Check for updates

J East Asian Soc Diet Life
36(5): 260~268 (2026)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2026.10.36.5.260

대파 뿌리 열수 추출물을 첨가한 돈육 패티의 냉장저장 중 이화학적 변화

한 인 호†

(주)롯데호텔 조리팀장

Physicochemical Changes in Pork Patties Prepared with Welsh Onion Root Hot Water Extract during Chilled Storage

In-Ho Han†

Director of Cuisine, Lotte Hotel Seoul, Seoul 04533, Republic of Korea

ABSTRACT

This study examined the effect of adding Welsh onion root extract (WORE) on changes in the physicochemical properties of pork patties during chilled storage. Four pork patty samples were prepared as follow: control without WORE, WOE3 with 3% WORE and 7% chilled water, WOE6 with 6% WORE and 4% chilled water, and WOE10 with 10% WORE without chilled water. The addition of WORE did not affect the proximate composition. During storage, pH increased and then decreased with increasing amounts of WORE. Volatile basic nitrogen (VBN) content increased over the storage period, with the control group highest and WOE10 the lowest. The thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value increased during storage and was lower in the WORE-added groups than in the control group. 2.2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity decreased over the storage period, with WOE10 maintaining the highest value. The L-value was higher in the control group than in the WORE group after 6 days of storage. The a-value decreased during storage, and WOE6 and WOE10 showed high a-values. However, b-values did not differ significantly among samples during storage. After 6 days of storage, pork patties containing WORE had a higher water holding capacity than the control group. Therefore, when manufacturing pork patties, replacing chilled water with Welsh onion root is expected to enable the use of discarded Welsh onion roots as a functional material, as it inhibits lipid oxidation, prevents protein denaturation, maintaining color, and preserves texture.

Key words: physicochemical changes, pork patty, Welsh onion root (WORE)

서 론

우리나라는 식품산업 형태가 서구화, 패스트 푸드의 소비 증가, 간편식의 발달 등으로 식육을 분쇄하여 제조한 육제품인 돈육 패티의 소비가 증가하고 있다. 돈육 패티는 필수아미노산, 필수 지방산, 지용성 비타민 등 인간에게 필요한 영양소를 공급하는 동시에 특유의 풍미, 다즙성, 조직감 등을 가지고 있는 육제품이다(Lee SH 등 2020; Huang S 등 2025). 그러나 돈육 패티와 같은 분쇄 육제품은 관능 특성을 고려하여 동물성 지방을 첨가하게 되고, 분쇄 과정에서 표면적이 확대되고, 마찰열이 발생하며, 다공질 구조가 형성되기 때문에 지질의 산화를 촉진할 수 있다(Prommachart R 등 2020). 지질의 산화는 지용성 비타민이나 불포화지방산을 파괴하여 영양적 품질과 제품의 색깔, 맛, 풍미, 조직감 등의 관능적 특성을 저해하여 소비자들의 선택에서 소외되기 때문에 합성 항산화제나 합성 보존료를 광범위하게 사용하여 왔다(Lee KS 등 2021; Hernández JLM 등 2024). 합성 식품첨가물의 사용은 뛰어난 효능에도 불구하고 인체에 유해한 독성물질을 생산하는 것으로 알려져 있다(Pogorzelska E 등 2016; Cunha LCM 등 2021). 이에 따라 육제품에 합성 식품첨가물을 대체할 수 있는 식물성 가공 부산물을 이용한 기능성 소재에 대한 연구들이 이루어지고 있다. Cunha LCM 등(2021)은 용과 껍질 첨가, Choe JH 등(2017)은 감 껍질 첨가, Fernández-Ginés JM 등(2004)은 레몬 내피 부산물 첨가, Guedes-Oliveira JM 등(2016)은 사과 착즙박을 첨가한 육제품의 항산화 활성이 높은 것으로 보고하고 있다.

대파(*Allium fistulosum* L.)는 백합과(*Liliaceae*) 파속(*Allium*)에 속하는 다년생 초본으로서(Lee HJ & Kim AJ 2023) 여러 가지 요리에 풍미를 개선하기 위하여 사용하는 조미채소로(Lee SM 등 2022), 그리고 두통, 설사, 복통, 감기와 같은 민간요법으로 사용되고 있는 기능성 채소이다(Hirayama Y 등 2019; Bede D & Zaixiang L 2020). 대파에는 페놀화합물, 플

† **Corresponding author :** In-Ho Han, Tel: +82-2-317-7251, Fax: +82-2-776-5136, E-mail: hih6778@hanmail.net

라보노이드류, 유기 황화합물 등의 생리활성 물질이 함유되어 있어서 항산화, 항균, 항염증, 항당뇨, 항암, 항비만, 항고혈압, 항진균, 항기생충, 고지혈증 완화, 심장 및 신경 보호 등의 기능이 있는 것으로 알려져 있다(Yamamoto Y 등 2005; Fredotović Ž & Puizina J 2019; Yuasa M 등 2022; Gupta R 등 2025). 대파는 가정이나 식품산업에서 조리식품이나 가공식품의 나쁜 향을 제거하거나 풍미를 향상시키기 위하여 주로 사용하고 있지만 뿌리 부분은 폐기하는 경우가 대부분이다. 대파의 폐기되는 뿌리를 포함한 밑부분을 총백이라고 하는데 한방에서는 기침, 감기, 두통 치료, 이뇨제, 독성 감소제 등으로 사용하고 있으며(Kim HW 등 2015), 줄기 부분보다 총페놀화합물 및 플라보노이드 함량이 많아 항산화 활성이 높은 것으로 보고되고 있다(Han IH & Kim JH 2017). 그러나 대파 뿌리를 식품가공에 적용한 연구는 파뿌리를 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성(Park HR & Yu YS 2023), 파뿌리 열수 추출물을 이용한 요구르트의 발효 및 품질 특성(Kim MJ & Lee SH 2017) 등이 보고되고 있을 뿐이다. 특히 폐기되고 있는 대파 뿌리를 육제품에 이용한 연구는 찾아볼 수 없었다. 따라서 본 연구는 다양한 생리활성 기능을 나타내는 대파 뿌리 열수 추출물을 돈육 패티 제조에 물 대신 첨가한 제품을 제조하고 냉장저장 중 품질의 변화를 검토하고, 대파 뿌리의 기능성 소재로서의 이용 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용한 돼지고기 등심과 등지방은 식육 전문매장에서 구입하고, 등심은 시각적으로 과도하게 붙어 있는 지방과 결체조직을 제거한 후 이용하였다. 대파는 시중의 재래시장에서 구입하여 뿌리로부터 1 cm 이내를 절단하여 세척하고, 60℃에서 24시간 열풍건조기(FO-450M, Jeio Tech Co., Daejeon, Korea)에서 건조하였다. 추출물의 제조는 대파 뿌리 100 g에 대하여 10배의 물을 가하고 100℃에서 60분 동안 추출하여 여과하였다. 추출물(추출물 100 mL 당 고형분 1.18 g, L=37.43, a=1.49, b=5.05, pH 4.77)은 실온에서 1시간 방치한 후 냉장보관하면서 이용하였다.

2. 돈육 패티 제조

돈육 패티는 등심과 등지방을 각각 3 mm로 분쇄한 후 Lee KS 등(2021)의 방법을 수정하여 Table 1과 같은 배합비율로 제조하였다. 즉 등심 69%, 등지방 20%, 소금 1%에 대조군은 냉각수 10%, WOE3은 냉각수 7%와 대파 뿌리 추출물 3%, WOE6은 냉각수 4%와 대파 뿌리 추출물 6%, 그리고 WOE10은 냉각수 대신 대파 뿌리 추출물 10%를 첨가하였다. 모든 재료는 혼합기(SP-800, Spar Food Machinery MFG Co., Taichung, Taiwan)에 넣고, 10분간 혼합한 후 50 g씩 분할 정형하여 랩(염화비닐수지)으로 포장하였다. 제조한 돈육 패티는 4℃에서 24시간 숙성한 것을 0일로 하고, 냉장보관하면서 0일, 3일, 6일 및 9일로 하여 실험을 진행하였다.

Table 1. Formulation of pork patties with Welsh onion root extract

Ingredients (%)	Treatment[1)]			
	Control	WOE3	WOE6	WOE10
Pork loin	69	69	69	69
Pork back fat	20	20	20	20
Salt	1	1	1	1
Ice water	10	7	4	0
Welsh onion root extract (WOE)	0	3	6	10
Total	100	100	100	100

[1)] Control: pork patty without Welsh onion root extract, WOE3: pork patty with 3% Welsh onion root extract, WOE6: pork patty with 6% Welsh onion root extract, WOE10: pork patty with 10% Welsh onion root extract.

3. 시약

본 연구에 사용한 perchloric acid, BHT, TBA, DPPH는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA), K_2CO_3는 덕산화학(Ansan, Korea), 붕산흡수제는 삼천화학(Pyungtaek, Korea), NaOH는 동양화학(Seoul, Korea) 제품을 사용하였다.

4. 일반성분 분석

수분함량은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질 함량은 Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 조회분 함량은 550℃ 직접회화건식법으로 분석하였다(Korea Food and Drug Administration (KFDA) 2009).

5. pH 측정

돈육 패티의 pH는 패티 10 g을 증류수 40 mL와 함께 균질한 후 pH 측정기(MP 220, Mettler toledo Co., Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였다.

6. VBN 함량 측정

VBN(volatile basic nitrogen) 함량은 식품공전(KFDA 2009)에 준하여 conway unit를 이용한 미량확산법으로 측정하였다. 시료 2 g, 증류수 16 mL, 20% perchloric acid 2 mL

를 함께 균질하여 원심분리하고 상부의 액을 측정용 시료액으로 하였다. 시료액 1 mL와 50% K_2CO_3 1 mL를 conway unit 외실에 넣고, 내실에는 붕산흡수제 1 mL를 넣은 다음 37℃에서 80분 동안 방치한 후 0.01 N NaOH로 적정하고 VBN을 구한 다음 mg%로 나타내었다.

7. TBARS 측정

TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substance)는 Buege AJ & Aust SD(1978)의 방법으로 측정하였다. 돈육 패티 2 g, perchloric acid 18 mL, BHT 50 μL를 함께 섞어 여과한 액 2 mL와 TBA 2 mL를 혼합하여 531 nm에서 흡광도(UV-1800, Shimazu Co., Kyoto, Japan)를 측정하고, 시료 kg 당 mg malonaldehyde로 나타내었다.

8. DPPH Radical 소거활성 측정

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical 소거활성은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 돈육 패티와 phosphate buffer로 균질하여 얻어진 추출물 4 mL와 DPPH 용액 1 mL를 혼합하여 실온에서 30분간 방치한 후 흡광도를 측정하였다(A1). 공시험(A0)은 증류수를 이용하였으며, DPPH radical 소거활성(%)은 (([A0 − A1] / A0) × 100)으로 계산하였다.

9. 색깔 측정

색깔은 색도계(CR400, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness) 및 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. 이 때 사용한 표준백색판의 L=94.29, a=−1.26, b=3.94였다.

10. 보수력 측정

보수력은 Hoffman K 등(1982)의 방법으로 실험하였다. Planimeter(X-plan, Ushikata 360d, Worth Point Co., Atlanta, GA, USA)를 이용하여 여과지 위에 나타난 수분의 면적에 대한 육의 면적의 백분율로 나타내었다.

11. 통계처리

본 연구의 결과는 각 항목별로 각각의 독립적인 시료로 3회 반복하여 실험하고, 통계분석은 시료별, 저장기간별 각각 SPSS(v.18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였다. 유의성 검정은 분산분석(ANOVA)을 실시하고, 유의성이 있는 경우 Duncan's multiple range test로 유의차(p<0.05)를 구하여 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 돈육 패티의 일반성분

대파 뿌리 추출물의 첨가량을 다르게 하여 제조한 돈육 패티의 일반성분 함량은 Table 2와 같다. 수분함량은 62.79%~63.21%, 조단백질 함량은 16.18%~16.45%, 조지방 함량은 18.99%~19.34%, 그리고 조회분 함량은 1.50%~1.77%로 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 일반성분 조성이 시료들 사이에 유의한 차이가 없는 것은 재료의 배합비율에 차이가 없었고, 대파 뿌리 추출물의 첨가도 일반성분에 영향을 미치지 못하였다. 이러한 결과는 육제품에 식물의 분말을 첨가할 경우 수분함량이 감소하지만(Ghafouri-Oskuei H 등 2020), 본 연구와 같이 추출물의 첨가는 일반성분 조성에 영향을 미치지 않는다는 Choi YJ 등(2015b)의 결과와 유사하였다.

2. pH의 변화

돈육 패티를 저장하면서 실험한 pH의 변화는 Table 3과 같다. 본 연구에 사용한 대파 뿌리 추출물의 pH는 4.77로 저장 초기의 pH는 대조군이 5.92로 가장 높고, 대파 뿌리 추출물을 3%, 6%, 10% 첨가한 WOE3, WOE6, WOE10이 각각 5.89, 5.83, 5.77로 추출물의 첨가량이 많을수록 pH는 유의하게 낮아졌다(p<0.05). 저장 중 대조군은 3일까지, WOE3, WOE6, WOE10은 저장 6일까지 낮아지다가 그 후 다시 유의하게 높아지는 경향이었다(p<0.05). 저장 9일째의 pH는 대조군, WOE3, WOE6 및 WOE10이 각각 6.21, 5.92, 5.76 및

Table 2. Proximate composition (%) of pork patties

Proximate composition	Treatment[1)]			
	Control	WOE3	WOE6	WOE10
Moisture	63.21±1.01[2)]	62.79±0.94	63.14±1.13	62.98±0.90
Crude protein	16.24±0.68	16.45±0.75	16.20±1.04	16.18±0.66
Crude fat	19.02±1.12	18.99±0.68	19.11±0.92	19.34±1.02
Crude ash	1.53±0.22	1.77±0.48	1.55±0.29	1.50±0.64

[1)] Refer to the legend in Table 1.
[2)] Mean±S.D.

Table 3. Changes in pH of pork patties during storage at 4℃

Treatment[1)]	Storage days			
	0	3	6	9
Control	5.92±0.01[2)Ac3)]	5.81±0.01[Ad]	5.95±0.00[Ab]	6.21±0.02[Aa]
WOE3	5.89±0.00[Bb]	5.78±0.01[Bc]	5.75±0.01[Bd]	5.92±0.02[Ba]
WOE6	5.83±0.02[Ca]	5.71±0.01[Cc]	5.69±0.00[Cd]	5.76±0.01[Cb]
WOE10	5.77±0.01[Da]	5.70±0.03[Cb]	5.62±0.01[Dc]	5.68±0.01[Db]

[1)] Refer to the legend in Table 1.
[2)] Mean±S.D.
[3)] Means within column ([A~D]) and row ([a~d]) with different superscripts are significantly different (p<0.05).

5.68을 나타내어 대파 뿌리 추출물의 첨가가 돈육 패티의 저장 중 pH에 유의한 영향을 미쳤다(p<0.05). 돈육 패티에 대파 뿌리 추출물을 첨가할 경우 pH가 낮아지는 것은 대파 뿌리에 함유된 유기산(Zhou Y 등 2020)이 영향을 미쳤을 가능성이 있으며, 대파 뿌리 분말의 첨가로 스펀지 케이크의 pH가 낮아진다는 Park HR & Yu YS(2023)의 결과와 대파 뿌리 열수 추출물을 첨가한 요구르트의 pH가 대조군보다 낮았다는 Kim MJ & Lee SH(2017)의 결과와 유사하였다. 육제품에 식물이나 식물 추출물을 첨가하는 경우 함유된 유기산이 육제품의 pH를 낮춘다는 Cho J 등(2023)의 감귤류 펄프 추출물을 첨가한 돈육 패티, Choe JH 등(2017)의 감껍질 추출물을 첨가한 분쇄돈육, Turgut SS 등(2016)의 석류 껍질 추출물을 첨가한 미트볼에서도 같은 결과를 보고하였다. 그리고 저장 중 pH가 높아지거나 낮아지는 것은 사후 대사 과정이나 젖산균 번식에 의한 젖산 생성, 그리고 선도 저하에 따른 염기성 물질의 생성에 의하여 나타나는 현상으로서(Wang X 등 2018; Cho J 등 2023) 대파 뿌리 추출물 첨가로 돈육 패티의 pH가 낮게 유지되는 것은 대파 뿌리의 항균작용(Tigu AB 등 2021)도 그 가능성 중의 하나일 수 있다.

3. VBN 함량 변화

돈육 패티의 휘발성 염기질소(volatile basic nitrogen; VBN) 함량의 변화는 Table 4와 같다. 제조 후 24시간 숙성시킨(0일째) 돈육 패티의 VBN 함량은 9.13~9.24 mg%로 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 저장기간이 경과하면서 VBN 함량은 유의하게 증가하여 저장 9일째 대조군, WOE3, WOE6 및 WOE10이 각각 18.72 mg%, 14.33 mg%, 11.27 mg% 및 10.11 mg%로 대조군이 가장 높고, 대파 뿌리 추출물 10%를 첨가한 WOE10이 가장 낮아서(p<0.05) 대파 뿌리 추출물이 돈육 패티의 VBN 함량 증가를 억제하는 것으로 나타났다. 우리나라 식품공전(KFDA 2009)에서 VBN 함량 허용 기준은 20 mg% 이하로서 모든 시료들이 9일 저장하는 동안 허용 가능한 수준에 있었다. VBN은 단백질 함량이 높은 식육의 신선도 지표로서 세균에 의한 효소적 탈탄산 과정에서 생성되는 암모니아나 아민류 등의 생성량에 의한 것으로 Enterobacteriaceae와 *Pseudomonas* spp. 등의 세균과 관련이 있기 때문에(Li Z 등 2019) 대파 뿌리 추출물의 첨가량이 높을수록 대조군보다 VBN 함량이 낮은 것은 대파에 함유되어 있는 폴리페놀화합물, 플라보노이드, 휘발성화합물, 유기산 등의 항균활성(Gupta R 등 2025; Elkhawas YA 등 2026)

Table 4. Changes in VBN (mg%) content of pork patties during storage at 4℃

Treatment[1)]	Storage days			
	0	3	6	9
Control	9.24±1.01[2)Ac3)]	10.87±0.84[Ac]	13.25±0.62[Ab]	18.72±0.59[Aa]
WOE3	9.21±0.86[Ac]	10.03±1.12[ABbc]	11.27±0.74[Bb]	14.33±0.28[Ba]
WOE6	9.15±0.92[Ab]	9.54±0.48[BCb]	9.88±1.04[Cb]	11.27±1.00[Ca]
WOE10	9.13±0.89[Ab]	9.36±0.51[Cb]	9.63±0.79[Cab]	10.11±0.36[Da]

[1)] Refer to the legend in Table 1.
[2)] Mean±S.D.
[3)] Means within column ([A~D]) and row ([a~c]) with different superscripts are significantly different (p<0.05).

과 관련이 있을 가능성이 있다.

4. TBARS값의 변화

저장 중 돈육 패티의 TBARS값을 실험한 결과는 Table 5와 같다. TBARS값은 지질 산화과정에서 발생하는 중간 생성물의 양을 측정한 것으로 값이 높으면 지질의 산화가 많이 진행된 것으로 판단하고 있다(Sujiwo J 등 2018). 본 연구에서 24시간 숙성을 거친(0일) 돈육 패티의 TBARS값은 대조군과 WOE3은 0.26 및 0.25 mg MA/kg으로 WOE6 및 WOE10의 0.22 및 0.19 mg MA/kg보다 유의하게 높아서 (p<0.05) 대파 뿌리 추출물의 양이 많을수록 지방산화는 억제되었다. 그리고 저장기간이 경과하면서 TBARS값은 유의하게 높아져 저장 9일째에는 대조군, WOE3, WOE6 및 WOE10이 각각 1.63, 0.94, 0.62 및 0.51 mg MA/kg으로 WOE10이 가장 낮은 값을 보였다(p<0.05). 식물이나 부산물에는 폴리페놀화합물이나 플라보노이드 같은 항산화 성분들이 지질의 산화 안정성을 높이는 것으로 보고하고 있다(Bellucci ERB 등 2021; Cunha LCM 등 2021). Lorenzo JM 등(2018)은 체리 잎 추출물을 첨가한 돈육 패티, Pateiro M 등(2018)은 과라나(guarana) 씨앗 추출물을 첨가한 돈육 패티에서 지질산화가 대조군보다 더 억제되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 대파 뿌리에 함유되어 있는 폴리페놀화합물, 플라보노이드, 휘발성 황화합물 등의 항산화 물질(Kim HW 등 2015; Elkhawas YA 등 2026)이 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

5. DPPH Radical 소거활성의 변화

대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티의 항산화 활성을 검토하고자 DPPH radical 소거활성을 실험하고 그 결과를 Table 6에 나타내었다. DPPH radical 소거활성은 DPPH radical에 대한 전자공여 활성도를 평가하여 항산화력을 나타내는 것으로 대조군보다 대파 뿌리 추출물 첨가량이 많을수록 유의하게 높게 나타났다(p<0.05). 저장 중 변화는 기간이 경과하면서 유의하게 낮아져 저장 9일째 대조군, WOE3, WOE6 및 WOE10이 각각 10.69%, 15.36%, 21.28% 및 33.18%로 WOE10이 가장 높아서 대파 뿌리 추출물이 지방함량이 높은 돈육 패티의 항산화력에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 식물이나 추출물을 첨가한 육제품의 DPPH radical 소거활성이 높은 것은 Cho J 등(2023)의 감귤 펄프 추출물을 첨가한 돈육 패티, Hermández JLM 등(2024)의 커

Table 5. Changes in TBARS (mg MA/kg) value of pork patties during storage at 4℃

Treatment[1)]	Storage days			
	0	3	6	9
Control	0.26±0.02[2)Ad3)]	0.45±0.02^{Ac}	0.78±0.03^{Ab}	1.63±0.01^{Aa}
WOE3	0.25±0.01^{Ad}	0.34±0.03^{Bc}	0.65±0.01^{Bb}	0.94±0.04^{Ba}
WOE6	0.22±0.01^{Bd}	0.27±0.02^{Cc}	0.47±0.01^{Cb}	0.62±0.02^{Ca}
WOE10	0.19±0.01^{Bd}	0.23±0.03^{Cc}	0.36±0.01^{Db}	0.51±0.02^{Da}

1) Refer to the legend in Table 1.
2) Mean±S.D.
3) Means within column ($^{A\sim D}$) and row ($^{a\sim d}$) with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 6. Changes in DPPH radical scavenging activity (%) of pork patties during storage at 4℃

Treatment[1)]	Storage days			
	0	3	6	9
Control	13.65±0.54[2)Da3)]	13.21±0.98^{Dab}	11.78±1.12^{Dbc}	10.69±0.85^{Dc}
WOE3	20.03±0.68^{Ca}	19.05±0.58^{Ca}	17.24±0.92^{Cb}	15.36±0.80^{Cc}
WOE6	29.31±1.00^{Ba}	27.52±1.16^{Ba}	25.34±0.64^{Bb}	21.28±0.72^{Bc}
WOE10	41.05±0.76^{Aa}	38.69±0.95^{Ab}	36.21±1.08^{Ac}	33.18±0.92^{Ad}

1) Refer to the legend in Table 1.
2) Mean±S.D.
3) Means within column ($^{A\sim D}$) and row ($^{a\sim d}$) with different superscripts are significantly different (p<0.05).

피박 추출물을 첨가한 돈육 패티에서도 같은 결과를 보였다. 그리고 대파 뿌리를 이용한 스펀지 케이크(Park HR & Yu YS 2023), 요구르트(Kim MJ & Lee SH 2017)에서도 DPPH radical 소거활성이 높다고 하였다. 대파 뿌리 추출물 첨가로 DPPH radical 소거활성이 높은 것은 여기에 함유된 플라보노이드류, 페놀화합물, 비타민 C 등(El-Hadidy EM 등 2014)이 영향을 미쳤을 가능성이 있기 때문에 대파 뿌리는 지방함량이 높은 육제품의 기능성 소재로서 이용이 가능할 것으로 기대된다.

6. 색깔의 변화

식육이나 육제품의 색깔은 소비자의 선택에 영향을 미치기 때문에 중요한 품질 특성 중의 하나이다. Table 7은 대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티의 저장 중 색깔의 변화를 나타낸 것이다. 밝기 정도를 나타내는 L값은 대조군이 대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티(WOE3, WOE6 및 WOE10)보다 저장 중 유의하게 높았다($p<0.05$). 그리고 대조군은 저장 중 유의하게 높아졌으나($p<0.05$), 대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티는 저장 중 변화가 없었다. 적색도를 나타내는 a값은 저장초기에는 시료들 사이에 유의한 차이가 없었지만 저장기간이 경과하면서 대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티가 높았으며, 그중에서 추출물을 10% 첨가한 것이 가장 높았다($p<0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 시료별, 저장기간별 차이가 없었다. 육제품의 색깔은 적색을 나타내는 myoglobin의 안정성이 영향을 미치는데, 산화가 진행되면 적갈색으로 변하게 된다(Lee KS 등 2021). 또한 육색은 처리방법, 저장 온도와 시간, 효소활성, pH 등에 영향을 받는데(Choe JH 등 2017), 본 연구에서 대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티의 L값이 대조군보다 낮은 것은 대파 뿌리 추출물 첨가로 pH가 낮아진 것(Table 3)과 추출물의 색깔(L값 37.43)이 냉각수(L값 47.47)보다 짙어서 나타난 결과로 판단된다. 그리고 a값이 대조군보다 높은 것은 대파 뿌리에 함유된 항산화 물질(Elkhawas YA 등 2026)이 myoglobin의 산화를 억제하여 나타났을 가능성이 있다. 이러한 결과는 민들레 추출물을 첨가한 돈육 패티(Choi YJ 등 2015a), 흑미 추출물을 첨가한 우육 패티(Prommachart R 등 2020)에서도 저장 중 적색도가 대조군보다 높았다는 결과와 유사하였다.

Table 7. Changes in instrumental color of pork patties during storage at 4℃

Treatment[1)]	Storage days			
	0	3	6	9
	L (lightness)			
Control	63.12±1.04[2)b3)]	65.77±0.92^{Aa}	66.38±0.88^{Aa}	66.09±0.78^{Aa}
WOE3	62.92±0.44	63.13±0.85^{B}	63.87±1.04^{B}	62.98±0.54^{B}
WOE6	63.01±0.74	62.77±1.20^{B}	63.36±0.97^{B}	63.44±0.66^{B}
WOE10	62.87±0.38	62.56±1.42^{B}	63.04±1.25^{B}	63.29±0.38^{B}
	a (redness)			
Control	11.24±0.48^{A}	8.25±0.42^{C}	6.94±0.28^{C}	5.78±0.63^{C}
WOE3	10.98±0.36^{A}	9.37±0.75^{B}	7.94±0.56^{B}	6.33±0.27^{C}
WOE6	11.98±0.88^{A}	10.52±0.32^{A}	9.36±0.52^{A}	8.55±0.24^{B}
WOE10	11.76±1.02^{A}	10.88±0.64^{A}	10.05±0.85^{A}	9.54±0.41^{A}
	b (yellowness)			
Control	12.16±0.98	12.34±0.46	11.90±1.02	12.24±0.77
WOE3	11.93±0.32	12.22±0.54	12.38±0.67	12.01±0.85
WOE6	11.85±0.63	11.94±0.52	12.20±0.77	12.44±0.68
WOE10	12.02±0.84	12.60±1.02	12.45±0.74	12.58±0.45

1) Refer to the legend in Table 1.
2) Mean±S.D.
3) Means within column ($^{A\sim C}$) and row ($^{a\sim b}$) with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

Table 8. Changes in water holding capacity (%) of pork patties during storage at 4℃

Treatment[1)]	Storage days			
	0	3	6	9
Control	88.27±1.36[2)a]	89.34±1.54[a]	86.36±1.42[Bb]	84.68±1.01[Bc]
WOE3	89.66±0.97[b]	91.47±1.94[a]	89.60±1.08[Ab]	87.83±0.69[Ac]
WOE6	90.22±1.62[a]	90.88±0.87[a]	88.97±1.18[Aab]	88.25±0.72[Ab]
WOE10	90.01±1.15[ab]	91.26±0.66[a]	89.37±1.02[Abc]	88.78±1.16[Ac]

[1)] Refer to the legend in Table 1.
[2)] Mean±S.D.
[3)] Means within column ([A~B]) and row ([a~b]) with different superscripts are significantly different (p<0.05).

7. 보수력의 변화

보수력은 근원섬유 단백질 내에 포집되어 있는 수분이 물리적인 힘에 의하여 외부로 누출되는 정도를 나타낸 것으로 육제품의 다즙성, 조직감, 연도 등 관능특성에 영향을 미친다(Lee KS 등 2021). Table 8은 돈육 패티를 9일 동안 저장하면서 실험한 보수력의 변화를 나타낸 것이다. 저장 6일 이후 보수력은 낮아지는 경향이었으며, 대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티가 대조군보다 유의하게 높았다(p<0.05). 그러나 대파 뿌리 추출물 첨가군은 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 보수력은 단백질 변성으로 근원섬유 단백질이 손상되면서 수분을 포집하는 능력이 훼손되어 감소하게 되는데, 대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티의 보수력이 대조군보다 높은 것은 낮은 pH로 인한 항균작용과 폴리페놀화합물의 단백질 산화 억제작용(Cunha LCM 등 2021)이 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

이상의 결과에서 돈육 패티를 제조할 때 냉각수 10%를 대체하여 대파 뿌리 추출물을 첨가한 경우 단백질 변성 억제, 지방산화 억제, 항산화 활성 강화, 적색도 감소 완화, 보수력 유지 등 이화학적 품질 특성 측면에서 냉각수 대신 대파 뿌리 추출물을 10% 첨가한 WOE10이 가장 우수한 결과를 나타내었다.

결 론

본 연구는 대파 뿌리 추출물의 첨가가 돈육 패티의 저장 중 이화학적 특성 변화에 미치는 영향을 평가하였다. 돈육 패티는 대파 뿌리 추출물을 냉각수 10% 대비 3%(WOE3), 6%(WOE6) 및 10%(WOE10)로 대체하여 돈육 패티를 제조하고 4℃에서 저장하면서 이화학적 변화를 검토하였다. 일반성분은 대파 뿌리 추출물 첨가의 영향이 없었다. 저장 중 pH는 유의하게 높아졌으며, 대파 뿌리 추출물의 첨가량이 많을수록 낮아졌다. VBN 함량은 저장기간이 경과하면서 유의하게 증가하였으며, 대조군이 가장 높고, WOE10이 가장 낮았다. TBARS값은 저장 중 높아졌으며, 대조군보다 대파 뿌리 추출물 첨가군에서 유의하게 낮았다. DPPH radical 소거활성은 저장기간이 경과하면서 유의하게 감소하였으며, WOE10이 가장 높은 값을 유지하였다. L값은 저장 6일 이후 대조군이 대파 뿌리 추출물 첨가군보다 유의하게 높았다. a값은 저장 중 유의하게 감소하였으며, WOE6과 WOE10이 높은 a값을 나타내었다. 그러나 b값은 저장 중 시료별 유의한 차이가 없었다. 보수력은 저장 6일 이후 대조군보다 대파 뿌리 추출물을 첨가한 돈육 패티에서 높게 나타났다. 따라서 돈육 패티를 제조할 때 냉각수를 대체하여 대파 뿌리 추출물을 첨가하면 지질산화 억제, 단백질 변성 억제, 색깔 유지, 보수력 유지 등의 기능이 있기 때문에 폐기되는 대파 뿌리를 기능성 소재로서 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

Bede D, Zaixiang L (2020) Dietary polysaccharides from *Allium* species: A critical review in dietary polysaccharides from *allium* species: extraction, characterization, bioactivity, and potential utilization. Acta Sci Agric 4(2): 1-15.

Bellucci ERB, Muneketa PES, Pateiro M, Lorenzo JM, da Silva Barretto AC (2021) Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. Meat Sci 171: 108284.

Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181(4617): 1199-1200.

Buege AJ, Aust SD (1978) Methods in enzymology. Vol. 52. pp 302-310. In: Microsomal lipid peroxidation. Fleischer S, Parker L (eds.). Academic Press Inc.

Cho J, Barido FH, Kim HJ, Kim HJ, Kim D, Dhin DJ, Jang A (2023) Effect of calamansi pulp ethanol extracts on the

meat quality and biogenic amine formation of pork patty during refrigerated storage. Food Sci Anim Resour 43(1): 25-45.

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 Anim Resour 37(2): 245-263.

Choi YJ, Park HS, Lee JS, Park KS, Park SS, Jung IC (2015a) Changes in physicochemical properties of pork patty with dandelion extract during refrigerated storage. Korean J Food Cook Sci 31(4): 423-430.

Choi YJ, Park KS, Jung IC (2015b) Quality characteristics of ground pork meat containing hot water extract from dandelion (*Taraxacum officinale*). J East Asian Soc Dietary Life 25(4): 651-659.

Cunha LCM, Monteiro MLG, Costa-Lima BRC, Guedes-Oliveira JMC, Rodrigues BL, Fortunato AR, Baltar JD, Tonon RV, Koutchma T, Conte-Junior CA (2021) Effect of microencapsulated extract of pitaya (*Hylocereus costaricensis*) peel on oxidative quality parameters on refrigerated ground pork patties subjected to UV-C radiation. J Food Process Preserv 45: e15272.

El-Hadidy EM, Mossa MEA, Habashy HN (2014) Effect of freezing on the pungency and antioxidants activity in leaves and bulbs of green onion in Giza 6 and Photon varieties. Ann Agric Sci 59(1): 33-39.

Elkhawas YA, Eld O, Osama S, Khalil N (2026) Phytochemical diversity and antioxidant potential of four Egyptian *Allium* species. Future J Pharm Sci 12: 7.

Fernández-Ginés JM, Fernández-López J, Sayas-Barberá E, Sendra E, Pérez-Álbarez JA (2004) Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application of bologna sausage. Meat Sci 67(1): 7-13.

Fredotović Ž, Puizina J (2019) Edible *Allium* species: Chemical composition, biological activity and health effects. Ital J Food Sci 31(1): 19-39.

Ghafouri-Oskuei H, Javadi A, Saeidi Asl MR, Azadmard-Damirchi S, Armin M (2020) Quality properties of sausage incorporated with flaxseed and tomato powders. Meat Sci 161: 107957.

Guedes-Oliveira JM, Salgado RL, Costa-Lima BRC, Guedes-Oliveira J, Conte-Junior CA (2016) Washed cashew apple fiber (*Anacardium occidentale* L.) as fat replacer in chicken patties. LWT-Food Sci Technol 71: 268-273.

Gupta R, Abdulazez AA, Kareem AK, Rab SO, Shomurotova S, Sead FF, Al-Darraji MN, Alazzam MB, Abbas JK, Hamzah HF (2025) Improving disinfection and packaging strategies for the effective preservation of welsh onion (*Allium fistulosum* L.). Sci Rep 15(1): 38183.

Han IH, Kim JH (2017) Antioxidant and physiological activities of water and ethanol extracts of diverse parts of welsh onion. J Korean Soc Food Sci Nutr 46(4): 426-434.

Hernández JLM, Sánchez RDV, Martínez BMT, Leidenz NH, Urrutía GRT, Escalante AS (2024) Effect of spent coffee grounds aqueous extract as an antioxidant in raw pork patties during refrigerated storage. Rev Mex Cienc Pecu 15(4): 833-847.

Hirayama Y, Takanari J, Goto K, Ueda H, Tanaka A, Nishimura J (2019) Effect of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) green leaf extract on immune response in healthy subjects: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. Funct Food Health Dis 9(2): 123-133.

Hoffman K, Hamm R, Blüchel E (1982) Neues über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapier press methode. Fleischwirtschft 62: 87-94.

Huang S, Chen F, Tang M, Zhao S, Chen D (2025) Effect of lotus seed paste as a fat replacer on the quality attributes of pork patties. Czech J Food Sci 43(5): 311-319.

Kim HW, Kim BS, Kim YE, Ko SH (2015) Development of extraction method for welsh onion root by alliinase activation. Food Eng Prog 19(2): 117-121.

Kim MJ, Lee SH (2017) Quality and fermentative characteristics of yogurt added with hot water extract of welsh onion root. Korean J Food Preserv 24(3): 387-393.

Korea Food and Drug Administration (KFDA) (2009) Food Code. Moonyoungsa. pp 212-251.

Lee HJ, Kim AJ (2023) Evaluation of physiological activity of tradition welsh onion (*Allium fistulosum* L). Asian J Beauty Cosmetol 21(3): 453-464.

Lee KS, Lee SH, Choi YJ, Sim DW, Lee KS, Choi GW, Jung IC (2021) Effect of noni (*Morinda citrifolia* L.) fruit powder on physicochemical properties of pork patty during cold storage. J East Asian Soc Diet Life 31(5): 291-298.

Lee SH, Choi YJ, Lee KS, Jung IC, Lee KS, Choi GW (2020) Effect of olive oil substitution ratio on quality characteristics of low-fat pork patty. Korean J Life Sci 30(7): 606-613.

Lee SM, Kim DM, Kim YS (2022) The effects of

antioxidants on the changes in volatile compounds in heated welsh onions (*Allium fistulosum* L) during storage. Molecules 27(9): 2674.

Li Z, Zhang Y, Wu Q, Gu Q, Chen M, Zhang Y, Sun X, Zhang J (2019) High-throughput sequencing analysis of bacterial community composition and quality characteristics in refrigerated pork during storage. Food Microbiol 83: 86-94.

Lorenzo JM, Vargas FC, Strozzi I, Pateiro M, Furtado MM, Sant'Ana AS, Rocchetti G, Barbe FJ, Dominguez R, Lucini L, Sobral PJA (2018) Influence of pitanga leaf extracts on lipid and protein oxidation of pork burger during shelf-life. Food Res Int 114: 47-54.

Park HR, Yu YS (2023) Quality characteristics of sponge cake with welsh onion root powder. Culi Sci & Hos Res 29(8): 18-28.

Pateiro M, Vargas FC, Chincha AAIA, Sant'Ana AS, Strozzi I, Rocchetti G, Barbe FJ, Dominguez R, Lucini L, do Amaral Sobral PJ, Lorenzo JM (2018) Guarana seed extracts as a useful strategy to extend the shelf life of pork patties: UHPLC-ESI/QTOF phenolic profile and impact on microbial inactivation, lipid and protein oxidation and antioxidant capacity. Food Res Int 114: 55-63.

Pogorzelska E, Godziszewska J, Brodowska M, Wierzbicka A (2016) Antioxidant potential of *Haematococcus pluvialis* extract rich in astaxanthin on color and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigerated storage. Meat Sci 135: 54-61.

Prommachart R, Belem TS, Uriyapongson S, Rayas-Duarte P, Uriyapongson J, Ramanathan R (2020) The effect of black rice water extract on surface color, lipid oxidation, microbial growth, and antioxidant activity of beef patties during chilled storage. Meat Sci 164: 108091.

Sujiwo J, Kim D, Jang A (2018) Relation among quality traits of chicken breast meat during cold storage: Correlations between freshness traits and torrymeter values. Poult Sci 97(8): 2887-2894.

Tigu AB, Moldovan CS, Toma VA, Farcas AD, Mot AC, Jurj A, Fischer-Fodor E, Mircea C, Pârvu M (2021) Phytochemical analysis and *in vitro* effects of *Allium fistulosum* L. and *Allium sativum* L. extracts on human normal and tumor cell lines: A comparative study. Molecules 26(3): 574.

Turgut SS, Soyer A, Işikçı F (2016) Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage. Meat Sci 116: 126-132.

Wang X, Xie Y, Li X, Liu Y, Yan W (2018) Effect of partial replacement of pork back fat by a camellia oil gel on certain quality characteristics of a cooked style Harbin sausage. Meat Sci 146: 154-159.

Yamamoto Y, Aoyama S, Hamaguchi N, Rhi GS (2005) Antioxidative and antihypertensive effects of welsh onion on rats fed with a high-fat high-sucrose diet. Biosci Biotechnol Biochem 69(7): 1311-1317.

Yuasa M, Ueno M, Kawabeta K, Morikawa M, Uemura M, Matsuzawa T, Tominaga M (2022) Taste characteristics, volatile components, sensory properties, and antioxidants activity of fresh onion (*Allium cepa* L.) leaves. Bull Natl Res Cent 46(1): 270.

Zhou Y, Li C, Feng B, Chen B, Jin L, Shen Y (2020) UPLC-ESI-MS/MS based identification and antioxidant, antibacterial, cytotoxic activities of aqueous extracts from storey onion (*Allium cepa* L. var. *profiferum* Regel). Food Res Int 130: 108969.

Date Received Sep. 8, 2026
Date Revised Sep. 21, 2026
Date Accepted Sep. 22, 2026