



ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)
 한국지역사회생활과학회지 33(3): 429~439, 2022
 Korean J Community Living Sci 33(3): 429~439, 2022
<http://doi.org/10.7856/kjcls.2022.33.3.429>

고추냉이 잎 분말을 첨가한 돈육패티의 품질특성 및 항산화 활성

김 명 현[†]

숙명여자대학교 식품영양학과 시간강사

Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Pork Patties with added *Wasabia koreana* Nakai Leaf Powder

Myunghyun Kim[†]

Part-time Lecturer, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study evaluated the quality characteristics and antioxidant activities of pork patties with *Wasabia koreana* Nakai leaf powder added at 0%, 1%, 2%, 3%, and 4% (w/w). The results show pH increased as more *Wasabia koreana* Nakai leaf powder was added, but the moisture content and cooking loss rate decreased with more powder. The hardness, chewiness, and gumminess all increased with increases in *Wasabia koreana* Nakai leaf powder content. As the amount of *Wasabia koreana* Nakai leaf powder increased, the pork patties showed increases in antioxidant activity such as total flavonoids and phenolic content, and DPPH and ABTS radical scavenging activities. As a result, the groups with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder showed higher antioxidant activity than the control.

Key words: *Wasabia koreana* Nakai leaf, pork patties, quality characteristics, antioxidant activity

I. 서론

최근 개인의 식습관이 다양화, 고급화, 서구화 되면서 식품산업과 외식산업이 급속도로 발달하고 육류의 소비량은 증가하고 있다. 돈육 패티는 패스트푸드의 주재료로 이용된다는 특성상 열량은 높

고 비타민 및 무기질 등 일부 영양소는 부족해서 영양 불균형을 초래할 수 있다는 문제점이 있다 (Ko & Yoo 2018). 건강을 위해서 생리활성을 지닌 재료들을 첨가한 다양한 식품 개발이 진행되고 있으며, 패티와 같은 육류식품에도 천연 항산화제와 phytochemical을 함유하고 있는 재료를 첨가

Received: 12 August, 2022 Revised: 25 August, 2022 Accepted: 26 August, 2022

[†]Corresponding Author: Myunghyun Kim Tel: +82-2-710-9471 E-mail: kimmh@sookmyung.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하여 연구되고 있다. 패티에 첨가한 기능성 재료로는 토마토(Kim & Chin 2011), 세발나물(Ko & Yoo 2017), 레드비트(Shin & Choi 2020), 자색 콜라비(Cha & Lee 2013), 파슬리(Mun & Chin 2021), 물영성귀 분말(Jeon et al. 2021) 등이 있으며 품질특성과 기능성을 측정하는 연구가 진행중이다.

십자화과에 속하는 고추냉이는 한국산 고추냉이 (*Wasabia koreana* Nakai), 유럽이 원산지인 서양산 고추냉이(horseradish, *Armoracia rusticana*), 일본산 고추냉이(wasabi, *Wasabia japonica* Matsum) 등으로 나뉜다(Kang et al. 2019). 고추냉이는 전체 부위 중에서 뿌리로 알려진 근경이 대부분 소비되고, 근경 이외에 잎과 줄기에서도 근경과 같이 독특한 매운 성분을 가지고 있으나 근경에 비하여 이용률이 낮은 상황이다(Kim et al. 2018). 재배할 때 근경의 경우 훼손이 생기면 더 이상의 추가적인 재배가 어려우며 가격도 비싸서 영양적 가치에 비해서 식품소재로의 이용에 제한적인 상황이다. 하지만 근경과 함께 잎과 줄기를 사용하면 고추냉이의 식품 및 식품소재로 이용률을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다(Kim et al. 2018). 고추냉이 잎의 일반성분은 탄수화물 53.41%, 조단백질 25.00%, 조회분 13.64% 및 조지방 7.95%이었고, 무기질은 100 g 기준 칼륨(5.96 g), 칼슘(1.79 g), 인(772.05 mg), 마그네슘(614.89 mg), 아연, 망간, 철분, 및 구리도 함유되어 무기질이 풍부하게 들어있다(Park & Lee 2015). 고추냉이의 기능성 관련 연구는 고추냉이 부위별 sinigrin 함량과 추출액의 항균(Park et al. 2006), 고추냉이 잎 분획물의 항산화 활성(Kang et al. 2019), 고추냉이의 이화학적 특성 및 항산화 활성(Kim et al. 2018), 혈소판 응집 억제활성(Morimitsu Y et al. 2000) 등이 있다. 고추냉이를 활용한 식품

개발 연구로는 고추냉이 잎 식초(Shin 2015), 고추냉이 가공품 품질특성(Seo & Chung 2012), 고추냉이 첨가 돈육소시지(Lee & Kim 2020), 고추냉이 첨가 고추장(Oh et al. 2002), 냉장 저장 중 고추냉이즙을 첨가한 간장양념 계육의 품질 특성(Seo & Chung 2012) 등으로 대부분 근경을 활용한 연구로 잎을 활용한 다양한 연구가 필요하다. 해외 수입이 아닌 국내에서도 고추냉이 재배가 시작되었으므로 이를 활용한 연구는 더 필요할 것이다. 천연물질을 식품에 첨가하여 합성 향산화제를 대체하려는 제품개발이 이루어지고 있으며, 육가공품의 고품질화를 위하여 소비자의 기호와 영양적으로도 우수한 천연 향산화 물질에 대한 연구의 필요성이 제기된다. 따라서 국내산 고추냉이 잎의 소비 확대를 위해서 고추냉이 잎을 넣은 돈육 패티를 개발하여 소재로서 가능성을 확인하고 부가가치를 높여 식품 개발을 도모할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 고추냉이 잎을 첨가한 패티를 제조한 후 첨가 함량에 따른 패티의 품질 특성 및 항산화 활성에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 고추냉이 잎은 강원도 철원에서 2021년 2월 재배한 것을 구입하였고 줄기를 제거하고 고추냉이 잎만 사용하였다. 고추냉이 잎은 세척하고 물기를 제거한 뒤 동결건조(MCFD 8508, Ilshin Bio Base, Yangju, Korea)를 하였고 분쇄한 후 30 mesh로 체친 분말을 -40℃ 냉동고에 보관하면서 이용하였다. 본 실험에 사용된 분쇄한 돈육은 뒷다리 살(국내산)을 사용하였고, 빵가루(Ottogi Co., Anyang, Korea), 소금(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 설탕(CJ

Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 후추(Ottogi Co., Anyang, Korea), 대두유(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea)는 시중에서 구입하였다.

2. 패티 제조

고추냉이 잎을 첨가한 패티의 제조는 선행연구(Kim et al. 2015)의 제조법을 참고하였으며 여러 번의 예비실험을 통해 최적의 배합 비율은 Table 1에 표시하였다. 동결건조한 고추냉이 잎 분말을 돈육 대비 각각 0%, 1%, 2%, 3%, 4%씩 첨가하여 제조하였고 돈육과 부재료를 반죽기(MP 1015, Housoen Electric Manufacture Co., Paju, Korea)에 넣고 4단으로 3분 동안 혼합한 후, 70 g씩 소분하고 지름 8.5 cm 크기로 성형하였다. 패티를 예열된 오븐(ML32AW, LG, Seoul, Korea)에서 15분동안 180℃에서 구운 후 1시간 방냉하고 실험의 시료로 사용하였다.

3. 고추냉이 잎 첨가 패티의 품질특성

1) pH

고추냉이 잎 분말을 첨가한 패티의 굽기 전 pH는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 sterile filter

Table 1. The mixing ratio of pork patties with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder

Ingredients (g)	Concentration of <i>Wasabia koreana</i> Nakai leaf powder				
	0%	1%	2%	3%	4%
<i>Wasabia koreana</i> Nakai leaf powder	0	2.5	5	7.5	10
Pork	250	247.5	245	242.5	240
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Black pepper	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sugar	4	4	4	4	4
Soybean oil	8	8	8	8	8
Bread crumb	11	11	11	11	11

bag(3M™ St. Paul, Minnesota, USA)에 넣고 균질화(Model 400, Interscience, Mourjou, France)하였다. 여과액은 pH meter(F-51, HORIBA, Kyoto, Japan)로 3회 반복 측정된 뒤 평균과 표준편차로 나타내었다.

2) 수분함량 측정

고추냉이 잎 패티의 수분함량은 1.0 g을 정량하여 적외선 수분측정기(MB45, Ohaus Co., Zurich, Switzerland)를 이용하고 105℃에서 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 구하였다.

3) 가열 손실률과 직경감소율 측정

가열손실률은 고추냉이 잎을 첨가한 패티를 굽기 전과 구운 후의 중량을 측정된 뒤 그 차이 무게에 대한 비율로 계산하였다.

Cooking loss rate (%)

$$= \frac{\text{Raw patty weight (g)} - \text{Cooked patty weight (g)}}{\text{Raw patty weight (g)}} \times 100$$

직경감소율은 고추냉이 잎 분말 첨가 패티의 굽기 전 직경과 구운 후의 직경을 측정하여 그 차이에 대하여 계산하였고 각 실험은 5회 반복 측정하였다.

Diameter loss rate(%)

$$= \frac{\text{Cooked patty diameter(cm)}}{\text{Raw patty diameter(cm)}} \times 100$$

4) 색도 측정

고추냉이 잎 분말을 첨가한 패티의 오븐에 구운 후의 색도는 색도계(CR-310, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였다. L값(lightness,

명도), a값(redness, 적색도), b값(yellowness, 황색도)의 색도 값을 3회 반복 측정 후 평균값과 표준편차로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 93.77, -0.15, 3.63이었다.

5) 조직감 측정

가열 후 패티의 조직감은 TPA(texture profile analysis) 방법을 이용해 10회 반복 측정하였으며 평균값과 표준편차로 나타내었다. Texture analyzer(TA-XT2 Express, Stable Micro System, Haslemere, UK)를 사용하여 겹섬(gumminess), 씹힘성(chewiness), 경도(hardness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness)을 나타내었고 시료는 가로, 세로 15 mm, 높이 10 mm 크기로 측정하였다. 조직감 측정 분석조건은 test distance 7.0 mm, pre-test speed 5.0 mm/sec, test speed 3.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, trigger force 5 g으로 하였고 75 mm diameter 크기의 round probe를 사용하였다.

4. 고추냉이 잎 첨가 패티의 항산화 활성 측정

1) 추출물 제조

고추냉이 잎 분말과 고추냉이 잎 분말을 첨가한 패티 10 g에 70% 에탄올을 10배 가한 후 균질화하고 shaking incubator(SI-900R, Jeio TECH, Kimpo, Korea)에서 25°C, 120 rpm으로 24시간 동안 추출하였다. 추출한 시료를 여과지를 이용하여 여과하였고 여과액은 실험에 맞게 농도를 조절하여 시료액으로 사용하였다.

2) 총 폴리페놀 함량 측정

고추냉이 잎 분말과 고추냉이 잎 분말을 첨가한

패티의 총 폴리페놀 함량은 Swain & Hillis(1959)의 Folin-Ciocalteu방법을 이용하여 측정하였다. 추출물 150 μ L에 증류수 2,400 μ L와 2 N Folin-Ciocalteu용액 50 μ L를 시험관에 넣어 교반하고 3분간 정치시킨 뒤 1 N sodium carbonate(Na_2CO_3) 300 μ L를 가하였다. 그 후 2시간동안 암소에서 정치시키고, 725 nm에서 흡광도(T60UV, PG Instruments, Wibtoft, UK)를 측정하였다. 본 실험은 3회 반복 측정 후 표준물질은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 검량선을 작성한 후 계산하였고 평균값과 표준편차로 나타내었다.

3) 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Davis법을 응용한 Um & Kim(2007)에 따라 측정하였다. 시료액 1 mL에 90% diethyleneglycol 10 mL와 1 N NaOH 1 mL를 가하여 1시간 동안 37°C의 water bath(WBT-10, Jeong Bio Tech., Incheon, Korea)에서 반응한 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 실험은 3회 반복한 후 표준물질로 rutin(Sigma Co., USA)을 사용하여 검량선을 구한 후 계산하였고 평균값과 표준편차로 나타냈다.

4) DPPH radical 소거 활성 측정

DPPH(2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical에 대한 소거활성은 Blois(1958)의 방법에 따라 측정하였다. 희석한 시료액 3 mL에 DPPH solution(1.5×10^{-4} M) 1 mL를 가하여 교반한 후 30분 간 암소에서 방치하였고 517 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였으며 평균값과 표준편차로 표시하였다.

DPPH radical scavenging activity (%) =
(1 - sample absorbance/
control absorbance) × 100

5) ABTS radical 소거 활성 측정

ABTS radical 소거 활성은 Re et al.(1999)을 변형하여 실험하였다. 2.45 mM potassium persulfate와 7 mM ABTS(2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)를 혼합하여 ABTS radical(ABTS⁺) 생성을 위해 12~16 시간 암소에서 반응시켜 ABTS solution을 제조하였다. ABTS radical이 생성된 용액은 PBS buffer를 이용하여 희석해서 734 nm에서 흡광도 값 0.70 ± 0.02 이 조정하였다. ABTS solution 900 μ L와 시료액 100 μ L를 혼합하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 다음 식을 사용하여 소거 활성을 백분율로 표시하였고, 실험은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타냈다.

ABTS radical scavenging activity (%) =
(1 - sample absorbance/control
absorbance) × 100

5. 통계처리

본 연구의 통계처리는 SPSS 프로그램(Statistical Analysis Program, version 25, IBM Co., Amonk, NY, USA)을 이용하였고 각 실험의 결과 값을 평균과 표준편차로 나타내었다. 실험의 유의성 검증하기 위해서 일원배치분산 분석(one-way analysis of variance, ANOVA)을 실시하였으며, 유의성이 있는 경우 사후검증으로 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다($p < 0.05$). 항산화 활성간의 상관관계는 Pearson의 적률 상관계수(Pearson's correlation coefficient)

를 이용하여 표시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH 및 수분함량

고추냉이 잎 분말 첨가 패티의 pH와 수분함량은 Table 2와 같다. 패티의 pH 결과, 대조구는 5.27이었고 첨가군은 5.30~5.33으로 고추냉이 잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH가 높아지는 경향이 나타났다($p < 0.001$). Sung et al.(2017)은 고추냉이 잎의 pH를 5.91~6.84로 보고하였으며 본 실험의 패티 대조구는 5.27보다 고추냉이 잎의 pH가 높으므로 패티의 pH 경향도 높아진 것이라 생각된다.

고추냉이 잎 첨가 패티의 수분함량은 대조구가 63.83%, 4% 첨가구는 58.52%로 첨가량이 증가하면서 수분함량은 낮아졌다($p < 0.001$). 녹차 분말 첨가 패티(Cho & Chung 2010)와 아로니아 첨가 패티(Kim et al. 2015)에서도 부재료를 첨가함에 따라 수분함량이 감소하였으며, 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 돈육의 수분함량은 60~70%로 알려져 있는데 패티 제조 시 동결건조한 분말을 첨가하면서 수분을 흡수하여 패티의 수분 함량이 줄어드는 것으로 판단되며 부재료의 비율과 종류에 따라 차이가 나는 것으로 보인다(Cho & Chung 2010).

2. 가열손실률과 직경감소율

고추냉이 잎 분말 첨가 패티의 가열손실률과 직경감소율은 Table 2에 표시하였다. 가열손실률 결과 대조구는 20.05%로 나타났으며 첨가군 14.00~18.95%로 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). 고추냉이 잎의 총 식이섬유 함량은 건량 기준으로 52.27%가 함유되어있다고 하였으며(Park & Lee 2015), 해조류를 넣은 패티에서도 식이섬유에 의

Table 2. The pH level, moisture content, cooking loss rate, and diameter loss rate in pork patties with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder

Concentration of <i>Wasabia koreana</i> Nakai leaf powder	pH	Moisture content (%)	Cooking loss rate (%)	Diameter loss rate (%)
0%	5.27 ± 0.01 ^c	63.83 ± 1.79 ^a	20.05 ± 1.11 ^a	13.73 ± 3.40
1%	5.30 ± 0.01 ^b	60.20 ± 0.84 ^b	18.95 ± 0.95 ^a	12.55 ± 1.36
2%	5.32 ± 0.00 ^a	59.96 ± 1.63 ^b	16.33 ± 0.95 ^b	9.80 ± 3.40
3%	5.32 ± 0.00 ^a	58.93 ± 0.32 ^b	14.00 ± 1.38 ^c	9.41 ± 2.04
4%	5.33 ± 0.00 ^a	58.52 ± 0.90 ^b	14.00 ± 0.71 ^c	7.84 ± 3.40
F-value	44.700 ^{***}	8,868 ^{***}	23,241 ^{***}	2,142 ^{N.S.}

¹⁾All values are mean ± SD (n=3).

^{a-e)}Values with different small letters within a column differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{***}p<0.001

^{N.S.}:Not Significant

해 보수력 증가로 패티 가열 중 수분 손실이 감소하였다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내 고추냉이 잎의 식이섬유에 의한 것으로 생각된다(Jeon & Choi 2012). 대체로 지방 함량이 높은 햄버거 패티는 조리 과정 중 지방이 용출되며 모양과 크기가 변형되어 수분함량이 감소하게 되어 기호성 및 품질 저하가 일어나지만(Kauffman et al. 1986), 본 실험의 패티에서는 고추냉이 잎 분말을 첨가하여도 가열손실률이 오히려 감소되어 조리 후 제품 모양을 유지하는데 도움이 되므로 품질특성에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

고추냉이 잎 첨가 패티의 직경감소율 측정 결과는 4% 첨가구에서 가장 낮게 나타나 부재료의 첨가량이 높아질수록 직경감소율은 감소하는 변화를 보였지만 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 함초패티의 직경감소율도 유의적인 변화가 나타나지 않아 본 연구와 같은 경향을 보였다(Joo & Choi 2014). 패티에 고추냉이 잎 분말을 첨가하면 가열 손실률의 경우 대조구보다 감소율이 낮아지는 것으로 측정되었고 직경감소율은 큰 영향을 미치지 않았으므로, 제품의 생산과 품질 측면에서 긍정적일 수 있을 것으로 판단된다(Choi & Kim 2014).

3. 색도

고추냉이 잎 분말 첨가 패티의 외관과 가열 후 색도 결과는 Fig. 1. 및 Table 3에 나타내었다. 가열 후 고추냉이 잎 패티의 색도를 비교한 결과 L값은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 패티의 색이 어두워지는 경향을 나타내었고(p<0.001), a값의 경우 대조구는 양(+)의 값, 첨가구에서 음의 값을 보였고 첨가될수록 값은 낮아졌다(p<0.001). 고추냉이를 첨가한 소시지에서도 a값은 음의 값을 보였고 첨가량에 따라 녹색을 나타내는 음의 값이 높아졌다(Lee & Kim 2020). 고추냉이 잎 분말 첨가 패티의 b값은 유의적인 차이를 나타내지 않

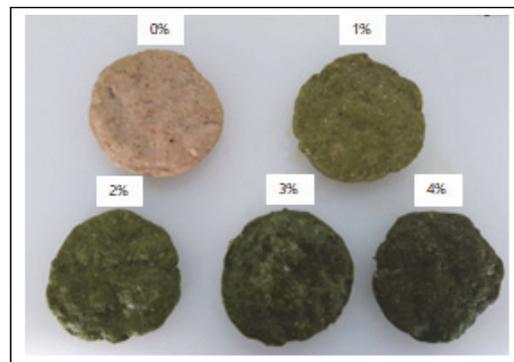


Fig. 1. Visual comparison of pork patties with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder.

Table 3. Color values of pork patties with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder

Concentration of <i>Wasabia koreana</i> Nakai leaf powder	Color value		
	L	a	b
0%	59.25 ± 2.31 ^a	5.46 ± 0.17 ^a	14.4 ± 1.02
1%	48.58 ± 1.86 ^b	-4.74 ± 1.20 ^b	16.92 ± 2.46
2%	46.41 ± 1.79 ^{bc}	-5.89 ± 0.61 ^b	14.07 ± 1.61
3%	43.79 ± 1.68 ^c	-5.57 ± 0.55 ^b	12.28 ± 1.41
4%	38.30 ± 2.21 ^d	-6.00 ± 0.45 ^b	14.76 ± 2.32
F-value	45.462 ^{***}	157.346 ^{***}	2,419 ^{N.S.}

¹⁾All values are mean ± SD (n=3).

^{a-c)}Values with different small letters within a column differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{***}p<0.001

^{N.S.}:Not Significant

았다. 따라서 패티의 색상은 첨가되는 부재료의 종류와 첨가량, 가열 여부 등에 의하여 영향을 받는 것으로 생각된다.

4. 조직감

고추냉이 잎 분말 첨가 패티의 조직감 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 경도를 측정된 결과, 대조구는 3,082.42 g, 첨가군은 3,283.36~3,967.72 g로 고추냉이 잎 분말 첨가량이 많아짐에 따라 유의적으로 높아지는 경향을 보였다(p<0.001). 본 연구의 결과에서 고추냉이 잎 분말 첨가량이 증가할수록 패티의 수분함량이 낮아지면서

패티가 단단해지는 것으로 생각된다(Table 2). 가축나물 첨가 패티에서도 가축나물 분말을 첨가할수록 수분함량이 낮아져 패티의 경도가 높아졌다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다(Wu et al. 2022). 씹힘성과 검성은 대조구보다 고추냉이 잎 분말을 첨가할수록 높은 결과 값을 나타내었다(p<0.001). 경도, 검성 및 씹힘성의 변화는 고추냉이 잎 첨가로 인해 패티의 결합력이 높아져서 경도가 높아지면서 씹힘성과 검성도 높아져 생긴 결과로 생각된다. 모시잎 첨가 패티(Ahn et al. 2015)와 가축나물 패티(Wu et al. 2022)에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 경

Table 4. Texture characteristics of pork patties with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder

Concentration of <i>Wasabia koreana</i> Nakai leaf powder	Hardness (g)	Springiness	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness
0%	3,082.42 ± 207.74 ^d	0.89 ± 0.02	1,336.79 ± 132.97 ^b	1,507.27 ± 121.88 ^c	0.49 ± 0.04
1%	3,283.36 ± 62.61 ^{cd}	0.84 ± 0.02	1,326.76 ± 52.04 ^b	1,585.76 ± 57.41 ^c	0.49 ± 0.02
2%	3,480.28 ± 190.34 ^{bc}	0.90 ± 0.01	1,582.95 ± 117.34 ^{ab}	1,752.91 ± 113.70 ^{bc}	0.50 ± 0.02
3%	3,634.34 ± 149.49 ^b	0.85 ± 0.06	1,618.87 ± 358.85 ^a	1,885.56 ± 348.04 ^{ab}	0.52 ± 0.07
4%	3,967.72 ± 325.69 ^a	0.87 ± 0.06	1,759.38 ± 228.43 ^a	2,014.35 ± 219.93 ^a	0.51 ± 0.04
F-value	16.223 ^{***}	2,763	4,945 ^{***}	6,512 ^{***}	0,486 ^{N.S.}

¹⁾All values are mean ± SD (n=10).

^{a-d)}Values with different small letters within a column differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{***}p<0.001

^{N.S.}:Not Significant.

도, 검성과 씹힘성 모두 높아지는 결과를 보여 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 탄력성과 응집성은 유의적인 차이를 보이지 않았고 고추냉이 잎 분말의 첨가가 탄력성과 응집성에 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 물엿경귀를 첨가한 패티에서도 탄력성과 응집성에서 유의적인 차이를 보이지 않아 본 연구와 같은 경향을 보였다(Jeon et al. 2021).

5. 항산화 활성

고추냉이 잎 분말의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 Table 5와 같다. 본 연구결과 고추냉이 잎 추출물의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 각각 3.06 mg GAE/g, 5.64 mg RE/g 함량을 나타내었다. 열풍건조한 고추냉이 잎의 총 폴리페놀은 1,561.43 mg GAE/100 g, 총 플라보노이드 함량은 555.44 mg RE/100 g으로 보고하였다(Sung et al. 2017). 본 연구결과와 함량의 차이를 보이는데 시료의 전처리와 추출방법 등의 차이에 의한 것으로 생각된다. 고추냉이의 부위별 총 폴리페놀 함량을 비교한 연구에서 부위 중 잎이 가장 높은 함량으로 측정되어 소재로 사용 가능성을 확인할 수 있었다(Sung et al. 2017; Kim et al. 2018). 고추냉이 잎의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 50%가 되는 농도인 IC₅₀ 값으로 나타내었고 DPPH 라디칼 소거 활성은 435.88 μ g/mL이고,

ABTS 소거능은 499.50 μ g/mL의 결과를 보였다. 고추냉이 잎의 총 폴리페놀과 플라보노이드가 항산화 활성에 영향을 끼치는 것으로 판단된다.

고추냉이 잎 분말 첨가 패티의 항산화 활성 결과는 Table 6에 표시하였다. 패티 대조구의 총 폴리페놀 함량은 15.21 mg GAE/100 g이며, 고추냉이 잎 첨가군은 31.80~84.68 mg GAE/100 g으로 고추냉이 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 함량이 높아지는 경향을 보였다($p < 0.001$). 대조구에서는 총 플라보노이드의 함량이 측정되지 않았으며, 고추냉이 잎 분말 첨가군은 12.50~101.80 mg RE/100 g으로 첨가량에 따라 함량이 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.001$). 본 연구결과와 유사하게 패티에 함초 분말(Joo & Choi 2014), 물엿경귀 분말(Jeon et al. 2021)과 세발나물(Ko & Yoo 2017)을 첨가할수록 총 폴리페놀 함량이 증가하였다고 보고되어 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. DPPH 라디칼 소거활성은 항산화 활성을 측정할 때 보편적으로 사용되며, 페놀 화합물과 같은 항산화 물질을 만나면 라디칼이 소거되고 보라색이 노란색으로 탈색된다(Bondet et al. 1997). 대조구의 DPPH 라디칼 소거 활성은 31.28%인데 비해 고추냉이 잎 분말 첨가군은 81.12~100.78%로 높은 소거 활성을 나타내어 고추냉이 잎 분말 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가하였다($p < 0.001$). ABTS 라디칼 소거 활성은 대조구에서 25.69%로 가장 낮게 나타났고, 4%

Table 5. Antioxidant activities of *Wasabia koreana* Nakai leaf powder extract

Antioxidant activities	Total phenolic content (mg GAE ¹⁾ /g)	Total flavonoid content (mg RE/g)	DPPH radical scavenging activity IC ₅₀ (μ g/mL)	ABTS ⁺ radical scavenging activity IC ₅₀ (μ g/mL)
<i>Wasabia koreana</i> Nakai leaf powder extract	3.06 \pm 0.12	5.64 \pm 0.32	435.88 \pm 3.68	499.50 \pm 1.48

All values are mean \pm SD (n=3).

¹⁾GAE: gallic acid equivalent, RE: rutin equivalent.

Table 6. Antioxidant activities of pork patties with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder

Concentration of <i>Wasabia koreana</i> Nakai leaf powder	Total phenolic content (mg GAE/100 g)	Total flavonoid content (mg RE/100 g)	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS ⁺ radical scavenging activity (%)
0%	15.21 ± 1.96 ^c	ND ²⁾	31.28 ± 3.68 ^c	25.69 ± 1.48 ^c
1%	31.80 ± 2.11 ^d	12.50 ± 2.06 ^d	81.12 ± 10.56 ^b	35.08 ± 3.87 ^d
2%	52.03 ± 1.61 ^c	59.96 ± 1.24 ^c	98.91 ± 1.97 ^a	44.09 ± 1.99 ^c
3%	69.00 ± 2.76 ^b	85.04 ± 6.37 ^b	100.78 ± 1.63 ^a	52.70 ± 0.40 ^b
4%	84.68 ± 3.88 ^a	101.80 ± 5.11 ^a	100.22 ± 4.21 ^a	59.18 ± 3.05 ^a
F-value	347.651 ^{***}	408.932 ^{***}	95.431 ^{***}	87.903 ^{***}

All values are mean ± SD (n=3).

¹⁾ GAE: gallic acid equivalent, RE: rutin equivalent.

²⁾ ND : Not detected.

^{a-e)} Values with different small letters within a column differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{***} p<0.001

첨가한 패티에서 59.18%로 가장 높게 측정되어 고추냉이 잎 분말을 첨가할수록 항산화 활성이 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 본 연구 결과를 통해 대조구보다 고추냉이 잎 분말을 첨가한 패티가 항산화 활성이 우수함을 확인하였으며 패티에 첨가함으로써 기능성이 향상된 패티를 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

6. 상관관계

고추냉이 잎 분말 첨가 패티의 항산화 활성간 상관관계 분석 결과는 Table 7과 같다. 폴리페놀은 플라보노이드, ABTS, DPPH와 각 r=0.980

(p<0.001), 0.991(p<0.001), 0.815(p<0.001), 플라보노이드는 ABTS, DPPH와 0.987(p<0.001), r=0.769(p<0.01), DPPH는 ABTS와 r=0.800(p<0.001)로 모두 정(+)의 상관관계가 나타났다. 폴리페놀과 항산화 활성 측정 실험들 간에 상관관계가 모두 0.800이상으로 유의적으로 높은 상관관계를 보였다. 특히 폴리페놀과 ABTS의 상관관계가 0.991로 가장 높은 상관관계를 보였다. 고추냉이 잎, 줄기 추출물의 항산화 활성 간의 상관관계에서도 총 폴리페놀은 총 플라보노이드와 0.894로 높은 상관관계를 보였고 총 폴리페놀 함량과 DPPH의 상관관계는 각각 0.508으로 비교적 높은 상관관계를 보고하였다(Sung et al. 2017). 따라서 고추냉이 잎은 좋은 천연 기능성 소재로서 항산화 활성을 증가시키므로 고추냉이 잎의 활용 가치를 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

Table 7. Correlation coefficients between antioxidant activities and pork patties with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder

	TPC ¹⁾	TFC	DPPH	ABTS
TPC	1.000			
TFC	0.980 ^{***2)}	1.000		
DPPH	0.815 ^{***}	0.769 ^{**}	1.000	
ABTS	0.991 ^{***}	0.987 ^{***}	0.800 ^{***}	1.000

¹⁾TPC : total phenolic content, TFC : total flavonoid content

²⁾Significant at **p<0.01, ***p<0.001

IV. 요약 및 결론

본 연구는 다양한 기능성을 가진 고추냉이 잎을 패티에 0%, 1%, 2%, 3%, 4%의 첨가비율로 첨가하여 제조하고 기능성 육제품에 활용하기 위한 기

초자료를 얻기 위하여 품질특성과 항산화 활성을 측정하였다. 패티의 pH는 5.27~5.33으로 고추냉이 잎 분말 첨가량이 증가할수록 높아졌고 수분함량은 58.52~63.83%로 첨가량 증가에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 가열손실률과 직경감소율은 모두 첨가량이 증가함에 따라 낮아졌다. 가열 후 패티의 색도는 L값, a값은 감소하였고 b값은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 조직감은 첨가량에 따라 씹힘성, 경도, 검성은 증가하였으나 응집성과 탄력성은 유의적인 차이가 없었다. 고추냉이 잎 추출물의 플라보노이드 및 총 폴리페놀 함량은 각각 5.64 mg RE/g, 3.06 mg GAE/g이었고, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성 IC₅₀은 각각 435.88 μ g/mL, 499.50 μ g/mL의 결과를 보였다. 고추냉이 잎 첨가 패티의 항산화 활성은 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과 고추냉이 잎 분말 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 높아지는 경향을 나타내었다. 본 연구결과를 통해 고추냉이 잎을 패티에 첨가하였을 때 품질의 향상과 항산화 활성이 증가하여 고추냉이 잎 분말이 육류 제품에 활용 가능성이 높음을 확인할 수 있었다. 또한 패티 외에도 고추냉이 잎을 다양한 식품 연구에 활용된다면 소비 증대, 고부가가치 부여 및 상품화를 할 수 있도록 기여할 수 있을 것이라 생각된다.

References

- Ahn SM, Jang SR, Park IH(2015) Effect of freeze dried ramie leaf powder on the quality characteristics of pork patties. *Korean J Food Nutr* 28(3), 478-485. doi:10.9799/ksfan.2015.28.3.478
- Blois MS(1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nat* (4617), 1199-1200
- Bondet V, Brand-Williams W, Berset C(1997) Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. *LWT Food Sci Technol* 30(6), 609-615. doi:10.1006/fstl.1997.0240
- Cha SS, Lee JJ(2013) Quality properties and storage characteristics of hamburger patty added with purple kohlrabi(*Brassica oleracea* var. gongylodes). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(12), 1994-2003. doi:10.3746/jkfn.2013.42.12.1994
- Cho SH, Chung CH(2010) Quality characteristics of pork meat patties formulated with either steam-dried green tea powder or freeze-dried raw tea leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 26(5), 567-574
- Choi SH, Kim DS(2014) Quality characteristics of hamburger patties adding with tofu powder. *Culin Sci Hosp Res* 20(6), 28-40. doi:10.20878/cshr.2014.20.6.003
- Jeon JY, Kim MH, Han YS(2021) Effects of *Cirsium nipponicum* powder on the quality and antioxidant activities of pork patties. *Korean J Food Nutr* 34(4), 347-355. doi:10.9799/ksfan.2021.34.4.347
- Jeon MR, Choi SH(2012) Quality characteristics of pork patties added with seaweed powder. *Korean J Food Sci Ani Resour* 32(1), 77-83. doi:10.5851/kosfa.2012.32.1.71
- Joo SY, Choi HY(2014) Antioxidant activity and quality characteristics of pork patties added with saltwort (*Salicornia herbacea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(8), 1189-1196. doi:10.3746/jkfn.2014.43.8.1189
- Kang DY, Hitayezu E, Han IH, Kim JS, Jo YM, Kang YH(2019) Physicochemical characteristics and antioxidant activities of solvent fractions from ethanol extract of *Wasabia koreana* Nakai leaf. *Korean J Food Preserv* 26(5), 586-593. doi:10.11002/kjfp.2019.26.5.586
- Kauffman RG, Eikelenboom G, Vander Wal PG, Engel B, Zaar M(1986) A comparison of methods to estimate water holding capacity in post-rigor porcine muscle. *Meat Sci* 18(4), 307-322. doi:10.1016/0309-1740(86)90020-3
- Kim HS, Chin KB(2011) Physico-chemical properties and antioxidant activity of pork patties containing various tomato powders of solubility. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31(3), 436-441. doi:10.5851/kosfa.2011.31.3.436

- Kim HS, Woo SM, Shin EC(2018) Physicochemical properties and taste measurement using an electronic sensor in *Wasabia koreana* Nakai. J Korean Soc Food Sci Nutr 47(11), 1144-1152. doi:10.3746/jkfn.2018.47.11.1144
- Kim MH, Joo SY, Choi HY(2015) The effect of aronia powder(*Aronia melanocarpa*) on antioxidant activity and quality characteristics of pork patties. Korean J Food Cook Sci 31(1), 83-90. doi:10.9724/kfcs.2015.31.1.083
- Ko YJ, Yoo SS(2017) Quality characteristics and antioxidant activities of pork patties added with *Spergularia marina* L. Griseb powder. J East Asian Soc Diet Life 27(6), 635-643. doi:10.17495/easdl.2017.12.27.6.635
- Ko YJ, Yoo SS(2018) Effect of black carrot (*Daucus carota* L.) on the quality of pork hamburger patties Korean J Food Nutr 31(3), 345-354. doi:10.9799/ksfan.2018.31.3.345
- Lee KM, Kim HY(2020) Effects of *Eutrema japonicum* addition on the quality characteristics of emulsion-type pork sausage. Ann Anim Resour Sci 31(2), 62-71. doi:10.12718/AARS.2020.31.2.62
- Morimitsu Y, Hayashi K, Navagawa Y, Fwii H, Horio F, Uchida K, Osawa T(2000) Antiplatelet and anticancer isothiocyanates in Japanese domestic horseradish, wasabi. mech. Ageing Dev 116(2), 125-134. doi:10.1016/S0047-6374(00)00114-7
- Mun SH, Chin KB(2021) Antioxidant activity of parsley as affected by drying methods and its application to pork patties during refrigerated storage. J Korean Soc Food Sci Nutr 50(5), 499-505. doi:10.3746/jkfn.2021.50.5.499
- Oh JY, Kim YS, Shin DH(2002) Changes in physicochemical characteristics of low-salted kochujang with natural preservatives during fermentation. Korean J Food Sci Technol 34(5), 835-841
- Park SJ, Lee HY(2015) Component analysis and antioxidant activity of *Wasabi japonica* Matsum leaves. Korean J Med Crop Sci 23(3), 207-213. doi:10.7783/KJMCS.2015.23.3.207
- Park YY, Cho MS, Park S, Lee YD, Jeong BR, Chung JB(2006) Sinigrin contents in different tissues of wasabi and antimicrobial activity of their water extracts. Korean J Hort Sci Technol 24(4), 480-487
- 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 Rad Biol Med 26(910), 1231-1237. doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3
- Seo KM, Chung CH(2012) The quality characteristics of the soy sauce seasoned chicken meat with the blended wasabi (*Wasabia japonica* Matsum.) juice during cold storage. Korean J Food Cook Sci 28(5), 579-588. doi:10.9724/kfcs.2012.28.5.579
- Shin EH(2015) Quality characteristics of vinegar using *Wasabi japonica* Matsum leaves. Culin Sci Hosp Res 21(6), 255-263. doi:10.20878/cshr.2015.21.6.021
- Shin SH, Choi JS(2020) Effect of red beet powder on quality characteristics of uncooked pork patties during cold storage. J Agric Life Sci 54(2), 93-98. doi:10.14397/jals.2020.54.2.93
- Sung EH, Shin SM, Kang YH(2017) Physicochemical quality characteristics and antioxidant activity of Wasabi (*Wasabia japonica*) leaf and petiole extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 46(3), 335-342. doi:10.3746/jkfn.2017.46.3.335
- Swain T, Hillis WE(1959) The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.- The quantitative analysis of phenolic constituents. J Sci Food Agric 10(1), 63-68. doi:10.1002/JSFA.2740100110
- Um HJ, Kim GH(2007) Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp. Korean J Food Nutr 20(2), 103-107. doi:10.1002/JSFA.274010011
- Wu YJZ, Kim MH, Han YS(2022) Antioxidant activity and quality characteristics of pork patties with the addition of *Cedrela sinensis* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 51(2), 141-149. doi:10.3746/jkfn.2022.51.2.141