

ARTICLE

할라피노 분말의 첨가가 유화형 소시지의 저장성에 미치는 영향

이슬희 · 임지훈 · 이지수 · 김혜인 · 김학연*

공주대학교 자원과학연구소

Effect on Storage Improvement with Various Levels of Jalapeno Powder

Sol-Hee Lee, Ji-Hoon Lim, Ji-su Lee, Hye-In Kim, Hack-Youn Kim*

Resources Science Reserch Institute, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

Received: March 21, 2019
 Revised: May 15, 2019
 Accepted: June 3, 2019

*Corresponding author :
 Hack-Youn Kim
 Resources Science Reserch Institute,
 Kongju National University,
 Yesan 32439, Korea
 Tel : +82-41-330-1041
 E-mail : kimhy@kongju.ac.kr

Copyright © 2019 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

Sol-Hee Lee
<https://orcid.org/0000-0003-1124-7095>
 Ji-Hoon Lim
<https://orcid.org/0000-0001-7282-7427>
 Ji-su Lee
<https://orcid.org/0000-0002-6493-8351>
 Hye-In Kim
<https://orcid.org/0000-0001-7557-5536>
 Hack-Youn Kim
<https://orcid.org/0000-0001-5303-4595>

Abstract

Effect on storage improvement of pork emulsion sausage manufactured with various levels of jalapeno powder (0%, 1%, 3%, 5%) examined. The pH values of pork emulsion sausage significantly decreased with increasing jalapeno powder level ($p<0.05$) for 0 week and 2 week. Cooking yield of samples increased with increasing jalapeno powder, 5% jalapeno powder emulsion sausage showed higher value than the control and other samples. TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) values of pork emulsion sausage significantly lower with increasing jalapeno powder ($p<0.05$) for all periods, 3% and 5% samples were significantly different during storage. VBN (volatile basic nitrogen) values significantly different between the control and treatment added jalapeno powder for 0 week and 2 week. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity of the emulsion pork sausage added jalapeno powder were significantly increased with increasing jalapeno powder level ($p<0.05$). Therefore, pork emulsion sausage added jalapeno powder had improved storage range and inhibition of microbial growth, in those, pork emulsion sausage with 5% jalapeno powder is qualified.

Keywords

Jalapeno powder, Storage, Antioxidant, Meat product

1. 서론

육류의 소비 증가와 함께 육가공품의 생산 또한 2014년 185,442 톤에 비해 2018년 214,871톤으로 크게 증가하는 추세를 보였다(KOIA, 2019). 육가공품은 식육과 지방, 그밖에 첨가물로 제조되며, 이 중 단백질과 지방의 변패와 미생물이 저장성에 큰 영향을 준다(Jeong *et al.*, 2010). 저장성을 증진시키기 위해 예로부터 염지, 건조, 가열 등과 같은 방법을 이용해 왔으며, 현재에는 첨가물을 이용하는 방식들을 주로 이용하여 육가공품의 저장성을 증진시키고 있다(Kang *et al.*, 2009).

이와 같은 부패를 방지하기 위해서 sorbic acid, erythorbic acid, benzoic acid, propionic acid와 같은 합성 첨가물을 이용하여 제조된다(Ham *et al.*, 2003). Sorbic acid는 발효 제품에 주로 사용되며, 국내와 일본에서 주로 사용되는 보존료로 지방 구조와 유사하여 분해 또한 유사할 것이라고 추측되고 있다(KMSRS, 2018). 유기산은 propionic acid가 이용되며, 맛의 강화와 보존을 연장하기 위해서 미국에서 주로 사용하고 있다. 합성 첨가물은 체내에서 어떠한 기작으로 소화, 흡수되는지에 대한 연구가 확실하지 않을 뿐만 아니라, 이는 안전성에도 문제를 일으킬 수 있다고 사료된다.

이러한 합성 첨가물의 사용이 소비자들에게 불안한 인식을 주고, 이는 소비에도 악영향을 미치기 때문에 천연 첨가물로 이를 대체하기 위한 연구가 이루어지고 있다(Park and Kim, 2016). 국내에서는

들깨잎을 첨가한 돈육 소시지의 저장성에 관한 연구가 진행되었으며(Jeong et al., 2002), 감초와 강황을 넣은 육제품의 저장성이 증진된다는 연구 결과가 있었다(Cho et al., 2006). 국외에서는 녹차 추출물과 Thyme 기름을 첨가한 Luncheon Roll Meat에서 저장성이 높아진다는 보고가 있었다(Ferial M. Abu-Salem et al., 2011). 이밖에도 마, 할라피뇨와 같은 천연 재료 자체에 함유되어 있는 항산화물질을 추출하여 육가공에 접목시키려는 연구가 활발하게 진행되고 있다(Pak et al., 2012).

할라피뇨는 엽산, 비타민 A, C 등 다양한 영양성분을 함유하고 있고, 붉은 고추의 대표적인 활성 물질인 capsaicin이 다량 함유되어 있다(Song et al., 2010). 엽산은 태아의 신경과 혈관을 발달하는데 도움을 주기 때문에 임산부에게 유용하며, 캡사이신은 편두통을 억제하는데 도움을 준다. 또한 항산화 물질인 폴리페놀 함량이 높아 활성산소를 제거하고, 암세포의 발생을 억제하는 효과가 있을 뿐만 아니라(Yoon et al., 2012), 엽록소에 있는 항산화 능력이 뛰어나 LDL-콜레스테롤 산화를 억제하는 능력을 가지고 있다(Emilio et al., 2012).

선행 연구에서 밝혀진 할라피뇨에 대한 우수한 항산화능에 대한 연구 결과에도 불구하고, 이를 육가공식품에 접목한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 할라피뇨를 이용하여 유화형 소시지의 저장성에 미치는 영향과 항산화 효과에 대해 알아보기 위해서 연구를 진행하였다.

II. 재료 및 방법

공시재료 및 돈육 소시지 제조

본 실험에 사용된 돈육은 도축 후 24시간이 경과된 냉동 후지(ShinwooFS, Korea)를 사용하였다. 돈육 후지와 등지방은 3mm plate를 장착한 grinder(PA-82, Mainca, Spain)로 분쇄하였으며, bowl cutter(K-30, Talsa, Spain)를 이용하여 후지 180 g(60%)과 등지방 60 g(20%), 빙수 60 g(20%)을 혼합 및 세절하였다. 전체 중량에 대해 각각 NPS 1.2%, Suger 1%, Mixed spice 0.6%, 할라피뇨 분말(A farmer looking at the moon, Korea)을 각각 0%, 1%, 3%, 5%씩 첨가하여 제조하였다. 세절한 유화물은 충전기(EM-12, Mainca, Spain)를 이용하여 conical tube에 충전 하였으며, 충전 한 유화물은 80°C chamber(10.10ESI/SK, Alto Shaam, USA)에서 30분간 가열한 후 실온(25°C)에서 20분간 방치 후에 사용하였다.

pH 측정

pH는 가열된 시료 4 g과 증류수 16 mL를 ultra turrax(HMZ-20DN, Pooglim Tech, Korea)를 사용하여 8,000 rpm에서 40초간 균질한 후 유리전극 pH meter(Model S220, Mettler-Toledo, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

가열수율 측정

가열수율은 가열 전, 후의 무게를 측정하여 아래의 공식에 따라 %로 산출하였다.

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

Tthiobarbituric Acid Reactive Substance(TBARS) 측정

TBARS는 지방 산패도를 측정하는 방법으로 본 실험에서는 증류법을 이용하였다. 시료 10 g을 DW 90 mL와 homogenizer(AM-5, Nihonseiki Kaissa, Japan) 균질 시킨 후 4N HCl을 2.5 mL 첨가한 혼합물을 가열하여 증류액 50 mL를 포집하여 사용하였다. 포집한 시료 5 mL와 0.02N 5 mL를 혼합한 후 30분간 100°C의 water bath에서 반응시킨다. 이후 흡광도계(Spectra Max iD3, Molecular devices, USA)를 이용하여 538 nm에서 측정하였다. 이후 아래와 같은 계산식으로 malonaldehyde(mg malondialdehyde/kg meat)를 산출하였다.

$$\text{TBARS (mg malondialdehyde/kg meat)} = \text{흡광도값} \times 7.8$$

Volatile Basic Nitrogen(VBN) 측정

시료는 소시지 10 g과 90 mL D.W를 homogenizer(AM-5, Nihonseiki Kaissa, Japan)를 이용하여 균질화한 후 filter paper로 여과하여 제조하였다. 여액의 1 mL를 취하여 Conway 용기 외실 넣은 후 내실에는 H₃BO₃을 넣은 후 휘발되어 봉산에 포집되는 질소의 양을 0.01 N HCl 용액으로 적정하여 아래 식에 의하여 산출하였다.

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

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) Free Radical 측정

항산화 효과를 측정하기 위해 DPPH free radical 소거능 측정 방법을 이용하였다. 시료와 DW를 1:9로 혼합하여 filter paper를 통하여 여과하여 여액을 제조하였다. 여액 1 mL와 DPPH용액 1 mL를 vortex를 이용하여 혼합한 후 암실에서 30분간 반응시켰다. 이후 흡광도계(Spectra Max iD3, Molecular devices, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이후 $100 - [\text{시료첨가구의 흡광도} - \text{무첨가구의 흡광도} \times 100]$ 으로 DPPH 라디칼 소거 활성을 계산하였다.

통계처리

본 실험의 결과는 3회 이상의 반복실험을 실시하였고, 이후 통계처리 프로그램 SAS(version 9.3 for window, SAS Institute, USA)를 이용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 유의적인 차이가 있는지를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

pH

Table 1은 할라피노 분말 첨가량에 따른 돈육 소시지의 pH를 나타낸 결과이다. 함량별 비교 결과에서는 0주차와 2주차에서는 할라피노 분말 첨가량이 증가할수록 pH 값은 유의적으로 낮아지는 추세를 보였으며($p < 0.05$), 이는 할라피노의 pH가 5.11로 낮기 때문이라고 사료된다. 4주차에서는 대조구와 5% 처리구간에 유의적인 차이를 보였고($p < 0.05$) 나머지 두 처리구는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Lee 등(2016)은 고추씨를 첨가한 재구성 육포의 pH가 첨가량이 증가할수록 낮아졌다고 하여 이와 유사한 결과를 나타내었다. 주차별 비교 결과에서는 대조구와 1% 할라피노 분말을 첨가한 처리구는 주차(week)가 지날수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였으며, 3%와 5% 처리구에서는 0주차에서만 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 이는 시간이 지남에 따라 미생물이 증식하여 이와 같은 결과가 산출되었다고 사료된다. 또한, 근육은 glycogen의 분해에 의해 유산이 증가하기 때문에 산성이 낮아지는 것이라고 보고된 바 있다(Park, 2009).

가열 수율

할라피노 분말 첨가량에 따른 가열 수율은 Fig. 1에 나타내었다. 가열 수율은 수분과 지방이 유출되는 것을 최소한으로 방지하는 것에 기인하기 때문에 이를 증진시키기 위해서는 염용성 단백질의 결합력이 중요하다(Mittal and Usborne, 1999). 가열 수율은 할라피노 분말을 5% 첨가한 처리구가 대조구와 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 이는 할라피노에 다량으로 함유되어 있는 식이섬유가 수분을 잡아주어 이와 같은 결과를 나타낸 것으로 사료된다. Park 등(2016)은 흑미의 첨가량이 증가할수록 육포의 가열감량이 낮아진다고 하여 이와 유사한 결과를 나타내었다. 할라피노를 첨가한 소시지에서 항산화 효과뿐만 아니라, 가열수율을 증진시키는 것으로 보아 소시지의 물성에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

Table 1. pH of pork emulsion sausage formulated with various levels of Jalapeno powder

Storage periods (week)	Jalapeno powder (%)			
	0 (Control)	1	3	5
0	6.75 ± 0.13 ^{Aa}	6.09 ± 0.01 ^{Ba}	5.82 ± 0.01 ^{Ca}	5.62 ± 0.04 ^{Da}
2	6.25 ± 0.12 ^{Ab}	5.82 ± 0.01 ^{Bb}	5.58 ± 0.02 ^{Cb}	5.46 ± 0.03 ^{Db}
4	5.76 ± 0.11 ^{Ac}	5.65 ± 0.06 ^{ABc}	5.56 ± 0.06 ^{BCb}	5.45 ± 0.03 ^{Cb}

All values are mean ± SD.

^{A-D} Means in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

^{a-c} Means in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

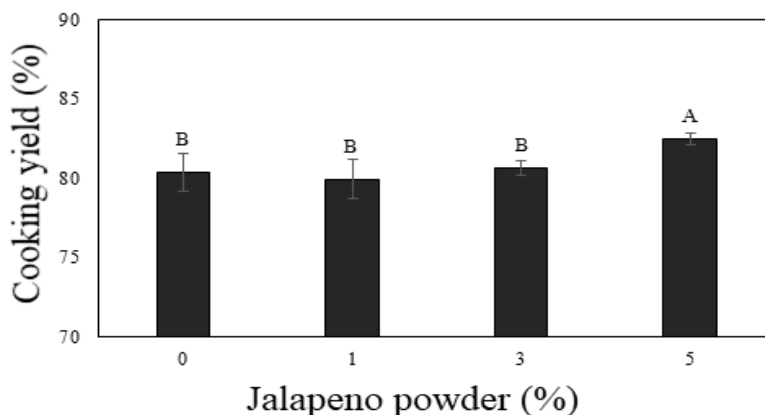


Fig. 1. Cooking yield of pork emulsion sausage formulated with various levels of Jalapeno powder. Error bars mean standard deviation of the mean. ^{A,B} Means in the same bars with different letters are significantly different (p<0.05).

TBARS

Table 2는 할라피노 분말 첨가량과 주차별에 따른 지방 산패도 결과를 나타내었다. 지방 산화에 의한 TBARS(thiobarbituric acid reactive substances)의 생성은 식품에서 산패취와 밀접한 관계가 있기 때문에 동물성 지방 함량이 많은 육제품의 신선도를 평가하는 중요한 요인이다 (Anna et al., 2003). 0, 2, 4주차에서 할라피노 분말의 함량이 증가할수록 TBARS 값이 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다(p<0.05). 이는 할라피노가 폴리페놀과 플라보노이드와 같은 항산화 물질을 함유하고 있기 때문에 지방 산패에 효과를 보인다고 사료된다. Lee 등(2009)은 항산화 능력이 우수한 산사를 넣은 돈육 불고기에서 대조구에 비해 우수한 산패저감효과를 보였다고 하여 이와 유사한 결과를 나타내었다. 대조구는 0주차에 비해 2주차, 4주차에서 유의적으로 높은 수치를 보였으며, 다른 처리구의 2, 4주차의 수치보다도 유의적으로 높았다. 할라피노가 첨가되지 않은 대조구에 비해 할라피노를 첨가한 처리구들의 수치가 높게 나타나는 원인은 할라피노가 가지고 있는 항산화 능력 때문이라고 사료된다. 3%와 5% 할라피노 분말 처리구에서는 주차가 지날수록 유의적으로 값이 높아지는 추세를 보였다(p<0.05).

VBN

소시지의 60% 이상이 단백질로 구성되어 있기 때문에 단백질의 변패 수치는 저장성에 있어서 중요한 요소이다. 이에 따른 돈육 유화물 소시지의 VBN 결과는 Table 3에 나타내었다. 0주차와 2주차에서는 대조구가 할라피노 분말을 첨가한 처리구들에 비해 유의적으로 높은 수치를 보였으며(p<0.05), 4주차에서는 대조구와 할라피노 분말을 5% 첨가한 처리구에만 유의적인 결과를 나타내었다(p<0.05). 할라피노를 첨가했을 시에 VBN 수치가 낮아지는 것을 보아 저장성을 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다. 대조구에서는 주차가 지날수록 유의적으로 높아지는 경향을 보였으며, 할라피노 분말 처리구들에서는 유의적인 차이가 없었으며, 이는 대조구가 할라피노 분말을 첨가한 처리구에 비해 단백질 변패의 정도가 크다는 것이라고 판단된다. 우리나라 식품공전(KFDA, 2002)에서는 VBN 함량에 의한 식육 및 식육제품의 가식권은 20 mg% 이하로

Table 2. TBARS (mg malondialdehyde/kg meat) of pork emulsion sausage formulated with various levels of Jalapeno powder

Storage periods (week)	Jalapeno powder (%)			
	0 (Control)	1	3	5
0	0.64 ± 0.08 ^{Ab}	0.53 ± 0.02 ^{Bb}	0.31 ± 0.01 ^{Cc}	0.13 ± 0.04 ^{Dc}
2	2.48 ± 0.05 ^{Aa}	0.95 ± 0.05 ^{Bb}	0.60 ± 0.04 ^{Cb}	0.45 ± 0.08 ^{Db}
4	2.58 ± 0.07 ^{Aa}	1.07 ± 0.07 ^{Ba}	0.69 ± 0.03 ^{Ca}	0.56 ± 0.04 ^{Da}

All values are mean ± SD.

^{A-D} Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

^{a-c} Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

Table 3. VBN (mg%) of pork emulsion sausage formulated with various levels of Jalapeno powder

Storage periods (week)	Jalapeno powder (%)			
	0 (Control)	1	3	5
0	17.74 ± 0.62 ^{Ac}	13.31 ± 0.99 ^B	12.61 ± 0.98 ^B	11.21 ± 0.72 ^B
2	19.89 ± 0.49 ^{Ab}	13.54 ± 0.81 ^B	13.07 ± 0.28 ^B	11.91 ± 0.71 ^B
4	22.60 ± 0.32 ^{Aa}	14.94 ± 0.88 ^{AB}	14.01 ± 0.41 ^{AB}	13.07 ± 0.94 ^B

All values are mean ± SD.

^{A-D} Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

^{a-c} Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

규정하고 있으며, 대조구 4주차에만 22.60 mg%으로 수치를 초과하는 결과를 보였다. 고추씨와 고추씨유를 첨가하여 제조한 소시지의 연구결과에서도 대조구와 비교하여 고추씨와 고추씨유를 첨가한 처리구들에서 유의적으로 낮은 수치를 나타내어 이와 유사한 결과를 나타내었다(Kim *et al.*, 2013).

DPPH Free Radical Scavenging Activity

Fig. 2는 할라피노 분말의 첨가량과 주차에 따른 값을 나타낸 그림이다. DPPH radical은 건강에 중요한 역할을 하는 항산화 물질과 free radical 반응을 일으켜 항산화 물질의 양을 파악할 수 있는 실험이다(Sagar and Singh, 2011). DPPH는 주간별 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 함량별 차이에서는 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 모든 주차에서 할라피노 분말의 함량이 증가할수록 유의적으로 높아지는 결과를 보였으며(p<0.05), 이는 할라피노에 다량으로 함유되어 있는 생리활성 물질 때문이라고 사료된다. DPPH가 폴리페놀의 구성성분에 따라 상이한 결과를 나타낸다는 연구들이 진행되고 있기 때문에(Villanoa *et al.*, 2007), 할라피노의 항산화 능력에 대해 연구할 가치가 있을 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 실험은 할라피노 첨가량과 기간별에 따른 돈육 유화형 소시지의 항산화 능력과 그에 따른 저장기간을 규명하는데 있다. pH에서는 0주차, 2주차에서 할라피노 함량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였으며(p<0.05), 대조구와 1% 처리구에서는 기간이 지날수록 유의적으

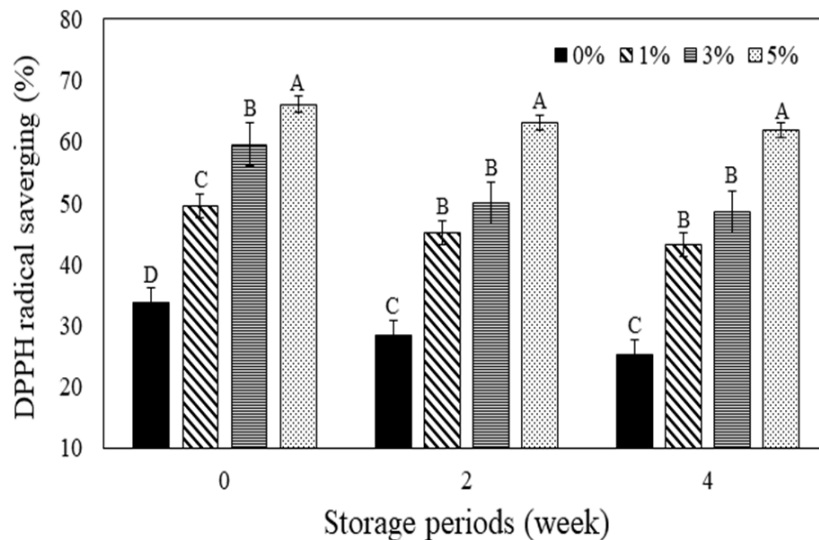


Fig. 2. DPPH on pork emulsion sausage formulated with various levels of Jalapeno powder. Error bars mean standard deviation of the mean.

^{A-D} Means in the same bars with different letters are significantly different (p<0.05).

로 낮아졌다($p < 0.05$). 가열수율은 할라피뇨 5% 첨가 처리구에서 대조구와 다른 처리구에 비해서 유의적으로 높은 수치를 보였다($p < 0.05$). TBARS에서는 모든 주차에서 함량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 결과를 보였으며($p < 0.05$), 할라피뇨 3%, 5% 첨가 처리구에서는 시간이 지날수록 유의적으로 높아지는 추세를 보였다($p < 0.05$). VBN에서는 0주차, 2주차에서 대조구에서 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었으며($p < 0.05$), 대조구에서는 시간이 지날수록 유의적으로 높아지는 추세를 보였다($p < 0.05$). DPPH에서는 모든 주차에서 할라피뇨 함량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 이에 따라 돈육 유탄형 소시지에 할라피뇨를 첨가하여 항산화 능력과 저장 능력을 연구한 결과, 대조구에 비해 모든 할라피뇨 처리구에서 우수한 능력을 보였으며, 할라피뇨가 저장성이 높은 소시지를 제조하는데 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

References

1. Anna DLH, Alexander S, Monika G, Albert F. 2003. Comparison of methods for determining malondialdehyde in dry sausage by HPLC and the classic TBA test. *European Food Research and Technology* 217:180-184.
2. Cho SH, Jung SA, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Park JG, Park SM, Ahn DH. 2006. 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* 35:997-1004.
3. Emilio A, Laura A, Rosa DL, Ryszard A, Fereidoon S. 2012. Protective effect of fresh and processed Jalapeno and serrano peppers against food lipid and human LDL cholesterol oxidant. *Food Chemistry* 133:827-834.
4. Ferial M, Abu-Salem, Esmat A, Abou-Arab, Hayam M, Ibrahim, Azza A, Abou-Arab. 2011. Effect of adding green tea extract, thyme oil and/or their combination to luncheon roll meat during refrigerate storage. *Journal of American Science* 7:538-548.
5. Ham HJ, Yang YM, Yun ES. 2003. Sorbic acid contents survey on ham, sausage and dried meat in market. *J Fd Hyg Safety* 18:30-32.
6. Jeong HJ, Lee HC, Chin KB. 2010. Effect of red beet on quality and color stability of low-fat sausages during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30:1014-1023.
7. Jung IC, Kim YK, Moon YH. 2002. Effects of addition of perilla leaf powder on the surface color, residual nitrite and shelf life of pork sausage. *Korean Journal of Life Science* 12:654-660.
8. Kang SY, Park KS, Choi YI, Lee SH, Auh JH. 2009. Preblending effects of curing agents on the characteristics of mechanically deboned chicken meat. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29:220-228.
9. KFDA. 2002. Official book for food. KFDA, Seoul, Korea. pp 219.
10. Kim HA, Kim BC, Ki TK. 2013. Quality characteristics of the sausages added with pepper seed powder and pepper seed oil. *Korean J Food Cookery Sci* 29:283-289.
11. Korea Meat Industries Association. Meat processed products production and sales status. Available: <http://kmia.or.kr/article/%ED%86%B5%EA%B3%84/3001/41/#none>. Accessed at Dec 15. 2019.
12. Korea Meat Science Research Society. 2018. Meat science. Sun Jin Mun Hwa Sa, Seoul, Korea. pp 254-269.
13. Lee JA, Kim HY. 2016. Development of restructured chicken thigh jerky added with red pepper seed powder. *Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1333-1337.
14. Lee SH, Jeong EJ, Jung TS, Park LY. 2009. Antioxidant activities of seasoning sauces prepared with *Geranium thunbergiisieb.* et Zucc. and *Crataegi fructus* and the quality change of seasoned pork during storage. *Korean J Food Sci Technol* 41:57-63.
15. Mansour EH, Khalil AH. 1997. Various types of wheat fibres. *J Sci Food Agric* 79:493-498.
16. Pak JI, Seo TS, Jang A. 2012. Effect of dried yam extracts on sausage quality during cold storage. *Korean J Food Sci An* 32:820-827.
17. Park BS. 2009. The shelf life and meat quality of broilers fed pine bark extract (Pitamin). *Food Science of Animal Resource* 29:430-436.
18. Park SY, Kim HY. 2016. Effects of black rice powder concentration on quality properties of pork restructured jerky. *Korea*

- J Food Sci Technol 45:474-478.
19. Sagar BK, Singh RP. 2011. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. Journal of Food Science and Technology 48:412-422.
 20. Shon HK, Lee YS, Park YH, Kim MJ, Lee KA. 2008. Physico-chemical properties of gugija (*Lycii fructus*) extracts. Korean J Food Cookery Sci 24:905-911.
 21. Song W, Derito CM, Liu K, He S, Liu RH. 2010. Cellular antioxidant activity of common vegetables. J Agr Food Chem 58:6621-6629.
 22. Yoon HJ, Lee S, Hwang IK. 2012. Effects of green pepper (*Capsicum annuum* var.) on antioxidant activity and induction of apoptosis in human breast cancer cell lines. Korea J Food Sci Technol 44:750-758.