

ARTICLE

괴화 추출물이 냉장저장 중 돈육 패티의 품질 특성과 항산화 활성에 미치는 영향

함 윤 경*

상지대학교 동물자원학과

Effects of *Sophora japonica* L. Extract on the Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Pork Patties during Refrigerated Storage

Youn-Kyung Ham*

Department of Animal Science, Sangji University, Wonju 26336, Korea

Received: June 04, 2025
Revised: September 10, 2025
Accepted: September 10, 2025

*Corresponding author :
Youn-Kyung Ham
Department of Animal Science, Sangji University, Wonju 26336, Korea
Tel : +82-33-730-0534
E-mail : ykham21@sangji.ac.kr

Copyright © 2025 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

Youn-Kyung Ham
<https://orcid.org/0000-0002-5659-5256>

Abstract

This study aimed to evaluate the antioxidant effects of *Sophora japonica* L. ethanolic extract, prepared with 50% and 70% ethanol, in pork patties stored at 4°C for 7 days. Pork patties were manufactured without antioxidants (Control) or with 0.2% *S. japonica* extracts by 50% or 75% ethanol (SE50 and SE70), and 0.05% ascorbic acid (AS). There were no significant differences in protein and ash content of pork patties ($p>0.05$). Extracts of *S. japonica* did not affect the pH, redness, and yellowness of pork patties during refrigerated storage. TBARS value was significantly lower in pork patties with *S. japonica* extract during the 7-day storage period ($p<0.05$). DPPH radical scavenging activity showed the highest value in SE70 pork patties. The results of this study indicate that the extract of *S. japonica* can inhibit lipid oxidation in pork patties during refrigerated storage without severe changes to other quality characteristics. Therefore, *S. japonica* extract could be a valuable natural antioxidant in meat products, potentially replacing synthetic antioxidants.

Keywords

Natural antioxidant, Pork patties, Lipid oxidation, Ethanolic extract

1. 서론

현대 사회에서 서구화된 식습관이 자리잡으면서 간편하게 조리할 수 있는 식육가공품의 선호도가 높아지고 있다. 간편하게 섭취할 수 있는 대표적인 분쇄 식육가공품 중 하나인 패티(patty)는 돼지고기, 소고기 또는 닭고기 등 식육을 세절 또는 분쇄하여, 이에 식품 또는 식품첨가물을 첨가하여 육 함량이 50% 이상이 되도록 제조한 식품을 말하며, 가열 조리하여 빵이나 다른 음식들과 함께 섭취하는 것이 일반적이다(Korea Food and Drug Administration, 2022; Joo and Choi, 2014).

식육가공품에 함유되어 있는 지방은 최종제품의 조직감, 보수력, 풍미 등 관능적 특성에 긍정적인 영향을 미치지만, 저장 중 발생하는 지질 산패는 산패취, 풍미 변질, 변색, 조직감 저하, 영양성분의 손실 등 품질 저하를 일으킬 수 있다(Bellucci *et al.*, 2021; Burri *et al.*, 2020). 이처럼 식육가공품의 지질 산패로 인한 품질 저하를 방지하기 위해 BHA 또는 BHT 등의 폐놀계 합성 항산화제를 주로 사용해 왔으나, 이러한 합성 항산화제는 체내 생체 효소 및 지방의 변이, 간 질환을 유발할 수 있는 독성물질이 있고, DNA 손상과 돌연변이를 일으켜 암을 유발할 수 있다는 연구결과가 보고되면서 사용이 제한되고 있다(Ribeiro *et al.*, 2019). 또한, 소비자들이 건강지향적인 식품을 요구하는 추세에

따라 인체에 위해가 없고 항산화, 항균 효과 등 다양한 생리활성기능이 있는 천연 소재로 합성 식품첨가물을 대체하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다(Hwang *et al.*, 2014; Hyun *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2008).

괴화(*flos Sophora japonica* L.)는 콩과에 속하는 회화나무의 꽃송이, 꽃봉오리를 뜻하며, 한국, 중국, 일본의 전역에서 생산된다(Park *et al.*, 2007). 괴화는 triterpenoid saponin, betulin, sophoradiol, glucose, glucuronic acid와 rutin, tannin 등의 플라보노이드류가 함유되어 있으며, 플라보노이드류는 혈중 콜레스테롤 저하 및 동맥경화 예방(Kim, 2001), 항산화 작용, 고지혈증 억제 작용, 항균 효과, 항염 효과, 암세포 증식억제 효과 등을 나타내는 것으로 보고되었다(Huang and Ho, 2010). 또한, Ames와 Saul(1987)의 연구에서는 rutin과 quercetin에 의한 항산화 활성, iso-flavonoid의 항균 활성 및 세포 효과 등이 보고되었다. 이와 같이 괴화의 다양한 생리활성 기능이 보고되었으나, 괴화의 추출물을 제조하여 천연 항산화제로서 식육가공품에 적용한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 항산화 효과가 있는 괴화를 에탄올 농도에 따라 추출물을 제조하여 패티에 적용함으로써 냉장 저장 중 패티의 품질 저하에 미치는 영향을 평가하고, 합성 항산화제를 대체할 수 있는 천연 항산화 소재로서 활용가능성을 탐색하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 제조방법

1) 괴화 에탄올 추출물 제조

괴화는 금림식품(Korea)에서 구입하여 사용하였다. 괴화 10 g을 200 mL의 용매(50% 에탄올, 70% 에탄올)와 혼합하여 실온에서 24시간 동안 교반하여 추출한 후, 여과지(Whatman No. 1)를 이용하여 여과하였다. 추출과정을 한 번 반복한 후, 걸러진 괴화 추출액을 감압농축기(Eyela, Japan)를 이용하여 용매를 제거한 뒤 고형분의 함량을 추출물 수율로 계산하고, 중량 대비 10배에 해당하는 각 추출용매에 다시 녹여 돈육 패티의 제조 시 첨가하였다.

2) 괴화 에탄올 추출물을 첨가한 돈육 패티의 제조

도축 후 24시간이 경과된 냉장 돈육 후지 부위 및 등지방을 강원도 원주시의 정육점에서 구입하여 본 실험에 사용하였다. 돈육은 외부의 과도한 지방 및 결체조직을 제거하였으며, 손질한 돈육과 등지방은 4 mm plate를 장착한 분쇄기(meat grinder, PM-82, Mainca, Spain)를 이용하여 분쇄하였다. 돈육 패티의 제조를 위한 배합비율은 Table 1에 나타내었다. 대조구(Control)를 제외한 처리구에는 괴화 50% 에탄올 추출물(SE50) 및 괴화 70% 에탄올 추출물(SE70)을 각각 무게 대비 0.2%씩 첨가하였으며, 0.05%의 아스코르브산을 첨가하여 양성 대조구(AS)를 제조하였다. 돈육 패티는 무게 90±2 g, 직경 약 80 mm, 두께 약 10 mm의 형태로 성형한 후 PVC 랩으로 포장하여 4±1℃의 냉장실에서 저장하며, 1일, 4일 및 7일차에 분석을 실시하였다.

2. 실험방법

1) 일반성분 측정

괴화 추출물 첨가 돈육 패티의 일반성분은 AOAC(2007)에 따라 수분함량은 105℃ 상압건조법, 조단백질 함량은 micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법으로 측정하였으며, 조회분 함량은 550℃에서 16시간 동안 가열하는 직접회화법으로 측정하였다.

Table 1. Formulation of pork patties with ethanolic extracts of *flos Sophora japonica* L. or ascorbic acid as an antioxidant (%)

| Traits | Treatments ¹⁾ | | | |
|---|--------------------------|------|------|------|
| | Control | SE50 | SE70 | AS |
| Lean pork meat | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Pork backfat | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Ice | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Salt | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 50% ethanolic extract of <i>flos Sophora japonica</i> | - | 0.2 | - | - |
| 70% ethanolic extract of <i>flos Sophora japonica</i> | - | - | 0.2 | - |
| Ascorbic acid | - | - | - | 0.05 |

¹⁾ Control, pork patties without antioxidant; SE50, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 50% ethanol; SE70, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 70% ethanol; AS, pork patties that prepared with 0.05% ascorbic acid.

2) pH 측정

돈육 패티의 pH는 각 처리구 별로 패티 5 g을 채취하여 증류수 20 mL와 혼합한 뒤, Polytron homogenizer(PT MR2100, Kinematica, Luzern, Switzerland)를 이용하여 1분간 균질한 후, 보정을 실시한 유리전극 pH meter(Starter 2100, Ohaus, China)를 사용하여 측정하였다.

3) 색도 측정

돈육 패티 시료의 표면을 색도계(Colorimeter, CR300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 CIE L*값(Lightness, 명도), a*값(Redness, 적색도), b*값(Yellowness, 황색도)을 측정하였다. 이 때 표준색은 CIE L*값이 97.83, a*값이 -0.43, b*값이 +1.98인 Calibration Plate를 기준으로 사용하였다.

4) 지질산패도(TBARS) 측정

괴화 추출물 첨가 돈육 패티의 지질산패도(TBARS)는 Buege와 Aust(1978)의 2-thiobarbituric acid reactive substance(TBARS) 방법을 이용하여 측정하였다. 패티 5 g에 15 mL의 증류수와 100 µL의 6% BHT를 넣은 후 30초간 균질하였다. 균질물 2 mL에 TBA/TCA 용액(15% TCA 용액 중 20 mM TBA) 4 mL를 첨가한 후 80°C 항온수조에서 15분간 가열하고, 냉수에서 10분간 방냉한 다음 2,000 g에서 10분 동안 원심분리를 실시하였다. 원심분리 후 상층액을 여과지(Whatman No.4, Whatman International Ltd., England)를 이용하여 여과한 다음 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 이전의 연구(Park *et al.*, 2022)와 동일한 방식으로 관측된 흡광도 값에 환산계수 5.54를 곱하여 시료 kg 당 malondialdehyde mg(mg MDA/kg sample)으로 나타내었다.

5) DPPH 라디칼 소거 활성 측정

괴화 추출물을 첨가한 돈육 패티의 DPPH 라디칼 소거 활성은 Blois(1958)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 패티 5 g과 25 mL의 증류수를 넣은 후 30초간 균질화하고, 3,000 g에서 15분간 원심분리하였다. 원심분리가 완료된 용액은 여과지(Whatman No. 1)를 이용하여 여과하였다. 여과액 0.1 mL와 DPPH 용액 3.9 mL를 혼합해준 뒤 30분간 암실에서 반응한 후 515 nm에서 흡광도를 측정하였다.

라디칼 소거능은 다음과 같은 식으로 계산하여 나타내었다.

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

6) 총균수 측정

총균수 측정을 위하여 패티 10 g을 무균적으로 채취한 후 90 mL의 멸균생리식염수를 첨가하고, stomaker(WES-400, WiseMix®, DAIHAN, Korea)로 90초 동안 균질하여 시험액으로 사용하였다. 적정 농도로 10배 희석한 시험액 1 mL를 PCA(Plate Count Agar, BD Difco, Detroit, USA) 배지에 혼합한 후, 37°C에서 24시간 동안 배양하여 생성된 집락을 계수하였다. 총균수는 시료 1 g당 colony forming unit(CFU)으로 나타내었으며 검출을 위한 최소 계수 한계치는 1 Log CFU/g이었다.

7) 통계분석

모든 실험은 3회 반복 분석하였다. 실험결과는 통계분석 프로그램 PASW statistic 18 program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)의 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여 분석하였고, 결과값은 평균값과 표준편차로 나타내었다. 처리구 간의 평균 비교를 위해 Duncan의 다중검정법으로 사후분석을 실시하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 비교

과산화수소를 첨가한 패티의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. Control 및 과산화수소를 첨가한 패티(SE50, SE70)의 수분함량은 60.39~60.78 g/100 g 범위의 값을 나타내었다. 아스코르브산을 첨가한 AS 처리구의 수분함량은 61.98 g/100 g으로 다른 처리구에 비해 다소 높은 수분함량을 나타내었다. 이전의 연구에서 돈육 패티의 수분함량은 58~66 g/100 g 정도로 나타났으며, 패티에 첨가되는 원재료 및 부재료의 종류와 비율, 패티 제조방법에 따라 차이를 보였다(Bellucci *et al.*, 2022; Cho and Chung, 2010; Kim, 2022; Silva *et al.*, 2025). 고추냉이 잎 분말(Kim, 2022), 가축나물 분말(Wu *et al.*, 2022), 모시잎(Ahn *et al.*, 2015) 및 녹차(Cho and Chung, 2010) 등을 첨가한 돈육 패티의 경우, 부재료를 첨가함에 따라 수분함량이 유의적으로 감소하였으나, 본 연구에서는 에탄올 추출물의 형태로 적용하였기 때문에 돈육 패티의 수분함량에 미치는 영향이 적은 것으로 사료된다. 과산화수소

Table 2. Effects of *flos Sophora japonica* L. ethanolic extract on the proximate composition of raw pork patties

| Traits | Control | Treatments ¹⁾ | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | SE50 | SE70 | AS |
| Moisture (g/100 g) | 60.78±0.81 ^{AB} | 60.55±0.65 ^{AB} | 60.39±0.35 ^B | 61.98±0.46 ^A |
| Protein (g/100 g) | 9.62±0.61 | 9.58±0.45 | 9.29±0.56 | 9.76±0.93 |
| Fat (g/100 g) | 18.26±2.26 ^B | 19.69±0.42 ^{AB} | 23.18±1.52 ^A | 20.73±0.39 ^{AB} |
| Ash (g/100 g) | 2.48±0.16 | 2.42±0.19 | 2.26±0.12 | 2.39±0.007 |

All values are mean±standard deviation of three replicates

¹⁾ Control, pork patties without antioxidant; SE50, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 50% ethanol; SE70, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 70% ethanol; AS, pork patties that prepared with 0.05% ascorbic acid.

^{A-B} Means data sharing the same superscript letter within a row are not significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

물 첨가 돈육 패티의 조단백질 함량은 9.29~9.58 g/100 g으로 나타났다($p>0.05$). Control의 경우 9.62 g/100 g으로 괴화 추출물 첨가 처리구(SE 50, SE70)보다 단백질 함량이 다소 높거나 유사한 값을 나타내었고, 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 괴화 추출물을 첨가한 SE50 처리구(19.69 g/100 g), SE70 처리구(23.18 g/100 g) 및 AS 처리구(20.73 g/100 g)의 조지방 함량은 유의적 차이를 보이지 않았으며($p>0.05$), Control의 조지방 함량은 18.26 g/100 g으로 다른 처리구에 비해 다소 낮게 나타났다. 괴화 추출물을 첨가한 패티(SE50, SE70)의 조회분 함량은 각각 2.42 g/100 g 및 2.26 g/100 g으로, Control(2.48 g/100 g) 및 AS 처리구(2.39 g/100 g)와 유사한 값을 나타내었다($p>0.05$).

2. pH 및 색도 비교

괴화 추출물을 첨가한 돈육 패티의 저장일자별 pH 측정 결과 및 명도(CIE L*-value, lightness), 적색도(CIE a*-value, redness) 및 황색도(CIE b*-value, yellowness)를 측정된 결과를 Table 3에 나타내었다. 비가열 돈육 패티를 4°C에 저장하며 pH의 변화를 관찰한 결과, 처리구 및 저장기간 경과에 따른 유의적인 변화는 보이지 않았다($p>0.05$). 저장 1일차에 Control의 pH는 6.13, SE50 처리구와 AS 처리구는 6.15로 동일한 pH 값을 나타내었고, SE70 처리구의 경우 6.12로 나타났다. 저장 4일차에 돈육 패티의 pH는 각각 6.12~6.18 사이의 값을 나타내었으며, 저장 7일차에는 6.13~6.19 사이의 값을 나타내었다. 식품의 pH는 저장기간이 경과함에 따라 낮아지는 경우도 있고(Kang *et al.*, 2010), 높아지는 경우도 있다(Jung *et al.*, 2009). 저장 중 pH가 낮아지는 원인은 젖산 생성 미생물에 의한 것으로 보고되었으며(Keeton, 1993), 단백질

Table 3. Effects of *flos Sophora japonica* L. ethanolic extract on pH and parameters (CIE L*, a*, b* values) of raw pork patties

| Trait | Storage periods (day) | Treatments ¹⁾ | | | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Control | SE 50 | SE 70 | AS |
| pH value | 1 | 6.13±0.02 | 6.15±0.04 | 6.12±0.10 | 6.15±0.03 |
| | 4 | 6.18±0.36 | 6.14±0.30 | 6.12±0.39 | 6.17±0.36 |
| | 7 | 6.14±0.80 | 6.13±0.28 | 6.16±0.40 | 6.19±0.35 |
| CIE L* value (lightness) | 1 | 65.43±0.22 ^{Ab} | 65.31±0.13 ^{Ab} | 64.16±0.06 ^{Cc} | 64.71±0.12 ^{Bb} |
| | 4 | 66.12±0.32 ^{Aa} | 65.76±0.38 ^{Ab} | 65.41±0.33 ^{Ab} | 65.23±0.38 ^{Ab} |
| | 7 | 66.83±0.28 ^{Aa} | 66.08±0.15 ^{Ba} | 66.30±0.20 ^{Ba} | 66.37±0.14 ^{ABa} |
| CIE a* value (redness) | 1 | 19.92±0.08 ^{Ba} | 19.73±0.06 ^{Ba} | 19.86±0.14 ^{Ba} | 20.25±0.04 ^{Aa} |
| | 4 | 19.64±0.31 ^{ABa} | 19.30±0.29 ^{Ba} | 19.33±0.16 ^{Bb} | 20.26±0.41 ^{Aa} |
| | 7 | 17.78±0.36 ^{Ab} | 17.12±0.17 ^{Bb} | 16.81±0.17 ^{Bc} | 17.44±0.22 ^{ABb} |
| CIE b* value (yellowness) | 1 | 6.56±0.21 ^{Aa} | 6.52±0.06 ^{Aa} | 6.26±0.18 ^{Aa} | 6.46±0.07 ^{Aa} |
| | 4 | 5.93±0.28 ^{Ab} | 5.89±0.34 ^{Ab} | 5.98±0.11 ^{Ab} | 6.26±0.12 ^{Aa} |
| | 7 | 6.28±0.19 ^{Ab} | 5.94±0.10 ^{ABb} | 5.82±0.13 ^{Bb} | 5.97±0.14 ^{ABb} |

All values are mean±standard deviation of three replicates.

^{A-C} Means data sharing the same superscript letter within a row are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{a-b} Means data sharing the same superscript letter within a column are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

¹⁾ Control, pork patties without antioxidant; SE50, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 50% ethanol; SE70, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 70% ethanol; AS, pork patties that prepared with 0.05% ascorbic acid.

분해에 의한 염기성 물질의 축적으로 인하여 저장 중 pH가 높아질 수 있다(Verma and Sahoo, 2000).

육제품의 색도는 소비자들의 기호도에 크게 영향을 미치는 요인으로, Osburn과 Keeton (1994)은 육제품의 적정한 색도를 유지하는 것이 매우 중요하다고 보고하였다. 저장 1일 차에 돈육 패티의 명도는 64.16~65.43 사이의 값을 나타냈으며, Control과 SE 50 처리구에 비해 SE 70 처리구와 AS 처리구의 명도가 다소 낮게 나타났다($p < 0.05$). 하지만 저장기간이 경과하며 모든 처리구에서 명도가 증가하는 경향을 나타내어, 저장 7일차에는 66.30~66.83 범위의 값을 보였다. 적색도는 저장 1일차부터 아스코르브산을 첨가한 AS 처리구가 가장 높은 값을 보였으며, Control과 비교하여 괴화 에탄올 추출물 처리구(SE 50, SE 70)들은 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 돈육 패티의 적색도는 모든 처리구에서 감소하는 경향을 나타내었으며, 이와 유사한 결과로 Bellucci 등(2022)은 아시아 추출물 분말을 첨가한 돈육 패티의 적색도가 냉장저장 기간이 경과함에 따라 점차 감소했다고 보고한 바 있다. 저장 중 육제품의 적색도 감소는 식육의 육색소단백질인 마이오글로빈의 산화와 관련이 있다고 알려져 있다(Carvalho *et al.*, 2019). 돈육 패티의 황색도는 괴화 추출물 첨가에 의한 변화가 뚜렷하게 나타나지 않았으며, 저장 1일차에는 6.26~6.56 사이의 값을 나타내었다. SE50, SE70 및 AS 처리구는 저장 7일차까지 황색도가 감소하는 경향을 보였으나, Control의 경우 4일차에 황색도가 감소했다가 7일차에는 증가하는 결과를 보였다.

3. 지질산패도(TBARS) 비교

괴화 추출물을 첨가한 돈육 패티의 저장일자에 따른 각 처리구의 지질 산패도의 측정값은 Fig. 1과

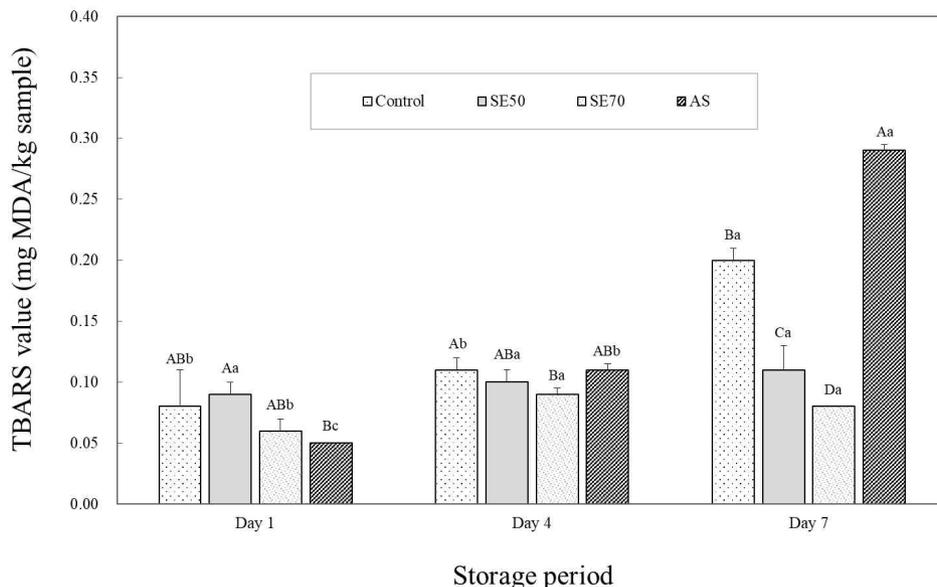


Fig. 1. The 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values of raw pork patties with *flos Sophora japonica* L. ethanolic extract. Treatments: Control, pork patties without antioxidant; SE50, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 50% ethanol; SE70, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 70% ethanol; AS, pork patties that prepared with 0.05% ascorbic acid. ^{A-C} Means data sharing the same letter within the same storage day are not significantly different at $p < 0.05$. ^{a-c} Means data sharing the same letter within the same treatment are not significantly different at $p < 0.05$.

같다. 지질의 산화는 conjugated diene류, hydroperoxide류 및 aldehyde류 등의 형성이 원인이 되는데, aldehyde계 물질 중 자동산화로 인해 형성되는 malondialdehyde는 TBA 시약과 반응하여 육제품에서 2차 지질 산화의 지표로 이용된다(Choe *et al.*, 2017; Raharjo and Sofos, 1993). 저장 1일차에 Control, SE50 및 SE70 처리구의 TBARS 값은 각각 0.08 mg MDA/kg meat, 0.09 mg MDA/kg meat 및 0.06 mg MDA/kg meat으로 측정되었고, 가장 낮은 값을 보인 AS처리구(0.05 mg MDA/kg meat)를 제외한 처리구 사이에는 유의적 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 저장 4일차에는 Control의 TBARS 값이 0.11 mg MDA/kg meat으로 가장 높았으며, SE70 처리구의 경우 0.09 mg MDA/kg meat로 저장 1일차에 비해 증가하였으나, Control에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). SE50 처리구는 0.10 mg MDA/kg meat로 저장 1일차에 비해 TBARS 값이 다소 증가하였으나($p>0.05$), AS 처리구는 0.11 mg MDA/kg meat로 저장 1일차보다 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장 7 일차에 Control의 TBARS 값은 0.20 mg MDA/kg meat으로 1일차 및 4일차에 비해 유의적으로 증가하였으며, AS 처리구 또한 0.29 mg MDA/kg meat으로 유의적으로 TBARS값이 증가하여 가장 높은 값을 나타냈다($p<0.05$). 반면, 과화 추출물을 첨가한 SE50 및 SE70 처리구의 TBARS 값은 저장 7일차까지 큰 변화가 나타나지 않았으며, Control 및 AS 처리구에 비해 유의적으로 낮은 수치를 나타냈다($p<0.05$). 아스코르브산은 식육가공품의 산화 방지를 목적으로 이용되지만, 산화를 억제하는 효과 및 산화를 촉진하는 효과를 동시에 나타내는 것으로 알려져 있으며(Bruun-Jensen *et al.*, 1996), 저장 중 분쇄육제품의 산화를 촉진하는 결과를 나타낸 경우도 보고된 바 있다(Turp and Serdaroglu, 2004). Bruun-Jensen 등(1996)의 연구에 의하면, 아스코르브산의 산화 억제 효과는 식육가공품의 포장 내 산소농도와 연관된 것으로 생각되며, 본 연구에서 아스코르브산을 첨가한 돈육 패티의 TBARS 값이 저장 7일차에 다른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타난 것은 PVC 랩으로 돈육 패티를 포장한 결과 산소농도가 높게 유지되어 아스코르브산의 산화 촉진 효과가 우세하게 나타난 것으로 판단된다. 과화는 폴리페놀계 배당체를 다량으로 함유하고 있어 우수한 항산화 효과를 나타내는 것으로 보고되었으며(Cha, 2021), 생리활성 물질 중 비타민 C 및 rutin을 다량 함유하고 있어 기능성 소재로 활용 가능성이 있다(Park *et al.*, 2007). 따라서 과화 추출물을 돈육 패티와 같은 식육가공품에 첨가할 경우 항산화 작용을 통해 지질 산패를 억제하는 효과를 기대할 수 있으며, 합성 항산화제를 대체할 수 있는 기능성 천연 소재로 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

4. DPPH 라디칼 소거능 비교

DPPH는 분자 내에 자유 라디칼을 가지고 있어 항산화 작용을 나타내는 물질에 의해 짙은 자색이 환원되어 탈색되는 특성이 있으며, 이를 이용하여 물질의 항산화 활성을 비교하는 방법으로 많이 사용되고 있다(Blois, 1958; Yoo *et al.*, 2007). 과화 추출물이 함유된 돈육 패티의 저장기간에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 Fig. 2와 같다. Control의 DPPH 라디칼 소거능은 저장 1일차에 10.80%를 나타내었고, SE70 처리구는 15.93%로 가장 높은 라디칼 소거능을 나타냈다($p<0.05$). 7일 간의 저장기간 동안 SE70>SE50>AS>Control 처리구 순으로 유의적으로 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타내어($p<0.05$) 과화 추출물을 첨가할 경우 돈육 패티의 라디칼 소거능에 유의적으로 영향을 미치는 것으로 사료된다.

5. 총균수 비교

냉장 저장기간 동안 과화 추출물을 첨가한 돈육 패티의 총균수를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 저장기간이 길어짐에 따라 모든 처리구에서 총균수가 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), SE50 처리구가 저장 7일차까지 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 총균수를 나타내었다($p<0.05$). 저장 7일차까지 모든 돈육 패티의 총균수가 4 Log CFU/g 이하로 나타나, 제조 공정이 위생적으로 관리되었음을

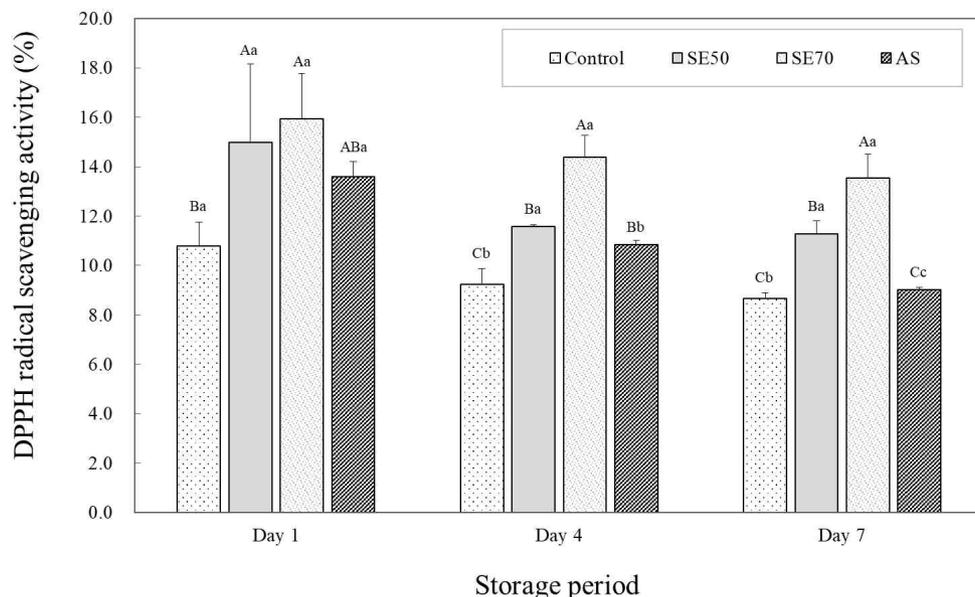


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity (%) of raw pork patties with *flos Sophora japonica* L. ethanolic extract. Treatments: Control, pork patties without antioxidants; SE50, pork patties that were prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 50% ethanol; SE70, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 70% ethanol; AS, pork patties that prepared with 0.05% ascorbic acid. ^{A-C} means data sharing the same letter within the same storage day are not significantly different at p<0.05. ^{a-c} means data sharing the same letter within the same treatment are not significantly different at p<0.05.

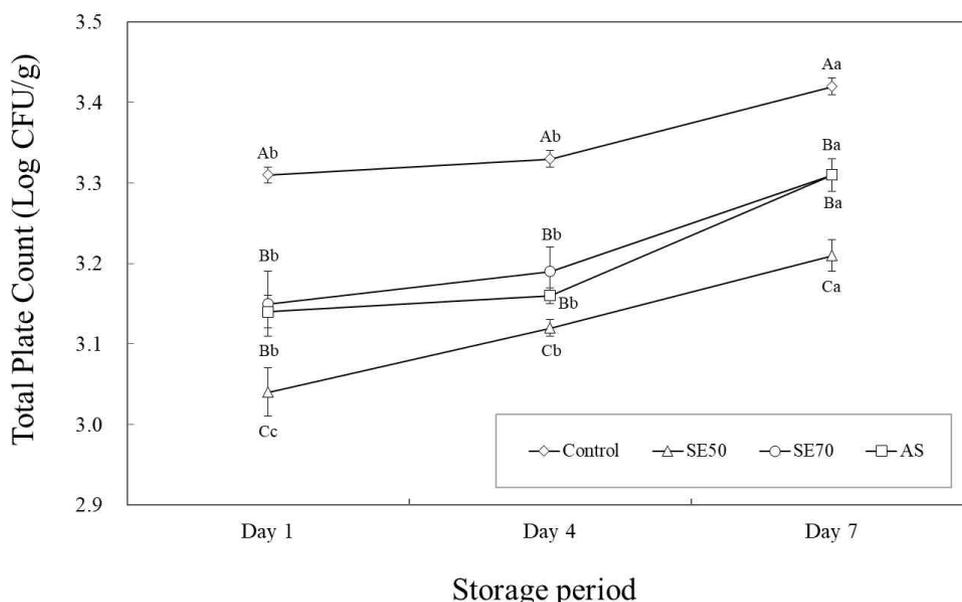


Fig. 3. Total plate counts (Log CFU/g) of raw pork patties with *flos Sophora japonica* L. ethanolic extract. Treatments: Control, pork patties without antioxidants; SE50, pork patties that were prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 50% ethanol; SE70, pork patties that prepared with 0.2% of *flos Sophora japonica* extract at 70% ethanol; AS, pork patties that prepared with 0.05% ascorbic acid. ^{A-C} means data sharing the same letter within the same storage day are not significantly different at p<0.05. ^{a-c} means data sharing the same letter within the same treatment are not significantly different at p<0.05.

알 수 있다(Silva *et al.*, 2025). 또한 일반적으로 총균수가 6 Log CFU/g 이상으로 나타나면 부패가 시작된 것으로 판단하며, 7 Log CFU/g 이상이 되면 이취 발생, 8 Log CFU/g 이상일 경우 점액질 형성이 나타나는 것으로 알려져 있다(Otrembe *et al.*, 1999). 따라서 모든 돈육 패티 시료에서 총균수 부패 기준치를 넘지 않은 것으로 판단된다. 또한 피화 추출물을 첨가한 처리구들이 Control에 비해 유의적으로 낮은 총균수를 나타내었기 때문에 돈육 패티의 저장성을 향상시키는 역할도 수행할 수 있을 것으로 판단되며, 향후 추가적으로 피화 추출물의 항균 효과를 평가하는 연구가 필요할 것으로 보인다.

IV. 적 요

본 연구는 항산화 효과가 있는 피화를 에탄올 농도에 따라 추출물을 제조하여 패티에 적용함으로써 냉장 저장 중 패티의 품질 변화에 미치는 영향을 평가하고 합성 항산화제를 대체할 수 있는 천연 항산화제의 소재로서 활용 가능성을 탐색하고자 수행하였다. 돈육 패티의 일반성분 분석 결과, 피화 에탄올 추출물의 형태로 돈육 패티에 적용하였기 때문에 수분함량에 미치는 영향이 적었으며, 조단백질의 경우 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 피화 추출물을 첨가한 비가열 돈육 패티를 4℃에 저장하며 저장일자별 변화를 관찰한 결과, 처리구 및 저장기간 경과에 따른 pH의 유의적인 변화는 보이지 않았다. 돈육 패티의 색도 중 명도는 처리구 간에 다소 차이가 나타났으며, 적색도는 저장기간에 따라 모든 처리구에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 황색도는 피화 추출물 첨가에 의한 영향이 크게 나타나지 않았다. 지질산패도(TBARS)를 측정된 결과, 저장 7일차에 대조구에 비해 피화 추출물을 첨가한 돈육 패티의 TBARS 값이 유의적으로 낮게 나타나 항산화 효과가 존재함을 확인하였다. DPPH 라디칼 소거능은 피화 추출물 첨가 패티가 유의적으로 높은 값을 나타냈으며, 대조구 및 아스코르브산 첨가 처리구는 저장일자가 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 총균수는 저장기간 경과에 따라 증가하는 경향을 보였으나 저장 7일차에도 4 Log CFU/g 이하의 값을 나타내었다. 이상의 결과를 종합하면, 피화 추출물은 돈육 패티에 첨가할 경우 항산화 작용을 통해 지질 산패를 억제하는 효과를 기대할 수 있으며, 합성 항산화제를 안전하게 대체할 수 있는 기능성 천연 소재로 판단된다.

V. 감사의 글

본 연구는 2022학년도 상지대학교 교내연구비 지원을 받아 수행되었습니다.

VI. 참고문헌

1. 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.
2. Ames BN, Saul RL. 1987. Oxidative DNA damage, cancer and aging. Oxygen and human disease. *Ann Inter Med* 107:536-539.
3. AOAC. 2007. Official methods of analysis of AOAC. 16th ed. AOAC International, Washington, DC.
4. Bellucci ERB, Munekata PES, Pateiro M, Lorenzo JM, Silva Barretto AC. 2021. Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. *Meat Sci* 171:108284.

5. Bellucci ERB, Santos JM, Carvalho T, Borgonovi TF, Lorenzo JM, Silva-Barretto AC. 2022. Açaí extract powder as natural antioxidant on pork patties during the refrigerated storage. *Meat Sci* 184:108667.
6. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
7. Bruun-Jensen L, Skovgaard IM, Madsen EA, Skibsted LH, Bertelsen G. 1996. The combined effect of tocopherols, L-ascorbyl palmitate and L-ascorbic acid on the development of warmed-over flavour in cooked, minced turkey. *Food Chem* 55:41-47.
8. Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Method Enzymol* 30:302-310.
9. Burri SCM, Ekholm A, Bleive U, Püssa T, Jensen M, Hellström J, Mäkinen S, Korpinen R, Mattila PH, Radenkova V, Seglina D, Håkansson Å, Rumpunen K, Tornberg E. 2020. Lipid oxidation inhibition capacity of plant extracts and powders in a processed meat model system. *Meat Sci* 162:108033.
10. Cha BC. 2021. Study on the change of antioxidant activity by enzymatic hydrolysis in *Sophora japonica* Linne, *Houttuynia cordata* Thunberg, *Leonurus japonicus* Houttuyn. *J Korean Med Obes Res* 21:1-9.
11. 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 Cookery Sci* 26:567-574.
12. Choe JH, Kim HY, Kim CJ. 2017. Effect of persimmon peel (*Diospyros kaki* Thumb.) extracts on lipid and protein oxidation of raw ground pork during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Res* 37:254-263.
13. Huang YS, Ho SC. 2010. Polymethoxy flavones are responsible for the anti-inflammatory activity of citrus fruit peel. *Food Chem* 119:868-873.
14. Hwang ES, Thi ND. 2014. Antioxidant contents and antioxidant activities of hot-water extracts of aronia (*Aronia melanocarpa*) with different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 46:303-308.
15. Hyun JE, Kim HY, Chun JY. 2019. Effect of Jeju's Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) on antioxidative activity and physicochemical properties of chicken meat emulsion-type sausage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48:231-236.
16. Joo SY, Choi HY. 2014. Effects of chestnut inner shell powder on antioxidant activities and quality characteristics of pork patties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:698-704.
17. Jung IC, Lee KS, Moon YH. 2009. Changes in the quality of ground beef with addition of medicinal plants (cinnamon, licorice and *bokbunja*) during cold storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 19:224-230.
18. Kang SN, Jin SK, Yang MR, Kim IS. 2010. Changes in quality characteristics of fresh pork patties added with tomato powder during storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30:216-222.
19. Keeton JT. 1993. Effect of fat and NaCl/phosphate levels on the chemical and sensory properties of pork patties. *J Food Sci* 48:129-132.
20. Kim H. 2001. Oriental medicine pharmacology. *Jipmoondang*. p 283.

21. Kim IS, Jin SK, Jo C, Lee M, Jang A. 2008. Quality characteristics of pork patties containing silkworm powder and vegetable worm (*Paecilomyces japonica*) during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28:521-528.
22. Kim M. 2022. Antioxidant activity and quality characteristics of pork patties with added *Wasabia koreana* Nakai leaf powder. *Korean J Community Living Sci* 33:429-439.
23. Korea Food and Drug Administration. 2002. Food code. Munyoungsa, Seoul, Korea. p 219.
24. Osburn WN, Keeton JT. 1994. Konjac flour gel as fat substitute in low-fat pre-rigor fresh pork sausage. *J Food Sci* 59:484-489.
25. Otreembe MM, Dikeman ME, Boyle EA. 1999. Refrigerated shelf life of vacuum-packaged, previously frozen ostrich meat. *Meat Sci* 52:297-283.
26. Park SJ, Chung BH, Choi YS, Park SH, Kim JD. 2007. Nutritional characteristics and bioactive components contents of *flos Sophora japonica*. *J Physiol & Pathol Korean Med* 21:171-180.
27. Park SY, Song DH, Noh SW, Yang NE, Ham YK, Kim HW. 2022. Quality attributes of reduced-salt chicken breast sausages formulated with different levels of Samgyetang concentrate. *Resour Sci Res* 4:115-123.
28. Raharjo S, Sofos JN. 1993. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: A review. *Meat Sci* 35:145-169.
29. Ribeiro JS, Santos MJMC, Silva LKR, Pereira LCL, Santos IA, Silva Lannes SC, Silva MV. 2019. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. *Meat Sci* 148:181-188.
30. Silva RDCSD, Camponogara JA, Farias CAA, Rei ARD, Santos BA, Pinton MB, Corrêa LP, Campagnol PCB, Dantas GA, Santos RCV, Ballus CA, Barcia MT. 2025. Synergistic effects evaluation of jaboticaba and strawberry extracts on oxidative stability of pork burgers. *Meat Sci* 219:109685.
31. Turp GY, Serdaroğlu M. 2004. The effects of ascorbic acid, rosemary extract and α -tocopherol/ascorbic acid on some quality characteristics of chicken patties stored at 4°C for 7 days. *J Food Technol* 2:153-157.
32. Verma SP, Sahoo J. 2000. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. *Meat Sci* 61:355-365.
33. 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* 51:141-149.
34. Yoo KM, Kim DO, Lee CY. 2007. Evaluation of different methods of antioxidant measurement. *Food Sci Biotechnol* 16:177-182.