가죽나물 분말을 첨가한 돈육 패티의 항산화 활성 및 품질특성

오영진주 · 김명현 · 한영실

숙명여자대학교 식품영양학과

Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Pork Patties with the Addition of *Cedrela sinensis* Powder

YingJinZhu Wu, Myung Hyun Kim, and Young Sil Han

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

ABSTRACT The purpose of this study was to investigate the possibility of using *Cedrela sinensis* powder as a functional food ingredient by making pork patties with the addition of 0%, 1.5%, 3%, 4.5%, or 6% of *Cedrela sinensis* powder and analyzing the anti-oxidative properties and quality characteristics. The moisture content, pH, L, a, b value, springiness, cohesiveness, weight loss, and diameter loss of the patties after cooking showed a significant decrease with an increase in the proportion of *Cedrela sinensis* powder ($P<0.05$). There was no significant difference in the springiness among the groups, but b value, hardness, chewiness, and gumminess in the cooked product increased as the proportion of *Cedrela sinensis* powder increased ($P<0.05$). The total polyphenol content and total flavonoid content significantly increased as the proportion of *Cedrela sinensis* powder increased ($P<0.05$). The DPPH and ABTS radical scavenging activities of *Cedrela sinensis* powder (IC_{50}) were 8.78 $\mu\text{g/g}$ and 69.95 $\mu\text{g/g}$, respectively. The anti-oxidant activity of the patties increased significantly as more *Cedrela sinensis* powder was added ($P<0.05$). In the sensory evaluation, the 3% group showed the highest preference in overall acceptability, which included the parameters of color, flavor, taste, and texture ($P<0.05$). These results demonstrate that the patties with 3% of *Cedrela sinensis* powder had both higher antioxidant activity and better sensory properties than the control group. Thus, it may be concluded that *Cedrela sinensis* powder could be a potential functional material to be added to pork patties.

Key words: *Cedrela sinensis*, pork patties, quality characteristics, antioxidant activities

서 론

최근 경제가 성장하면서 소비자들의 구매력이 높아지고 건강과 영양 섭취에 대한 관심이 커졌으며, 이와 관련된 정보에 대한 접근이 용이해짐에 따라 식품에 건강 지향적인 의미를 더욱 부여하게 되었다. 또한 식생활 패턴도 빠르게 변화하고 있어 외식 산업시장이 발달하고 식품 섭취 시 편의성의 측면에서 간편하게 조리하는 햄버거와 피자 등의 선호도가 높아지고 있는 추세다(Kim과 Park, 2007; Ko와 Yoo, 2017; Chung 등, 2008).

패티(patty)는 돼지고기, 소고기 또는 닭고기 등 다진 육에 빵가루와 달걀 등 재료를 첨가하여 제조하고 냉장 또는 냉동하여 열처리, 튀김 등 방식으로 가공되어 육 함량이 50% 이상 되어야 하는 대표적인 패스트푸드인 햄버거의 중요한

재료이다(Korea Food and Drug Administration, 2002; Joo와 Choi, 2014a). 패스트푸드는 에너지가 높고 포화지방과 콜레스테롤의 함량이 높아 자주 섭취하면 비만, 영양 불균형과 같은 건강에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Oh와 Lim, 2010). 따라서 소비자는 천연소재를 첨가하여 기능 건강적인 패티 제조를 요구하게 되었다(Joo와 Choi, 2014b). 패티의 품질특성에 대한 선행연구는 마 첨가 패티(Lee와 Cho, 2012), 조릿대 첨가 패티(Oh와 Lim, 2010), 함초 첨가 패티(Joo와 Choi, 2014a), 세발나물 첨가 패티(Ko와 Yoo, 2017) 등이 보고되었다.

가죽나물(*Cedrela sinensis* A. Juss., 香椿樹)은 멸구슬나무과에 속하는 낙엽교목으로 잎과 줄기는 독특한 향을 가지고 있으며 영동, 함양, 남원, 무안 등에서 자란다(Shin 등, 2008). 가죽나물 새순은 산중 스님들이 먹는 진짜 나물이라

Received 1 October 2021; Revised 12 January 2022; Accepted 20 January 2022

Corresponding author: Young-Sil Han, Sookmyung Women's University, 100, Cheongpa-ro 47-gil, Yongsan-gu, Seoul 04310, Korea, E-mail: ygknh5@nate.com

Author information: YingJinZhu Wu (Student), Myung Hyun Kim (Professor), Young Sil Han (Professor)

© 2022 The Korean Society of Food Science and Nutrition.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

는 뜻에서 ‘진승목(眞僧木)’, ‘참죽’, ‘참나물’ 또는 ‘순채’로 불리우며 지역에 따라 가죽나무라고도 한다(Kim과 Han, 2014; Shin 등, 2011; Kim 등, 2018). 가죽나물은 특유의 향으로 병충해가 없어 농약을 사용하지 않아도 되는 천연 무공해 식품이다(Jin, 2013). 또한 가죽나물 잎에 단백질, 당질, 지질, 철분, 인 등의 무기질과 비타민 C, 아미노산, 알칼로이드, 폴리페놀, 사포닌 및 플라보노이드 등이 함유되어 있어 식품뿐만 아니라 한약으로도 활용되고 있다(Shin 등, 2008; Jin, 2013).

민간에서 가죽나물은 살충, 소염, 이질, 장염 등을 치료하고 피부질환 치료에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Park 등, 1994). 가죽나물의 기능성 물질 선행연구는 참죽나무 잎의 화학성분 및 생리활성(Park 등, 1993), 항염증 및 진통 효과(Park 등, 1994), 면역증강 효과(Shin 등, 2008), 간섬유증(Fan 등, 2007), 혈당 강하(Wang 등, 2008), SARS 치료 효과(Chen 등, 2008) 등이 보고되었다. 가죽나물을 식품에 적용한 연구로는 참죽 전병(Yang과 Jin, 2013), 간장 절임(Kim 등, 2012), 참죽 매작과(Jin, 2013), 참죽 식빵(Kim 등, 2014), 참죽 쌀국수(Jung 등, 2015) 등이 연구되었다. Jin (2013)의 연구에서 참죽나무는 다양한 기능성이 보고되어 있으나 높은 수분함량으로 저장성이 낮고 유통기한이 짧은다는 단점이 있는 것으로 보고하였고, 이에 관련된 연구로는 참죽 고추장(Bae 등, 2012), 간장 절임(Kim 등, 2012)이 있다.

본 연구자들은 가죽나물의 소비 확대를 위해서 기능성 식품의 하나인 가죽나물을 이용한 돈육 패티를 개발한다면 가죽나물의 소비를 촉진시키고 부가가치를 높여 경제 발전에도 도모할 수 있을 것으로 기대하였다. 이에 본 연구에서는 가죽나물 분말을 첨가한 가죽나물 패티를 제조한 후 패티의 품질특성과 항산화 활성을 비교, 분석하여 가죽나물 첨가량에 따른 패티의 품질특성 및 항산화 효과에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 가죽나물은 전라남도 무안군에서 재배된 것을 구입하였다. 흐르는 물에 세척하여 물기를 제거한 후 10 cm 길이로 잘라 동결한 뒤 동결 건조(MCFD 8508, Ilshin Bio Base, Gyeonggi, Korea)하였다. 건조된 가죽나물은 분쇄기(HMF-3260S, Hanil, Seoul, Korea)로 분쇄하고, 30 mesh(standard testing sieve, Chung Gye Industrial Mfg. Co., Seoul, Korea)로 체친 후 -40°C 냉동고에 보관하면서 시료로 사용하였다. 돈육은 국내산 뒷다리 살을 사용하였고, 설탕(white sugar, CJ Cheiljedang Co., Incheon, Korea), 후추(Ottogi Co., Gyeonggi, Korea), 소금(CJ Cheiljedang Co.), 대두유(CJ Cheiljedang Co.), 빵가루(Ottogi Co.)는 대형마트와 온라인 쇼핑몰에서 구입하여 사용하였다. 실험에 사용한 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), Folin-Denis' reagent, gallic acid 등의 시약은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였고 그 외의 시약은 1급을 사용하였다.

돈육패티의 제조

가죽나물 분말 첨가 돈육 패티 제조는 선행연구(Kim 등, 2015)를 참고하여 예비실험을 통해 Table 1과 같이 배합비를 정하였다. 가죽나물 분말은 각각 0%, 1.5%, 3%, 4.5%, 6%로 첨가하였고, 나머지 재료를 반죽기(MP1015, Housoen Electric Manufacture Co., Paju, Korea)에 넣고 4단에서 3분 동안 혼합한 후 70 g씩 지름 8.5 cm 크기로 4개씩 성형하여 패티를 오븐(ML32AW, LG, Seoul, Korea) 180°C에서 15분간 가열하고 1시간 동안 실온에서 식힌 후 실험에 사용하였다.

가죽나물 분말 첨가 돈육 패티의 품질특성

수분 측정: 가열 제조한 가죽나물 패티의 수분함량 측정은 상압가열건조법에 의존하여 dry oven(OF-22GW, Jeio Tech, Daejeon, Korea)을 사용하여 105°C에서 측정하였다.

pH 측정: 가열 전 가죽나물 패티 5 g에 증류수 45 mL를 넣어 homogenizer(PT-MR 2100, Kinematica AG, Lit-

Table 1. Formulas for pork patties added with different content *Cedrela sinensis* powder

Ingredient (g)	Sample patties				
	0%	1.5%	3%	4.5%	6%
<i>Cedrela Sinensis</i> powder	0	4.05	8.10	12.15	16.2
Pork	270.00	265.95	261.90	257.85	253.80
Salt	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Black pepper	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sugar	6	6	6	6	6
Soybean oil	9	9	9	9	9
Bread crumb	12	12	12	12	12
Total	300	300	300	300	300

0%: pork patties added with 0 g *Cedrela sinensis* powder, 1.5%: pork patties added with 4.05 g *Cedrela sinensis* powder, 3%: pork patties added with 8.10 g *Cedrela sinensis* powder, 4.5%: pork patties added with 12.15 g *Cedrela sinensis* powder, 6%: pork patties added with 16.2 g *Cedrela sinensis* powder.

tau, Switzerland)로 균질화시킨 후 4°C에서 15분 동안 3,000 rpm으로 원심분리(COMBI-514R, Hanil Science Industrial Co., Ltd., Gimpo, Korea)한 후 상층액을 여과해서 사용하였다. pH meter(F-54BW, Horiba, Kyoto, Japan)를 사용하여 pH를 측정하였다.

색도 측정: 가죽나물 돈육 패티 표면의 가열 전후 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 측정하였다. 측정 시 사용한 표준 백색관의 L값은 93.65, a값은 -0.12, b값은 3.65였다.

조직감 측정: 가열한 후 가죽나물 돈육 패티의 조직감을 측정하였고 texture analyzer(TA-XT2 Express, Stable Micro System, Haslemere, UK)를 이용하여 texture profile analysis(TPA)로 측정하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 겹섬성(gumminess), 응집성(cohesiveness)을 나타내었다. 사용한 probe는 지름 75 mm의 원통형을 사용하였으며, 측정조건은 pre-test speed 5.0 mm/s, test speed 3.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s, distance 7.0 mm, time 5.00 s, trigger force 5.0 g이다.

가열손실률 및 직경감소율 측정: 가열손실률(cooking loss rate)은 패티 가열 전후 대조군과 실험군의 중량을 각각 측정해서 차이에 대한 비율을 나타내었다.

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

직경감소율(diameter loss rate)은 가열 전후 대조군과 실험군의 직경을 각각 측정하여 차이에 대한 비율로 구하였다. 가열 전후 가죽나물 돈육 패티의 중량과 직경을 측정하였다.

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

관능검사

가죽나물 분말 첨가 돈육 패티에 대한 관능평가는 강도 특성과 기호도 검사를 실시하였다. 숙명여자대학교 식품영양학 전공자 15명으로 선정하였고 실시하기 전에 실험 목적, 방법 및 사전교육 등에 대해 설명한 후 참여하도록 하였다. 모든 시료는 3자리 난수표를 표시하여 돈육 패티를 일정한 크기(15 mm×15 mm×10 mm)로 잘라 일회용 플라스틱 용기에 담아 제공하였다. 기호도 검사의 평가 항목은 색(color), 맛(taste), 향(flavor), 조직감(texture), 전체적인 기호도(overall acceptability)에 대해 7점 만점(1점: 매우 싫다, 7점: 매우 좋다)으로 평가하였다. 강도 특성은 돈육 패티의 색(color), 가죽나물의 향(*Cedrela sinensis* flavor), 쓴맛(bitter taste), 다즙성(juiciness)이 가진 정도에 대하여 7점 만점(1점: 매우 약하다, 7점: 매우 강하다)으로

평가하였다. 관능평가는 숙명여자대학교 생명윤리위원회에서 승인을 받고(SMWU-2107-HR-067) 그 규정에 따라 시행하였다.

가죽나물 분말 첨가 돈육 패티의 항산화 활성

가죽나물과 가죽나물 분말 첨가 돈육 패티 추출물 제조:

가죽나물 분말 50 g에 450 mL 70% 에탄올을 첨가하여 70°C, 3시간 조건으로 3회 열수추출을 하였다. 추출물을 Whatman No.2(Cat No 1002 110, Whatman Intermation Ltd., Maidstone, England)로 여과한 후 rotary vacuum evaporator(NVC-2100, EYELA, Tokyo, Japan)로 농축하였고 동결 건조하여 -40°C에서 시료를 보관하였다.

가죽나물 분말 첨가 돈육 패티 5 g에 70% 에탄올 45 mL를 shaking incubator(SI-900R, JEIHO TECH, Kimpo, Korea) 24°C에서 24시간 동안 120 rpm 조건으로 추출한 후 여과하여 추출물을 제조하였다.

총 폴리페놀 함량 측정: 가죽나물 분말 및 돈육 패티의 총 폴리페놀의 함량은 Folin-Ciocalteu법(Swain과 Hillis, 1959)을 이용하여 측정하였다. 시료액 150 µL과 2,400 µL의 증류수에 2 N Folin-Ciocalteu reagent 50 µL를 가한 다음 3분간 정치시키고, 1 N sodium carbonate(Na_2CO_3 , DUKSAN, Ansan, Korea) 300 µL를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시킨 후 UV/VIS 분광광도계(T60UV, PG Instruments, Wiltshire, England)를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하여 검량선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량은 mg gallic acid equivalent(mg GAE/100 g)로 나타냈다.

총 플라보노이드 함량 측정: 가죽나물 분말과 돈육 패티의 총 플라보노이드 함량은 Davis법(Chang 등, 2002)에 따라 측정하였다. 시료액 100 µL에 99% diethyleneglycol 1,000 µL와 1 N NaOH 100 µL를 가하여 37°C water bath(WBT-10, Jeong Bio Tech., Incheon, Korea)에서 1시간 동안 반응시킨 뒤 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin을 표준물질로 사용하여 검량선을 작성한 후 계산하였다.

DPPH 라디칼 소거 활성 측정: 가죽나물 분말과 돈육 패티의 DPPH 라디칼 소거 활성은 Blois(1958) 방법을 사용하여 DPPH 2.957 mg을 90% 이상 에탄올 50 mL에 용해한 후 빛이 차단된 어두운 병에 담아 DPPH 용액을 제조하였다. 희석한 가죽나물 시료액과 DPPH 용액은 3:1의 비율로 교반한 후 30분간 빛이 차단된 어두운 곳에 방치시키고 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{DPPH free radical scavenging activity (\%)} = \{1 - (\text{Sample absorbance}/\text{Control absorbance})\} \times 100$$

ABTS 라디칼 소거 활성 측정: 가죽나물 분말과 돈육 패티의 ABTS 라디칼 소거 활성은 Re 등(1999)의 방법에 준하여 측정하였다. 최종농도 7 mM 2,2'-azino-bis(3-eth-

ylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS)와 2.4 mM postassium persulfate의 용액을 만들어 실온의 빛이 차단된 어두운 곳에 12시간 동안 반응시켜 ABTS 라디칼 용액을 만들었다. ABTS 라디칼이 생성된 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 0.700 ± 0.02 로 되도록 PBS buffer로 희석한 다음 ABTS 용액 900 μ L에 시료 추출물 100 μ L를 가하고 흡광도를 측정하였다.

환원력(reducing power) 측정: 가축나물 분말과 돈육 패티의 환원력은 Oyaizu(1986)의 방법에 준하여 측정하였다. 증류수에 용해한 추출물 1 mL를 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 1 mL와 1% potassium ferricyanide ($K_3Fe(CN)_6$) 1 mL를 가하여 50°C water bath(WBT-10, Jeong Bio Tech.)에 20분간 반응시켰다. 10% trichloroacetic acid(CCl_3COOH , w/v) 1 mL를 첨가하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리(COMBI-514R, Hanil Science Industrial Co., Ltd.)한 후 상등액 1 mL를 취하여 증류수 5 mL와 혼합하여 0.1% ferric chloride($FeCl_3H_2O$) 0.2 mL를 가해 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

본 연구의 통계 분석은 SPSS 프로그램(Statistical Analysis Program, version 25, IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였고 모든 실험 결과는 통계를 통해 3회 반복으로 시행하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 실험의 유의성 검증을 위해 one-way ANOVA로 분석하였고 사후검증은 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

가축나물 분말 첨가 돈육 패티의 품질특성

수분: 가축나물 패티의 수분함량 결과는 Table 2와 같다. 무첨가군의 수분함량은 55.67%로 가장 높았고 가축나물 첨가군 1.5~6%에서 43.87~53.33%로 첨가량이 증가할수록 수분함량이 감소하는 경향을 보였다($P < 0.01$). 일반적으로 돈육의 수분함량은 60~70%로 알려져 있는데 패티 제조 시

첨가한 부재료의 비율과 종류에 따라 차이가 나는 것으로 보인다(Cho와 Chung, 2010; Park과 Park, 2001). 가축나물 중에 함유된 식이섬유의 수분 흡수력 및 결합력이 수분 결과에 영향을 준 것으로, 패티 제조 시 첨가된 부재료의 종류, 처리 방법, 원료육의 성분조성 등에 따라 다른 경향을 보이는 것으로 보고하였다(Ko와 Yoo, 2017). 녹차 돈육 패티(Cho와 Chung, 2010), 모시잎 돈육 패티(Ahn 등, 2015), 아로니아 패티(Kim 등, 2015) 등에서는 부재료를 첨가함에 따라 수분함량이 감소하였으며, 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 반면 함초 분말 첨가 패티(Joo와 Choi, 2014a), 세발나물 분말 첨가 패티(Ko와 Yoo, 2017)에서는 수분함량이 증가하는 경향을 보였는데 본 연구와 다른 경향을 보였다.

pH: 가축나물 분말 첨가 돈육 패티의 pH 결과는 Table 2와 같다. 패티의 pH는 무첨가군에서 6.10이었고 첨가군 1.5~6%에서 각각 5.99, 5.99, 5.94, 5.91로 감소하는 경향을 보였다($P < 0.001$). 참죽 분말 첨가 매작과(Jin, 2013)와 참죽나물 분말 첨가 식빵(Kim 등, 2014)에서 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하여 본 연구와 유사하게 보고하였고, 본 연구에 사용한 가축나물 분말의 pH는 5.22로 무첨가군의 pH 6.10보다 낮았고 가축나물의 첨가가 돈육 패티의 pH에 영향을 준 것으로 생각된다.

색도: 가축나물 분말의 첨가 비율에 따른 돈육 패티의 색도를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 가열 제조 전 돈육 패티의 색도를 측정한 결과, 명도를 나타내는 L값은 무첨가군에서 56.09로 가장 높은 값을 보였고, 첨가군 6%에서는 45.52로 가장 낮았다($P < 0.01$). 적색도를 나타내는 a값은 무첨가군이 11.32로 가장 높았고 첨가군 6%에서 -5.50으로 가축나물 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($P < 0.001$). 황색도를 나타내는 b값은 무첨가군에서 12.90을 나타냈고 가축나물 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($P < 0.001$).

가열 제조 후 돈육 패티의 색도를 비교한 결과 L값은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 돈육 패티의 색이 어두워지는 경향을 나타내었고 a값도 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였다($P < 0.001$). 이와 반대로 b값은 무첨가군에서

Table 2. Quality characteristics of pork patties added with *Cedrela sinensis* powder

Properties		Sample patties					F-value
		0%	1.5%	3%	4.5%	6%	
Moisture content (%)		$55.67 \pm 0.03^{a1)2)}$	53.33 ± 0.01^a	50.57 ± 0.01^a	50.30 ± 0.03^a	43.87 ± 0.04^b	7.71**
pH		6.10 ± 0.01^a	5.99 ± 0.01^b	5.99 ± 0.01^b	5.94 ± 0.02^c	5.91 ± 0.01^d	47.79***
Color value before cooking	L	56.09 ± 0.15^a	52.02 ± 0.15^b	49.02 ± 0.46^c	45.87 ± 0.50^d	45.52 ± 0.62^d	331.06***
	a	11.32 ± 0.13^a	-0.08 ± 0.11^b	-3.34 ± 0.11^c	-4.26 ± 0.36^d	-5.50 ± 0.15^e	3,628.55***
	b	12.90 ± 0.56^c	19.47 ± 0.50^a	18.22 ± 0.01^b	17.80 ± 0.82^b	17.75 ± 0.15^b	67.05***
Color value of after cooking	L	53.99 ± 0.43^a	47.47 ± 1.87^b	43.74 ± 0.77^c	40.91 ± 0.65^d	38.00 ± 0.95^d	94.44***
	a	7.57 ± 0.18^a	6.42 ± 0.73^b	3.65 ± 0.63^c	2.34 ± 0.31^d	1.34 ± 0.25^e	94.57***
	b	16.43 ± 0.49^c	16.87 ± 0.44^c	17.58 ± 0.50^b	18.79 ± 0.22^a	18.83 ± 0.08^a	25.29***

¹⁾All values are mean $\pm$ SD.

²⁾Values with different letters (a-e) within a row differ significantly by Duncan's multiple test ($P < 0.05$).

** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

16.43으로 가장 낮았고 첨가군 6%에서 18.83으로 첨가량이 증가할수록 값이 높게 측정되었다($P<0.001$). 가죽나물 분말 첨가량이 증가할수록 가열 전후의 L값과 a값은 모두 감소하였는데 함초 패티(Joo와 Choi, 2014a)에서도 유사한 경향을 보였고, b값은 부재료를 첨가함에 따라 가열 전 낮았고 가열 후 높아지는 경향을 보였는데 아로니아 돈육 패티(Kim 등, 2015)에서 본 연구와 같은 경향을 보였다. 이는 첨가한 원재료인 가죽나물 분말 자체의 색이 반영되기 때문으로 생각되며, 참죽나물 분말을 첨가한 식빵에서도 부재료 첨가량에 따라 L값과 a값은 낮아졌고 b값은 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다고(Kim 등, 2014). 가열 전 패티보다 가열 후 패티의 L, a, b 값이 낮은 것으로 나타났으며 이러한 결과는 가열로 인해 육색의 붉은색이 회색이나 회갈색으로 변화하였고 뿐만 아니라 패티의 색은 첨가하는 부재료의 가열 여부와 종류 등에 영향을 받는 것으로 생각된다(Joo와 Choi, 2014a).

조직감: 가죽나물 첨가량을 달리한 돈육 패티의 조직감을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 육류의 조직감은 첨가물의 종류와 수분함량 등에 따라 다르며 가열 제조 시 온도에 따른 열변성 정도에 따라 조직감의 특성이 변화하는 것으로 알려져 있다(Joo와 Choi, 2014a; Moon 등, 2001). 경도를 측정한 결과, 무첨가군은 $3,248.57 \text{ g/cm}^2$, 첨가군은 가죽나물 분말 첨가량이 증가함에 따라 각각 $3,599.80 \sim 4,443.33 \text{ g/cm}^2$ 로 유의적으로 높아지는 경향을 보였으며, 가죽나물 분말을 첨가할수록 수분이 낮아져 패티가 단단해지는 것으로 생각된다($P<0.001$). 탄력성은 무첨가군에서 0.85로 가장 높았으며 첨가군 6%에서 0.79로 가장 낮았지만 유의적인 차이는 보이지 않았다. 가죽나물 분말의 첨가가 탄력성에 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 씹힘성과 겹침성은 무첨가군보다 가죽

나물 분말을 첨가할수록 높은 값을 나타내었다($P<0.001$). 이는 율피 패티와 아로니아 패티에서도 경도, 씹힘성과 겹침성은 부재료를 첨가할수록 증가하였고, 모시일 돈육패티에서도 경도와 씹힘성은 증가하여 본 연구결과와 유사하였다(Joo와 Choi, 2014b; Kim 등, 2015; Ahn 등, 2015). 한편, 응집성은 가죽나물 분말 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었다($P<0.05$). 다른 연구에서도 참죽 분말 첨가한 식빵과 고구마 패티에서 첨가량이 증가할수록 응집성은 유의적으로 감소하여 본 연구와 유사하였다(Kim 등, 2014; Kim과 Han, 2014).

가열손실률 및 직경감소율: 가죽나물 돈육 패티의 가열손실률 및 직경감소율은 Table 4에 나타내었다. 가열손실률 결과 무첨가군은 24.47%로 나타났으며 첨가군 1.5~6%에서 각각 20.23%, 14.93%, 14.27%, 13.53%로 유의적으로 감소하였다($P<0.001$). 가열손실률은 식육 단백질의 가열 과정에서 단백질의 변성과 응고가 일어나 패티의 수분과 지방이 빠져나오는 것이며, 일반적으로 패티의 가열손실률과 외형변화는 제품 생산 및 품질에서 중요한 요인이고 가열손실률이 과다하면 패티의 기호성도 저하될 수 있는 것으로 알려져 있다(Berry와 Leddy, 1989). 선행연구에서 함초 패티(Joo와 Choi, 2014a)와 녹차 분말 패티(Cho와 Chung, 2010)의 가열손실률이 감소하는 경향을 나타내어 본 연구와 유사하였다. 본 연구에서 가죽나물 돈육 패티의 직경감소율은 무첨가군에서 22.73%로 가장 높았고, 첨가군 6%에서는 3.99%로 가장 낮게 나타나 부재료의 첨가량이 높아질수록 직경감소율은 감소하는 변화를 보였다($P<0.01$). 율피 분말 패티(Joo와 Choi, 2014b)와 김치 분말 패티(Lee 등, 2008)는 부재료를 첨가함에 따라 직경 변화가 감소된 것으로 보고하였다.

Table 3. Texture properties of pork patties added with *Cedrela sinensis* powder after cooking

Texture properties	Sample patties					F-value
	0%	1.5%	3%	4.5%	6%	
Hardness (g/cm^2)	$3,248.57 \pm 38.29^{e1)2)}$	$3,599.80 \pm 86.46^d$	$3,904.47 \pm 69.39^c$	$4,123.17 \pm 144.81^b$	$4,443.33 \pm 40.83^a$	87.89***
Springiness	0.85 ± 0.03	0.83 ± 0.20	0.81 ± 0.02	0.80 ± 0.03	0.79 ± 0.03	2.46 ^{NS3)}
Chewiness	$1,444.05 \pm 25.00^d$	$1,558.95 \pm 13.06^{cd}$	$1,628.17 \pm 43.07^{bc}$	$1,711.95 \pm 73.85^b$	$1,911.77 \pm 112.30^a$	22.80***
Gumminess	$1,728.10 \pm 45.08^d$	$1,879.56 \pm 59.58^c$	$2,054.90 \pm 34.54^b$	$2,107.76 \pm 45.57^b$	$2,234.07 \pm 26.12^a$	78.39***
Cohesiveness	0.54 ± 0.00^a	0.53 ± 0.01^a	0.51 ± 0.01^{ab}	0.49 ± 0.01^{ab}	0.47 ± 0.06^b	3.76*

¹⁾All values are mean $\pm$ SD.

²⁾Values with different letters (a-e) within a row differ significantly by Duncan's multiple test ($P<0.05$).

³⁾NS: no significant.

* $P<0.05$, *** $P<0.001$.

Table 4. Cooking change rate in weight and diameter of pork patties added with *Cedrela sinensis* powder

	Sample patties					F-value
	0%	1.5%	3%	4.5%	6%	
Weigh loss (%)	$24.47 \pm 0.50^{a1)2)}$	20.23 ± 1.76^b	14.93 ± 0.68^c	14.27 ± 0.35^c	13.53 ± 0.71^c	75.21***
Diameter loss (%)	22.73 ± 2.44^a	16.47 ± 1.15^b	13.70 ± 0.69^b	12.13 ± 1.33^b	3.99 ± 6.76^c	12.62**

¹⁾All values are mean $\pm$ SD.

²⁾Values with different letters (a-c) within a row differ significantly by Duncan's multiple test ($P<0.05$).

** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

Table 5. Sensory evaluation of pork patties added with *Cedrela sinensis* powder after cooking

		Sample patties (%)					F-value
		0%	1.5%	3%	4.5%	6%	
Acceptability	Color	3.13±1.13 ^{c1)2)}	4.00±1.00 ^b	5.27±0.96 ^a	4.01±0.88 ^b	3.80±1.08 ^{bc}	8.68 ^{***}
	Flavor	3.27±1.10 ^{cd}	3.80±0.86 ^{bc}	5.60±0.74 ^a	4.13±1.06 ^b	2.60±1.12 ^d	19.39 ^{***}
	Taste	3.40±1.12 ^{cd}	4.47±0.99 ^b	5.47±1.13 ^a	3.80±1.15 ^{bc}	2.93±0.96 ^d	12.75 ^{***}
	Texture	3.46±1.19 ^c	4.53±0.99 ^b	5.27±0.88 ^a	4.00±0.85 ^{bc}	3.53±1.06 ^c	8.47 ^{***}
	Overall acceptability	3.93±0.88 ^c	4.73±0.70 ^b	5.87±0.99 ^a	4.27±0.70 ^{bc}	3.13±0.833 ^d	22.31 ^{***}
Intensity rating	Color	1.47±1.06 ^d	2.53±0.99 ^c	3.93±1.28 ^b	5.13±0.64 ^a	5.93±1.39 ^a	41.34 ^{***}
	<i>Cedrela sinensis</i> flavor	1.00±0.00 ^e	2.47±0.64 ^d	3.67±0.72 ^c	5.00±0.65 ^b	5.87±1.46 ^a	81.48 ^{***}
	Bitter taste	1.00±0.00 ^e	1.67±0.62 ^d	2.67±0.72 ^c	3.93±0.96 ^b	4.80±1.37 ^a	49.60 ^{***}
	Juiciness	4.20±1.74 ^a	3.67±1.23 ^{ab}	3.50±0.71 ^{ab}	3.29±0.99 ^{ab}	2.73±0.96 ^b	2.92 [*]

¹⁾All values are mean±SD.

²⁾Values with different letters (a-e) within a row differ significantly by Duncan's multiple test ($P<0.05$).

³⁾NS: no significant.

*** $P<0.001$, * $P<0.05$

관능검사

가죽나물 첨가 돈육 패티의 강도 특성 및 기호도 특성에 대한 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 강도 특성 평가 항목 중 돈육 패티의 색이 무첨가군은 1.47점으로 가장 낮았고 첨가군 6%에서 패티 색이 진해져서 5.93점으로 가장 높은 점수를 받았다($P<0.001$). 가죽나물 향은 무첨가군이 1.00으로 가장 낮았고 첨가량이 증가할수록 가죽나물 향이 강해져 유의적으로 높게 평가되었다($P<0.001$). 가죽나물의 쓴 맛도 무첨가군에서 1.00점, 첨가군 6%에서 4.80점으로 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다($P<0.001$). 돈육 패티의 다즙성 정도는 가죽나물 분말 첨가량이 증가할수록 다즙성은 낮게 평가되었으며, 무첨가군에서 4.20점으로 가장 높게 나타났고 첨가군 1.5%는 3.67점, 첨가군 3%가 3.50점, 첨가군 4.5% 및 첨가군 6%는 각각 3.29점, 2.73점으로 무첨가군보다 낮게 평가되었다($P<0.05$).

기호도 특성의 평가 항목 중 색은 가죽나물 분말 첨가군 3%가 5.27점, 첨가군 4.5%가 4.01점으로 Control과 P4에 비해 높은 기호도로 평가되었다($P<0.001$). 향의 기호도 결과는 무첨가군이 3.27점으로 가장 낮았고 첨가군 3%에서 5.60점으로 가장 높게 나타났으며 높은 기호도를 보였다($P<0.001$). 맛은 무첨가군에서 3.40점으로 가장 낮았고 첨가군 3%에서 기호도가 5.47점으로 가장 높았다($P<0.001$). 조직감은 첨가군 3%에서 5.27점으로 무첨가군보다 가장 높게 평가하였다($P<0.001$). 전반적인 기호도의 결과는 무첨가군에서 3.93점으로 가장 낮은 점수이며, 첨가군 1.5% 4.73점, 첨가군 3% 5.87점, 첨가군 4.5% 4.27점, 첨가군 6% 3.13점으로 첨가군 3%에서 가장 높은 기호도를 보였다($P<0.001$).

돈육 패티에 첨가한 가죽나물의 녹색이 진해질수록 기호도 평가에 좋은 영향을 주었지만, 3% 첨가 시 가장 높은 기호도를 보였다가 그 이상에서는 색이 많이 진해져 기호도가 감소하는 경향을 보였다. 유사한 다른 연구에서도 함초 패티(Joo와 Choi, 2014a)와 울피 분말 패티(Joo와 Choi, 2014b)에서 부재료를 첨가하였을 때 기호도가 형성되었지만 첨가

량이 어느 수준 이상으로 높아지면 오히려 기호도가 낮아졌다. 한편, 가죽나물에 함유된 glutamic acid 등 아미노산으로 인한 특유의 맛과 향으로 인해 강도 평가와 기호도 평가점수에도 영향을 준 것으로 생각된다(Shi, 1999). 이와 비슷하게 강한 향기와 개운 맛을 가진 깻잎을 첨가했을 때에도 기호도가 높아지다가 낮아지는 결과를 보였다(Choi 등, 2019). 기계적인 조직감 측정 시 가죽나물 첨가량이 증가할수록 패티의 경도, 씹힘성과 검성의 증가는 기호도 평가 항목의 조직감과 강도평가 항목의 다즙성에 영향을 받은 것으로 생각된다. 종합적으로 가죽나물 분말을 3% 첨가한 돈육 패티의 기호도가 가장 높았다. 이상의 결과를 종합적으로 고려해볼 때 돈육 패티 제조 시 가죽나물의 첨가로 인해 돈육 패티의 품질 및 관능적 특성이 개선되고 항산화능이 우수하여 바람직할 것으로 기대된다. 또한, 관능검사 결과를 고려할 때 돈육 패티에 첨가하는 가죽나물의 양은 3% 첨가가 적당한 것으로 생각된다.

가죽나물 분말과 돈육 패티의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량

페놀화합물은 항암, 항산화, 항노화 등의 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 있으며, phenolic hydroxyl기를 가진 방향족 화합물들을 의미한다(Duval과 Shetty, 2001). 본 연구결과 가죽나물 추출 분말의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 각각 131.04 mg GAE/g, 74.49 mg QE/g을 나타내었다. Kim과 Han(2014)은 가죽나물 추출물의 총 플라보노이드 함량을 62.30 mg RE/g으로 보고한 바 있다.

한편, 가죽나물 분말을 첨가한 돈육 패티의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량은 Fig. 1에 제시하였다. 무첨가군 패티의 총 폴리페놀 함량은 38.52 mg GAE/100 g이었으며 첨가군 1.5%~6%는 88.21~228.14 mg GAE/100 g으로 가죽나물의 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다($P<0.001$). 돈육 패티의 총 플라보노이드 함량은 무첨가군에서 19.92 mg QE/100 g으로 측정되었고 첨가군 1.5%~6%에서 29.00~82.25 mg QE/100 g으로 역

Fig. 1. Total polyphenol content and total flavonoid content of pork patties added with *Cedrela sinensis* powder after cooking. Different letters (a-e) indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test. GAE is gallic acid equivalent. QE is quercetin equivalent.

시 가죽나물 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다 ($P<0.001$). 본 연구결과와 유사하게 패티에 함초 분말을 첨가했을 때 총 플라보노이드 함량이 증가하였으며(Joo와 Choi, 2014a), 세발나물 돈육 패티(Ko와 Yoo, 2017)와 울피 분말 패티(Joo와 Choi, 2014b)에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 증가하였다고 보고된 바 있다.

가죽나물 분말과 돈육 패티의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성

가죽나물 분말의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 Table 6과 같다. 라디칼 소거 활성이 50%가 되는 농도인 IC_{50} 값은 DPPH 라디칼 소거능이 $8.78 \mu\text{g/mL}$ 이고 ABTS는 $69.65 \mu\text{g/mL}$ 의 결과를 보였다. 추출용매에 따른 참죽나물 순 분말 추출물의 항산화 활성 연구에서 DPPH 라디칼 소거능은 농도가 높을수록 활성이 유의적으로 높아지며, 참죽나물은 ethyl acetate 분획물에서 IC_{50} 값이 $7.4 \mu\text{g/mL}$ 로 측정되었고 IC_{50} 값이 낮아 천연항산화제로 사용 가능성을 보고하였다(Kim과 Han, 2014; Park 등, 2010).

가죽나물 분말 첨가 돈육 패티의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성의 결과는 Fig. 2, Fig. 3과 같다. 돈육 패티 무첨가

군의 DPPH 라디칼 소거 활성은 7.20%이고 첨가군 1.5~6%에서 21.53~83.54%로 무첨가군보다 높은 소거 활성을 보이며, 가죽나물 분말 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거 활성도 유의적으로 증가하였다($P<0.001$). ABTS 라디칼 소거 활성은 무첨가군이 14.03%였고 첨가군 1.5~6%에서 29.38~63.42%로 높아지는 활성을 나타내었다($P<0.001$). 참죽분말 첨가 전병(Yang과 Jin, 2013)과 참죽분말을 첨가한 식빵(Kim 등, 2014) 연구에서도 참죽나물 분말이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거 활성은 높아진다고 보고하였다. 가죽나물은 catechin, afzelin, quercitrin, isoquercitrin과 같은 flavonoid 성분이 함유된 것으로 알려져, 이러한 성분이 DPPH 라디칼 소거 활성을 보여 돈육 패티에 첨가할 경우 항산화 활성도 높아지는 것으로 생각된다(Jin, 2013).

가죽나물 분말과 돈육 패티의 환원력

가죽나물 분말의 환원력은 Table 6과 같다. 항산화 능력

Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of pork patties added with *Cedrela sinensis* powder after cooking. Different letters (a-e) indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Fig. 3. ABTS radical scavenging activity of pork patties added with *Cedrela sinensis* powder after cooking. Different letters (a-d) indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Antioxidant activities of *Cedrela sinensis* extract

	<i>Cedrela sinensis</i> extract
Total polyphenol content (mg GAE ²⁾ /g)	131.04±1.49 ¹⁾
Total flavonoid content (mg QE ³⁾ /g)	60.83±0.66
DPPH IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	8.78±0.00
ABTS IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	69.65±0.00
Reducing power (OD)	0.77±0.01

¹⁾All values are mean±SD.

²⁾GAE: gallic acid equivalent.

³⁾QE: quercetin equivalent.

Fig. 4. Reducing power of pork patties added with *Cedrela sinensis* powder after cooking. Different letters (a-e) indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

에서 환원반응에 공유하는 수소 원자가 자유라디칼 사슬을 분해해서 흡광도 값을 나타내고 환원력이 높게 나타나는 물질일수록 흡광도 값도 높아진다고 알려져 있다(Ju 등, 2006; Choi 등, 2006). 가축나물 분말 추출물의 환원력은 0.5 mg/mL 농도에서 0.77로 나타났다. 가축나물 분말 첨가 돈육 패티의 환원력은 Fig. 4와 같다. 100 mg/mL 농도에서 무첨가군은 0.22로 가장 낮고 가축나물을 첨가함에 따라 0.72~1.02로 유의적으로 높아졌다($P<0.001$). 가축나물 분말을 돈육 패티에 첨가해서 환원력을 향상시킬 수 있는 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 돈육에 항산화 효능이 큰 가축나물 분말을 0%, 1.5%, 3%, 4.5%, 6% 첨가하여 돈육 패티를 제조한 후 패티의 품질특성과 항산화 활성을 분석 비교하였다. 가축나물 분말을 첨가한 돈육 패티의 품질특성 항목은 수분, pH, 색도, 조직감, 가열손실률 및 직경감소율을 측정하였다. 돈육 패티의 수분함량과 pH는 가축나물 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 돈육 패티 가열 전의 색도는 가축나물 분말 첨가량이 증가할수록 L값, a값과 b값은 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며, 가열 후 돈육 패티의 색도는 L값과 a값이 첨가량에 따라 감소하였으나 b값은 높아지는 경향을 보였다. 조직감 측정 결과 중 경도, 씹힘성과 겉섬은 첨가량이 증가할수록 높아졌고 탄력성과 응집성은 낮아지는 경향을 나타내었다. 가열손실률 및 직경감소율은 가축나물 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다. 돈육 패티의 강도 특성 평가에서 가축나물 분말의 첨가량이 증가할수록 가축나물의 색, 향, 쓴맛이 강해졌고 다즙성은 감소하는 것으로 평가하였다. 기호도 검사에서는 첨가군 3%가 가장 높은 점수를 받았다. 가축나물 분말의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량은 각각 131.04 GAE/g, 60.83 mg QE/g이었고, 돈육 패티에 첨가한 비율이 높을수록 총 폴리페놀 함량과 총

플라보노이드 함량이 증가하였다. 가축나물 분말의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정한 결과 IC₅₀ 값은 각각 8.78 µg/g, 69.95 µg/g으로 나타났고 제조된 돈육 패티의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성, 환원력 역시 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 이상의 결과를 종합하며 돈육 패티에 3% 수준으로 가축나물 분말을 첨가하는 것은 항산화 활성 증가와 함께 기호도 또한 향상되어 돈육 패티의 건강 기능적 가치와 상품성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- Ahn SM, Jang S, Park I. Effect of freeze dried ramie leaf powder on the quality characteristics of pork patties. *Korean J Food Nutr.* 2015. 28:478-485.
- Bae SM, Kim MB, Jeong EH, Shin HY, Ro CW. Characteristics of Gochujang with *Cedrela sinensis* Juss. *Proceedings of the Annual Meeting of Korean Society of Medicinal Crop Science.* 2012 May 3-5. Chungbuk, Korea. p 183-184.
- Berry BW, Leddy KF. Effects of freezing rate, frozen storage temperature and storage time on tenderness values of beef patties. *J Food Sci.* 1989. 54:291-296.
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 1958. 181:1199-1200.
- Chang CC, Yang MH, Wen HM, Chern JC. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J Food Drug Anal.* 2002. 10:178-182.
- Chen CJ, Michaelis M, Hsu HK, Tsai CC, Yang KD, Wu YC, et al. *Toona sinensis* Roem tender leaf extract inhibits SARS coronavirus replication. *J Ethnopharmacol.* 2008. 120:108-111.
- Cho SH, Chung CH. Quality characteristics of pork meat patties formulated with either stram dried green tea powder or freeze dried raw tea leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci.* 2010. 26:567-574.
- Choi MH, Kim KH, Choi CU, Yook HS. Quality characteristics and antioxidant activities of instant rice noodles amended with perilla leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2019. 48:424-432.
- Choi SY, Kim SY, Hur JM, Choi HG, Sung NJ. Antioxidant activity of solvent extracts from *Sargassum thunbergii*. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2006. 35:139-144.
- Chung KY, Chung ER, Lee JY. The manufacturing of low-fat hamburger patties added organic vegetable. *Korean J Food Sci Ani Resour.* 2008. 28:165-170.
- Duval B, Shetty K. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem.* 2001. 25:361-377.
- Fan S, Chen HN, Wang CJ, Tseng WC, Hsu HK, Weng CF. *Toona sinensis* Roem (Meliaceae) leaf extract alleviates liver fibrosis via reducing TGFβ1 and collagen. *Food Chem Toxicol.* 2007. 45:2228-2236.
- Jin SY. Quality characteristic and antioxidant activities *Mae-jakgwa* added *Cedrela sinensis* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2013. 42:1792-1798.
- Joo SY, Choi HY. Antioxidant activity and quality characteristics of pork patties added with saltwort (*Salicornia herbacea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2014a. 43:1189-1196.
- Joo SY, Choi HY. Effects of chestnut inner shell powder on antioxidant activities and quality characteristics of pork patties. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2014b. 43:698-704.
- Ju JC, Shin JH, Lee SJ, Cho HS, Sung NJ. Antioxidative activity

- of hot water extracts from medicinal plants. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2006. 35:7-14.
- Jung NR, Lee EJ, Jin SY. Antioxidant activities and quality characteristics of rice noodle added with *Cedrela sinensis* powder. J East Asian Soc Diet Life. 2015. 25:153-161.
- Kim HJ, Cho SY, Kim JB, Kim HW, Choe JS, Jang HH. Effects of the *Cedrela sinensis* A. Juss. leaves on the alcohol-induced oxidative stress in the human hepatic HepG2 cells. Korean J Food Nutr. 2018. 31:464-470.
- Kim KJ, Park KY. Research on development concept of Korean restaurant through conjoint analysis focused on breakfast food-service market. J Tour Sci. 2007. 31(5):319-336.
- Kim M, Lee EJ, Jin SY. Quality characteristics and antioxidant activities of bread added with *Cedrela sinensis* powder. Korean J Food Cult. 2014. 29:111-118.
- Kim MH, Joo SY, Choi HY. The effect of aronia powder (*Aronia melanocarpa*) on antioxidant activity and quality characteristics of pork patties. Korean J Food Cook Sci. 2015. 31: 83-90.
- Kim MJ, Han YS. Antioxidant activities of *Cedrela sinensis* tender leaf powder extracts obtained from different solvents. Korean J Food Nutr. 2014. 27:1059-1066.
- Kim SH, Lee MH, Jeong YJ. Quality characteristics of *Cedrela sinensis* shoot by soy sauce seasoning conditions. Korean J Food Preserv. 2012. 19:873-881.
- Ko YJ, Yoo SS. Quality characteristics and antioxidant activities of pork patties added with *Spergularia marina* L. Griseb powder. J East Asian Soc Diet Life. 2017. 27:635-643.
- Korea Food and Drug Administration. Food Code. 2002. Mun-youngsa, Seoul, Korea. p 219.
- Lee MA, Han DJ, Choi JH, Choi YS, Kim HY, Choe JH, et al. Effect of hot air dried *Kimchi* powder on the quality characteristics of pork patties. Korean J Food Cook Sci. 2008. 24:466-472.
- Lee SH, Cho SH. Characteristics of hamburger patties containing yam powder. Korean J Food Cook Sci. 2012. 28:781-787.
- Moon YH, Kim YK, Koh CW, Hyon JS, Jung IC. Effect of aging period, cooking time and temperature on the textural and sensory characteristics of boiled pork loin. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2001. 30:471-476.
- Oh HK, Lim HS. Quality characteristics of the hamburger patties with bamboo (*Sasa borealis*) leaf extract with/without cooked rice. Korean J Food Sci Ani Resour. 2010. 30:833-841.
- Oyaizu M. Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jpn J Nutr. 1986. 44:307-315.
- Park C, Park CS. Quality characteristics of pork by cooking conditions. Korean J Soc Food Cook Sci. 2001. 17:490-496.
- Park JC, Chun SS, Young HS, Kim SH. Studies on the chemical components and biological activities of edible plants in Korea (Ⅱ) - Isolation and quantitative analysis of flavonoids from the leaves of *Cedrela sinensis* A. Juss. by HPLC-. J Korean Soc Food Nutr. 1993. 22:581-585.
- Park JC, Yu YB, Lee JH, Kim NJ. Studies on the chemical components and biological activities of edible plants in Korea (Ⅵ) - Anti-inflammatory and analgesic effects of *Cedrela sinensis*, *Oenanthe javanica* and *Artemisia princeps* var. *orientalis*-. J Korean Soc Food Nutr. 1994. 23:116-119.
- Park S, Yang S, Ahn D, Yang JH, Cho CH, Kim HY, et al. Antioxidant constituents of the heartwood of *Cedrela sinensis* A. Juss. Kor J Pharmacogn. 2010. 41:245-249.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 1999. 26:1231-1237.
- Shi HL. *Toona sinensis* and its cultivation method. Journal of TangShan Teachers College. 1999. 21:59-60.
- Shin HJ, Jeon YJ, Shin HJ. Physiological activities of extracts of *Cedrela sinensis* leaves. Korean J Biotechnol Bioeng. 2008. 23:164-168.
- Shin YS, Lee MJ, Lim YS, Seo YJ, Han YY, Park SD. Growth characteristics of drainage in *Cedrela sinensis* A. Juss. Kor J Hort Sci Technol. 2011. 29(Suppl.1):56.
- Swain T, Hillis WE. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. - The quantitative analysis of phenolic constituents. J Sci Food Agric. 1959. 10:63-68.
- Wang PH, Tsai MJ, Hsu CY, Wang CY, Hsu HK, Weng CF. *Toona sinensis* Roem (Meliaceae) leaf extract alleviates hyperglycemia via altering adipose glucose transporter 4. Food Chem Toxicol. 2008. 46:2554-2560.
- Yang SE, Jin SY. Antioxidant activity and quality characteristics of *Jeonbyeong* added *Cedrela sinensis* powder. Korean J Culinary Res. 2013. 19(4):279-290.