

고추냉이 분말 첨가가 돈육 소시지의 저장성에 미치는 영향

이강민 · 이솔희 · 김학연
국립공주대학교 동물자원학과

Effects of *Eutrema japonicum* Powder Addition on Storage of Pork Sausage

Kang-Min Lee, Sol-Hee Lee, and Hack-Youn Kim

Department of Animal Resources Science, Kongju National University

ABSTRACT This study examined the effects of *Eutrema japonicum* (EJ) on the pork sausage quality properties during cold storage. The emulsion-type sausages were manufactured with varying levels of EJ (1%, 2%, and 3%). The total plate counts (TPC), thiobarbituric acid reactive substance (TBA), volatile basic nitrogen (VBN), DPPH free radical scavenging activity (DPPH), ferric reducing antioxidant power assay (FRAP) were measured at 4°C for five weeks. Using a treatment unit, the TPC of the sample containing 3% EJ was significantly lower than those in the control ($P<0.05$). According to the storage period unit, the 5th-week sample containing 3% EJ showed no significant difference compared to the 3rd-week sample containing 3% EJ. According to the treatment unit, the TBA of the samples containing EJ groups were significantly lower than those of the control ($P<0.05$). The TBA of the control increased significantly with increasing storage period ($P<0.05$), but the sample containing EJ groups showed no significant difference. According to the treatment unit, the DPPH and FRAP levels of the samples containing 2% and 3% EJ were significantly higher than those of the control ($P<0.05$). These results indicate that during cold storage for five weeks, the sample containing 3% EJ showed higher TPC, TBA, VBN, DPPH, and FRAP than the control and other EJ groups. Therefore, pork sausage containing 3% EJ shows improved storage ability.

Key words: *Eutrema japonicum*, allylisothiocyanate, emulsion, sausage, cold storage

서 론

식육의 품질을 결정하는 요인 중 연도와 풍미는 각종 당류 및 단백질, 지방 등의 구성 비율에 따라 차이를 나타내며 이는 식육의 품질을 결정하는 중요 요인이다(Wood 등, 1999). 그중 지방은 가공 및 저장 과정에서 쉽게 산화되어 지방산화물(malodialdehyde)을 생성하며 이는 식육 제품의 이취, 색소 및 영양 손실과 함께 품질 저하를 유발하여 제품의 수명을 결정하는 중요 인자이다(Lee, 2006; Park 등, 1998).

식육 및 육가공 산업에서는 저장성 증진을 위해 첨가되는 butylated hydroxy anisole(BHA)과 butyl hydroxy toluene(BHT)은 식품 속 자유라디칼과 반응하여 지질 산화 억제 및 품질 유지 기능을 하며(Choe와 Yang, 1982), 식품의 부패를 유발하는 효모 등 미생물의 성장을 억제하는 효과가 있다(Lim 등, 1987). 이러한 기능에도 불구하고 식품 속

합성 향산화제의 사용에 안정성 및 유해성 문제가 대두됨에 따라 이들의 사용을 대체할 천연 소재의 향산화제 개발이 활발하게 진행되고 있다.

γ -Oryzanol의 첨가가 돈육 소시지의 지방 산화 억제 효과, 녹차분말의 첨가가 소시지의 저장성에 미치는 영향, 감초 및 강황을 첨가한 소시지의 저장성 증진 연구, 들깨잎을 첨가한 돈육 소시지의 저장성에 미치는 영향(Choi 등, 2003; Cho 등, 2006a; Cho 등, 2006b; Jung 등, 2002) 등이 보고된 바 있다. 그 외에도 다양한 천연 첨가물을 이용한 향산화제 및 저장성 연구가 진행되고 있다.

고추냉이에는 각종 폴리페놀류 및 플라보노이드류, allyl-isothiocyanate(AITC) 등의 물질을 함유하고 있으며 향산화 작용(Sung 등, 2017), 혈구응집 억제 및 항암 능력(Morimitsu 등, 2000) 등의 기능이 있는 것으로 보고되었다. 그중 AITC는 잎과 꽃 부위에 다량으로 존재하며 다른 부위보다 우수한 항균 능력을 보인다(Choi 등, 2011; Shin 등, 2004; Shin, 2013). 고추냉이를 이용한 향산화, 항균 등 다양한 기능성 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며, 본 연구에서는 고추냉이의 기능성을 돈육 소시지에 접목하여 저장성 및 향산화능을 알아보고자 냉장 저장 간의 총균수, 지방 산패도, 단백질 변패도, 자유라디칼 소거능, 환원력을 측정하였다.

Received 1 July 2020; Accepted 26 August 2020

Corresponding author: Hack-Youn Kim, Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

E-mail: kimhy@kongju.ac.kr, Phone: +82-41-330-1241

Author information: Kang-Min Lee (Student), Sol-Hee Lee (Graduate student), Hack-Youn Kim (Professor)

재료 및 방법

재료 및 소시지 제조

본 실험에서 이용한 고추냉이 잎(*Sanjiaetteul*, Uiryeong, Korea)은 동결건조기(FDU-1110, Sunillab, Busan, Korea)로 24시간 동결건조한 후 30초간 분쇄하여 분말로 사용하였다. 돈육은 냉동 뒷다리살(*Musculus biceps femoris*; Hongjumeat, Hongseong, Korea)을 이용했으며, 지방은 돼지 등지방(Hongjumeat)을 사용하였다. 돈육과 등지방은 3 mm plate를 장착한 grinder(PA-82, Mainca, Barcelona, Spain)를 이용하여 분쇄하였다. 돈육(60%)과 등지방(20%), 빙수(20%)를 bowl cutter(K-30, Talsa, Valencia, Spain)로 세절하며 주재료의 전체 중량에 대해 nitrite pickling salt 1.2%, 설탕 1%, 복합 향신료 0.6%를 첨가하였으며 이 과정에서 고추냉이 분말을 각각 1%, 2%, 3%씩 첨가하여 처리구를 구분하였다. 제조한 유탕물은 충전기(EM-12, Mainca)를 이용하여 천연 돈장에 충전하고 chamber(10.10ESI/SK, Alto Shaam Inc., Menomonee Falls, WI, USA)를 이용하여 80°C에서 30분간 가열 후 상온(10°C)에서 20분간 방냉하였다. 제조한 소시지는 냉장 조건(4°C)에서 5주간 보관하면서 실험에 사용하였다.

일반성분 측정

시료의 일반성분은 수분, 지방, 단백질, 회분을 측정하였으며 수분은 105°C 상압건조, 지방은 Soxhlet, 단백질은 Kjeldahl, 회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였다(AOAC, 2000).

pH 측정

소시지의 pH는 시료와 증류수를 1:4 비율로 혼합하여 ultra turrax(HMZ-20DN, Poonglim Tech, Seongnam, Korea)를 사용하여 8,000 rpm에서 60초간 균질한 후 유리 전극 pH meter(Model S220, Mettler-Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였다.

색도 측정

색도는 가열 전·후 안쪽 단면을 색도계(CR-10, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(Lightness) CIE L*, 적색도(Redness) CIE a*, 황색도(Yellowness) CIE b*를 측정하였다.

가열수율 측정

돈육 소시지의 가열 전 무게와 가열 후 무게를 측정하여 가열수율을 계산하였으며, 아래의 계산식에 따라 가열수율을 백분율로 나타내었다.

$$\text{가열수율(\%)} = \frac{\text{가열 후 무게(g)}}{\text{가열 전 무게(g)}} \times 100$$

총균수(total plate counts, TPC) 측정

미생물 총균수는 시료 중량 2배의 0.1% buffer peptone water를 혼합하여 bag mixer(WH4000-2751-9, 3M, Seoul, Korea)를 이용하여 60초간 균질하였다. 상등액 1 mL를 채취하여 0.1% buffer peptone water 9 mL에 희석하여 tryptic soy agar badge에 평판도말 한 후 37°C에서 24시간 배양하여 생성된 colony의 수를 측정하였고 log colony forming unit(log CFU/g)으로 나타내었다.

지방 산패도(thiobarbituric acid reactive substance, TBARS) 측정

지방 산패도는 증류법을 응용하여 측정하였다(Park 등, 2019). 시료 10 g과 증류수 97.5 mL를 혼합하여 homogenizer(AM-5, Nihonseiki Kaisha, Tokyo, Japan)로 균질한 후 4 N HCl 2.5 mL를 첨가한 혼합물을 가열하여 증류액을 포집해 사용하였다. 증류액과 0.02 M thiobarbituric acid (TBA)를 1:1 비율로 혼합하여 100°C의 water bath에서 30분간 반응시킨 다음 multi-mode microplate reader (SpectraMax iD3, Molecular Devices, San Jose, CA, USA)를 이용하여 538 nm에서 측정하였다.

휘발성 염기태 질소(volatile basic nitrogen, VBN) 측정

소시지의 단백질 부패 정도를 알아보기 위하여 휘발성 염기태 질소(VBN)를 측정하였다. 시료 10 g과 증류수 90 mL를 혼합하여 homogenizer(AM-5, Nihonseiki Kaisha)로 균질화한 후 filter paper(Whatman™, Incheon, Korea)로 여과하여 제조하였다. Conway 용기 외실에 여과액 1 mL와 50% K₂CO₃를 넣은 후 내실에 0.01 N H₃BO₃ 1 mL와 conway 시약 100 µL를 넣고 37°C에서 1시간 30분 반응시켰다. 내실에 포집된 질소를 0.02 N H₂SO₄으로 적정하여 아래의 식으로 VBN 값을 구하였다.

$$\text{VBN (mg\%)} = (\text{샘플 적정량} - \text{공시료 적정량}) \times 1 \times 0.02 \times 14.007 \times 100 / \text{시료량}$$

자유라디칼 소거능(DPPH free radical scavenging activity) 측정

자유라디칼 소거능은 Choe 등(2014)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 3 g과 증류수 15 mL를 ultra-turrax(HMZ-20DN, Poonglim Tech)로 7,000 rpm에서 20초간 균질하고 centrifuge(Supra R22, Hanil, Seoul, Korea)로 4°C, 3,000 rpm 조건에서 10분간 원심분리 한 후 filter paper에 여과하여 상등액을 사용하였다. 추출물과 DPPH 용액을 1:1 비율로 혼합하여 암실에서 30분간 반응시켰다. 그 후 multi-mode microplate reader(SpectraMax iD3, Molecular Devices)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식을 통하여 백분율로 나타내었다.

DPPH 자유라디칼 소거능(%)=

$$\frac{\text{시료무첨가군의 흡광도} - \text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{시료무첨가군의 흡광도}} \times 100$$

환원력(ferric reducing antioxidant power assay, FRAP)

측정

소시지의 환원력은 Luqman 등(2012)의 방법을 응용하여 측정하였다. 0.3 M sodium acetate buffer 10 mL, 10 mM TPTZ 1 mL, 20 mM FeCl₃ 1 mL를 혼합하여 37°C에서 15분간 반응시켜 FRAP 시약으로 이용하였다. 추출물과 FRAP 시약을 1:3 비율로 혼합하고 빛을 차단하여 37°C에서 15분간 반응시킨 다음 multi-mode microplate reader (SpectraMax iD3, Molecular Devices)를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

모든 실험의 결과는 최소 3회 이상 반복실험을 실시하였다. 이후 통계처리 프로그램 SAS(ver. 9.3, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 결과의 평균값과 표준편차를 나타냈고 ANOVA, Duncan's multiple range test($P < 0.05$)로 각각의 평균에 대해 유의적인 차이가 있는지 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

고추냉이 첨가 수준에 따른 일반성분 측정 결과를 Table 1에 나타내었다. 수분 함량은 고추냉이 3% 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였으며($P < 0.05$), 지방 함량은 대조구와 처리구들 간에 유의적인 차이가 없었다. 단백질 함량은 고추냉이 2%, 3% 처리구들이 대조구보다 유의적으

로 낮은 값을 보였으며($P < 0.05$), 회분 함량은 고추냉이 2%, 3% 처리구들이 대조구 및 고추냉이 1% 처리구보다 유의적으로 높은 값을 보였으며($P < 0.05$). 수분 함량의 증가는 고추냉이에 존재하는 cellulose, lignin과 같은 불용성 식이섬유의 보수력에 영향을 받은 결과로 생각되며, Lee와 Kim (2016)은 식이섬유가 풍부한 고추씨 분말을 첨가한 소시지에서 첨가하지 않은 대조구보다 높은 수분 함량을 보였다는 결과를 보고하였다. 단백질 함량은 수분 함량과 회분 함량의 증가에 따라 상대적으로 감소한 것으로 사료된다. Park과 Kim (2016)의 돈육 재구성 육포에서 흑미가루의 첨가는 제품의 수분 함량을 증가시키고 상대적으로 단백질을 감소시킨다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 보였다. 회분 함량은 고추냉이에 칼슘, 인, 칼륨 등의 무기질의 다량 함유되어 있어(Park과 Lee, 2015) 무기질의 영향을 받아 회분 함량이 증가한 것으로 생각된다. Lee 등(2005)의 연구에서 유화형 소시지에 무기물이 풍부한 유자과피를 첨가했을 때 회분 함량이 증가한다고 보고하여 이와 유사한 결과를 보였다.

pH 및 색도

고추냉이 첨가 수준과 저장 기간에 따른 pH를 Table 2에 나타냈다. 0주차 pH는 고추냉이 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 낮아지는 경향을 보였으며($P < 0.05$). 저장 기간에 따른 pH 변화는 저장 1주차 대조구 및 고추냉이 첨가 처리구들이 저장 0주차에 비해 유의적으로 감소하였으나($P < 0.05$), 저장 3주차부터는 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). 저장 기간에 따른 pH의 변화는 미생물의 성장과 젖산의 생성에 영향을 받으며 pH의 증가는 미생물에 의해 생산된 혐기성 물질들로 인한 것으로 보고된다(Jung 등, 2002). 이와 유사한 사례로 Keeton(1983)의 돈

Table 1. Proximate composition of pork meat sausage formulated with various levels of *Eutrema japonicum* powder

Traits	<i>Eutrema japonicum</i> (%)			
	0 (control)	1	2	3
Moisture (%)	59.58±0.08 ^B	59.76±0.45 ^B	60.76±0.39 ^{AB}	61.27±0.77 ^A
Fat (%)	20.17±0.10	20.60±2.33	20.60±1.41	21.02±0.02
Protein (%)	14.91±0.055 ^A	14.68±0.34 ^{AB}	14.14±0.62 ^B	13.90±0.29 ^B
Ash (%)	1.92±0.03 ^C	1.95±0.03 ^C	2.11±0.02 ^B	2.19±0.01 ^A

All values are mean±SD.

Mean in the same row with different letters (A-C) are significantly different ($P < 0.05$).

Table 2. pH of pork meat sausage formulated with various levels of *Eutrema japonicum* powder during storage

Storage (weeks)	<i>Eutrema japonicum</i> (%)			
	0 (control)	1	2	3
0	6.51±0.03 ^{Ab}	6.43±0.01 ^{Bc}	6.39±0.01 ^{Cc}	6.35±0.01 ^{Dc}
1	6.11±0.07 ^{Ac}	6.00±0.08 ^{ABd}	5.90±0.04 ^{Bd}	5.87±0.04 ^{Bd}
3	6.43±0.01 ^{Cb}	6.54±0.01 ^{Bb}	6.53±0.01 ^{Bb}	6.56±0.01 ^{Ab}
5	6.91±0.05 ^{Ba}	6.75±0.04 ^{Ca}	6.81±0.01 ^{Ca}	7.06±0.04 ^{Aa}

All values are mean±SD.

Mean in the same row with different letters (A-D) are significantly different ($P < 0.05$).

Mean in the same column with different letters (a-d) are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3. Color of pork meat sausage formulated with various levels of *Eutrema japonicum* powder

Traits			<i>Eutrema japonicum</i> (%)			
			0 (control)	1	2	3
Color	Uncooked	CIE L [*]	72.15±0.06 ^A	62.48±0.62 ^B	56.90±0.42 ^C	54.94±0.48 ^D
		CIE a [*]	6.32±0.20 ^A	−3.34±0.25 ^B	−5.72±0.24 ^C	−7.40±0.10 ^D
		CIE b [*]	19.03±0.41 ^C	24.80±0.45 ^B	25.33±0.32 ^{AB}	25.93±0.74 ^A
	Cooked	CIE L [*]	71.80±0.53 ^A	62.68±0.56 ^B	60.43±0.42 ^C	55.70±0.58 ^D
		CIE a [*]	5.98±0.04 ^A	−2.00±0.08 ^B	−3.38±0.12 ^C	−4.44±0.11 ^D
		CIE b [*]	16.74±0.21 ^C	20.04±0.59 ^B	21.00±0.42 ^A	21.28±0.49 ^A

All values are mean±SD.

Mean in the same row with different letters (A-D) are significantly different ($P<0.05$).

육 혼합물 저장 연구에서 저장 초기에는 pH가 감소하다가 저장 과정 중에 pH가 증가하였다는 연구 결과와 유사하다. 고추냉이 첨가량에 따른 소시지의 색도 측정 결과는 Table 3에 나타냈다. 가열 전후 명도는 고추냉이를 첨가한 처리구들이 대조구에 비해 유의적으로 낮아지는 추세를 보였으며 ($P<0.05$) 적색도 또한 고추냉이 처리구들이 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 보였다($P<0.05$). 가열 전 황색도는 고추냉이 첨가 수준이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며 가열 후 황색도는 고추냉이 2%와 3% 처리구들이 대조구와 고추냉이 1% 처리구보다 유의적으로 높은 값을 보였다($P<0.05$). Kwon 등(2012)은 솔잎 분말을 첨가한 소시지에서 솔잎 분말의 첨가 수준에 따라 명도와 적색도가 감소하였다고 하였으며, Lee 등(2004)은 썩 분말을 첨가한 소시지가 대조구보다 높은 황색도를 보였다는 결과와 유사하였다.

가열수율

고추냉이 첨가 수준에 따른 가열 수율 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조구와 고추냉이 분말을 첨가한 소시지들의 가열수율은 89.66~95.33% 수준을 보였으며 고추냉이를 첨가한 처리구들이 대조구보다 유의적으로 높은 수준의 값을 보였다($P<0.05$). Park과 Lee(2015)는 동결 건조한 고추냉이 잎에는 52.27% 수준의 식이섬유가 존재한다고 보고하

였으며 동결 건조한 고추냉이의 불용성 식이섬유가 물 분자와 결합함에 따라 3차원 매트리스를 형성하여 가열수율이 증가된 것으로 사료된다. 육제품 제조 시 식이섬유의 첨가는 유화안정성 향상, 가열감량 감소, 보수력 증진에 영향을 준다고 보고된 바 있으며(Choi 등, 2007; Choi 등, 2008), Choi 등(2015)은 돈육 혼합물에 치커리, 밀, 현미의 식이섬유를 첨가한 처리구들이 대조구보다 낮은 가열감량을 보였다는 연구결과와 유사하였다. 따라서 돈육 소시지에 고추냉이 분말 첨가는 가열수율 증가 등의 품질 향상에 기여할 수 있다고 사료된다.

총균수(TPC) 측정

총균수의 측정은 식품의 저장 및 가식 여부를 판단할 수 있는 중요한 지표로 활용되며, 소시지는 108 CFU/g 이상일 때 부패가 심해 식용에 부적합하다고 판단한다(Lamkey 등, 1991). 고추냉이 첨가 수준 및 저장 기간에 따른 TPC 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 저장 0주차에서는 대조구 및 처리구들간의 유의적 차이를 보이지 않았다. 저장 1주차부터 고추냉이 3% 처리구는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였으며($P<0.05$), 5주차에서는 고추냉이를 첨가한 처리구들이 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 보였다($P<0.05$). 고추냉이 3% 처리구는 저장 3주차와 5주차를 비교하였을 때 유의적인 상승을 보이지 않았다. Shin(2013)은 고추냉이에 존재하는 isothiocyanate가 강한 향균이 있다고 보고하였고, 본 연구에서 고추냉이의 sinigrin과 AITC가 소시지를 냉장 저장하는 과정에서 미생물의 증식을 억제시킴에 따라 낮은 총균수를 보인 것으로 사료된다. Seo와 Chung(2012)의 양념 계육을 12일간 냉장저장 시 고추냉이즙의 첨가 수준이 증가할수록 미생물의 증식을 억제하였다는 결과와 유사하였다.

지방 산패도(TBA) 및 단백질 변패도(VBN) 측정

육가공품의 경우 TBA값이 1.0 MA(mg/kg) 이상일 때 부패되어 식용에 부적절하다고 판단한다(Kim 등, 2002). Table 5에는 고추냉이 첨가 수준과 저장 기간에 따른 TBA, VBN을 측정된 결과를 나타내었다. 처리구별 TBA에서 고추냉이를 첨가한 처리구들은 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 보

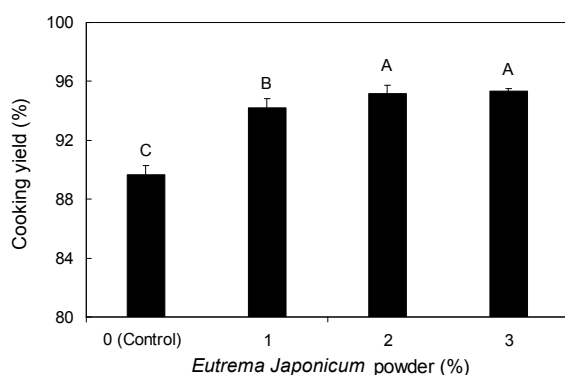


Fig. 1. Cooking yield of pork meat sausage formulated with various levels of *Eutrema japonicum* powder. Mean in the same bars with different letters (A-C) are significantly different ($P<0.05$).

Table 4. TPC of pork meat sausage formulated with various levels of *Eutrema japonicum* powder during storage

Storage (weeks)	<i>Eutrema japonicum</i> (%)			
	0 (Control)	1	2	3
0	1.63±0.17 ^d	1.48±0.01 ^d	1.11±0.74 ^d	0.74±0.85 ^c
1	3.81±0.05 ^{Ac}	3.66±0.11 ^{ABc}	3.63±0.15 ^{ABc}	3.54±0.15 ^{Bb}
3	5.85±0.06 ^{Ab}	5.74±0.05 ^{Ab}	5.50±0.20 ^{Bb}	5.46±0.06 ^{Ba}
5	6.72±0.16 ^{Aa}	6.41±0.11 ^{Ba}	6.41±0.04 ^{Ba}	6.27±0.08 ^{Ba}

All values are mean±SD.

Mean in the same row with different letters (A,B) are significantly different ($P<0.05$).

Mean in the same column with different letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

Table 5. TBA (mg MDA/kg), VBN (mg/%) of pork meat sausage formulated with various levels of *Eutrema japonicum* powder during storage

Traits	Storage (weeks)	<i>Eutrema japonicum</i> (%)			
		0	1	2	3
TBA	0	0.77±0.01 ^{Ad}	0.45±0.02 ^B	0.44±0.01 ^B	0.43±0.02 ^B
	1	0.94±0.01 ^{Ac}	0.45±0.02 ^B	0.44±0.01 ^B	0.44±0.01 ^B
	3	1.35±0.04 ^{Ab}	0.46±0.01 ^B	0.46±0.04 ^B	0.45±0.06 ^B
	5	2.06±0.04 ^{Aa}	0.48±0.02 ^B	0.48±0.05 ^B	0.46±0.05 ^B
VBN	0	13.31±0.99 ^{Ac}	13.31±0.99 ^A	12.14±0.81 ^{AB}	11.21±0.01 ^B
	1	16.11±0.99 ^{Abc}	13.54±0.81 ^{AB}	12.14±1.62 ^B	11.91±0.99 ^B
	3	18.68±3.23 ^{ab}	14.71±0.99	14.01±1.98	13.31±2.97
	5	21.48±1.62 ^{Aa}	14.94±1.62 ^B	14.71±2.97 ^B	14.01±3.96 ^B

All values are mean±SD.

Mean in the same row with different letters (A,B) are significantly different ($P<0.05$).

Mean in the same column with different letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

였다($P<0.05$). 저장 0주차에서는 고추냉이 3% 처리구가 0.43 mg MDA/kg으로 대조구 및 다른 처리구들보다 낮은 값을 보였으며, 5주차에서는 대조구가 2.06 mg MDA/kg으로 저장 기간 중 가장 높은 값을 나타냈다. 저장 기간이 증가함에 따라 대조구 및 처리구들의 TBA값은 증가하였으나 대조구를 제외한 고추냉이 처리구들은 저장 기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. VBN은 식육단백질이 부패성 미생물 및 효소 등에 의해 변패됨에 따라 펩타이드, 아미노산, 저분자 무기질소 화합물로 분해되어 나타난다(Park 등, 2016). VBN은 고추냉이 3% 처리구가 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 보였으며($P<0.05$), 저장 1주차에서는 고추냉이 2%, 3% 처리구들이 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈다($P<0.05$). 5주차에서는 고추냉이를 첨가한 모든 처리구에서 대조구보다 유의적으로 낮은 VBN값을 보였다($P<0.05$). 대조구 및 모든 처리구들은 저장 기간이 증가함에 따라 VBN값이 증가하였으나 고추냉이를 첨가한 처리구들은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 고추냉이 잎에 69.2 mg/g의 sinigrin과 241.0 mg/g의 AITC가 존재하며(Park과 Lee, 2015), 이들은 *Salmonella* Typhimurium, *Listeria monocytogenes*와 같은 식중독 균주들에서 우수한 항균효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(Seo 등, 2010). 따라서 고추냉이 첨가로 인해 소시지의 지방 및 단백질을 분해하는 미생물의 성장을 억제함에 따라 지방 및 단백질의 분해 또한 억제된 결과라고 생각된다. 이와 유사한 사례로 Karwowska와 Dolatowski(2014)는 항균 능력이 우수한

겨자씨를 돈육에 첨가하였을 때 육제품의 지방산패를 지연시켰다는 결과와 Seo와 Chung(2012)의 양념 계육에서 고추냉이즙의 첨가가 낮은 단백질 변패도를 보였다는 연구결과와 유사하다. 따라서 돈육 유허형 소시지 제조 시 고추냉이 잎의 첨가는 제품의 저장성 증진에 기여할 것으로 판단된다.

DPPH 라디칼 소거능 및 FRAP 측정

고추냉이 첨가가 돈육 소시지의 항산화 활성에 미치는 영향을 알아보고자 DPPH 자유라디칼 소거능과 FRAP를 측정하였으며 그 결과를 Fig. 2와 3에 나타내었다. DPPH 자유라디칼 소거능은 고추냉이 2%, 3%의 처리구들이 대조구와 고추냉이 1% 처리구보다 유의적으로 높은 값을 보였고($P<0.05$), 1주차와 3주차에서는 고추냉이 3% 처리구가 다른 처리구들보다 유의적으로 높은 값을 보였다($P<0.05$). 저장 기간에 따른 DPPH 자유라디칼 소거능에서 대조구와 고추냉이 1%, 3% 처리구들은 저장 1주차까지는 유의적으로 차이를 보이지 않았지만, 3주차에서는 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 저장 5주차까지 고추냉이 3% 처리구는 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였다($P<0.05$). FRAP는 고추냉이 첨가 처리구들이 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였으며($P<0.05$), 고추냉이 3% 처리구가 2.03으로 가장 높은 값을 나타내었다. 저장 기간이 경과함에 따라 고추냉이 첨가 처리구들의 FRAP는 감소하였으나 5주차까지 모든 고추냉이 처리구들은 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였다

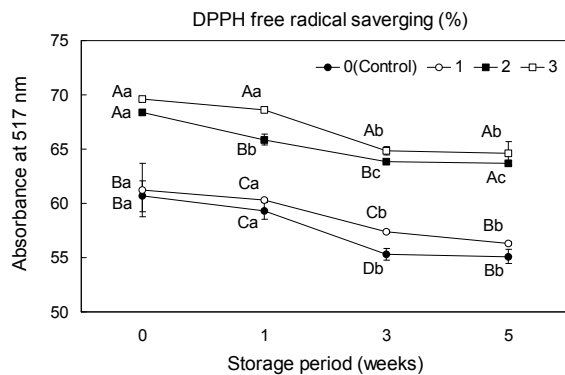


Fig. 2. DPPH free radical of pork meat sausage formulated with various levels of *Eutrema japonicum* powder during storage. Mean in the same storage period with different letters (A-D) are significantly different ($P<0.05$). Mean in the same treatment with different letters (a-c) are significantly different ($P<0.05$).

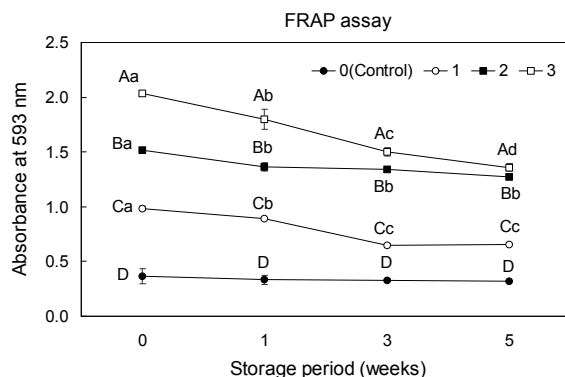


Fig. 3. FRAP of pork meat sausage formulated with various levels of *Eutrema japonicum* powder during storage. Mean in the same storage period with different letters (A-D) are significantly different ($P<0.05$). Mean in the same treatment with different letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

($P<0.05$). 이는 동결 건조한 고추냉이 분말에는 각종 항산화 물질이 다량 함유되어 있기 때문에 나타난 결과로 생각되며, 폴리페놀 함량이 높은 자색고구마를 첨가한 소시지에서 DPPH 자유라디칼 소거능이 높게 나왔다는 연구결과와 유사하다(Lee 등, 2015). 또한 Hyun(2019)의 흑메밀을 첨가한 계육 소시지는 총 페놀, 플라보노이드의 영향으로 대조구보다 높은 항산화능을 보였다는 연구결과와도 유사하다.

요 약

본 연구에서는 고추냉이 분말 첨가가 냉장 저장 중 돈육 소시지의 저장성에 미치는 영향을 알아보기로 유화형 소시지 제조 시 고추냉이 잎 분말 1%, 2%, 3%를 첨가하여 제조했으며, 5주간 냉장(4°C)저장하여 총균수, 지방 산패도, 단백질 변패도, 자유라디칼 소거능, 환원력을 측정하였다. 처리구별 총균수에서는 1주차에 고추냉이 3% 처리구가 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 보였다($P<0.05$). 또한 저장 기

간에 따른 총균수는 5주차 고추냉이 3% 처리구가 3주차와 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았다. 지방 산패도는 고추냉이 첨가 처리구들이 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였으며($P<0.05$), 저장 기간이 증가함에 따라 대조구는 유의적으로 증가하였으나($P<0.05$) 고추냉이 첨가 처리구들은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 처리구별 자유라디칼 소거능과 환원력은 고추냉이 2%, 3% 처리구들이 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였으며($P<0.05$) 저장 5주차까지도 고추냉이 2%, 3% 처리구들이 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였다($P<0.05$). 본 연구에서는 5주간 냉장 저장 시 고추냉이 3% 처리구가 대조구와 1%, 2% 처리구들보다 총균수, 지방 산패도, 단백질 변패도, 자유라디칼 소거능, 환원력의 항목에서 우수한 특성을 나타내었으므로 돈육 소시지에 고추냉이 3% 첨가가 저장성 증진에 효과적인 비올이라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 지역농산물 활용 신선 간편식 개발 및 기반기술 개발(PJ0152812020)의 지원을 받아 수행된 연구 결과이며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- AOAC. Official methods of analysis. 17th ed. Association of Official Agricultural Chemist International, Gaithersburg, MD, USA. 2000. p 210-219.
- Cho SH, Jung SA, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Park JG, et al. Effect of improvement of storage properties and reducing of sodium nitrate by *Glycyrrhiza uralensis* and *Curcuma longa* in pork sausage. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2006a. 35:997-1004.
- Cho SH, Park BY, Seong PN, Lee JM, Kim DH, Ahn CN. Effect of γ -oryzanol on lipid oxidation, color, texture and sensory properties of pork sausage. Korean J Food Sci Ani Resour. 2006b. 26:331-336.
- Choe JH, Kim HY, Kim YJ, Yeo EJ, Kim CJ. Antioxidant activity and phenolic content of persimmon peel extracted with different levels of ethanol. Int J Food Prop. 2014. 17:1779-1790.
- Choe SY, Yang KH. Toxicological studies of antioxidants, butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA). Korean J Food Sci Technol. 1982. 14:283-288.
- Choi HS, Choi YS, Choi HG, Lee JH, Kim JH, Choi YI. Effect of dietary fiber addition on the quality characteristics of blended pork meat. Anim Biotechnol. 2015. 7:49-54.
- Choi KY, Lee YB, Cho YY. Allyl-isothiocyanate content and physiological responses of *Wasabia japonica* Matusum as affected by different EC levels in hydroponics. Kor J Hort Sci Technol. 2011. 29:311-316.
- Choi SH, Kwon HC, An DJ, Park JR, Oh DH. Nitrite contents and storage properties of sausage added with green tea powder. Korean J Food Sci Ani Resour. 2003. 23:299-308.
- Choi YS, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Kim HW, et al. Effect of adding levels of rice bran fiber on the quality characteristics of ground pork meat product. Korean J Food Sci Ani Resour. 2008. 28:319-326.

- Choi YS, Jeong JY, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, et al. Quality characteristics of meat batters containing dietary fiber extracted from rice bran. *Korean J Food Sci Ani Resour.* 2007. 27:228-234.
- Hyun JE, Kim HY, Chun JY. 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.* 2019. 48:231-236.
- Jung IC, Kim YK, Moon YH. Effects of addition of perilla leaf powder on the surface color, residual nitrite and shelf life of pork sausage. *Korean J Life Sci.* 2002. 12:654-660.
- Karwowska M, Dolatowski ZJ. Effect of mustard on lipid oxidation in model pork meat product. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2014. 166:311-318.
- Keeton JT. Effect of fat and NaCl/phosphate levels on the chemical and sensory properties of pork patties. *J Food Sci.* 1983. 48:878-881.
- Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, Lee SH, Kim DG. Developments of functional sausage using plant extracts from pine needle and green tea. *Korean J Food Sci Ani Resour.* 2002. 22:20-29.
- Kwon SY, Shin ME, Lee KH. Quality characteristics of sausage with added pine needle powder. *J East Asian Soc Diet Life.* 2012. 22:357-364.
- Lamkey JW, Leak FW, Tuley WB, Johnson DD, West RL. Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. *J Food Sci.* 1991. 56:220-223.
- Lee JR, Jung JD, Hah YJ, Lee JW, Lee JI, Kim KS, et al. Effects of addition of mugwort powder on the quality characteristics of emulsion-type sausage. *J Anim Sci Technol.* 2004. 46:209-216.
- Lee JR, Jung JD, Hah YJ, Lee JW, Lee JI, Lee JD, et al. Effects of addition of citron peel powder on the proximate, composition, minerals, vitamin A, C content and fatty acid composition of emulsion-type sausage. *J Anim Sci Technol.* 2005. 47:99-106.
- Lee JR. Effects of addition of milk mineral and α -tocopherol on the lipid oxidation and mineral contents of emulsion-type sausages. *J Anim Sci Technol.* 2006. 48:279-286.
- Lee N, Jo YJ, Yook HS. Quality characteristics and antioxidant activities of sausage made from a mixture of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2015. 44:1317-1324.
- Lee SH, Kim HY. Effect of red pepper seed powder on the quality characteristics of chicken thigh frankfurters. *Korean J Food Sci Technol.* 2016. 48:372-377.
- Lim MC, Kyung KH, Yoo YJ. Antimicrobial effects of butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT). *Korean J Food Sci Technol.* 1987. 19:54-60.
- Luqman S, Srivastava S, Kumar R, Maurya AK, Chanda D. Experimental assessment of *Moringa oleifera* leaf and fruit for its antistress, antioxidant, and scavenging potential using *in vitro* and *in vivo* assays. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2012. 2012:519084. doi: 10.1155/2012/519084.
- Morimitsu Y, Hayashi K, Nakagawa Y, Fujii H, Horio F, Uchida K, et al. Antiplatelet and anticancer isothiocyanates in Japanese domestic horseradish, *wasabi*. *Mech Ageing Dev.* 2000. 166:125-134.
- Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. Changes in freshness of meats during postmortem storage 1. Change in freshness of pork. *Korean J Ani Sci.* 1998. 30:561-566.
- Park JA, Joo SY, Hwang HJ, Na YS, Kim SJ, Choi JI, et al. Effects of freezing storage temperature on the storage stability of beef. *Korean J Food Sci Technol.* 2016. 48:301-305.
- Park SJ, Lee HY. Component analysis and antioxidant activity of *Wasabi japonica* Matsum leaves. *Korean J Med Crop Sci.* 2015. 23:207-213.
- Park SY, Kim GW, Kim JM, Koh JH, Choe J, Kim HY. Comparative analysis on the quality characteristics between oven cooking type pork cutlet added probiotics and commercial pork cutlet. *Curr Top Lact Acid Bact Probiotics.* 2019. 5:20-26.
- Park SY, Kim HY. Effects of black rice powder concentration on quality properties of pork restructured jerky. *Korean J Food Sci Technol.* 2016. 48:474-478.
- Seo KM, Chung CH. The quality characteristics of the soy sauce seasoned chicken meat with the blended wasabi (*Wasabi japonica* Matsum) juice during cold storage. *Korean J Food Cook Sci.* 2012. 28:579-588.
- Seo YC, Choi WY, Kim JS, Zou Y, Lee CG, Ahn JH, et al. Enhancement of antimicrobial activity of nano-encapsulated horseradish aqueous extracts against food-borne pathogens. *Korean J Med Crop Sci.* 2010. 18:389-397.
- Shin IS, Masuda H, Naohide K. Bactericidal activity of wasabi (*Wasabia japonica*) against *Helicobacter pylori*. *Int J Food Microbiol.* 2004. 94:255-261.
- Shin SW. Comparison of polyphenol, flavonoid and antioxidant activities in organs of *Wasabia japonica* Matsum. Master's thesis. Kangwon National University, Gangwon, Korea. 2013.
- Sung EH, Shin SM, Kang YH. Pysicochemical quality characteristics and antioxidant activity of wasabi (*Wasabia japonica*) leaf and petiole extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2017. 46:335-342.
- Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Richardson RI, Sheard PR. Manipulating meat quality and composition. *Proc Nutr Soc.* 1999. 58:363-370.