pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 34. No. 4, 347~355 (2021)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2021.34.4.347

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

물엉겅퀴 분말을 첨가한 돈육패티의 항산화 활성 및 품질 특성

전주영 · 김명현* · †한영실**
숙명여자대학교 식품영양학과 석사과정, *숙명여자대학교 식품영양학과 강사, **숙명여자대학교 식품영양학과 교수

Effects of *Cirsium nipponicum* Powder on the Quality and Antioxidant Activities of Pork Patties

Joo Young Jeon, Myung Hyun Kim* and †Young Sil Han**
Master Student, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea
**Part-Time Instructor, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea*
***Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea*

Abstract

This study evaluated the quality and antioxidant activities of pork patties after adding *Cirsium nipponicum* powder in a ratio of 0%, 1%, 2%, 3%, and 4%, and the potential of *Cirsium nipponicum* as a functional food. The moisture content increased with an increase in the *Cirsium nipponicum* powder content while the pH, cooking loss rate, diameter loss rate decreased. The L and b values decreased with increase in the *Cirsium nipponicum* powder content while the a value increased; this trend was observed before and after heating the patties. The hardness, chewiness, and gumminess increased with increase in the *Cirsium nipponicum* powder content. Consumer acceptability test revealed that the 2% *Cirsium nipponicum* powder group had a higher score than the other groups in respect to color, flavor, taste, texture, and overall acceptance. Notably, as the *Cirsium nipponicum* powder content increased, there was an increase in the antioxidant activities; increased total pheonlic, flavonoid, DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity. Based on the present study results, adding 2% of *Cirsium nipponicum* powder into pork patties achieved the best functionality and sensory qualities.

Key words: *Cirsium nipponicum*, pork patty, quality characteristics, antioxidant activity

서 론

우리나라의 식품 소비 형태는 인구, 경제 산업, 사회문화적 요인 등에 의해 많은 변화가 있었다. 70년대에 밥과 곡식 위주의 채식 식생활이 주였다면 90년대 이후에는 식육, 육가공품, 유가공품 등 육식 위주의 식생활이 증가하였다. 이러한 식품 소비는 전 세계적인 추세로 나타나고 있고 식품 농업기구(FAO)의 보고에 따르면 2030년에 산업화된 국가에서 육류 소비는 일인당 100 kg/년으로 증가할 것으로 추정되었다(You 등 2020). 돈육 패티는 분쇄가공육제품에 속하며 식육을 세절 및 분쇄하여 이에 식품 또는 식품첨가물을 가한 후 냉장, 냉동한 것이거나 이를 훈연 또는 열처리한 것으로 육함량이 50% 이상이어야 한다(MFDS 2021a). 저장성이나 공정상의 이유로 식품 보존제와 첨가제가 사용되고 있고 법적으로도 사용량은 제한되어있지만 합성 항산화제의 안전성에 대해 논란이 있고 이러한 이유로 현재 천연물질을 첨가한 육가공품의 개발이 주목받고 있으며 돈육 패티에 기능성 소재를 첨가하는 연구들이 증가하고 있다(Ko & Yoo 2017). 기능성 부재료를 첨가한 선행연구로는 레드비트(Shin & Choi 2020), 콩비지(Joo 등 2019), 갈색저거리 유충(Choi 등 2019), 세발나물(Ko & Yoo 2017), 아로니아(Kim 등 2015) 등이 보고되고 있다.

엉겅퀴(*Cirsium japonicum*)는 국화과의 다년생 초본으로 우리나라 전역의 산과 들에 자생한다. 국내에서 자생하는 엉

† Corresponding author: Young Sil Han, Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea. Tel: +82-2-710-9471, Fax: +82-2-710-9479, E-mail: ygkmh5@nate.com

겅퀴를 비롯하여 큰엉겅퀴(*Cirsium pendulum*), 고려엉겅퀴(*Cirsium setidens*), 바늘엉겅퀴(*Cirsium rhinoceros*), 도깨비엉겅퀴(*Cirsium schantarense*), 버들잎엉겅퀴(*Cirsium lineare*), 흰잎엉겅퀴(*Cirsium vlassovianum*), 물엉겅퀴(*Cirsium nipponicum*) 등이 있다. 동종의 식물이라도 자생하는 생산지, 토양, 기후 등 다양한 생육 조건에 따라 발달 정도가 달라지며 성분의 종류나 함량도 다르다(Jang 등 2014; Lee 등 2018). 엉겅퀴는 apigenin, luteolin, myricetin, kaemferol, pectolinarin 등을 포함한 약 78종의 flavonoid가 확인되었으며, 암 예방, 신경보호효과, 항염증, 항균작용, 지질 산화 억제, 알코올 해독작용, 간 보호 작용에 효과가 있다고 알려져 있다(Kim & Won 2009). 물엉겅퀴(*Cirsium nipponicum*)는 엉겅퀴의 한 종으로 울릉도에서 자생하고 있으며 특유의 가시가 거의 없어서 봄에 연하고 부드러운 잎을 식용하고 지상부와 뿌리를 출혈, 염증성 질환, 급성간염으로 인한 황달 및 고혈압 등에 사용하고 있다(Kim & Won 2009; Kim 등 2014). 엉겅퀴 속에 속하는 식품 소재를 활용한 연구는 곤드레를 첨가한 두부(Chang 등 2012), 곤드레 설기떡(Park & Rha 2016), 곤드레 개떡(Im 등 2012), 고려엉겅퀴 분말을 첨가한 생면(Park & Kim 2014) 등이 연구되었지만 축산식품에 엉겅퀴를 이용한 연구는 부족하고 물엉겅퀴를 식품 소재로 활용한 연구도 미비한 실정이었다.

이에 본 연구에서는 다양한 기능성을 가진 물엉겅퀴를 돈육 패티에 첨가하고 품질특성과 항산화 활성을 검토하여 부가가치가 높은 기능성 식품에서의 응용 가능성과 육제품 제조에 활용하기 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 물엉겅퀴는 울릉도에서 2021년 4월 수확한 것을 구입하였고 줄기를 제거하고 잎만 사용하였다. 물엉겅퀴는 세척하고 물기를 제거한 후 동결건조(MCFD 8508, Ilshin Bio Base, Yangju, Korea)하였고 믹서기(HMF-3260S, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 분쇄한 후 30 mesh로 체친 분말을 −40℃ 냉동고에 보관하면서 이용하였다. 본 실험에 사용된 돈육은 국내산 뒷다리 살을 사용하였고, 부재료로 사용한 소금(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 후추(Ottogi Co., Anyang, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 대두유(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 빵가루(Ottogi Co., Anyang, Korea)는 시중에서 구입하였다.

2. 패티 제조

돈육 패티의 제조는 선행연구를 참고하였으며(Jung & Joo 2014) 예비실험을 통해 배합 비율은 Table 1과 같이하였다. 물엉겅퀴 분말을 돈육 패티에 0%, 1%, 2%, 3%, 4%씩 첨가하여 제조하였고 분쇄한 돈육과 부재료는 반죽기(MP1015, Housoen Electric Manufacture Co., Paju, Korea)에 넣고 4단으로 3분 동안 혼합한 후, 70 g씩 분할하여 지름 8.5 cm로 성형해 냉장고(WSM-380R, WOOSUNG, Pyeongtaek, Korea)에서 보관하였다. 오븐(ML32AW, LG, Seoul, Korea)에서 패티를 180℃에서 15분간 가열한 후 1시간 방냉하고 실험의 시료로 사용하였다.

3. pH 측정

굽기 전 패티의 pH는 MFDS(2021b)을 참고하여 시료 5 g에 증류수 45 mL를 sterile filter bag(3M^{TM} St. Paul, Minnesota, USA)에 넣고 균질화(Model 400, Interscience, Mourjou, France)하여 측정하였다. 여과액은 pH meter(F-51, HORIBA, Kyoto, Japan)로 3회 반복 측정한 뒤 평균과 표준편차로 나타내었다.

4. 수분함량 측정

가열 후 패티의 수분함량은 MFDS(2021b)을 참고하여 상압가열건조법으로 드라이오븐(OF-22GW, Jeio Tech., Deajeon,

Table 1. The mixing ratio of pork patties added with *Cirsium nipponicum* powder

Ingredients (g)	Concentration of *Cirsium nipponicum* powder				
	0%	1%	2%	3%	4%
Cirsium nipponicum powder	0	2.3	4.6	6.9	9.2
Pork	230	227.7	225.4	223.1	220.8
Salt	1	1	1	1	1
Black pepper	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sugar	4	4	4	4	4
Soybean oil	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Bread crumb	9	9	9	9	9

Korea)을 이용하여 105℃에서 측정하였다. 패티를 알루미늄 접시에 1 g씩 칭량하여 3회 반복 측정하였고 평균값과 표준편차로 나타내었다.

5. 가열 손실률과 직경감소율 측정

가열손실률과 직경감소율은 Kim 등(2015)의 측정방법을 참고하였으며 가열손실률은 패티를 굽기 전과 구운 후 중량을 각각 측정해 그 차이에 대한 비율로 산출하였다.

$$\text{Cooking loss rate (\%)} = \frac{\text{Raw patty weight (g)} - \text{Cooked patty weigh (g)}}{\text{Raw patty weight (g)}} \times 100$$

직경감소률은 굽기 전 패티의 직경과 구운 후 패티의 직경을 각각 측정해 그 차이에 대한 비율로 산출하였고 각 실험은 5회 반복 측정하였다.

$$\text{Diameter loss rate (\%)} = \frac{\text{Raw patty diameter (cm)} - \text{Cooked patty diameter (cm)}}{\text{Raw patty diameter (cm)}} \times 100$$

6. 색도 측정

패티의 가열 전과 후의 색도는 Kim 등(2015)의 측정방법을 참고하였으며 색도계(CR-310, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L값(lightness, 명도), a값(redness, 적색도), b값(yellowness, 황색도)의 색도 값을 3회 반복 측정한 후 평균값과 표준편차로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 93.77, −0.15, 3.63이었다.

7. 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 경도(hardness), 탄성(springiness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness)을 나타내었고 시료는 가로, 세로 15 mm, 높이 10 mm로 잘라서 측정하였다. 분석조건은 아로니아 분말 첨가 패티 논문을 참고하여 pre-test speed 5.0 mm/sec, test speed 3.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, test distance 7.0 mm, trigger force 5 g으로 하였고 round probe(75 mm diameter)를 사용하였다(Kim 등 2015).

8. 관능검사

관능평가는 숙명여자대학교 식품영양학 전공자 12명을 패널로 선정하여 실험의 취지 및 목적에 대해 설명하고, 관능검사 사전교육을 한 후 검사에 응하도록 하였다. 패티 시료를 가로, 세로 2 cm, 높이 1 cm로 잘라 동일한 접시에 담아 제공하였다. 검사항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance)에 대하여 평가(아주 좋다: 7점, 아주 나쁘다: 1점)하도록 하였고 특성강도 평가 항목으로 색(color intensity), 다즙성(juiciness), 이취(off flavor), 물엉겅퀴맛 강도(taste intensity)에 대하여 7점 척도(아주 강하다: 7점, 아주 약하다: 1점)로 평가하였다. 모든 시료는 난수표에 의해 3자리 숫자로 매겨졌으며, 관능평가는 숙명여자대학교 생명윤리위원회에서 승인을 받고(SMWU-2105-HR-022) 그 규정에 따라 시행하였다.

9. 추출물 제조

가열한 패티 10 g에 70% ethanol 90 mL를 가하고 shaking incubator(SI-900R, Jeio TECH, Kimpo, Korea)에서 24℃, 24시간 동안 120 rpm으로 추출한 후 여과지(Whatman NO. 2, Whatman International Ltd., Maidstone, Kent, UK)를 이용하여 여과하였고 여과액을 시료액으로 사용하였다.

10. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalte법 Swain & Hillis(1959)의 방법을 이용하여 측정하였으며, 표준물질을 gallic acid로 사용하여 검량선을 작성한 후 계산하였다. 추출물 150 μL에 증류수 2,400 μL와 2 N Folin-Ciocalteau용액 50 μL를 시험관에 넣어 교반하고 3분간 정치시킨 뒤 1 N sodium carbonate (Na_2CO_3) 300 μL를 가하였다. 그 후 2시간동안 암소에서 정치시키고, 725 nm에서 흡광도(T60UV, PG Instruments, Wibtoft, UK)를 측정하였다. 본 실험은 3회 반복 측정한 후 평균값과 표준편차로 나타내었다.

11. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Davis법을 응용한 Um & Kim (2007)에 따라 측정하였으며, 표준물질로 rutin(Sigma Co., USA)을 사용하여 검량 선을 구한 후 계산하였다. 시료액 1 mL에 90% diethylenglycol 10 mL와 1 N NaOH 1 mL를 가하여 1시간 동안 37℃의 water bath(WBT-10, Jeong Bio Tech., Incheon, Korea)에서 반응한 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 실험은 3회씩 반복한 후 평균값과 표준편차로 나타내었다.

12. DPPH radical 소거 활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrzyl) radical에 대한 소거방법은 Blois MS(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 나타내었다.

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

13. ABTS radical 소거 활성 측정

ABTS radical 소거 활성은 Re 등(1999)을 변형하여 실험하였다. 7 mM ABTS(2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)와 2.45 mM potassium persulfate를 혼합하여 ABTS solution을 제조한 뒤 ABTS radical($ABTS^{+}$) 생성을 위해 12~16시간 암소 반응시켰다. Radical이 생성된 용액은 PBS buffer로 희석해서 734 nm에서 흡광도 값이 0.70±0.02가 되도록 하였다. ABTS solution 900 μL와 시료액 100 μL를 혼합하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 다음 식을 사용하여 소거 활성을 백분율로 표시하였고, 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타냈다.

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

14. 통계처리

통계처리는 SPSS 프로그램(Statisical Analysis Program, version 25, IBM Co., Amonk, NY, USA)을 이용하여, 평균과 표준편차로 나타내었다. 실험의 유의성 검증을 위해 일원배치분산분석(one-way analysis of variance, ANOVA)을 실시하였으며, 유의성이 있는 경우 사후검증으로 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다($p<0.05$). 상관관계는 Pearson의 적률 상관계수(Pearson's correlation coefficient)를 이용하여 나타내었다.

결과 및 고찰

1. pH

물엉겅퀴 분말 첨가 패티의 pH는 Table 2와 같다. 물엉겅퀴 패티의 pH는 대조군은 5.85이었고 물엉겅퀴 분말 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 5.84, 5.73, 5.72 및 5.72로 pH가 낮아지는 경향이 나타났다($p<0.001$). 패티에 사용한 물엉겅퀴 분말의 pH를 측정한 결과 5.53으로 패티 대조군의 5.85보다 낮아 첨가량이 증가할수록 패티의 pH가 감소한 것으로 보였다. *Cirisium*속에 속하는 곤드레 분말을 첨가한 두부(Chang 등 2012)의 pH도 분말첨가량이 증가함에 따라 pH가 감소하는 경향을 보여 본 연구와 유사한 결과가 나타났다.

2. 수분함량

물엉겅퀴 분말 첨가 패티의 수분 함량 결과는 Table 2와 같다. 물엉겅퀴 패티의 수분함량은 대조군에서 53.30%이었고 첨가군 패티에 물엉겅퀴 분말 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 58.20, 60.35, 60.47 및 62.85%로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 이는 세발나물 분말 첨가 패티(Ko & Yoo 2017)와 함초분말 첨가 패티(Joo & Choi 2014a)에서 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 패티의 수분함량이 증가하였다는 결과와 유사한 경향을 보였다. Kye SK (1996)는 각종 채소의 식이섬유는 수분과 결합력이 채소 종류에 따라 큰 차이가 나타나고 수분결합력은 셀룰로오스 함량에 정비례하여 영향을 준다고 하였다. 물엉겅퀴에 다량 함유된 식이섬유의 수분 흡수력과 결합력에 의하여 결과에 영향을 준 것으로 생각되고 패티 선행 연구들의 수분 함량 결과 모시잎 분말(Ahn 등 2015), 녹차 분말(Cho SH 2010), 아로니아(Kim 등 2015)에서는 수분함량이 감소하는 경향을 보였

Table 2. pH, moisture contents, cooking loss rate and diameter loss rate values of pork patties added with *Cirsium nipponicum* powder

Concentration of *Cirsium nipponicum* powder	pH	Moisture (%)	Cooking loss rate (%)	Diameter loss rate (%)
0%	5.85±0.02^{a}	53.30±3.72^{b}	20.33±0.17^{b}	16.08±0.68^{a}
1%	5.84±0.01^{a}	58.20±0.58^{ab}	21.76±0.33^{a}	16.47±1.18^{a}
2%	5.73±0.01^{b}	60.35±0.88^{a}	18.36±0.50^{c}	15.29±1.18^{a}
3%	5.72±0.01^{b}	60.47±0.41^{a}	17.15±0.40^{d}	15.29±1.18^{a}
4%	5.72±0.01^{b}	62.85±1.24^{a}	14.95±0.22^{e}	12.15±0.68^{b}
F-value	114.27***	6.56*	212.63***	8.54**

All values are mean±S.D. (n=3).
$^{a-e}$Values with different small letters within a column differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).
$^{*}p<0.05$, $^{**}p<0.01$, $^{***}p<0.001$.

고, 율피(Joo & Choi 2014b)에서는 유의적인 차이가 보이지 않아 패티 제조 시 원료육의 성분조성, 부재료의 종류, 첨가 형태나 처리방법도 경향성에 많은 영향을 미치는 것으로 생각되었다(Ko & Yoo 2017).

3. 가열손실률과 직경감소율

물엉겅퀴 분말 첨가 패티의 가열손실률 및 직경감소율은 Table 2와 같다. 가열손실률과 직경감소율은 물엉겅퀴 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다(p<0.001). 가열손실률의 대조군은 20.33%이었고 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 21.76, 18.36, 17.15 및 14.95%로 감소하였다. 패티에서 가열에 의한 감량은 지방의 유출과 수분의 손실에 의해 발생하는 것으로 육제품의 식이섬유 첨가는 육단백질의 보수성을 높여 가열감소량을 감소시킨다고 보고되었으며 보수력이 높은 고기는 맛이 좋아 육질을 결정하는 요인이다(Jeon 등 2015; Joo 등 2019). 따라서 패티에 물엉겅퀴 첨가가 보수성을 높여 긍적적인 영향을 보일거라 생각된다. 패티 선행 연구들의 가열손실률 결과 함초 분말(Joo & Choi 2014a), 녹차분말(Cho SH 2010), 율피 분말(Joo & Choi 2014b)에서 가열손실률이 감소하는 경향을 보여 본 연구와 유사한 경향이 나타났다.

물엉겅퀴 패티의 직경감소율은 대조군에서 16.08%이었고 첨가량에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 16.47, 15.29, 15.29 및 12.15%로 감소하였다(p<0.01). 율피 분말(Joo & Choi 2014b)을 첨가한 돈육 패티에서 직경감소율이 첨가량이 증가함에 따라 감소하여 본 연구와 유사한 결과가 나타났다.

4. 색도

물엉겅퀴 분말 첨가 패티 가열 전후의 색도는 Table 3과 같다. 가열 전 패티의 명도를 나타내는 L값은 대조군이 61.35이고 물엉겅퀴 분말 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 46.61, 39.53, 33.69 및 32.42로 감소하는 경향을 보였다(p<0.001). 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 9.51이고 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 −7.36, −6.85, −4.84 및 −3.78로 증가하는 경향을 보였고(p<0.001), 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 14.24이고 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 20.73, 15.33, 10.48 및 8.12로 감소하는 경향을 보였다(p<0.001).

가열 후 패티의 L값은 대조군이 57.52이고 첨가량이 증가함에 따라 42.60, 35.47, 29.20 및 27.06으로 감소하는 경향을 보였고(p<0.001) a값은 대조군이 6.89이었고 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 −4.33, −3.97, −2.85 및 −1.74로 증가하는 경향을 보였다(p<0.001). b값은 대조군이 18.81이었고 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 20.62, 14.56, 10.34, 7.15로 감소하는 경향을 보여(p<0.001) 가열 전과 후의 색도가 동일한 경향을 보였다.

물엉겅퀴 분말 첨가량이 증가함에 따라 가열 전과 후 모두 L값과 b값이 감소하였는데 세발나물 첨가 패티(Ko & Yoo 2017)와 모시잎 분말 첨가 돈육패티(Ahn 등 2015)에서 유사한 경향을 보였고 a값은 첨가량이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였는데 두메부추 첨가 국수(Yang & Han 2020)에서도 같은 경향을 보였다.

가열 전 패티와 가열 후 패티의 색도를 비교하였을 때 가열 후 대조군은 L값과 a값은 낮아졌고 b값은 높아졌다. 물엉겅퀴 분말 첨가군은 L값과 b값은 낮아졌고 a값은 높아졌다. 육류는 미오글로빈에 의해 가열 전에는 진한 붉은 색을 띄고 가열을 하면 회갈색으로 변화하는 것이 영향을 주었다고 생각되었고 클로로필 색소는 60℃ 이상의 열을 가하거나 약산으로 처리하면 올리브그린색의 pheophytin을 형성하게 되고, 계속해서 산으로 처리하면 갈색 물질인 pheophorbide를 형성하는데 180℃의 고온에서 오랜 시간 가열을 한 것도 색도에 영향이 있을 것으로 여겨졌다(No 등 2016).

Table 3. Color values of pork patties added with *Cirsium nipponicum* powder

		Concentration of *Cirsium nipponicum* powder					*F*-value
		0%	1%	2%	3%	4%	
Raw patties	L	61.35±0.66^{a}	46.61±0.91^{b}	39.53±0.30^{c}	33.69±0.51^{d}	32.42±0.29^{e}	1,237.38***
	a	9.51±0.35^{a}	−7.36±0.10^{e}	−6.85±0.74^{d}	−4.84±0.19^{c}	−3.78±0.21^{b}	3,356.59***
	b	14.24±0.16^{c}	20.73±0.54^{a}	15.33±0.45^{b}	10.48±0.15^{d}	8.12±0.49^{e}	448.25***
Cooked patties	L	57.52±0.44^{a}	42.60±1.23^{b}	35.47±0.64^{c}	29.20±0.96^{d}	27.06±0.24^{e}	735.99***
	a	6.89±0.33^{a}	−4.33±0.37^{d}	−3.97±0.64^{d}	−2.85±0.28^{c}	−1.74±0.81^{b}	438.58***
	b	18.81±0.86^{b}	20.62±0.11^{a}	14.56±1.35^{c}	10.34±0.94^{d}	7.15±0.28^{e}	135.43***

All values are mean±S.D. (n=3).

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

$^{***}p$<0.001.

5. 조직감

물엉겅퀴 분말 첨가 패티의 조직감 측정 결과는 Table 4와 같다. 경도(hardness)를 측정한 결과 대조군은 3,403.75 g/cm^2 이었고 물엉겅퀴 분말 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 4,060.63, 4,833.90, 5,473.80 및 5,628.90 g/cm^{2}로 증가하는 경향을 보였다(p<0.001). 고려엉겅퀴 분말 첨가 생면에서도 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하여 비슷한 경향을 보였고(Park & Kim 2014), 경도가 증가하는 경향이 나타난 이유는 물엉겅퀴에 함유된 식이섬유의 구조적 특징을 구성하는 분자 내 결합(intramolecular linkage)에 의하여 증가한 것으로 생각되었다(Park & Kim 2014). 씹힘성(chewiness) 결과, 대조군은 1,301.56, 첨가군은 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 1,564.47, 1,968.69, 2,147.22 및 2,198.96으로 분말을 첨가할수록 증가하는 경향을 보였고(p<0.001), 검성(gumminess)도 대조군 968.05, 첨가군 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 1163.22, 1471.78, 1642.53 및 1770.35로 증가하는 경향을 보였다(p<0.01). 탄력성(springiness)과 응집성(cohesiveness)은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

6. 관능검사

물엉겅퀴 분말 첨가 패티의 관능평가 결과는 Table 5와 같다. 관능검사는 기호도 평가와 특성 강도 평가 항목으로 나누어 검사하였다. 색(color)에 대한 기호도 평가결과는 대조군이 3.50으로 가장 낮았고 2% 첨가군이 5.75로 가장 높았다(p<0.001). 특성 강도 평가에서 색(color intensity)은 대조군이 1.83, 4% 첨가군이 7.00으로 색이 확연히 진해졌음을 알 수 있었고(p<0.001), 물엉겅퀴 고유의 색이 기호도에 좋은 영향을 주었지만 3% 이상부터는 색이 지나치게 강해져 기호도가 감소한 것으로 여겨졌다. 함초 분말(Joo & Choi 2014a)과 율피 분말(Joo & Choi 2014b) 첨가 패티에서도 시료의 첨가가 기호도에 좋은 영향을 미쳤지만 첨가량이 증가함에 따라 다시 감소하여 명도의 감소가 기호도에 영향을 주는 것으로 생각되었다.

향(flavor)에 대한 기호도 평가결과는 대조군이 3.00으로 가장 낮고 2% 첨가군이 5.67로 가장 높았다(p<0.001), 특성 강도 평가의 이취(off flavor)는 2%와 3%에서 2.33으로 가장 낮았고 대조군에서 4.83으로 가장 높았다(p<0.001). 함초 분말(Joo & Choi 2014a) 첨가 패티에서도 첨가량에 증가할수록 이취가 감소하는 경향을 보였고 물엉겅퀴 첨가가 육류의 이취를 감소시킬 수 있는 가능성을 보여주었다. 그러나 3% 첨가군부터 엉겅퀴의 향이 강해져 오히려 기호도는 낮아졌다.

맛(taste)에 대한 기호도 평가결과는 4% 첨가군에서 3.83으로 가장 낮았고 2% 첨가군에서 6.08로 가장 높았다(p<0.001). 특성 강도 평가에서 물엉겅퀴맛 강도(taste intensity)는 대조군에서 1.00, 4%에서 6.17으로 첨가량이 늘어남에 따라 증가하였다(p<0.001). 물엉겅퀴의 첨가가 2%까지는 좋은 영향을 주었지만 3%부터는 물엉겅퀴 특유의 맛이 오히려 맛의 기호도를 감소시키는 것으로 나타났다.

조직감(texture)에 대한 기호도 평가결과는 4% 첨가군에서 3.00으로 가장 낮았고 2% 첨가군에서 5.42로 가장 높았다(p<0.001). 특성 강도평가의 다즙성(juiciness)은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 기계적 조직감을 측정하였을 때 첨가량이 증가함에 따라 경도, 씹힘성, 검성이 증가한 것이 결과에 영향을 주었을 것이라 여겨졌다.

전반적인 기호도(overall acceptance) 결과는 0% 3.33, 1% 5.00, 2% 5.67, 3% 4.75, 4% 3.00으로 2% 첨가군에서 모든 항목이 가장 좋은 기호도를 보였다(p<0.001). 따라서 패티 제조 시 물엉겅퀴 분말을 2% 첨가하는 것이 기호도를 높이며 품질을 향상시킬 수 있는 가장 적합한 양으로 판단되었다.

7. 항산화 활성

물엉겅퀴 분말 첨가 패티의 항산화 활성 결과는 Table 6과

Table 4. Texture characteristics of pork patties added with *Cirsium nipponicum* powder

Concentration of *Cirsium nipponicum* powder	Hardness (g/cm^2)	Springiness	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness
0%	3,403.75±240.06^{c}	0.75±0.01	1,301.56±37.58^{b}	968.05±47.68^{c}	0.39±0.04
1%	4,060.63±128.34^{c}	0.74±0.02	1,564.47±21.78^{b}	1,163.22±27.77^{c}	0.39±0.02
2%	4,833.90±289.21^{b}	0.75±0.03	1,968.69±35.19^{a}	1,471.78±33.17^{b}	0.41±0.02
3%	5,473.80±562.57^{ab}	0.76±0.00	2,147.22±278.43^{a}	1,642.53±212.99^{ab}	0.39±0.01
4%	5,628.90±222.31^{a}	0.76±0.09	2,198.96±23.75^{a}	1,770.35±173.57^{a}	0.39±0.01
F-value	20.78***	0.85	17.61***	23.47**	0.31

All values are mean±S.D. (n=10).

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

$^{**}p$<0.01, $^{***}p$<0.001.

Table 5. Sensory characteristics analysis of pork patties added with *Cirsium nipponicum* powder

		Concentration of *Cirsium nipponicum* powder					*F*-value
		0%	1%	2%	3%	4%	
Consumer acceptability	Color	3.50±1.00^{d}	4.67±0.98^{bc}	5.75±0.75^{a}	4.92±1.00^{ab}	3.75±1.76^{cd}	7.50***
	Flavor	3.00±0.95^{c}	3.83±0.72^{b}	5.67±0.98^{a}	5.25±0.87^{a}	4.17±1.40^{b}	13.67***
	Taste	3.67±0.98^{c}	4.83±0.39^{b}	6.08±0.90^{a}	4.91±0.90^{b}	3.83±1.64^{c}	10.46***
	Texture	4.17±1.40^{b}	5.17±0.72^{ab}	5.42±1.08^{a}	4.25±1.14^{b}	3.00±1.35^{c}	8.10***
	Overall acceptance	3.33±1.56^{b}	5.00±0.85^{a}	5.67±0.78^{a}	4.75±1.14^{a}	3.00±1.21^{b}	11.92***
Characteristic intensity rating	Color intensity	1.83±1.03^{e}	4.00±0.85^{d}	4.92±0.90^{c}	5.58±0.67^{b}	7.00±0.00^{a}	72.99***
	Juiciness	4.17±1.75	3.83±0.83	3.91±1.31	3.58±0.79	3.58±0.79	0.538
	Off flavor	4.83±1.85^{a}	3.33±1.30^{b}	2.33±1.37^{b}	2.33±1.23^{b}	2.50±1.57^{b}	6.28***
	Taste intensity	1.00±0.00^{e}	2.83±0.72^{d}	4.17±0.83^{c}	4.92±1.00^{b}	6.17±0.72^{a}	86.90***

All values are mean±S.D. (n=12).
$^{a-e}$Values with different small letters within a row differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05).
$^{***}p$<0.001.

Table 6. Antioxidant activities of pork patties added with *Cirsium nipponicum* powder

Concentration of *Cirsium nipponicum* powder	Total phenolic content (mg GAE/100 g)	Total flavonoid content (mg RE/100 g)	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
0%	35.41±0.85^{e}	ND	10.54±2.69^{d}	30.82±1.47^{e}
1%	74.10±11.32^{d}	6.63±2.23^{d}	49.04±1.53^{c}	46.00±0.98^{d}
2%	97.96±3.54^{c}	32.07±4.25^{c}	66.87±3.20^{b}	61.17±0.88^{c}
3%	117.87±4.67^{b}	79.61±9.95^{b}	87.88±1.26^{a}	72.06±1.08^{b}
4%	136.64±1.75^{a}	111.37±2.41^{a}	91.39±1.18^{a}	86.34±1.62^{a}
F-value	140.25***	719.29***	803.05***	234.50***

All values are mean±S.D. (n=3).
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.

같다. 페놀은 식물계에 널리 분포되어 있고 플라보노이드는 이러한 폴리페놀에 속하며 항산화, 항암 등 다양한 생리활성을 가지고 있다(Kim 등 2012). 물엉겅퀴 첨가 패티의 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과, 대조군은 35.41 mg GAE/100 g이고 첨가량에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 74.10, 97.96, 117.87 및 136.64 mg GAE/100 g으로 증가하는 경향이 나타났다(p<0.001).

물엉겅퀴 첨가 패티의 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과 대조군은 검출되지 않았고 첨가량이 증가함에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 6.63, 32.07, 79.61 및 111.37 mg RE/100 g으로 증가하는 경향이 나타났다(p<0.001). Lee 등(2005)에서 물엉겅퀴 잎의 플라보노이드 함량은 13.30 μg/mg으로 높은 함량을 보였고 본 실험에서도 첨가군간에 함량의 차이가 유의적으로 크게 나타났다.

DPPH와 ABTS 라디칼 소거능은 페놀성 물질 함량이 높을수록 소거 활성이 커진다. DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과 대조군은 10.54%이었고 첨가량에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 49.04, 66.87, 87.88 및 91.39%로 증가하는 경향이 나타났고(p<0.001), ABTS 라디칼 소거능은 대조군은 30.82%이고 첨가량에 따라 1, 2, 3 및 4% 첨가군에서 각각 46.00, 61.17, 72.06 및 86.34%로 증가하는 경향이 나타났다 (p<0.001).

Lee 등(2005)에서 물엉겅퀴를 부위별로 추출하여 항산화 실험을 한 결과 잎, 뿌리, 씨앗 중 잎에서 가장 항산화 활성이 높게 측정되었고 DPPH 라디칼 소거능에서 엉겅퀴 잎 RC_{50} 값이 33.04 μg/mL로 우수한 항산화 활성을 보고하였다. 물엉겅퀴 분말 첨가 패티 실험 결과 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 유의적으로 증가하여 물엉겅퀴 분말의 첨가가 패티

Table 7. The correlation coefficients between antioxidant activities and pork patties added with *Cirsium nipponicum* powder

	TPC	TFC	DPPH	ABTS
TPC	1.000			
TFC	0.935**	1.000		
DPPH	0.983**	0.885**	1.000	
ABTS	0.995**	0.959**	0.969**	1.000

TPC: total phenolic content, TFC: total flavonoid content.
**$p<0.01$

의 부가가치를 높일 수 있을 것으로 여겨졌고 패티 외에도 더 많은 식품 연구에 이용되어 진다면 천연 항산화제 기능성 식품으로서 활용 가능성이 높을 것으로 기대된다.

8. 항산화 활성 간의 상관관계

물엉겅퀴 분말 첨가 패티의 항산화 활성 간의 상관관계 분석 결과는 Table 7과 같다. 총 폴리페놀 함량은 플라보노이드, DPPH, ABTS와 r=0.935(p<0.01), 0.983(p<0.01), 0.995(p<0.01)로 정(+)의 상관관계를, 플라보노이드는 DPPH와 ABTS와 r=0.885(p<0.01), 0.959(p<0.01)로 정(+)의 상관관계를, DPPH는 ABTS와 r=0.969(p<0.01)로 정(+)의 상관관계가 나타났다. Katsube 등(2004)에서도 폴리페놀 함량은 라디칼 소거능과 높은 상관관계를 보인다고 하였고 본 실험에서도 폴리페놀과 항산화 활성 실험들 간에 상관관계가 모두 0.900 이상으로 유의적으로 높은 상관관계를 보였다. 특히 폴리페놀과 ABTS의 상관관계가 0.995로 가장 높았다. 따라서 물엉겅퀴가 높은 활성을 지닌 좋은 천연 항산화 소재일 것이라고 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 다양한 기능성을 가진 물엉겅퀴의 활용도를 넓히고, 기능성 육제품에 활용하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 0%, 1%, 2%, 3%, 4%의 물엉겅퀴 분말을 첨가하여 물엉겅퀴 패티를 제조하여 품질특성과 항산화 활성을 측정하였다. 패티의 pH는 물엉겅퀴 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였고(p<0.001) 수분함량은 첨가량에 따라 증가하였다(p<0.05). 가열손실률과(p<0.001), 직경감소율(p<0.01)은 둘 다 첨가량에 따라 감소하였다. 가열 전 패티의 색도는 첨가량이 늘어날수록 L값은 감소(p<0.001), a값은 증가(p<0.001), b값은 감소하였고(p<0.001) 가열 후 패티의 색도는 가열 전 패티의 색도와 동일한 경향을 보였다. 조직감은 첨가량에 따라 경도(p<0.001), 씹힘성(p<0.001), 검성(p<0.01)은 증가하였으나 탄력성과 응집성은 유의적인 차이가 없었다. 관능평가에서 기호도 평가결과는 물엉겅퀴 분말 2% 첨가군에서 색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에서 가장 높은 기호도를 보였다(p<0.001), 특성강도 평가결과 색, 물엉겅퀴맛 강도는 첨가량이 증가함에 따라 증가하였고 이취는 감소하였으며 다즙성은 유의적인 차이가 없었다. 물엉겅퀴 패티의 항산화 활성은 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능을 측정하였고 물엉겅퀴 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다(p<0.001). 이러한 결과를 통해 물엉겅퀴 분말을 2% 첨가하여 패티를 제조하는 것이 패티의 항산화 활성과 품질특성을 높이며 기호도도 가장 만족시킬 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 논문(저서)은 교육부 및 한국연구재단의 4단계 두뇌한국21 사업(4단계 BK21 사업)으로 지원된 연구임.

References

Ahn SM, Jang S, Park I. 2015. Effect of freeze dried ramie leaf powder on the quality characteristics of pork patties. *Korean J Food Nutr* 28:478-485

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200

Chang SY, Song JH, Kwak YS, Han MJ. 2012. Quality characteristics of gondre tofu by the level of *Cirsium setldens* powder and storage. *J Korean Soc Food Cult* 27:737-742

Cho SH. 2010. Quality characteristics of pork meat patty added with green tea powder. Master's Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea

Choi JH, Yong HI, Ku SK, Kim TK, Choi YS. 2019. The quality characteristics of pork patties according to the replacement of mealworm (*Tenebrio molitor* L.). *Culin Sci Hosp Res* 35:441-449

Im HE, Yoe HK, Chang SY, Han MJ. 2012. Quality characteristics of gondregaedduck by the level of *Cirsium setidens* and storage. *Korean J Food Cult* 27:400-406

Jang M, Park H, Hong E, Kim GH. 2014. Comparison of the antibacterial activity of domestic *Cirsium japonicum* collected from different regions. *Korean J Food Cookery Sci* 30: 278-283

Jeon KH, Kwon KH, Kim EM, Kim YB, Choi YS, Sohn DI, Choi JY. 2015. Effect of cooking methods with various

heating apparatus on the quality characteristics of pork. *Korean J Culin Res* 21:1-14

Joo SY, Choi HY. 2014a. Antioxidant activity and quality characteristics of pork patties added with saltwort (*Salicornia herbacea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1189-1196

Joo SY, Choi HY. 2014b. Effects of chestnut inner shell powder on antioxidant activities and quality characteristics of pork patties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:698-704

Joo SY, Seo DW, Choi HY. 2019. Quality characteristics of pork patties added with soybean-curd residues. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48:260-267

Jung E, Joo N. 2014. Optimization processing and quality characteristics of pork patty prepared with soybean oil. *Korean J Food Nutr* 27:256-266

Katsube T, Tabata H, Ohta Y, Yamasaki Y, Anuurad E, Shiwaku K, Yamane Y. 2004. Screening for antioxidant activity in edible plant products: Comparison of low-density lipoprotein oxidation assay, DPPH radical scavenging assay, and Folin－Ciocalteu assay. *J Agric Food Chem* 52:2391-2396

Kim EJ, Choi JY, Yu MR, Kim MY, Lee SH, Lee BH. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 3:337-342

Kim EM, Won SI. 2009. Functional composition and anti-oxidative activity from different organs of native *Cirsium* and *Carduus genera*. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 406-414

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 Cookery Sci* 31:83-90

Kim WB, Park MH, Choi JW, Kim JG. 2014. Food value of *Cirsium nipponicum* makino and yield potential of field cultivation using seed. *HEB* 62

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* 27:635-643

Kye SK. 1996. Water binding capacity of vegetable fiber. *Korean J Food Nutr* 9:231-235

Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 37:233-240

Lee SW, Lee SJ, Kim YH. 2018. Development of specific SNP molecular marker from thistle using DNA sequences of ITS region. *J Plant Biotechnol* 45:102-109

Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2021a. Food Code. Available from https://www.mfds.go.kr/index.do [cited 8 June 2021]

Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2021b. Korean Food standards codex. Available from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 [cited 1 June 2021]

No J, Yoon H, Park S, Jin Yoo S, Shin M. 2016. Color stability of chlorophyll in young barley leaf. *J East Asian Soc Diet Life* 26:314-324

Park HY, Kim BK. 2014. Manufacturing optimization of wet noodle added with leaf powder of freeze-dried *Cirsium setidens* Nakai. *Food Eng Prog* 18:130-139

Park SJ, Rha YA. 2016. Quality characteristics of sulgidduk added with *Cirsium setidens* Nakai. *Culin Sci Hosp Res* 22:1-10

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 Radical Biol Med* 26:1231-1237

Shin SH, Choi JS. 2020. Effect of redbeet powder on quality characteristics of uncooked pork patties during cold storage. *J Agric Life Sci* 54:93-98

Swain T, Hillis WE. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.－The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10:63-68

Um HJ, Kim GH. 2007. Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp. *Korean J Food Nutr* 20:103-107

Yang EY, Han YS. 2020. Antioxidant activities and quality characteristics of noodles containing *Allium senescens* L. *Korean J Food Sci Technol* 52:156-161

You GY, Yong HI, Yu MH, Jeon KH. 2020. Development of meat analogues using vegetable protein: A review. *Korean J Food Sci Technol* 52:167-171

Received 24 June, 2021
Revised 15 July, 2021
Accepted 27 July, 2021