.06\%$ 로 가장 높았다 ( $p < 0.05$ ). 굽기 손실률과 수율은 정반대의 값을 갖는 경향을 보이는데, 카무트 첨가 머핀에서도 카무트 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률은 증가하고 수율은 감소하는 본 연구와 비슷한 경향을 나타냈다(Yoon JA 등 2021). 재료의 식이섬유 함량이 많으면 머핀이 구워지는 과정에서 기포의 부피가 감

소하고 밀도가 증가하여 무게의 증가를 초래하게 되는데, 이는 식이섬유가 수분을 보유하는 능력이 높아 결합수가 증가하기 때문으로 Kim YJ 등(2024)의 연구에서 밝힌 바 있다. 본 연구에서 사용한 변형초는 시금치나 상추와 유사한 조직으로 첨가량 등을 고려했을 때 식이섬유의 함량이 머핀의 무게 증가를 가져올 만큼의 충분한 양이 아니었다고 판단된다.

수분함량은 대조군이  $20.64 \pm 0.38\%$ 로 가장 높았고, 1% 첨가군  $20.38 \pm 0.09\%$ , 3% 첨가군  $18.49 \pm 0.16\%$ , 5% 첨가군  $18.12 \pm 0.22\%$ , 7% 첨가군  $17.01 \pm 0.16\%$  순서로 변형초 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였으나 대조군과 1% 첨가군, 3% 첨가군과 5% 첨가군에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 머핀의 수분함량은 시료의 수분 친화성 즉, 첨가한 시료의 물을 흡수하는 능력에 따라 달라지는데(Hwang YK 등 2020), 칠면초 분말 첨가 머핀(Yoon JA 2021), 와송 분말 첨가 머핀(Kim YJ 등 2024), 잇바디돌김 분말 첨가 머핀(Yoon JA 2022) 등의 연구에서도 시료의 첨가량이 증가할수록 수분함량은 감소하는 경향을 보였다.

## 3. 머핀의 색도 및 단면 관찰

변형초 분말을 첨가한 머핀의 외부와 단면의 색도는 Table 4

**Table 3. Baking loss rate, dough yield and moisture of muffin prepared with different level with *Tetragonia tetragonoides* powder**

Property	<i>Tetragonia tetragonoides</i> powder content (%)				
	0	1	3	5	7
Baking loss rate (%)	$7.04 \pm 1.06^c$	$7.57 \pm 0.86^{bc}$	$8.29 \pm 0.53^{ab}$	$8.23 \pm 0.49^{ab}$	$8.43 \pm 0.70^a$
Dough yield (%)	$92.96 \pm 1.06^a$	$92.43 \pm 0.86^{ab}$	$91.71 \pm 0.53^{bc}$	$91.77 \pm 0.49^{bc}$	$91.57 \pm 0.70^c$
Moisture (%)	$20.64 \pm 0.38^a$	$20.38 \pm 0.09^a$	$18.49 \pm 0.16^b$	$18.12 \pm 0.22^b$	$17.01 \pm 0.16^c$

<sup>1)</sup> All values are mean±standard deviation (S.D.).

<sup>2)</sup> Values with different letters within the same row are significantly different at  $p < 0.05$  according to Duncan's multiple range test.

**Table 4. Color values of muffin prepared with different level with *Tetragonia tetragonoides* powder**

Property	<i>Tetragonia tetragonoides</i> powder content (%)					
	0	1	3	5	7	
Outside	L (lightness)	$37.52 \pm 0.93^{1)a2}$	$36.63 \pm 0.23^{ab}$	$35.97 \pm 0.76^{bc}$	$35.83 \pm 0.93^{bc}$	$34.95 \pm 0.77^c$
	a (redness)	$10.38 \pm 0.54^{ab}$	$10.28 \pm 0.11^a$	$9.60 \pm 0.35^b$	$8.67 \pm 0.27^c$	$7.93 \pm 0.15^d$
	b (yellowness)	$13.68 \pm 0.36^b$	$13.30 \pm 1.21^b$	$14.15 \pm 0.56^a$	$14.37 \pm 0.35^a$	$14.67 \pm 0.17^a$
Inside	L (lightness)	$85.82 \pm 2.04^a$	$78.66 \pm 1.11^b$	$77.56 \pm 0.20^b$	$62.85 \pm 0.77^c$	$57.00 \pm 0.60^d$
	a (redness)	$-4.75 \pm 0.14^a$	$-9.94 \pm 0.02^b$	$-11.46 \pm 0.23^c$	$-11.57 \pm 0.10^c$	$-12.00 \pm 0.20^d$
	b (yellowness)	$19.74 \pm 0.31^d$	$23.72 \pm 0.14^c$	$25.76 \pm 0.03^b$	$25.61 \pm 0.37^{ab}$	$26.17 \pm 0.18^a$

<sup>1)</sup>All values are mean±standard deviation (S.D.).

<sup>2)</sup>Values with different letters within the same row are significantly different at  $p < 0.05$  according to Duncan's multiple range test.

에 나타낸 바와 같다. 머핀 외관의 명도인 L값(lightness)은 밝기를 의미하는 값으로 대조군에서  $37.52 \pm 0.93$ 으로 가장 높았고, 7% 첨가군에서  $34.95 \pm 0.77$ 로 가장 낮아 변형초 분말 첨가량이 증가할수록 낮아졌고, 적색도인 a값(redness)도 대조군에서  $10.38 \pm 0.54$ 로 가장 높았고, 7% 첨가군에서  $7.93 \pm 0.15$ 로 가장 낮았으며, 황색도인 b값(yellowness)은 대조군에서  $13.68 \pm 0.36$ 으로 가장 낮았고, 7% 첨가군에서  $14.67 \pm 0.17$ 로 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 머핀의 단면 L값은 대조군에서  $85.82 \pm 2.04$ 로 가장 높았고, 7% 첨가군에서  $57.00 \pm 0.60$ 으로 가장 낮았으며, a값도 대조군에서  $-4.75 \pm 0.14$ 로 가장 높았고, 7% 첨가군에서  $-12.00 \pm 0.20$ 으로 가장 낮았으며, 반대로 b값은 대조군에서  $19.74 \pm 0.31$ 로 가장 낮았고, 7% 첨가군에서  $26.17 \pm 0.18$ 로 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 즉, 머핀의 외부와 내부 모두 변형초의 첨가량이 증가할수록 밝기인 명도는 어두워졌고, 붉은색은 감소했으며, 황색은 증가했는데 이는 녹색인 변형초의 색상에서 기인한 것으로 보인다. 이와 유사한 경향은 카무트 분말을 첨가한 머핀에서도 확인할 수 있었고(Yoon JA 등 2021), 병아리콩 분말을 첨가한 머핀에서는 시료 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고 a와 b값은 증가하였는데(Lee PW 2024), 이러한 색도의 변화는 첨가한 시료의 고유색에 의한 것으로 사료된다.

머핀의 사진은 외관과 단면을 잘라 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 변형초 첨가량이 증가할수록 머핀의 외관과 단면의 색

은 어두워지고 머핀의 크기는 감소하였다.

#### 4. 조직감 측정

변형초 분말을 첨가한 머핀의 조직감은 Table 5에 나타낸 바와 같다. Hardness(경도)는 머핀의 굳기로 딱딱한 정도인데, 변형초 분말을 0, 1, 3, 5 및 7% 첨가 시 각각  $416.47 \pm 53.75$ ,  $297.69 \pm 37.15$ ,  $289.28 \pm 15.68$ ,  $272.96 \pm 14.18$ ,  $249.09 \pm 9.54$  g으로 변형초를 첨가한 머핀이 대조군 머핀에 비해 경도가 낮은 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 유사한 경향은 병아리콩을 첨가한 머핀(Lee PW 2024), 흰찰쌀보릿가루를 첨가한 머핀(Lee YK & Lee IS 2024)에서도 확인할 수 있다.

Adhesiveness(부착성)는 물질의 표면 등에 접촉하는 능력으로 대조군과 실험군 간의 유의적인 변화를 보이지 않았는데, 유사한 경향은 흰찰쌀보릿가루(Lee YK & Lee IS 2024), 카무트 분말(Yoon JA 등 2021), 감귤 과피 분말(Oh SW & Chung KH 2014) 첨가 머핀에서도 확인할 수 있었다.

Chewiness(씹힘성)는 고체 식품을 삼킬 수 있는 정도까지 씹는데 필요한 정도로 변형초 분말을 0, 1, 3, 5 및 7% 첨가 시 각각  $307.14 \pm 11.92$ ,  $255.07 \pm 9.01$ ,  $229.76 \pm 14.10$ ,  $212.38 \pm 12.57$ ,  $199.23 \pm 8.55$  g으로 경도와 비슷한 경향의 결과를 보였는데( $p < 0.05$ ), 병아리콩(Lee PW 2024)과 흰찰쌀보릿가루(Lee YK & Lee IS 2024)를 첨가한 머핀의 연구에서도 시료의 함량이 증가할수록 씹힘성은 감소하였다.

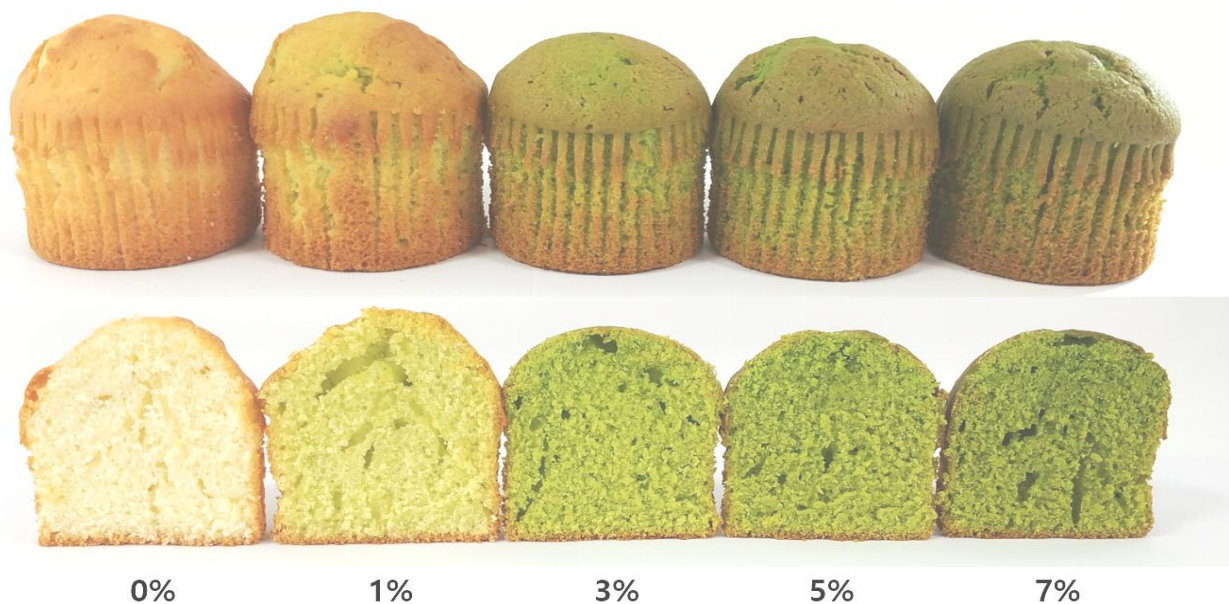


Fig. 1. Muffin with various levels of supplemental *Tetragonia tetragonoides* powder.

0%: Control (flour without *Tetragonia tetragonoides* powder, 1%: Flour with 1% *Tetragonia tetragonoides* powder, 3%: Flour with 3% *Tetragonia tetragonoides* powder, 5%: Flour with 5% *Tetragonia tetragonoides* powder, 7%: Flour with 7% *Tetragonia tetragonoides* powder.

**Table 5. Texture characteristics of muffin prepared with *Tetragonia tetragonoides* powder**

Text characteristics	<i>Tetragonia tetragonoides</i> content (%)				
	0	1	3	5	7
Hardness (g)	416.47±53.75 <sup>1)a2)</sup>	297.69±37.15 <sup>b</sup>	289.28±15.68 <sup>b</sup>	272.96±14.18 <sup>b</sup>	249.09±9.54 <sup>b</sup>
Adhesiveness (gs)	-0.46±0.19 <sup>a</sup>	-0.42±0.20 <sup>a</sup>	-0.47±0.10 <sup>a</sup>	-0.55±0.14 <sup>a</sup>	-0.64±0.15 <sup>a</sup>
Chewiness (g)	307.14±11.92 <sup>a</sup>	255.07±9.01 <sup>b</sup>	229.76±14.10 <sup>bc</sup>	212.38±12.57 <sup>bc</sup>	199.23±8.55 <sup>c</sup>
Cohesiveness (%)	0.79±0.02 <sup>a</sup>	0.81±0.04 <sup>a</sup>	0.80±0.02 <sup>a</sup>	0.82±0.04 <sup>a</sup>	0.83±0.05 <sup>a</sup>
Gumminess (g/s)	303.48±26.33 <sup>a</sup>	248.32±10.90 <sup>b</sup>	229.36±13.58 <sup>bc</sup>	212.64±29.60 <sup>bc</sup>	199.16±8.65 <sup>c</sup>
Resilience (g)	0.14±0.01 <sup>a</sup>	0.15±0.01 <sup>a</sup>	0.14±0.00 <sup>a</sup>	0.15±0.01 <sup>a</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>
Springiness (%)	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> All values are mean±standard deviation (S.D.).

<sup>2)</sup> Values with different letters within the same row are significantly different at  $p<0.05$  according to Duncan's multiple range test.

Cohesiveness(응집성)는 분자들이 서로 달라붙는 상호인력으로 대조군이  $0.79\pm 0.02\%$ 로 가장 낮았고, 7% 첨가군이  $0.83\pm 0.05\%$ 로 가장 높았으나 유의적인 차이는 없었으며 이와 유사한 경향은 흰찰쌀보릿가루를 첨가한 머핀에서도 확인할 수 있었다(Lee YK & Lee IS 2024).

Gumminess(점성)는 점착성이 있는 식품의 질감으로 hardness 및 chewiness와 유사한 경향을 보여 대조군이  $303.48\pm 26.33$ 로 가장 높았고, 7% 첨가군이  $199.16\pm 8.65$  g/s로 가장 낮았는데 ( $p<0.05$ ), 이러한 경향은 병아리콩을 첨가한 머핀에서도 찾아볼 수 있었다(Lee PW 2024).

Resilience(복원성)는 물체가 제자리로 돌아가는 성질로 adhesiveness 및 cohesiveness와 유사한 경향을 보여 대조군과 실험군에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Springiness(탄력성)는 머핀이 원래의 모양으로 돌아가는 성질로 대조군과 실험군 사이의 유의성을 보이지 않았고, 칠면초 분말 첨가 머핀(Yoon JA 2021), 카무트 분말 첨가 머핀(Yoon JA 등 2021), 커피박 추출물 첨가 머핀(Kim BG 등 2016) 및 가루쌀 분말 함량을 달리한 머핀(Kim WM 등 2025)에서도 유사한 경향을 보였다. 당밀을 첨가한 머핀의 경우 첨가량이 증가할수록 탄력성은 낮아졌고(Hwang YK & An HL 2020), 반대로 잇바디돌김 분말 첨가 머핀(Yoon JA 2022)에서는 첨가량이 증가할수록 탄력성이 높아졌다. 따라서 탄력성은 시료의 특성에 영향을 받아 탄력성이 높아질 수도 있고 낮아질 수도 있는 것으로 사료되며 변형초를 첨가한 머핀은 시료의 첨가량이 탄력성에 별다른 영향을 주지 않은 것으로 보인다.

Yoon JA 등(2021)의 연구에서 카무트 첨가량이 증가할수록 머핀의 cohesiveness와 resilience는 감소하고, gumminess와 chewiness는 증가하였으며, Yoon JA(2021)의 칠면초 머핀

에서는 분말 첨가량이 증가할수록 resilience는 감소하였고, hardness, gumminess 및 chewiness는 증가하였는데 이러한 조직감은 첨가하는 재료의 특성에 영향을 받아 수분 보유력 및 기공의 크기와 갯수에 의해 영향을 받는 것으로 사료된다.

## 5. 총 폴리페놀, 타닌, 플라보노이드 함량

변형초 분말 첨가 머핀의 total polyphenol, total tannin 및 total flavonoids 함량은 Table 6에 나타난 바와 같다. Polyphenol compound는 benzene 고리에 hydroxyl기(-OH)를 가지고 있는 aromatic hydrocarbon으로 식물에 존재하는 phytochemical인데, radical을 제거하는 기능, 항산화 기능 및 항균 효과 등의 생리활성이 있다(Kim YJ 등 2024). 변형초 머핀의 total polyphenol 함량은 0, 1, 3, 5 및 7% 첨가 시 각각  $283.51\pm 5.88$ ,  $287.71\pm 4.38$ ,  $294.62\pm 3.67$ ,  $326.05\pm 3.52$ ,  $374.14\pm 4.69$  mg GAE/g으로 변형초 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 율피 가루를 첨가한 머핀에서도 율피 가루 첨가량이 증가할수록 total polyphenol 함량이 증가하였고(Choi HY 등 2024), 커피박을 첨가한 머핀(Kim BG 등 2016)과 밀기울 첨가 머핀(Hwang YK 등 2024)에서도 유사한 결과를 보였다.

Tannin은 떫은맛에 영향을 주는 polyphenol로 항산화 기능이 있고, 염생 식물에 풍부하여(Woo KS 등 2015), 염생 식물인 변형초를 이용한 머핀에서도 풍부한 함량을 나타내 0, 1, 3, 5 및 7% 첨가 시 각각  $48.50\pm 2.23$ ,  $59.33\pm 2.14$ ,  $67.23\pm 3.51$ ,  $77.62\pm 3.96$ ,  $80.65\pm 3.61$  mg TAE/g으로 변형초 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). Yoon JA 등(2025)의 연구에 의하면 변형초의 total tannin은  $180.01$  mg TAE/g으로 높은 함량을 나타냈다.

Flavonoids는 폴리페놀에 속하며, free radical을 안정화하

**Table 6. Total polyphenol, total tannin and total flavonoids contents of muffin prepared with *Tetragonia tetragonoides* powder**

Property	<i>Tetragonia tetragonoides</i> content (%)				
	0	1	3	5	7
Total polyphenol (mg GAE <sup>3)</sup> /g)	283.51±5.88 <sup>1)d2)</sup>	287.71±4.38 <sup>cd</sup>	294.62±3.67 <sup>e</sup>	326.05±3.52 <sup>b</sup>	374.14±4.69 <sup>a</sup>
Total tannin (mg TAE <sup>4)</sup> /g)	48.50±2.23 <sup>d</sup>	59.33±2.14 <sup>c</sup>	67.23±3.51 <sup>b</sup>	77.62±3.96 <sup>a</sup>	80.65±3.61 <sup>a</sup>
Total flavonoids (µg CE <sup>5)</sup> /g)	336.88±14.87 <sup>e</sup>	475.21±3.57 <sup>d</sup>	494.50±3.71 <sup>e</sup>	527.12±9.51 <sup>b</sup>	586.40±3.30 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> All values are mean±standard deviation (S.D.).

<sup>2)</sup> Values with different letters within the same row are significantly different at  $p<0.05$  according to Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup> GAE: gallic acid equivalent.

<sup>4)</sup> TAE: tannic acid equivalent.

<sup>5)</sup> CE: catechin equivalent.

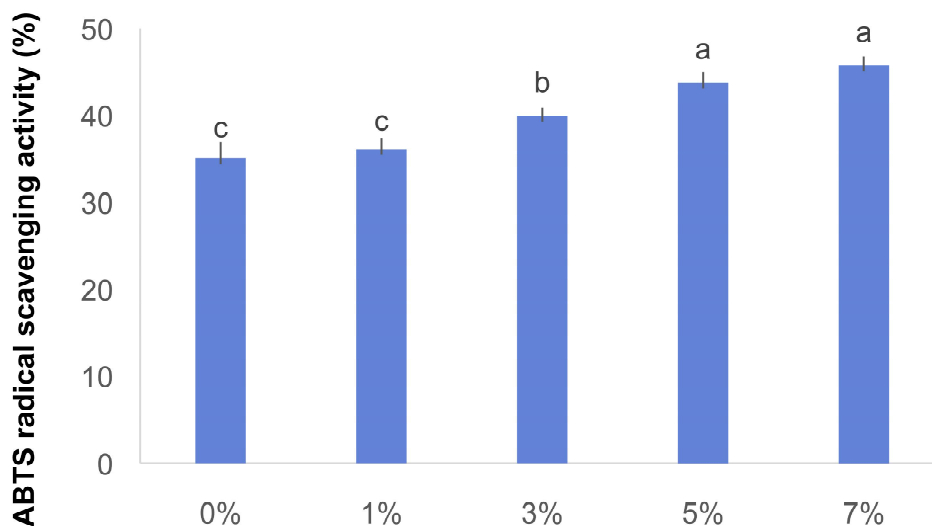
여 항산화 효과를 나타내는 화합물로(Yoon JA 등 2025) catechin equivalents(CE)로 계산한 결과 변형초를 0, 1, 3, 5 및 7% 첨가 시 336.88±14.87, 475.21±3.57, 494.50±3.71, 527.12±9.51, 586.40±3.30 µg CE/g으로 변형초 첨가량이 많아질수록 증가하였다( $p<0.05$ ). 유사한 경향은 외송을 첨가한 머핀(Kim YJ 등 2024)과 울피 가루를 첨가한 머핀(Choi HY 등 2024)에서도 확인할 수 있었다.

염생 식물은 소금 농도가 높은 환경에서 적응하기 위해 total polyphenol 및 total flavonoids와 같은 항산화 물질을 합성하는 것으로 알려졌다(Yoon JA 등 2025), 이러한 현상에 의해 변형초를 첨가한 머핀의 total polyphenol, total tannin

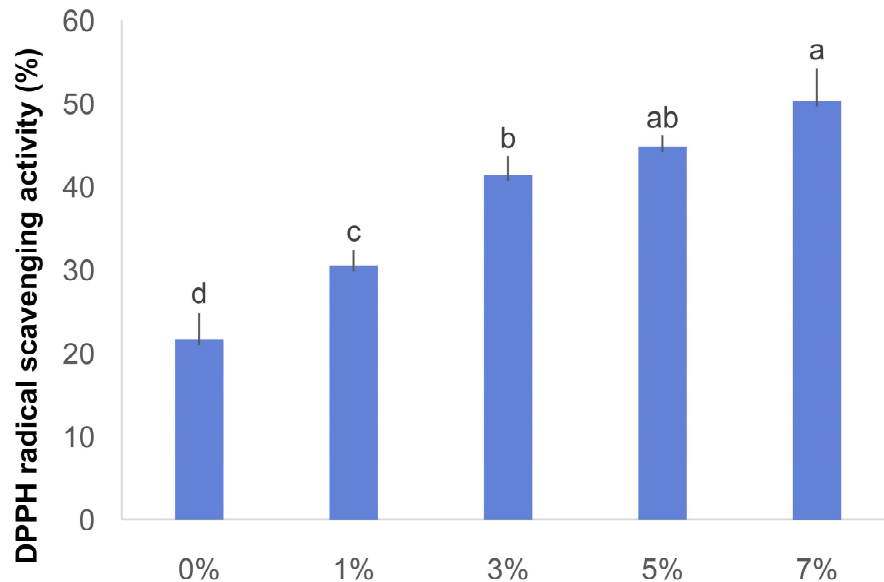
및 total flavonoids 함량도 변형초 첨가량에 비례하여 증가한 것으로 사료된다.

## 6. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성

변형초 분말을 첨가한 머핀의 ABTS 및 DPPH radical 소거 활성은 Fig. 2 및 Fig. 3과 같다. 체내에서 대사 반응이 일어날 때 생성되는 free radical은 활성산소와 반응하고 과산화물을 생성하는데, 이러한 반응물들은 노화와 세포 손상을 유발하여 발암 등 질병의 원인이 될 수 있어 ABTS 및 DPPH radical 소거 활성을 측정하여 질병의 위험성을 평가할 수 있다(Yoon JA 등 2025). ABTS radical 소거 활성은 ABTS<sup>+</sup>가



**Fig. 2. ABTS scavenging activities in muffins added with different level of *Tetragonia tetragonoides* powder.** All values are mean±standard deviation (S.D.). Values with different letters were significantly different at  $p<0.05$  according to Duncan's multiple range test. 0%: Control (flour without *Tetragonia tetragonoides* powder, 1%: Flour with 1% *Tetragonia tetragonoides* powder, 3%: Flour with 3% *Tetragonia tetragonoides* powder, 5%: Flour with 5% *Tetragonia tetragonoides* powder, 7%: Flour with 7% *Tetragonia tetragonoides* powder.



**Fig. 3.** DPPH scavenging activities in muffins added with different level of *Tetragonia tetragonoides* powder. All values are mean±standard deviation (S.D.). Values with different letters were significantly different at  $p<0.05$  according to Duncan's multiple range test. 0%: Control (flour without *Tetragonia tetragonoides* powder, 1%: Flour with 1% *Tetragonia tetragonoides* powder, 3%: Flour with 3% *Tetragonia tetragonoides* powder, 5%: Flour with 5% *Tetragonia tetragonoides* powder, 7%: Flour with 7% *Tetragonia tetragonoides* powder.

소거되면서 청녹색이 탈색되는 반응으로 변행초를 0, 1, 3, 5 및 7% 첨가한 머핀에서 각각  $35.08 \pm 1.85\%$ ,  $36.14 \pm 1.22\%$ ,  $39.97 \pm 0.93\%$ ,  $43.81 \pm 1.22\%$  및  $45.76 \pm 1.06\%$ 로 증가하였다 ( $p<0.05$ ). 와송 분말을 첨가한 머핀에서는 첨가량에 비례하여 ABTS radical 소거 활성은 3% 첨가군에서 16.70%, 9% 첨가군에서 68.83%를 나타냈고(Kim YJ 등 2024), 율피 가루를 첨가한 머핀에서는 1% 첨가군에서 26.46%, 7% 첨가군에서 68.64%를 나타내 본 연구와 유사한 결과를 보였다(Choi HY 등 2024).

DPPH radical 소거 활성은 보라색이 산화 반응하여 탈색되는 것으로 변행초를 0, 1, 3, 5 및 7% 첨가한 머핀에서 각각  $21.63 \pm 3.13\%$ ,  $30.48 \pm 1.87\%$ ,  $41.35 \pm 2.31\%$ ,  $44.81 \pm 1.36\%$  및  $50.29 \pm 3.92\%$ 로 변행초 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다( $p<0.05$ ). Yoon JA 등(2025)의 선행연구에 의하면 변행초의 DPPH radical 소거 활성은  $75.77 \pm 7.57\%$ 로 높았으며, 카무트 머핀에서는 10% 첨가군에서  $23.99 \pm 0.65 \mu\text{mol/g}$ , 100% 첨가군에서  $32.62 \pm 0.59 \mu\text{mol/g}$ 으로 시료의 첨가량이 많아질수록 DPPH radical 소거 활성 역시 증가하였다.

ABTS 및 DPPH radical 소거 활성과 같은 대표적인 항산화력 측정능은 전자를 공여하는 능력이 지질 과산화 시 연쇄적으로 반응하여 free radical에 전자를 공여하여 산화력을 억제하고, 체내에서 항노화 등의 질병 예방을 가져온다(Woo KS 등 2015). 변행초를 연구한 Lee ES 등(2023)의 선행연구에

의하면 변행초는 농도에 의존적으로 ROS 생성을 억제하였는데, 이것은 변행초의 항산화력을 입증한 연구로 본 연구의 ABTS 및 DPPH radical 소거 활성과 연결하여 생각할 수 있다. 사람은 체내 대사 시 유해한 free radical이 만들어지는데 항산화 물질들은 이러한 유해한 free radical을 제거하며, 이러한 free radical에는 ABTS와 DPPH radical이 포함된다(Ryu JY 등 2018). 결과적으로 이러한 항산화력은 변행초에 함유된 total polyphenol, total tannin 및 total flavonoids 성분이 ABTS와 DPPH radical 소거에 영향을 미친 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 변행초(*Tetragonia tetragonoides*) 분말을 0, 1, 3, 5 및 7% 첨가하여 제조한 머핀의 품질특성과 항산화 활성을 조사하였다. 머핀의 무게, 높이 및 부피는 대조군에서 가장 높았고, 변행초 첨가량이 많아질수록 낮아졌다( $p<0.05$ ). 굽기 손실율은 대조군에서 가장 낮았으며, 변행초 첨가량이 증가할수록 높아졌고, 수율은 반대로 대조군에서 가장 높았으며, 변행초 첨가량이 많아질수록 낮아졌다( $p<0.05$ ). 머핀의 수분함량은 0%와 1% 첨가군에서 가장 높았으며, 변행초 첨가량이 많아질수록 낮아졌다( $p<0.05$ ). 머핀의 pH는 대조군과 첨가군간의 유의적인 차이가 없었다. 머핀의 외부와 단면의 명도(L값)와 적색도(a값)는 변행초의 첨가량이 증가할수록

낮아졌으며, 황색도(b값)는 반대의 경향을 보여 변형초 분말의 첨가량이 많아질수록 증가하였다( $p<0.05$ ). 조직감은 변형초 분말의 첨가량이 증가할수록 hardness, chewiness, gumminess는 감소하였고( $p<0.05$ ), adhesiveness, cohesiveness, resilience, springiness는 유의적인 차이가 없었다. 변형초 첨가 머핀의 조직감을 종합적으로 볼 때 7% 변형초 첨가 머핀이 가장 부드럽고 촉촉한 머핀으로 제조된 것으로 생각된다. 항산화 성분인 total polyphenol, total tannin 및 total flavonoids 함량은 대조군이 가장 낮았으며 변형초 첨가량이 증가함에 따라 유의적인 증가를 보였다( $p<0.05$ ). ABTS 및 DPPH radical 소거 활성도 항산화 성분과 유사한 경향을 보여 변형초 첨가량이 많아질수록 증가하였다( $p<0.05$ ). 실험 결과들을 종합해 보면 항산화 작용 등의 기능성은 5~7% 수준에서 첨가하는 것이 우수하였고, 품질특성은 3~5% 수준에서 첨가하는 것이 우수하여 머핀의 품질과 기능성 면에서 만족한 결과를 얻기 위해서는 향후 추가 연구가 필요하다고 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 2025년도 강서대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었습니다.

## REFERENCES

- An SH, Jeung JS (2025) Quality characteristics of muffin prepared with the addition of *sansuyu* (*Corni fructus*) fruit powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 54(4): 362-369.
- AOAC (1990) Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. p 788.
- Bae JH, Jung IC (2013) Quality characteristics of muffin added with buckwheat powder. J East Asian Soc Diet Life 23(4): 430-436.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181: 1199-1200.
- Choi GY, Kim HD, Bae JH (2007) Quality characteristics of sponge cakes occurred with percentages of persimmon leaves powder added. Cul Sci & Hos Res 13(4): 269-278.
- Choi HJ, Kang JS, Choi YW, Jeong YK, Joo WH (2008) Inhibitory activity on the diabetes related enzymes of *Tetragonia tetragonioides*. Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal 23(5): 419-424.
- Choi HJ, Yee ST, Kwon GS, Joo WH (2015) Anti-inflammatory and anti-tumor effects of *Tetragonia tetragonioides* extracts. Microbiol Biotechnol Lett 43(4): 391-395.
- Choi HY, Kim IB, Kim SB (2024) Quality characteristics and antioxidant activity of rice muffins added with chestnut inner shell powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 53(4): 400-409.
- Duval B, Shetty K (2001) The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. J Food Biochem 25(5): 361-377.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem 12(2): 239-243.
- Hwang YK, Ahn CH, Park HR, Yu YS (2024) Study on quality characteristics and antioxidant activity of muffins added with wheat bran powder. Cul Sci & Hos Res 30(10): 29-40.
- Hwang YK, An HL (2020) Quality characteristics of muffins with molasses. Cul Sci & Hos Res 26(3): 56-66.
- Jia Z, Tang M, Wu J (1999) The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem 64(4): 555-559.
- Jo JB, Lee EH, Cho YJ (2016) Beauty food activities of isolated phenolic compounds from *Tetragonia tetragonioides*. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(3): 333-341.
- Jung KI (2016) Quality characteristics of muffins added with moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(6): 872-879.
- Kim BG, Park NY, Lee SH (2016) Quality characteristics and antioxidative activity of muffins added with coffee ground residue water extract and powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(1): 76-83.
- Kim WM, Seo SW, Lee GH (2025) Properties of muffin by adding various amounts of powdered rice flour. J Korean Soc Food Sci Nutr 54(3): 281-288.
- Kim YJ, Choi JH, Kim SB, Hwang JM, Choi HY (2024) Quality characteristics and antioxidant activity of rice muffins added with *Orostachys japonicus* powder. Food Sci Preserv 31(4): 660-672.
- Kong JH, Lee KY, Rho DH, Lee JC, An WG, Lee BK (2020) Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Tetragonia tetragonioides* water extract. Herb Formula Sci 28(2): 137-145.
- Lee ES, Park JW, Moon KH, Seo Y (2023) Antioxidant activity of native Korean halophyte extracts and their

- anti-biofilm activity against *Acinetobacter baumannii*. J Life Sci 33(12): 1015-1024.
- Lee JH, Lee YS, You YS (2024) Quality characteristics of muffins with hydrangea leaf extract powder. Korean J Food Sci Technol 56(1): 69-76.
- Lee JA (2023) Quality characteristics and antioxidant properties of muffin added with freeze dried ramie leaf powder. Cul Sci & Hos Res 29(11): 1-8.
- Lee JA (2024) Influence of the addition of freeze-dried aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. Cul Sci & Hos Res 30(11): 10-17.
- Lee JE (2024) The quality characteristics of english muffin added with *Tenebrio molitor* (mealworm) larva powder. Cul Sci & Hos Res 30(5): 1-12.
- Lee JW, Kim GJ, Rho KA, Chung KH, Yoon JA, An JH (2015) Quality characteristics and antioxidant activity of muffins containing lemongrass powder. Korean J Food Nutr 28(5): 794-801.
- Lee MA, Choi HJ, Kang JS, Choi YW, Joo WH (2008) Antioxidant activities of the solvent extracts from *Tetragonia tetragonioides*. J Life Sci 18(2): 220-227.
- Lee PW (2024) Quality characteristics of muffins with *Cicer arietinum* L. powder. Cul Sci & Hos Res 30(10): 10-19.
- Lee YK, Lee IS (2024) Quality characteristics of muffin with the addition of glutinous barley flour. FoodService Industry Journal 20(4): 79-93.
- Oh SW, Chung KH (2014) Physicochemical and sensory properties of muffins with added powdered tangerine peel. Food Eng Prog 18(3):177-185.
- Park LY (2015) Quality characteristics of muffins containing wheat sprout powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 44(5): 784-789.
- Park YK, Nam UH (2002) Studies on the anti-oxidative effects of *Tetragonia tetragonioides*. Kor J Herbology 17(2): 191-202.
- 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.
- Ryu JY, Park HJ, Lee SL, Koh SY, Lim HJ, Kim HA, Cho SK (2018) Quality characteristics of madeleine added with halla gold kiwifruit fermented by lactic acid bacteria. Food Sci Preserv 25(2): 205-211.
- 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.
- Woo KS, Song SB, Ko JY, Lee JS, Jung TW, Jeong HS (2015) Changes in antioxidant contents and activities of adzuki beans according to germination time. J Korean Soc Food Sci Nutr 44(5): 687-694.
- Yoon JA (2020) Quality characteristics and antioxidant activity of sponge cake added with *Tetragonia tetragonioides* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 49(9): 953-960.
- Yoon JA (2021) Quality characteristics of muffins added with *Suaeda japonica* powder. J East Asian Soc Diet Life 31(5): 311-319.
- Yoon JA (2022) Quality characteristics of muffins supplemented with *Porphyrta dentata* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 51(10): 1066-1073.
- Yoon JA, Cho EC, Yun J, Choi YJ (2025) Evaluation of the antioxidant and anti-inflammatory activities of wild and cultivated *Tetragonia tetragonioides* as a functional food resource. J East Asian Soc Diet Life 35(3): 181-191.
- Yoon JA, Han JW, Choi JH, Shin KO (2021) Quality characteristics and antioxidant activity of muffins with added kamut (*Triticum turanicum* Jakubz) powder. Korean J Food Sci Technol 53(5): 628-633.
- 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 (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 JC, Park HS, Han JH (2023) Quality characteristics of muffins with garlic peel powder and antioxidant. Cul Sci & Hos Res 29(5): 43-53.

---

Date Received Aug. 4, 2025  
 Date Revised Aug. 21, 2025  
 Date Accepted Aug. 22, 2025