

식염 대체제를 첨가한 저염 패티의 냉장보관 중 이화학적 품질 특성 평가

Effects of Various Salt Replacers on the Physicochemical Properties of Low-Salt Pork Patties during Cold Storage

안해빈, 김형상* (Hai bin An, Hyeong Sang Kim*)

한경국립대학교 동물생명융합학부

School of Animal Life Convergence Science, Hankyong National University

1. 서론

식염은 육제품의 제조에 이용되는 가장 중요한 첨가물 중 하나이며, 육제품의 저장성, 보수력, 조직감, 풍미에 관여하는 기능성 첨가물이다(Terrell, 1983). 국내의 육제품에는 2~3%로 첨가되고, 평균적으로 1.5%가 첨가된다(Jang, 2012). 식염은 육제품의 풍미와 맛 향상의 역할을 하고, 수분과 지방의 결합력을 증대시킨다(Lee, 2015). 특히 제품을 가열할 시에는 염용성 단백질을 추출시켜 안정적인 겔의 형성을 유도하여(Terrell, 1983) 수분의 손실을 막아 가열 감량을 줄이고 조직감을 향상시킨다(Girard et al., 1990). 또한 식염의 삼투압 효과로 인한 탈수로 수분 활성도를 낮추어 미생물학적 안정성을 증진시킨다. 이렇게 식염은 육제품에서 방부제, 살균 증진제의 역할을 하여 제품의 보존성을 높인다(Park et al., 2022). 하지만 육제품에서 과도한 식염의 첨가는 지방산화를 촉진하여 제품의 변질을 일으키며(Mariutti et al., 2017), 1.5% 미만의 소량의 첨가는 제품의 풍미, 저장성, 조직감을 감소시킨다(Sofos and John, 1986). 그러므로 적정량의 식염 첨가는 제품의 안정성에 필수적이다.

적정량의 나트륨은 신체 대사와 향상성, 생명 유지에 필수적이지만(Jung, 2016), 과도할 시에는 성인병을 유발한다(Nam et al., 1985). 세계보건기구(WHO)는 식습관으로 발생하는 사상자 중 대부분은 과도한 나트륨 섭취량으로 인해 발생하며, 이는 혈압을 증가시켜 심혈관 질환 발생의 위험을 증가시킨다고 보고하였다. 1일 권장 섭취 나트륨은 2g, 소금은 5g이며, 이러한 나트륨 섭취의 상당 부분은 빵, 곡물, 가공육, 유제품과 같은 제조 식품에서 유래한다(WHO, 2021). 이와 같은 이유로 나트륨 섭취를 줄이고자 하는 많은 시도들이 있었다(Shin et al., 2010). 나트륨을 줄이는 방법으로는 첨가되는 식염 함량을 줄이기와 식염을 직접 대체하기 등이 있다(Jung, 2016). 하지만 저염 식품에서 발생하는 지질의 산화는 변색과 불쾌취를 유발하고 영양가치를 떨어뜨리며, 과산화물로 인한 위험을 초래한다(Embuscado and Milda, 2015). 따라서 저염화로 인해 발생하는 향미, 저장성, 조직감의 변화는 다른 첨가물로 대체가 필요하다

*Corresponding author: Hyeong Sang Kim

School of Animal Convergence Science, Hankyong National University, Anseong-si 17579, Republic

of Korea

Tel: +82-31-670-5123

Fax: +82-31-670-5129

Email: dock-0307@hknu.ac.kr

(Jung, 2016). 다른 첨가물을 천연물질을 이용하여 육제품의 식염을 대체하는 연구들(Kim, 2008)이 진행되었는데, 그 중 짠맛을 내는 해조류 등의 천연물질로 식염을 대체하는 연구들(Jeon, 2012)이 이루어지고 있다. Kim 등(2014)의 연구에서는 함초(*Salicornia herbacea*, Grassworth)에 포함된 식이섬유와 나트륨이 육제품의 조직감을 개선시키며, 함초가 첨가된 프랑크푸르트 소시지에서 단백질 용해에 관여해 가열수율, 조직감 등을 향상시킨다고 보고되었다.

El-Alim 등(1999)의 연구에 따르면 돈육 패티에 천연 향신료를 첨가하여 지질의 산화를 억제해 MDA와 과산화물 수치를 낮추어 저장성이 향상된 것으로 나타난다. 이처럼 최근에는 소금을 대체할 수 있는 천연물질에 유래한 향신료를 개발하는 연구들이 이루어지고 있다(Lee et al., 2011). 향신료는 식품, 특히 육제품의 맛, 풍미, 색, 식욕을 증진시키고, 방부제의 역할을 하여 보존성을 늘리거나, 음식의 잡내, 비린내 등을 없앤다(Shin, 2019). 또한 높은 영양가를 함유하며, 항산화 물질인 폴리페놀을 자연적으로 발생시켜(El-Alim et al., 1999) 인체의 생리활성에 영향을 미치는 식품 첨가물이다. 향신료 중 고수(Coriander)의 잎과 씨에는 유기산과 휘발성 향기 성분을 함유한다(Kim, 2001). 씨에는 항균성을 보유하며, 동물성 지방의 산화를 방지하여 항산화제로서 이용된다(Lee et al., 2015). 샬롯(*Allium ascalonicum*, Shallot)은 양파 종류 중 하나로 양파와 비교하였을 때 고농도의 quercetin, isorhamnetin, glycoside를 다량 함유하여(Fattorusso et al., 2022) 성인병 예방에 효과적인 기능성을 가지고 있다(Lee et al., 2017).

이처럼 육제품에서 나트륨의 함량을 대체하기 위해 많은 연구들이 수행되었다. 직간접적으로 나트륨의 함량을 감소시키는 방법(Ham, 2018)과 기술적 방법으로 나트륨 함량을 저감화시키는 방법(Desmond, 2006)과 같은 여러 방법들이 수행되었으나, 기능성을 보유한 식물을 활용한 연구들의 효과에 대한 연구결과가 부족하기 때문에 본 연구는 육제품에서 식염 대체제로서 고수 씨(Coriander), 샬롯(*Allium ascalonicum*), 함초(*Salicornia herbacea*)

의 가능성을 타진하기 위해 수행되었다.

II. 본론

1. 재료 및 방법

1.1 식염 대체제 준비

이 실험에서 식염을 대체하는 모든 첨가물들은 천일염과 혼합하여 사용하였다. 식염 대체제는 coriander seed, shallot(*Allium ascalonicum*), glasswort(*Salicornia herbacea*)를 사용하였으며, 각각의 첨가물과 천일염을 혼합하였다. 모든 재료들은 경기도 안성에 소재한 도매 시장에서 구매를 하였으며, 손질 후 물로 세척하였다. 세척 후 식품건조기(SFD-D350WK, 신일산업주식회사, 인천, Korea)를 이용하여 70℃ 온도 조건에서 수분을 완전히 건조시킨 후, miller(DA-10000G, Daesung Artlon, Korea)를 사용해 분쇄하였고, 분말의 형태로 만들었다. 식염 대체제는 천일염과 2:8의 비율로 혼합하였다. 따라서 CTL은 천일염 100%, T1, T2 T3는 각각 coriander seed, shallot, glasswort 20%와 천일염 80%로 제조하였다. 제조된 식염 대체제는 사용 전까지 -30℃ 온도 조건에서 보관하였다.

1.2 저염 돈육 패티 제조 준비

돈육 패티 제조를 위한 원료육(삼원교잡종, LYD)는 경기도 안성에 소재한 소매점에서 구매하였으며, 구매한 돈육 후지와 등지방을 사용하였다. 후지와 등지방은 트리밍하였고, 트리밍된 후지와 등지방은 직경 8mm의 plate가 달린 분쇄기(M-12s, Fufee Plant, Busan, Korea)를 이용하여 분쇄하였다. 각각의 재료들은 표 1의 배합비를 참고하여 1분간 mixer(LD-DL5212, Longde, China)로 혼합하였다. 혼합 후 80g씩 petri dish를 이용하여 패티의 모양으로 성형하였고, poly styrene 용기에 담아 보관하였다. 제조한 패티들은 4℃ 냉장온도에 0, 3, 7, 10, 14

Table 1. Formulation of low-salt pork patties

Ingredients (%)	Treatments ¹⁾			
	CTL	T1	T2	T3
Lean	78.5	78.5	78.5	78.5
Fat	20.0	20.0	20.0	20.0
Salt	1.5	-	-	-
Alternative salts				
Coriander seed		1.5		
Shallot			1.5	
Glassworth				1.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾Treatments: CTL=sea salt 100%; T1=sea salt 80% + Coriander seed 20%; T2=sea salt 80% + Shallot(*Allium ascalonicum*) 20%; T3=sea salt 80% + Glassworth(*Salicornia herbacea*).

일의 저장 기간 별로 분석을 실시하였다.

2. 실험 방법

1.1 pH

pH는 pH meter(pH/Ion meter S220, Mettler-Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 사용전 calibration하였고, 시료 10g과 증류수 90mL를 혼합하여 균질화 후 각 시료당 5회씩 측정하였다.

1.2 색도 측정(Color)

색도는 측정 전에 백색 표준평판에 L: 93.6, a: 0.3133, b: 0.3194로 calibration한 후 색도계(CR-200, Minolta, Tokyo, japan)를 이용해 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)를 측정하였다. 패티의 단면에 직접 기기로 측정을 하였고, 한 시료당 10회씩 측정하였다.

1.3 보수력(Water Holding Capacity, WHC)

보수력은 Kim(2010)의 방법을 활용하여 측정하였다. 보수력에 사용된 여과지는 Whatman filter paper #3를

사용하였다. 시료 1.5g씩 3겹의 여과지로 감싼 후 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하여 원심분리 전과 후의 여과지의 무게를 측정함으로써 유리수분량을 측정하였다. 보수력(%)의 환산은 아래의 계산식을 활용하여 환산하였다.

$$\text{WHC}(\%) = \Delta W * 100 / S$$

ΔW = 원심분리 전 시료의 무게(g) - 원심분리 후 시료의 무게(g)

S = 원심분리 전 시료의 무게(g)

1.4 가열감량(Cooking Loss, CL)

가열감량은 시료 10g을 50mL 튜브에 넣은 후 65°C로 미리 예열된 항온수조로 30분간 가열하였다. 가열 후 유리된 수분량과 시료를 전자저울을 사용해 무게를 측정하였고, 가열감량(%)은 아래의 계산식을 활용하여 환산하였다.

$$\text{CL}(\%) = \Delta W * 100 / S$$

ΔW = 가열 전 시료의 무게(g) - 가열 후 시료의 무게(g)

S = 가열 전 시료의 무게(g)

1.5 미생물 측정(TPC, VRB)

미생물은 총균수와 대장균군을 측정하였고, 각

각 TPC(total plate count)와 VRB(violet red bile)를 사용하였다. 시료 10g을 증류수 90 mL와 희석 후 Stomacher Lab Blender에 담아 섞었다. 그 후 시료를 0.1mL씩 피펫을 이용하여 TPC와 VRB에 각각 균주하였다. 필요에 따라 멸균 9mL 증류수에 추가로 희석하여 희석배수를 늘린 다음 실험에 사용하였으며, 배양기로 37℃ 조건에 24-48시간 동안 배양하여 포집된 콜로니 수를 측정하였다. 실험 결과는 log colony forming units (CFU)/g 단위로 환산하였다.

1.6 지방산패도 측정

(1) TBARS

시료 5g을 15mL의 증류수와 희석 후 BHT 50μL를 넣어 15-30초 균질화 하였다. 1mL를 채취한 후 TBA(2.88%)와 TCA(20%)를 희석한 TBA·TCA 용액 2mL를 첨가하였다. Vortexing 후 90℃의 항온수조로 15분간 가열한 후 즉시 4℃의 온도에서 15분간 식혔다. 식힌 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리시켰으며, 1mL를 채취해 분광광도계(Azzota US/SM 1600PC, New jersey, USA)로 531nm에서 흡광도를 측정하였다. TBARS 값은 아래 계산식을 따라 환산하였다.

$$\text{TBARS mg MDA/kg} = [\text{Absorbance} - \text{Blank}] * 5.88$$

(2) POV(Peroxide Value)

시료 0.3g을 10mL chloroform methanol(1:1, v:v)와 섞은 후 13,000 rpm homogenizer(Daihan Science HG-15A digital homogenizer, Seoul, Korea)를 사용해 균질화했다. 그 후 0.5%의 NaCl을 첨가하여 3,000rpm으로 5분간 원심분리하였다. 원심분리 후 iron (II) chloride solution(1:1, v/v)인 ammonium thiocyanate 용액 50μL를 첨가해 20분간 상온에서 보관하였다. 흡광도는 분광광도계(Azzota US/SM 1600PC, New Jersey, United State)로 500nm에서

측정하였다. POV 값은 아래의 계산식을 활용하여 환산 후 MDA(malondialdehyde)/kg으로 나타냈다.

$$\text{Lipidperoxide} = \frac{(\text{ABS}/0.0483) \times (2 + 1.33 + 0.025 + 0.025) \times (5/2)}{\text{Sample weight}}$$

1.7 통계 처리

모든 실험 데이터의 통계처리는 Window SPSS 21.0 software를 이용하여 수행하였다. 다변량 검정을 통해 평균과 표준편차를 구하였으며, 저장기간과 처리구 사이의 상호작용을 분석하였다. 저장기간과 처리구 사이에 상호작용이 있을 경우, 이원배치 분산분석(two-way ANOVA)를 사용해 분석하였으며, 유의차 검정은 Duncan's 다중검정법을 이용하였다($p < 0.05$).

III. 결과 및 고찰

1. pH

표 2에 따르면 저염 돈육 패티의 pH, 보수력(%), 가열감량(%), pH는 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). Seleshe 등 (2021)에 따르면 저장기간이 길어질수록 pH가 증가하는 이유는 미생물 대사에 의한 것으로 보고한다. 저장기간 동안 저장된 포도당이 고갈되어 미생물이 단백질 분해를 통해 아미노산을 분해한다. 아미노산의 분해는 암모니아를 침전시키며, 암모니아는 pH 상승에 영향을 미친다.

2. 색도 측정

표 2에 따르면 식염대체제를 첨가한 돈육 패티의 색도 변화는 모든 색도 매개변수에 대해 저장기간과 처리 간에

Table 2. Results of physico-chemical and functional properties, lipid oxidation, and microbial counts of pork patties with salt replacers during cold storage under 4°C

	Parameters ¹⁾									
	pH	L	a	b	CL	WHC	TBARS	POV	TPC	VRB
Storage* TRT ³⁾	NS ²⁾	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS
Storage	**	*	**	**	*	*	**	**	**	**
TRT	NS	*	NS	NS	*	NS	*	**	NS	NS
Storage days										
0	6.01 ^d	59.3 ^b	9.05 ^a	7.58 ^{bc}	7.97 ^b	78.6 ^a	0.13 ^d	23.5 ^d	4.07 ^d	3.01 ^d
3	6.19 ^d	59.3 ^b	7.72 ^b	7.04 ^c	10.4 ^a	74.4 ^b	0.27 ^c	25.0 ^d	5.09 ^c	3.88 ^c
7	6.44 ^c	58.8 ^b	5.68 ^c	7.37 ^{bc}	7.85 ^b	75.9 ^{ab}	0.36 ^c	39.5 ^c	6.74 ^b	5.43 ^b
10	6.73 ^b	62.0 ^a	4.85 ^c	8.09 ^b	7.74 ^b	74.4 ^b	0.52 ^b	56.5 ^b	7.37 ^{ab}	5.93 ^{ab}
14	7.01 ^a	62.2 ^a	4.45 ^c	9.55 ^a	7.60 ^b	74.4 ^b	0.65 ^a	87.0 ^a	7.58 ^a	6.58 ^a
TRT										
CTL	6.48 ^A	59.7 ^{AB}	6.76 ^A	7.78 ^A	8.52 ^A	74.7 ^A	0.45 ^A	42.5 ^B	6.33 ^A	5.00 ^A
T1	6.48 ^A	61.3 ^A	6.18 ^A	8.01 ^A	9.48 ^A	76.5 ^A	0.41 ^A	44.5 ^B	6.22 ^A	5.15 ^A
T2	6.50 ^A	61.4 ^A	6.20 ^A	8.06 ^A	8.48 ^A	76.3 ^A	0.37 ^{AB}	66.1 ^A	6.14 ^A	4.92 ^A
T3	6.44 ^A	58.9 ^B	6.25 ^A	7.85 ^A	6.75 ^B	74.8 ^A	0.31 ^B	32.1 ^C	5.99 ^A	4.80 ^A

¹⁾Parameters: L=lightness; a=redness; b=yellowness; CL=cooking loss; WHC=water holding capacity; TBARS=thiobarbituric acid reactive substances; POV=peroxide value; TPC=total plate count; VRB=violet red bile.

²⁾NS, not significant; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

³⁾Treatments are shown in Table 1.

^{A-C}Means with different scripts in the same treatment are different ($p < 0.05$).

^{a-d}Means with different scripts in the same storage days are different ($p < 0.05$).

유의한 상호작용이 없었다. 대조구와 처리구 간에 유의한 차이는 없었으나, 명도의 경우 T1과 T2가 더 높았고, T3가 더 낮았다($p > 0.05$). 또한 모든 처리구 중에서 T3는 다른 처리구에 비해 유의하게 낮았다. 적색도와 황색도 값도 모든 처리구에 대해 유의한 차이를 보이지 않았다. 함초 수화물 첨가는 일반 식염 첨가물에 비해 저염 육제품의 명도에 상당한 영향을 미친다(Lim et al., 2013). 명아주과에 속하는 통통마디는 카로티노이드, 엽록소 a, b와 같은 색소를 가지고 있어 가을동안 변색이 발생하는데, 이는 더 어둡게 변색이 되어 영향을 미친다(Kim et al., 2014). 샬롯은 안토시아닌을 포함하고 있으며, 이는 산화에 의해 명도와 색도의 손실을 일으킨다. 고수는 산

형과에 속하는 종자이며 건조할 시에 보통 밝은 갈색 또는 흰색을 띤다. 따라서 두 가지 모두 식품에서 색도를 증가시킬 수 있다(Azizah et al., 2012; Coskuner and Karababa, 2007). 저장 3일 후에 모든 시료에서 명도가 증가하는 경향이 있다. 또한 적색이 유의하게 감소했으며 ($p < 0.05$), 황색도가 유의하게 증가했다($p < 0.05$). Cheng 등(2007)은 옥시미오글로빈이 메트미오글로빈으로 산화되어 적색도와 명도의 손실로 색도 변화가 발생한 것으로 보고하였다. 색소의 산화는 붉은색을 더 갈색이나 황색으로 바꾸기 때문에 지질산화와 색소산화의 관계는 매우 중요하다.

3. 보수력

보수력도 마찬가지로 처리구와 저장기간 간의 상호작용($p > 0.05$)이 없었으며, 처리구와 대조구가 유사한 결과를 보였다. 모두 저장기간 동안 보수력이 감소하였다. 염지 육제품의 단백질 분해를 평가한 Cubon 등 (2019)의 연구에서는 저장기간 동안 휘발성 염기태질소 함량이 증가하여 수분결합에 영향을 미쳐 보수력을 감소시킨다고 보고하였다.

4. 가열감량

가열감량(%) 역시 대조구와 처리구가 유사한 결과를 보였으며, 처리구 T3에서만 유의하게 낮은 결과를 보였다($p < 0.05$). Desmond (2006)에 따르면 천연물질에서 유래한 단백질 섬유 및 친수성 콜로이드를 함유하는 다양한 성분들은 고기의 결합을 강화시켜 보수력을 향상시키는데, 본 실험에서도 유사한 결과를 나타낸 것으로 판단된다.

5. 미생물 평가

표 2에서 보는 바와 같이, 총 미생물 수는 저장기간 동안 증가하였으며($p < 0.05$), T3는 박테리아의 성장을 억제하는 활성이 가장 높았다. 대장균군의 수를 측정하기 위해 사용된 VRB 수치는 처리구에 따라 다르지 않았으며, 0일에서 14일로 각각 3.01 log CFU/g에서 6.58 CFU/g으로 유의하게 증가했다($p > 0.05$). 이전의 연구에서도 보관 후 3주 동안 유사한 결과가 보고되었으며, 대장균은 5-6 log CFU/g이었다. 이는 생 패티의 부패를 나타냈다. 육제품에 첨가된 향신료는 여러 박테리아를 억제시킨다. 이에 따라 다른 식물성 제품이 첨가된 돈육 패티에서도 대조군에서 낮은 미생물 성장을 보였다(Mancini et al., 2020; Torres et al., 1994). 그중에서 T3의 첨가물인 함초 추출물은 여러 병원성 미생물에 대해 중간 정도의 항균 효과를 보였다(Essaidi et al., 2013). 또한 플라보노이드 및 페놀 화합물을 식품에 적용하기 위해 허브 및 향

신료뿐만 아니라, 여러 식물로부터 항균 활성이 입증된 연구도 있다(Rios and Recio, 2005).

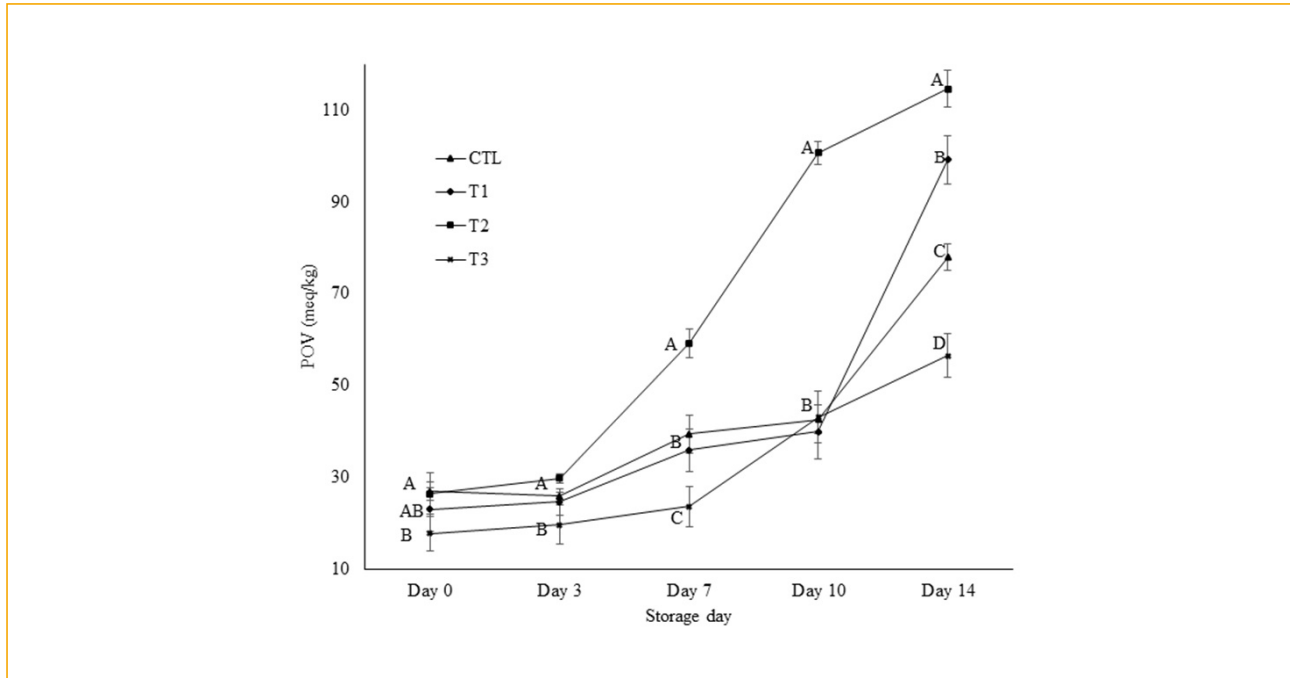
6. 지질산화

본 연구에서 돈육 패티의 지질 산화 정도는 TBARS와 POV를 통해 평가하였다. 표 2에 따르면 TBARS에서는 저장기간과 처리구 간에 상호작용이 없었다($p > 0.05$). 그러나, T3는 저장 기간 동안 가장 낮은 TBARS 값을 보였고, CTL은 가장 높았다. 모든 처리구에서 저장 기간이 증가함에 따라 TBARS 값이 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). POV 결과에서는 처리구와 저장 기간 사이에 상호작용($p < 0.05$)이 관찰되었으며, 데이터는 처리 및 저장기간 별로 Fig. 1에 나타내었다. 대조군과 비교했을 때, 처리구 내의 모든 천연 식염 대체제는 저장기간 동안 유의미한 낮은 값을 보였다. 광범위하게는 3일까지 T3의 값이 다른 처리구보다 유의하게 낮았다. 7일 동안 모든 처리구의 값에서 가장 낮은 값인 T3는 CTL보다 낮았다. 10일 동안 모든 처리구에서도 14일 전까지 낮은 수준의 POV($p < 0.05$)가 나타났으며, T3에서 함초의 첨가로 여전히 처리구 내에서 가장 낮은 값을 보였다. 이전 연구는 함초가 지질 산화에 관여하는 라디칼의 높은 스캐빈저로 작용하여 지질을 산화로부터 보호할 수 있다는 것을 입증했다(Elsebaie et al., 2013). 또 다른 연구에서는 함초의 함량이 증가함에 따라 DPPH 소거능과 총 페놀 함량이 증가하였다고 밝혔다($p < 0.05$). 1-2% 함초의 첨가는 항산화 활성으로 지질 산화를 상당히 지연시킨다(Joo and Choi, 2014). 함초의 페놀 화합물은 분석 유도 분획과 정제를 통해 프로카테추산, 페룰산, 카페인산, 케르세틴 및 이소르함네틴로 분리되어 산화 방지제로서 역할을 한다(Rhee et al., 2009).

IV. 결론

이 연구에서 돈육 패티는 CTL, 식염 100%; T1, 80%

Fig. 1. POV values of pork patties with different salt replacers. Treatments: CTL=sea salt 100%; T1=sea salt 80% + coriander seed 20%; T2=sea salt 80% + shallot(*Allium ascalonicum*) 20%; T3=sea salt 80% + glasswort(*Salicornia herbacea*) A-D Means with different superscript between same storage days are significantly different at $p < 0.05$.



식염 + 20% 고수씨; T2, 80% 식염 + 20% 샬롯 (*Allium ascalonicum*), T3, 80% 식염 + 20% 함초 (*Salicornia herbacea*)와 같은 다른 식염 대체를 첨가하여 제조되었다. 그 결과, T3는 모든 처리구 중에서 저장기간 동안 가열감량(%)과 명도가 가장 낮았다. 또한 총 미생물과 대장균군의 성장을 억제하는 활성이 가장 높게 나타났다. POV와 TBARS 평가를 통한 지질산화 측정에서는 특히

POV에서 저장기간과 처리 사이의 상호작용이 발견되었으며, 함초는 지질산화를 현저하게 억제시켜 T3가 저장기간 동안 가장 낮은 값을 나타냈다($p < 0.05$). 따라서 T3는 육제품의 식염 함량을 감소시키면서 저장기간 동안 품질의 안정성을 유지하는 동시에, 지질산화를 현저히 지연시키는 가장 잠재적인 식염 대체제로 판단된다.

참고문헌

- Ahmad NA, Rahman RA, Osman A, Mustafa R. 2015. Effect of carbon dioxide on colour stability and microbiological quality of bulk packaged shallot (*Allium ascalonium*). Journal of Tropical Agriculture and Food Science 40: 45-53.
- Cheng JH, Wang ST, Ockerman HW. 2007. Lipid oxidation and color change of salted pork patties. Meat Science 75(1): 71-77.
- Coşkun Y, Karababa E. 2007. Physical properties of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Food Engineering 80(2): 408-416.

4. Cubon J, Hascik P, Pavelkova A, Tkacova J, Hleba L, Bucko O, Jarosova A, Cisarova, M. 2019. Protein degradation and fat oxidation changes in salted meat processing. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 9(Special issue): 376–379.
5. Desmond E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* 74(1): 188–196.
6. Elsebaie EM, Elsanat SYA, Gouda MS, Elnemr KM. 2013. Studies on antimicrobial and antioxidant efficiency of glasswort (*Salicornia fruticosa*) herb juice and methanolic extract in minced beef. *International Journal of Modern Agriculture* 2: 2.
7. El-Alim SSLA, Lugasi A, Hóvári J, Dworschák E. 1999. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79(2): 277–285.
8. Embuscado ME. 2015. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants—a mini review. *Journal of Functional Foods* 18: 811–819.
9. Essaidi I, Brahmi Z, Snoussi A, Koubaier HBH, Casabianca H, Abe N, Omri AE, Chaabouni MM, Bouzouita, N. 2013. Phytochemical investigation of Tunisian *Salicornia herbacea* L., antioxidant, antimicrobial and cytochrome P450 (CYPs) inhibitory activities of its methanol extract. *Food Control* 32(1): 125–133.
10. Fattorusso E, Iorizzi M, Lanzotti V, Tagliatalata-Scafati O. 2002. Chemical composition of shallot (*Allium ascalonicum* Hort.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(20): 5686–5690.
11. Girard JP, Culioli J, Maillard T, Denoyer C, Touraille C. 1990. Influence of technological parameters on the structure of the batter and the texture of frankfurter type sausages. *Meat Science* 27(1): 13–28.
12. Kim GH, Ko KB, Kang DG, Ryu YC. 2013. Effect of *Sasa borealis* powder on the quality traits of emulsified sausage. *Journal of Asian Agriculture and Biotechnology* 29(1): 43–51.
13. Ham YK, Song DH, Ha JH, Park SG, Choi YS, Kim TK, Chin KB, Kim, H. W. (2018). Current trends in the research and development to reduce sodium content in processed meat products. *축산식품과학과 산업* 7(1): 42–51.
14. Lee HY, Ko SB, Kim BH, Kang HS, Cho YD, Song SW. 2017. Growth characteristics of *Allium cepa* var. *ascalonicum* Backer varieties according to planting dates in Jeju. *Horticulture Abstracts*, 80–81.
15. Jang HS, Chin KB. 2012. Utilization and mechanism of microbial transglutaminase on meat processing. *축산식품과학과 산업* 1(1): 42–50.
16. Jeon MR, Choi SH. 2012. Quality characteristics of pork patties added with seaweed powder. *Food Science of Animal Resources* 32(1): 77–83.
17. Joo SY, Choi HY. 2014. Antioxidant activity and quality characteristics of pork patties added with saltwort (*Salicornia herbacea* L.) powder. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 43(8): 1189–1196.
18. Jung J. 2016. Policy trends of sodium reduction. *Food Science and Industry* 49(2): 2–7.
19. Kim CJ, Hwang KE, Song DH, Jeong TJ, Kim HW, Kim YB, Jeon KH, Choi, Y. S. 2015. Optimization for reduced-fat/low-NaCl meat emulsion systems with sea mustard (*Undaria pinnatifida*) and phosphate. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 35(4): 515.
20. Kim HS, Chin KB. 2010. Evaluation of textural properties of low-salt pork shoulder comminuted meats with transglutaminase under phosphate combinations. *Food Science of Animal Resources* 30(2): 298–304.

21. Kim HW, Hwang KE, Song DH, Kim YJ, Lim YB, Ham YK, Yeo EJ, Chang SJ, Choi YS, Kim, C. J. 2014. Effect of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) on the texture of frankfurters. *Meat Science* 97(4): 513–517.
22. Kim HW, Hwang KE, Song DH, Kim YJ, Ham YK, Yeo IJ, Jeong TJ, Choi YS, Kim CJ. 2014. Effects of red and green glassworts (*Salicornia herbacea* L.) on physicochemical and textural properties of reduced-salt cooked sausages. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 34(3): 378–386.
23. Kim IS, Jin SK, Ha CJ. 2008. Effects of sweet persimmon powder type on quality properties of low salted pork patties during cold storage. *Journal of Animal Science and Technology* 50(1): 133–144.
24. Kim KJ, Choi OJ, Kim YD, Kang SK, Hwang GH. 2001. A study on the flavor constituents of the coriander (*Coriandrum sativum* L.). *The Journal of Korean Society of Food and Cookery Science* 17: 80–90.
25. Jung K. 2016. Domestic and international trends in technologies for sodium reduction. *Food Science and Industry* 49(2): 18–24.
26. Lee GH. 2011. A salt substitute with low sodium content from plant aqueous extracts. *Food Research International* 44(2): 537–543.
27. Lee JH, Lee SH, An CH, Lee YJ, Kim YG, Cha SW, Kim SM. 2015. Seeds characteristics and germination of *Coriandrum sativum* L. on several storage conditions. *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 23(4): 305–310.
28. Lim DG, Choi KS, Kim JJ, Nam KC. 2013. Effects of *Salicornia herbacea* powder on quality traits of sun-dried Hanwoo beef jerky during storage. *Food Science of Animal Resources* 33(2): 205–213.
29. Mariutti LR, Bragagnolo N. 2017. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. *Food Research International* 94: 90–100.
30. Man HR, Hwa-Jin P, Jae YC. 2009. *Salicornia herbacea*: Botanical, chemical and pharmacological review of halophyte marsh plant. *Journal of Medicinal Plants Research* 3(8): 548–555.
31. Mancini S, Mattioli S, Nuvoloni R, Pedonese F, Dal Bosco A, Paci G. 2020. Effects of garlic powder and salt on meat quality and microbial loads of rabbit burgers. *Foods* 9(8): 1022, 1–8.
32. Lee MY. 2015. Reduced sodium contents of processed food. *Food Industry and Nutrition* 20(2): 1–5.
33. Nam HW, Lee KY. 1985. A study on the sodium and potassium intakes and their metabolism of the pregnant women in Korea. *Journal of Nutrition and Health* 18(3): 194–200.
34. Park BJ, Jang KS, Kim DH, Yook HS, Byun MW. 2002. Changes of microbiological and physicochemical characteristics of Doenjang prepared with low salt content and gamma irradiation. *Korean Journal of Food Science and Technology* 34(1): 79–84.
35. Shin MG, Lee GH. 2010. Sensory and anti-oxidative properties of the spice combinations as salty taste substitute. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 39(3): 428–434.
36. Sofos JN. 1986. Use of phosphates in low-sodium meat products. *Food Technology (USA)*, 52–68.
37. Terrell RN. 1983. Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technology (USA)*.
38. WHO. 2021. WHO Global Sodium Benchmarks for Different Food Categories. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240025097> (visited in 2022. 03. 08).