

ARTICLE

Fried Chicken Breast에 첨가한 사과분말이 품질 특성과 항산화에 미치는 영향

김선겸¹ · 김학연^{1,2*} · 강선문^{3*}

¹공주대학교 동물자원학과, ²공주대학교 자원과학연구소, ³국립축산과학원 기획조정과

The Effect of Apple Powder on Quality Characteristics and Antioxidants in Fried Chicken Breast

Sun-Gyeom Kim¹, Hack-Youn Kim^{1,2*}, Sun-Moon Kang^{3*}

¹Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

²Resource Science Research Institute, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

³Planning and Coordination Division, National Institute of Animal Science, Wanju 55365, Korea

Received: June 09, 2023

Revised: June 21, 2023

Accepted: June 21, 2023

*Corresponding author :

Hack-Youn Kim

Department of Animal Resource, Kongju

National University, Yesan 32439, Korea

Tel : +82-41-330-1041

E-mail : kimhy@kongju.ac.kr

Sun-Moon Kang

Planning and Coordination Division,

National Institute of Animal Science,

Wanju 55365, Korea 32439, Korea

Tel : +82-63-238-7394

E-mail : smkang1014@naver.com

Copyright © 2023 Resources Science Research Institute, Kongju National University. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID

Sun-Gyeom Kim

<https://orcid.org/0000-0003-0393-2885>

Hack-Youn Kim

<https://orcid.org/0000-0001-5303-4595>

Sun-Moon Kang

<https://orcid.org/0000-0003-3947-4337>

Abstract

This study aims to investigate the effects of apple powder used for quality characteristics and antioxidants in fried chicken breast. The fried chicken breast was manufactured with various levels of apple powder (0%, 5%, 10%, and 15%). The fried chicken breast was examined by coating yield, frying yield and total yield, pH, color, total flavonoid contents (TFC), total polyphenol contents (TPC), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity (DPPH), ferric reducing antioxidant power (FRAP). The coating and total yield of the sample with 10% and 15% apple powder were significantly higher than the 5% and control ($p<0.05$). The pH of the sample with 15% apple powder was significantly lower than the other treatments ($p<0.05$). The brightness of batter and fried chicken bread tendency to decrease as the amount of apple powder added increased, and the redness tendency to increase. The TFC, TPC, DPPH, and FRAP showed a tendency to decrease over the storage period. The TFC and TPC of the sample with 10% and 15% apple powder was significantly higher than the control at 0 and 2 weeks ($p<0.05$). The treatment in which apple powder was added at 0 and 1 weeks of DPPH storage showed significantly higher values than the control ($p<0.05$). The FRAP showed significantly higher values in the treatment with apple powder added during all storage periods than in the control ($p<0.05$). Therefore, the addition of apple powder fried chicken breast can improve the antioxidant effects.

Keywords

Apple powder, Antioxidant, Fried chicken breast

1. 서론

2020년 기준 닭고기 소비량은 1인당 약 16 kg으로 매년 증가해 왔으며, 20세부터 69세까지의 성인남녀 1,100명 중 약 70%가 1주일에 한번 이상 닭고기를 소비하는 것으로 조사되었다(Gwak *et al.*, 2022). 국내 식육가공품에 대한 수요가 증가하고 있으며, 전체 식육가공품 중 36.2%가 닭고기를 원료육으로 사용하여 제품을 생산하고 있다(Nam, 2022). 닭고기를 이용한 식육가공품은 치킨, 소시지, 패티 등이 있으며, 전체 가공품 중 약 43.2%가 튀김제품으로 많은 소비량을 차지하는 것으로 나타났다(KREI, 2022).

Fried chicken은 염지 과정을 거친 닭고기에 batter를 묻힌 후 기름에 튀겨 생산한다(Park *et al.*, 2018). Fried chicken에 사용되는 batter는 첨가물에 의해 결합력을 증가시킬 수 있으며, 튀김과정 중 닭고기

육즙의 삼출을 감소시킬 수 있다(Min, 2014). 또한 상대적으로 tocopherol과 같은 천연 항산화 물질이 적은 닭고기는 천연 항산화 성분을 가진 첨가물을 혼합함으로써 산화의 속도를 줄일 수 있다(Hwang *et al.*, 2013). 산화의 속도를 줄이기 위해 천연 항산화제로서 사용되는 사과를 첨가하여 소시지, 바비큐, 패티 등의 연구들이 보고되고 있다(Yu *et al.*, 2015; Cao *et al.*, 2022; Younis and Ahmad, 2018).

사과(*Malus pumila* Miller)는 쌍떡잎식물 장미목 장미과 낙엽교목 식물이며, polyphenol계 화합물과 flavonoids 화합물이 다량 함유되어 있다(Lee *et al.*, 2022). 사과 주요 polyphenol에는 chlorogenic acid, catechin 및 epicatechin 등이 있으며, 이러한 화합물들은 항산화 능력을 보유하고 있다(Napolitano *et al.*, 2004). 또한 사과에는 지용성 화합물인 α -tocopherol이 약 0.25 mg/100 g으로 함유되어 있으며 (Bianchi *et al.*, 2020), 기름에 노출되는 튀기기의 조리방법을 활용한 육제품은 α -tocopherol에 의해 지질 산화를 억제하여 항산화능을 증가시킬 수 있다(Manzo *et al.*, 2019). 따라서 본 연구는 닭가슴살 튀김에 사과분말을 첨가하여 항산화에 미치는 영향을 조사하기 위한 목적으로 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

공시 재료 및 fried chicken breast 제조

본 연구에 사용된 원료육은 닭고기 안심(Harim, Korea)을 구매하여 사용하였다. 사과분말은 산마을 (Sanmaeul, Korea)에서 껍질과 함께 동결건조한 분말을 구매하여 사용하였으며, fried chicken breast의 염지 비율과 batter의 제조 비율은 Table 1에 나타내었다. 닭 안심을 injector를 사용하여 중량 대비 15%가 되도록 염지하였다. 이후 사과분말이 각각 0%, 5%, 10%, 15%씩 첨가된 batter에 묻혔으며, batter를 묻힌 닭고기 안심을 10초간 흔들어 흐르는 batter를 제거했다. 이후 170°C로 가열된 기름에서 튀김기(MR-900, Mirae industry, Korea)를 사용하여 3분 30초간 가열하였다. 완성된 시료는 상온에서 10분간 방랭하였으며, 방랭 후 폴리에틸렌 포장지에 담아 진공포장하였다. 포장된 시료는 냉장 4°C에서 보관하여 실험에 사용하였으며, 모든 실험은 저장기간이 끝날 때 수행되었다.

Coating yield, frying yield and total yield

사과 분말을 첨가한 fried chicken breast의 coating yield를 측정하기 위해 batter를 묻히기 전의 무게와 묻힌 후 10초간 흐르는 batter를 제거한 무게를 측정하여 아래 계산식에 대입하여 값을 산출하였다. 이후 frying yield는 코팅 후 무게와 튀김 후 무게를 측정하여 아래 계산식에 대입하여 값을 산출하였다. Total yield는 튀기기 과정이 끝난 후 원료육의 무게와 튀김 후 무게를 측정하여 아래 계산식에 대입하여 값을 산출하였다.

$$\text{Coating yield (\%)} = \frac{\text{Coating 후 무게 (g)}}{\text{Coating 전 무게 (g)}} \times 100$$

$$\text{Frying yield (\%)} = \frac{\text{Frying 후 무게 (g)}}{\text{Coating 후 무게 (g)}} \times 100$$

$$\text{Total yield (\%)} = \frac{\text{Frying 후 무게 (g)}}{\text{원료육의 무게 (g)}} \times 100$$

pH

사과 분말을 첨가한 fried chicken breast의 pH를 측정하기 위해 시료와 증류수를 1:4비율로 계량하여 ultra-turrax (HMZ-20DN, Poonglim Tech, Korea)를 이용하여 10,000 rpm으로 1분간 균질하였다. 이후 pH 4.01, pH 7.0, pH 10.0 buffer solution (Suntex Instruments, Taiwan)으로 보정된 pH meter (Model S220, Mettler-Toledo, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

Table 1. Formular of fried chicken breast formulated with various levels of apple powder

Ingredients (%)		Apple powder (%)			
		0	5	10	15
Main	Meat	100	100	100	100
	Salt	0.4	0.4	0.4	0.4
Curing agent	Sugar	0.3	0.3	0.3	0.3
	MSG ¹⁾	0.1	0.1	0.1	0.1
	Pepper	0.2	0.2	0.2	0.2
	Garlic powder	0.1	0.1	0.1	0.1
	Water	10	10	10	10
	Flour	47	47	47	47
Batter mix	Corn starch	33.3	33.3	33.3	33.3
	Rice powder	5.2	5.2	5.2	5.2
	Potato starch	5.2	5.2	5.2	5.2
	Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
	Sugar	1	1	1	1
	Baking powder	1	1	1	1
	Pepper	0.5	0.5	0.5	0.5
	MSG ¹⁾	4.3	4.3	4.3	4.3
	Onion powder	1	1	1	1
	Garlic powder	1	1	1	1
	Water	133.3	133.3	133.3	133.3
	Apple powder	-	5	10	15

¹⁾ MSG: monosodium glutamate.

Color

색도는 백색표준판(CIE L*: +97.83, CIE a*: -0.43, CIE b*: +1.98)으로 보정된 pulse xenon lamp, 2° 표준 관찰자, 8 mm 판독표면적 및 표준 광원 D65를 장착한 colorimeter (CR-10, Minolta, Japan)를 사용하여 측정하였다. 사과 분말을 첨가한 batter의 색도는 90 × 15 mm petri dish에 채운 뒤 단면을 측정하였으며, 제조된 fried chicken breast는 절반으로 잘라 안쪽 단면을 측정하였다. 측정된 값은 CIE L* (lightness), CIE a* (redness), CIE b* (yellowness)을 기록하여 나타내었다.

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazy (DPPH) 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능의 측정은 시료 3 g과 증류수 15 mL를 계량하여 1분간 10,000 rpm의 조건으로 ultra-turrax (HMZ-20DN, Poonglim Tech)를 사용하여 균질하였다. 균질된 시료는 10분간 3,000 rpm 조건으로 원심분리(Supra R22, Hanil, Korea)를 한 후 시료를 여과하여 실험에 사용하였으며, 여과액은 DPPH, TPC, TFC, FRAP 실험에 동일하게 사용하였다. 여과액 1 mL와 증류수 1 mL를 혼합한 후 DPPH reagent와 1:1 비율로 vortex (SVM-10, SciLab Korea, Korea)를 사용하여 혼합하였다. 이후 암실에서 30분간 반응시켜 multi-mode microplate reader (Spectra Max iD3, Molecular Devices,

CA, USA)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 아래 계산식에 의해 값을 산출하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Blank Abs} - \text{Sample Abs}}{\text{Blank Abs}} \times 100$$

Ferric reducing antioxidant power (FRAP)

FRAP reagent는 20 mM FeCl₃, 40 mM HCl로 용해된 10 mM 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ), 0.3 M sodium acetate buffer를 1:1:10의 비율로 혼합한 후 37°C에서 15분간 반응시켜 사용하였다. FRAP reagent와 여과액을 3:1 비율로 vortex (SVM-10, SciLab Korea)를 사용하여 혼합 후 37°C에서 15분간 암실반응하였다. 이후 multi-mode microplate reader (Spectra Max iD3, Molecular Devices)를 사용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질 Trolox로 표준곡선을 작성하여 값을 산출하였다.

Total flavonoid contents (TFC)

TFC의 측정은 diethylene glycol, 여과액, 1 N NaOH을 10:1:1 비율로 vortex (SVM-10, SciLab Korea)를 사용하여 혼합하였다. 혼합된 시료는 37°C에서 1시간 암실반응하였으며, multi-mode microplate reader (Spectra Max iD3, Molecular Devices)를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. TFC 값은 표준물질 naringin으로 표준곡선을 작성하여 mg NE/g (NE: naringin acid equivalents)으로 환산 후 나타내었다.

Total phenol contents (TPC)

TPC의 측정은 여과액 40 µL와 2N Folin 80 µL를 혼합하였으며, 3분간 반응시켰다. 반응시킨 용액에 Na₂CO₃ 800 µL를 첨가한 후 vortex (SVM-10, SciLab Korea)를 사용하여 혼합하였다. 이후 37°C에서 30분간 암실반응시켰으며, multi-mode microplate reader (Spectra Max iD3, Molecular Devices)를 사용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. TPC값은 표준물질 gallic acid로 표준곡선을 작성하여 mg GAE/g (GAE: gallic acid equivalents)으로 환산 후 나타내었다.

통계처리

본 실험은 최소 3회 이상 반복 실험을 실시하여 분석하였으며, 평균값과 표준편차로 표기하였다. 사과분말을 첨가한 fried chicken breast은 SAS (version 9.4 for windows, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 사용하여 첨가량에 따른 실험 결과와 저장기간에 따른 처리구들의 비교 실험 결과를 각각 분산분석(one-way ANOVA)으로 나타내었다. 결과에 대한 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 p<0.05 수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

Coating yield, frying yield and total yield

사과분말 첨가량에 따른 fried chicken breast의 coating yield와 frying yield는 Table 2에 나타내었다. Coating yield는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 사과분말 10%와 15%를 첨가한 처리구는 대조구와 5%를 첨가한 처리구들보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다 (p<0.05). Frying yield는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 사과분말 15%를 첨가한 처리구는 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다(p<0.05). Total yield는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 사과분말 10%와 15%를 첨가한 처리구는 대조구와 5%를 첨가한 처리구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다(p<0.05). 사과에는 식이섬유가

Table 2. Coating yield, frying yield and total yield of fried chicken breast formulated with various levels of apple powder during storage periods

Traits	Apple powder (%)			
	0 (Control)	5	10	15
Coating yield (%)	110.52±1.37 ^b	111.16±0.84 ^b	114.73±2.76 ^a	115.57±2.50 ^a
Frying yield (%)	86.62±4.26 ^a	84.42±1.84 ^{ab}	83.82±3.28 ^{ab}	80.18±4.47 ^b
Total yield (%)	90.80±1.08 ^c	92.02±1.03 ^c	94.41±0.94 ^b	96.91±1.67 ^a

All values are mean±SD.

^{a,b} Means in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

약 2.61 g/100 g을 함유하고 있으며, 그 중 수용성 식이섬유는 약 1.67 g/100 g을 함유하고 있다(Ha *et al.*, 2019). 식이섬유는 탄수화물이 첨가된 재료에서 수분 흡수율이 증가하기 때문에 batter에 사과분말의 식이섬유가 첨가됨에 따라 수분흡수가 증가한 결과로 사료된다(Park and Sim, 2022). Frying yield는 fried chicken breast를 고온의 기름으로 튀기는 과정에서 batter에 함유되어 있는 물의 증발 및 용출이 일어난 결과로 사료된다(Lee and Surh, 2021). Total yield는 batter의 결착 능력이 증가하여 닭 안심의 육즙 방출을 감소시킨 결과로 사료된다(Min, 2014). 최종적으로 batter에 사과분말의 첨가량이 증가함에 따라 수분흡수율이 증가하여 결착 능력이 증가됨에 따라 coating yield가 증가한 것으로 사료된다. 이후 흡수된 수분이 튀기기 과정으로 인해 수분이 증발하여 frying yield가 감소하는 결과를 보였다. 하지만 batter의 결착 능력 증가로 인해 닭 안심의 수분 방출을 감소시켜 coating yield 값이 높은 처리구가 total yield의 높은 값의 경향을 나타낸 것으로 사료된다.

pH

Table 3은 사과분말 첨가량과 저장기간에 따른 fried chicken breast pH의 결과를 나타내었다. 모든 주차에서 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 pH는 감소하는 경향을 나타내었으며, 사과분말 5%, 10%, 15% 처리구는 대조구보다 유의적으로 낮은 pH를 나타내었다($p < 0.05$). 사과를 동결건조한 사과분말의 pH는 약 4.40을 나타내며(Rajkumar and Ganesan, 2021), 본 연구에 사용된 사과분말의 pH는 약 4.18의 수준으로 유사한 값을 나타내었다. 사과분말을 첨가하지 않은 대조구의 pH는 약 6.46 값을 나타내어, 대조구보다 낮은 pH를 나타낸 처리구는 사과분말의 첨가로 인해 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하는 경향을 나타낸 것으로 사료된다. 사과 과육의 pH는 약 4.64의 값을 나타내며, 동결건조한 분말과 비슷한 pH를 나타낸다(Park, 2019). Verma 등(2010)은 치킨 너겟에 사과 과육을 첨가하여 pH를 측정하였으며, 사과 과육의 첨가량이 증가함에 따라 pH가 감소하는 경향을 보고하여 본 연구와 일치하였다.

Table 3. pH of fried chicken breast formulated with various levels of apple powder during storage periods

Storage periods (weeks)	Apple powder (%)			
	0 (Control)	5	10	15
0	6.46±0.02 ^{Aa}	6.34±0.01 ^{Ab}	6.33±0.02 ^{Ab}	6.30±0.01 ^{Ac}
1	6.43±0.02 ^{Ba}	6.31±0.01 ^{Bb}	6.32±0.03 ^{Ab}	6.27±0.01 ^{Bc}
2	6.39±0.01 ^{Ca}	6.29±0.01 ^{Cb}	6.27±0.01 ^{Bc}	6.25±0.01 ^{Cd}

All values are mean±SD.

^{a-c} Means in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C} Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

저장기간에 따른 사과분말을 첨가한 fried chicken breast의 pH는 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구가 감소하는 경향을 나타내었다. 육제품은 저장기간이 증가함에 따라 미생물이 생장이 이루어지며, 저장기간동안 젖산균이 생장한 것으로 사료된다(Vergara *et al.*, 2020). 젖산균이 생장함으로써 젖산균이 생산하는 lactic acid의 함량이 증가하고, lactic acid 로 인해 pH가 감소한 것으로 사료된다(Choi *et al.*, 2022). Jeong 등(2021)은 닭 튀김이 저장기간이 증가함에 따라 젖산에 의해 pH가 감소하는 결과를 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

Color

사과분말 첨가량에 따른 batter와 fried chicken breast의 색도 측정값은 Table 4에 나타내었다. 사과분말을 첨가한 batter와 fried chicken breast의 명도는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 사과분말 10%와 15%의 처리구는 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 적색도는 사과분말의 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 사과분말 15%의 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). Batter의 황색도는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었지만, fried chicken breast는 감소하는 경향을 나타내었다. 사과에는 붉은 색을 나타내는 anthocyanin이 약 43.6 mg/FW 100 g을 함유하고 있어 적색도가 증가한 것으로 사료된다(Malec *et al.*, 2014). 또한 본 연구에 사용한 사과 분말의 적색도 값은 약 6.63, 황색도 값은 약 21.00을 나타내었다. 따라서 사과 분말의 첨가량이 증가함에 따라 적색도와 황색도가 증가한 것으로 사료된다. 하지만 명도는 적색도와 황색도가 증가함에 따라 감소하는 음의 상관관계를 나타내어 첨가량이 증가함에 따라 감소한 것으로 사료된다(Wang *et al.*, 20004). Younis와 Ahmad(2018)는 패티에 사과분말을 첨가하였으며, 첨가량이 증가함에 따라 명도 감소, 적색도 증가 및 황색도 감소를 보고하여 본 연구의 fried chicken breast 색도와 유사한 결과를 나타내었다.

Total flavonoid contents (TFC)와 total phenol contents (TPC)

Table 5는 사과분말 첨가량에 따른 fried chicken breast TFC와 TPC의 결과를 나타내었다. TFC는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 그 중 사과분말 15%를 첨가한 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). TPC는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 사과분말 10%와 15%를 첨가한 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). TFC와 TPC의 모든 처리구는 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. Flavonoid는 과일 및 채소 등에서 함유되어 있는 화합물이며, 활성 산소 제거, 산화 효소 활성을 억제시키는 효과를 나타낸다(Shen *et al.*, 2022). 사과의 flavonoid는 약 51.44 mg%

Table 4. Color of batter and fried chicken breast formulated with various levels of apple powder during storage periods

Traits	Apple powder (%)				
	0 (Control)	5	10	15	
Batter	CIE L*	83.76±0.36 ^a	81.58±0.92 ^a	77.76±0.68 ^b	68.92±3.57 ^c
	CIE a*	2.34±0.29 ^c	2.78±0.56 ^b	3.16±0.88 ^b	5.78±0.11 ^a
	CIE b*	15.10±0.98 ^b	15.80±1.45 ^b	15.60±1.79 ^b	21.72±0.50 ^a
Fried chicken breast	CIE L*	66.83±2.39 ^a	53.33±4.15 ^b	44.86±2.66 ^c	39.58±1.97 ^d
	CIE a*	9.20±1.29 ^b	9.87±1.91 ^b	13.16±2.69 ^a	14.30±3.60 ^a
	CIE b*	27.18±3.09 ^a	26.65±4.85 ^a	13.42±3.50 ^b	8.37±3.31 ^c

All values are mean±SD.

^{a-d} Means in the same row with different letters are significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Total flavonoid contents (TFC) (mg NE/g) and total polyphenol contents (TPC) (mg GAE/g) of fried chicken breast formulated with various levels of apple powder during storage periods

Trait	Storage periods (weeks)	Apple powder (%)			
		0 (Control)	5	10	15
TFC	0	0.09±0.01 ^{Ab}	0.10±0.01 ^{Aab}	0.10±0.02 ^{Aab}	0.11±0.01 ^{Aa}
	1	0.08±0.01 ^{Ba}	0.08±0.01 ^{Ba}	0.08±0.01 ^{Aa}	0.09±0.01 ^{Ba}
	2	0.07±0.01 ^{Cb}	0.07±0.01 ^{Bab}	0.08±0.01 ^{Aa}	0.08±0.01 ^{Ba}
TPC	0	0.30±0.03 ^{Ab}	0.33±0.01 ^{Aab}	0.36±0.02 ^{Aa}	0.36±0.03 ^{Aa}
	1	0.22±0.01 ^{Bb}	0.24±0.07 ^{Bab}	0.32±0.06 ^{Aa}	0.32±0.04 ^{Aa}
	2	0.19±0.03 ^{Bb}	0.16±0.02 ^{Bb}	0.22±0.02 ^{Ba}	0.23±0.01 ^{Ba}

All values are mean±SD.

^{a,b} Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

^{A-C} Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

을 함유하고 있어(Lee et al., 2018), 본 연구의 TFC 함량 또한 첨가량이 증가함에 따라 증가한 것으로 사료된다. 또한 천연 자원에서 추출한 천연 항산화제는 함유된 phenol 화합물에 의해 활성산소를 억제하여 식품의 산화를 방지할 수 있다(Trindade et al., 2010). 사과와 phenol 화합물은 약 78.55-98.34 mg/100 g을 함유하고 있어(Whang et al., 2001), 본 연구의 TPC 함량 또한 첨가량이 증가함에 따라 증가한 것으로 사료된다. Sharma 등(2020)은 석류 껍질 분말을 닭고기 패티에 첨가하였으며, 석류 껍질 분말의 polyphenol에 의해 석류 껍질 분말을 첨가한 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 TPC 함량을 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다(p<0.05). 또한 저장기간 2주차에서 사과분말 15%와 10%의 첨가가 대조구보다 유의적으로 높은 TFC와 TPC 값을 나타내어 fried chicken breast의 항산화에 긍정적인 효과를 나타낼 것으로 사료된다(p<0.05).

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 자유 라디칼 소거능

Table 6은 사과분말 첨가량과 저장기간에 따른 fried chicken breast의 DPPH 결과를 나타내었다. 저장기간에 따른 DPPH는 모든 처리구가 저장기간이 지남에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 첨가량에 따른 DPPH는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 저장기간 0주차와 1주차에서 사과분말을 첨가한 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 활성산소 소거능을 나타내었다(p<0.05). 하지만 저장기간 2주차는 모든 처리구가 유의적인 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 사과의 polyphenol 화합물에는 quercetin, chlorogenic acid 및 3-hydroxyphloridzin 등을 함유하고 있다(Youn et al., 2017). Lu와

Table 6. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity (%) of fried chicken breast formulated with various levels of apple powder during storage periods

Storage periods (weeks)	Apple powder (%)			
	0 (Control)	5	10	15
0	38.28±0.10 ^{Ab}	38.46±0.04 ^{Aa}	38.47±0.03 ^{Aa}	38.45±0.01 ^{Aa}
1	38.18±0.02 ^{Ab}	38.41±0.04 ^{Aa}	38.38±0.05 ^{Ba}	38.37±0.06 ^{Ba}
2	37.93±0.04 ^{Ba}	37.92±0.07 ^{Ba}	37.87±0.05 ^{Ca}	37.87±0.03 ^{Ca}

All values are mean±SD.

^{a,b} Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

^{A-C} Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

Table 7. Ferric reducing antioxidant power assay (FRAP) of fried chicken breast formulated with various levels of apple powder during storage periods

Storage periods (weeks)	Apple powder (%)			
	0 (Control)	5	10	15
0	0.42±0.01 ^{Ac}	0.61±0.01 ^{Ab}	0.63±0.01 ^{Aab}	0.65±0.03 ^{Aa}
1	0.39±0.02 ^{Bc}	0.54±0.06 ^{Bb}	0.61±0.02 ^{Aa}	0.62±0.02 ^{ABa}
2	0.38±0.01 ^{Bc}	0.48±0.03 ^{Bb}	0.46±0.03 ^{Bb}	0.58±0.03 ^{Ba}

All values are mean±SD.

^{a-c} Means in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

^{A,B} Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Foo(2000)는 사과에 함유된 quercetin, chlorogenic acid 및 3-hydroxyphloridzin은 비타민 C와 E보다 높은 활성산소 소거능을 보고하였다. Manzoor 등(2022)은 망고 껍질 추출물을 닭가슴살 소시지에 첨가하였으며, 저장기간이 증가함에 따라 자유 라디칼 소거능이 유의적으로 감소하는 결과를 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 또한 Table 5의 결과와 같이 TFC의 함량이 저장기간이 지남에 따라 감소하여 DPPH도 감소한 것으로 사료된다. 따라서 저장기간 1주차까지 사과분말을 첨가한 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 DPPH를 나타내어 사과분말의 첨가는 유효할 것으로 판단된다($p < 0.05$).

Ferric reducing antioxidant power (FRAP)

사과 분말 첨가량과 저장기간에 따른 fried chicken breast FRAP의 결과는 Table 7에 나타내었다. 저장기간에 따라 모든 처리구의 FRAP은 감소하는 경향을 나타내었으며, 모든 저장기간에서 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 사과분말을 첨가한 처리구는 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었으며($p < 0.05$), 저장기간 2주차에서 사과분말 15%를 첨가한 처리구는 다른 처리구들보다 유의적으로 높은 FRAP을 나타내었다($p < 0.05$). FRAP은 환원제에 의해 ferric ion (Fe^{+3})이 ferrous (Fe^{+2})로 전환되어 시료의 항산화 능력을 측정하는 방법이다(Seo *et al.*, 2011). 사과에는 약 43.16 mg GAE/100 g의 polyphenol과 약 36.97 mg CE/100 g의 flavonoid 함량을 지니고 있어 환원 능력 또한 높은 값을 나타낸 것으로 사료된다(Lee *et al.*, 2022). Pollini 등(2022)은 쇠고기 버거에 동결건조한 사과를 첨가하여 FRAP을 확인하였으며, 첨가량이 증가함에 따라 FRAP이 증가하는 결과를 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 또한 Table 5의 결과와 같이 TPC의 함량이 저장기간이 지남에 따라 감소하여 FRAP도 감소한 것으로 사료된다. 따라서 저장기간 2주차까지 대조구와 사과분말 5%를 첨가한 처리구보다 낮은 감소 값을 나타낸 사과분말 10%와 15%의 첨가가 항산화 효과가 유효할 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 연구에서는 사과분말 첨가량에 따른 fried chicken breast의 항산화 효과에 대하여 분석하였다. Coating yield, frying yield 및 total yield는 사과분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 사과분말을 첨가한 fried chicken breast의 pH는 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 이는 사과분말의 pH가 약 4.18을 나타내어 감소한 것으로 사료된다. 사과분말을 첨가한 batter 및 fried chicken breast의 명도는 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 결과를 나타내었으며, 사과분말 15%를 첨가한 처리구의 적색도는 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). Batter의 황색도는 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었지만, fried chicken breast의 황색도는

감소하는 경향을 나타내었다. 사과분말을 첨가한 fried chicken breast의 TFC, TPC, DPPH 및 FRAP은 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. TFC와 TPC는 저장기간 2주차에서 사과분말 10%와 15%를 첨가한 처리구는 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). DPPH는 저장기간 1주차까지 사과분말을 첨가한 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 DPPH를 나타내었으며 ($p < 0.05$), FRAP은 모든 저장기간동안 사과분말을 첨가한 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 따라서 사과분말의 첨가는 fried chicken breast의 total 수율의 증가와 산화 안정성을 증진시킬 수 있을 것으로 판단되며, 모든 항산화 실험에서 높은 값의 경향을 나타낸 10%와 15%가 fried chicken breast 생산에 있어 적합한 첨가량으로 사료된다.

V. 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 지역농산물 활용 신산업 간편식 개발 및 기반 기술 개발(PJ0152812020)의 지원으로 진행된 연구 결과물입니다. 연구 수행에 도움을 주셔서 감사합니다.

VI. 참고문헌

1. Bianchi F, Soini E, Ciesa F, Bortolotti L, Guerra W, Robatscher P, Oberhuber M. 2020. L-Ascorbic acid and α -tocopherol content in apple pulp: a comparison between 24 cultivars and annual variations during three harvest seasons. *Int J Food Prop* 23:1624-1638.
2. Cao J, Yang L, Ye B, Chai Y, Liu L. 2022. Effect of apple polyphenol and three antioxidants on the formation of polycyclic aromatic hydrocarbon in barbecued pork. *Polycycl Aromat Compd* 1-12.
3. Choi DM, Kang KM, Kim HY. 2022. Quality properties of black Korean goat Bulgogi with various levels of *Lactobacillus acidophilus*. *Korean J Food Sci Technol* 54:498-504.
4. Gwak YJ, Kim J, Chun J. 2022. Analysis of B6 (pyridoxine, pyridoxal, and pyridoxamine) and B12 (cobalamins) vitamers in cooked chicken cuts for revision of the national food composition table. *Korean J Food Preserv* 29:1091-1104.
5. Ha GJ, Park BN, Kim HY, Ha IJ, Cho S. 2019. Comparison of dietary fiber content of peaches, apples, and grapes according to the variety. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 296-296.
6. Hwang KE, Choi YS, Choi SM, Kim HW, Choi JH, Lee MA, Kim CJ. 2013. Antioxidant action of ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) in combination with ascorbic acid to increase the shelf life in raw and deep fried chicken nuggets. *Meat Sci* 95:593-602.
7. Jeong CH, Kim HY, Kook MC. 2021. Influence of the quality characteristics and shelf life of fried chicken with various levels of shrimp powder. *Resour Sci Res* 3:35-45.
8. Lee E, Park J, Kim J, Lee S, Choi W. 2022. A study on the apple fermentation according to product various salt. *KSIC* 25:595-602.
9. Lee J, Surh J. 2021. Effect of the addition of water extracts from carrot powder or wheat flour on the thermal oxidation stability of soybean oil. *Korean J Food Cook Sci* 37:281-288.
10. Lee KH, Yoon YJ, Kwon HW, Lee EH. 2018. Antioxidant component and activity of different part extracts in apple (*Malus domestica* cv. Fuji). *J Korea Soc Food Sci Nutr* 31:858-864.

11. Lee KH, Yu KW, Bae YJ, Joo GY, Kim CY. 2022. Comparison of amino acid, mineral compositions and antioxidant activity of apple and crab apple. *Korean J Food Nutr* 35:353-358.
12. Lu Y, Foo LY. 2000. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food chem* 68:81-85.
13. Malec M, Le Quéré JM, Sotin H, Kolodziejczyk K, Bauduin R, Guyot S. 2014. Polyphenol profiling of a red-fleshed apple cultivar and evaluation of the color extractability and stability in the juice. *J agric Food chem* 62:6944-6954.
14. Manzo N, Santini A, Pizzolongo F, Aiello A, Romano R. 2019. Effects of α -tocopherol and oleic acid content in sunflower oil subjected to discontinuous and prolonged frying process. *Progr Nutr* 21:686-692.
15. Manzo A, Ahmad S, Yousuf B. 2022. Effect of bioactive-rich mango peel extract on physicochemical, antioxidant and functional characteristics of chicken sausage. *Appl Food Res* 2:100183.
16. Min BC. 2014. New modified food starch products and strategy of development. *Food Sci. Ind* 47:2-10.
17. Nam GC. 2022. Current status and development plan of chicken processing. *Korean Poult J* 54:138-141.
18. Napolitano A, Cascone A, Graziani G, Ferracane R, Scalfi L, Di Vaio C, Ritieni A, Fogliano V. 2004. Influence of variety and storage on the polyphenol composition of apple flesh. *J Agric Food Chem* 52:6526-6531.
19. Park K, Ahn J, Chun Y, Sung DE, Kim K. 2018. Consumer preferences with chicken types and sauces. *J Ergon Soc Korea* 37:617-629.
20. Park SY, Sim KH. 2022. Quality characteristics and antioxidant activity of Tteokbok-kidduk supplemented with wheat bran powder. *Korean J Food Nutr* 35:16-33.
21. Park YO. 2019. Quality characteristics and antioxidant activities of combined fruit and vegetable juice according to the mixing ratio of red beet and apple juice. *J. Korean Soc. Food Sci Nutr* 48:1253-1261.
22. Pollini L, Blasi F, Ianni F, Grispoldi L, Moretti S, Di Veroli A, Cossignani L, Cenci-Goga BT. 2022. Ultrasound-assisted extraction and characterization of polyphenols from apple pomace, functional ingredients for beef burger fortification. *Molecules* 27:1933.
23. Poultry Supply and Demand Trends and Forecasts. Available from: <https://aglook.krei.re.kr/event/uEventData/1/download/895/6858/pdf>. Accessed at Feb 17. 2022.
24. Rajkumar H, Ganesan ND. 2021. Effects of freeze-drying process on the production of cashew apple powder: Determination of bioactive compounds and fruit powder properties. *J Food Process. Preserv* 45:e15466.
25. Seo WT, Kim HG, Lee JS, Cho KM. 2011. Making of dongchimi naengmyeun broth which has enhanced antioxidant activity using purple sweet potato. *Korean J Microbiol* 47:143-150.
26. Sharma P, Yadav S. 2020. Effect of incorporation of pomegranate peel and bagasse powder and their extracts on quality characteristics of chicken meat patties. *Food Sci Anim Resour* 40:388.

27. Shen N, Wang T, Gan Q, Liu S, Wang L, Jin B. 2022. Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity. *Food Chem* 132531.
28. Trindade RA, Mancini-Filho J, Villavicencio ALCH. 2010. Natural antioxidants protecting irradiated beef burgers from lipid oxidation. *LWT* 43:98-104.
29. Vergara H, Cózar A, Rubio N. 2020. Effect of adding of different forms of oregano (*Origanum vulgare*) on lamb meat burgers quality during the storage time. *CYTA J Food* 18:535-542.
30. Verma AK, Sharma BD, Banerjee R. 2010. Effect of sodium chloride replacement and apple pulp inclusion on the physico-chemical, textural and sensory properties of low fat chicken nuggets. *LWT* 43:715-719.
31. Wang C, Kovacs MI, Fowler DB, Holley R. 2004. Effects of protein content and composition on white noodle making quality: color. *Cereal Chem* 81:777-784.
32. Whang HJ, Han WS, Yoon KR. 2001. Quantitative analysis of total phenolic content in apple. *Anal Sci Technol* 14:377-383.
33. Youn SJ, Rhee JK, Lee H. 2017. Comparison of total phenolics, total flavonoids contents, and antioxidant capacities of an apple cultivar (*Malus domestica* cv. Fuji) peel powder prepared by different powdering methods. *Food Eng Prog* 21:326-331.
34. Younis K, Ahmad S. 2018. Quality evaluation of buffalo meat patties incorporated with apple pomace powder. *Buffalo Bull* 37:389-401.
35. Yu H, Qin C, Zhang P, Ge Q, Wu M, Wu J, Wu J, Wang Z. 2015. Antioxidant effect of apple phenolic on lipid peroxidation in Chinese-style sausage. *J Food Sci Technol* 52:1032-1039.