

ARTICLE

레드비트를 이용한 돈육 유화형 소시지의 아질산염 대체 효과

이강민 · 이장현 · 김학연*

자원과학연구소

Effect of Nitrite Substitution of Pork Emulsion Sausage with Red Beet Powder

Kang-Min Lee, Jang-Hyun Lee, Hack-Youn Kim*

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

Received: April 18, 2019
 Revised: May 27, 2019
 Accepted: June 7, 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

Kang-Min Lee,
<https://orcid.org/0000-0002-1945-3734>
 Jang-Hyun Lee
<https://orcid.org/0000-0001-8799-7904>
 Hack-Youn Kim
<https://orcid.org/0000-0001-5303-4595>

Abstract

This study was to investigated the effect of nitrite substitution of pork emulsion sausage with various levels of Red Beet powder (0%, 1%, 2%, 3%). Proximate composition of pork emulsion containing 3% Red Beet showed the highest protein content ($p<0.05$). The ash content of pork emulsion containing 2% and 3% Red Beet powder were higher than control ($p<0.05$). The pH levels of cooked samples were significantly decreased with increasing Red Beet powder level ($p<0.05$). Both before and after heating, the lightness values downward trend with increasing amount of Red Beet powder. The redness and yellowness values of cooked samples were containing Red Beet powder was significantly higher than control ($p<0.05$). In cooking yield, treatment containing 3% Red Beet powder was significantly higher than control ($p<0.05$). Treatment added 3% Red Beet powder showed higher values than control in water holding capacity. Treatment added 2% Red Beet powder was significantly higher values than control in cohesiveness ($p<0.05$). The chewiness of pork emulsion containing 2% and 3% Red Beet powder were higher than control ($p<0.05$). The results show that containing 3% Red Beet pork emulsion sausage had better physicochemical properties than control. Therefore, proper content of Red Beet was determined to 3% for the substitution of sodium nitrite.

Keywords

Red beet, Emulsion, Sausage, Nitrite, Meat product

1. 서론

식육가공 산업에서는 제품의 품질 개선, 발색, 저장 및 보존성 향상 등의 목적으로 아질산나트륨, 인산염, 질산칼륨 등 합성 첨가물을 사용하고 있다(Kim *et al.*, 2017). 아질산나트륨은 *Clostridium botulinum*의 독소 생성을 억제하고(Christiansen *et al.*, 1974), 육색을 분홍색으로 발현시키는 등의 기능을 한다(Jeong, 2016). 아질산나트륨은 과다 복용 시 혈액에서 산소를 운반하는 헤모글로빈과 반응하여, 메트헤모글로빈을 형성한다(Kang and Lee, 2008). 이는 산소의 운반을 억제하여 청색증, 빈혈, 저혈압 등 증상의 원인이 된다(Cho *et al.*, 2006). 또한, 식품 속 잔존 아질산나트륨은 제 2급 및 제 3급 amine류와 반응하여 위암, 식도암, 간암 등을 유발할 수 있는 nitrosamine을 생성한다(Lee *et al.*, 1990). 우리나라는 아질산나트륨을 햄, 소시지, 베이컨 등 식육가공제품에 70 mg/kg 이하 수준으로 첨가하도록 규제하고 있으며, 1일 섭취 허용량(ADI)을 0.07 mg/kg 이하로 권장하고 있다(MFDS, 2017). 합성 첨가물의 유해성이 제기되자 천연 첨가물이 들어간 가공 육제품들의 관심이 증대되었다. 또한 합성 첨가물을 대체할 천연 재료 연구 및 개발이 활발하게 진행되고 있다. Lee 등(2015)은 자색고구마 분말을 첨가 아질산염을 첨가한 소시지와 유사한 적색도 및 황색도를 나타내었다는 연구결과가 있으며,

Jin 등(2011)은 백년초 분말 첨가가 기존 유화형 소시지와 유사한 조직감과 적색도를 나타내었다고 보고하였다.

레드비트는 비타민 A, 비타민 C, 엽산, 철분이 풍부하여 주스, 샐러드, 동치미 등의 요리에 활용된다. 또한, 항산화 물질인 betacyanin과 betaxanthin은 각각 붉은색, 황색의 천연색소로 소시지, 음료, 아이스크림 등에서 사용되고 있다. Lee와 Chin(2012)은 돈육 패티에 레드비트를 첨가했을 시 지방산화 억제능력을 보여 저장성 증진에 기여한다는 연구결과와 Kang과 Lee(2003)는 레드비트 색소와 키토산 첨가는 소시지의 적색도를 상승시키며 색의 안정화에 기여한다고 보고하였다. Jeong 등(2010)은 레드비트를 첨가한 저지방 소시지에서 적색도를 증진시키며, 발색의 안정성을 보인다고 보고하였다. 이러한 연구의 일환으로 레드비트는 식육제품의 품질 및 색을 개선해줄 것이라고 사료된다.

따라서 본 연구는 아질산염을 첨가한 유화형 소시지와 레드비트 분말 함량 수준에 따른 유화형 소시지 간에 이화학적 특성 변화를 비교 분석하여 레드비트의 아질산염 대체 효과를 알아보았다.

II. 재료 및 방법

공시재료 및 돈육 소시지 제조

본 실험에서 사용된 돈육은 도축 후 24시간이 경과된 돈육 후지(Hongjumeat, Korea)를 이용하였으며, 레드비트는 산해식품(Korea)에서 구입하여 사용하였다. 돈육과 등지방은 3 mm plate를 장착한 grinder(PA-82, Mainca, Spain)를 사용하여 분쇄하였으며, 돈육(60%)과 등지방(20%), 빙수(20%)를 bowl cutter(K-30, Talsa, Spain)로 세절하고, 전체 중량에 대해 NPS 1.2%, Salt 1.2%, Suger 1%, Mixed spice 0.6%, 레드비트는 처리구에 각각 1%, 2%, 3%씩 첨가하여 제조하였다. 제조한 유화물은 천연 돈장에 충전기(EM-12, Mainca, Spain)를 이용하여 충전하고 80℃ chamber(10.10ESI/SK, Alto Shaam, USA)에서 30분간 가열 후 10℃에서 20분간 냉각하였다. 제조한 소시지는 4℃에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

일반성분 측정

일반성분은 AOAC 방법에 의하여 수분 함량은 105℃ 상압건조법, 단백질 함량은 켈달 질소 정량, 지방 함량은 속슬렛 지방추출, 회분 함량은 550℃ 직접회화로 측정하였다.

pH 측정

pH는 시료 4 g을 채취하여 증류수 16 mL와 혼합한 후, ultra turrax(HMZ-20DN, Pooglim Tech, Korea)를 사용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질한 후 유리전극 pH meter(Model S220, Mettler-Toledo, Switzerland)로 측정하였다.

색도 측정

색도는 가열 전후 안쪽 단면을 색도계(CR-10, Minolta, Japan)를 사용하여 명도 CIE L*, 적색도 CIE a*, 황색도 CIE b*를 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L*+97.83, CIE a*-0.43, CIE b*+1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

가열 수율 측정

가열 수율은 가열 전 무게와 가열 후 무게를 측정하여 계산하였으며, 구하는 식은 아래와 같다.

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

보수력 측정

보수력(Water holding capacity, WHC)은 원심분리법을 이용하여 측정하였다. 여과지(Whatman No. 4)에 시료 5 g을 넣은 후, 50 mL falcon의 바닥까지 넣는다. 원심분리는 원심분리기(Supra R22, Haniil, Korea)를 이용하여 4℃, 1,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 계산하였으며, 그 식은 아래와 같다.

$$\text{보수력 (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A = (원심분리 전 무게 (g) × 수분함량 (%)) / 100

B = (원심분리 전 무게 - 원심분리 후 무게)

물성 측정

물성은 texture analyzer(TA 1, Lloyd, USA)를 이용하여 측정하였다. 시료는 돈육 유회물을 chamber(10.10ESI/SK, Alto Shaam, USA)에서 80℃ 30분간 가열한 후 10℃에서 20분간 냉각한 후 가로 2.5 cm, 세로 2.0 cm 크기로 준비하여 상온에서 측정하였다. 분석조건은 25 mm cylinder probe를 장착하고, pre-test speed 2.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s, maximum load 2 kg, head speed 2.0 mm/s, distance 8.0 mm, force 5 g으로 설정하였다. 측정된 경도(Hardness, kg), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness)을 기록하였고, 이를 이용하여 검성(Gumminess, kg)과 씹음성(Chewiess, kg)을 산출하였다.

통계처리

모든 실험의 결과는 최소한 3회 이상의 반복실험을 실시하였다. 이후 통계처리 프로그램 SAS(version 9.3 for window, SAS Institute, USA)를 이용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었고, ANOVA, Duncan's multiple range test로 각각의 특성에 대해 유의적 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

일반성분

레드비트 분말을 첨가한 유회형 소시지의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량과 지방 함량은 대조구와 처리구들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 단백질 함량은 레드비트 분말 3%를 첨가한 처리구가 대조구 및 다른 처리구들에 비해 유의적 높은 값을 보였으며 (p<0.05), Jin 등(2011)의 백년초 분말을 첨가한 소시지가 대조구보다 유의적 높은 단백질을 나타냈다는 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 회분 함량은 레드비트 분말 2%, 3%를 첨가한 처리구들이 대조구에 비해 유의적 높은 값을 나타내었으며(p<0.05), 이는 레드비트에 풍부한 식이섬유 때문이라고 사료된다. Lee와 Kim(2016)은 프랑크푸르트 소시지에 식이섬유가 풍부한 고추씨 분말을 첨가했을 시 대조구보다 유의적 높은 회분함량을 보였다고 보고하여 이와 유사한 결과를 나타내었다.

pH 및 색도

Table 2에는 레드비트 분말을 0%, 1%, 2%, 3% 첨가한 유회형 소시지의 pH 및 색도 분석 결과를 나타내었다. 가열 전 pH 측정 결과, 레드비트 분말의 함량에 관계없이 대조구와 처리구간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 가열 후 pH는 레드비트 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며(p<0.05), 3%의 레드비트 분말을 첨가한 처리구가 5.69로 가장 낮은 값을 나타내었다. Chio 등(2017)은 레드비트를 첨가한 돈육 유회물의 pH가 첨가량이 증가할수록 낮아진다고 보고하여 이와 유사한 결과를 나타내었다. 가열 전·후 명도는 레드비트 분말

Table 1. Proximate composition of pork meat sausage formulated with various levels of red beet powder

Traits	Control	Red beet powder (%)		
		1	2	3
Moisture (%)	61.39 ± 1.21	61.36 ± 2.98	61.04 ± 0.89	58.56 ± 0.95
Protein (%)	13.75 ± 0.21 ^b	13.19 ± 0.19 ^b	14.02 ± 1.01 ^b	15.38 ± 0.43 ^a
Fat (%)	22.67 ± 1.53	22.67 ± 3.06	21.00 ± 1.00	22.67 ± 1.15
Ash (%)	2.04 ± 0.14 ^c	2.05 ± 0.03 ^{bc}	2.17 ± 0.02 ^b	2.32 ± 0.09 ^a

All values are mean ± SD.

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

Table 2. pH, color of pork meat sausage formulated with various levels of red beet powder

Traits		Control	Red beet powder (%)			
			1	2	3	
pH	Uncooked	5.92 ± 0.15	5.78 ± 0.19	5.73 ± 0.11	5.68 ± 0.08	
	Cooked	6.19 ± 0.02 ^a	6.06 ± 0.01 ^b	5.75 ± 0.02 ^c	5.69 ± 0.01 ^d	
Color	Uncooked	CIE L*	69.52 ± 1.76 ^a	62.88 ± 1.12 ^b	59.48 ± 1.69 ^c	55.08 ± 0.41 ^d
		CIE a*	10.66 ± 1.22 ^b	17.68 ± 0.50 ^a	18.57 ± 1.31 ^a	18.77 ± 0.72 ^a
		CIE b*	16.26 ± 1.49 ^c	19.46 ± 1.35 ^b	21.22 ± 2.92 ^b	23.94 ± 0.34 ^a
	Cooked	CIE L*	70.82 ± 0.34 ^a	62.13 ± 0.58 ^b	58.80 ± 0.99 ^c	56.48 ± 0.56 ^d
		CIE a*	8.88 ± 0.04 ^b	8.82 ± 0.24 ^b	10.30 ± 0.23 ^a	10.48 ± 0.13 ^a
		CIE b*	17.18 ± 0.37 ^b	19.06 ± 1.06 ^a	19.68 ± 0.26 ^a	19.88 ± 0.46 ^a

All values are mean ± SD.

^{a-d} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다($p < 0.05$). Jeong 등(2010)의 레드비트를 첨가한 소시지 처리구들이 대조구보다 낮은 명도를 나타냈다는 연구결과와 유사한 추세를 나타내었다. 가열 전 적색도는 레드비트 분말을 첨가한 처리구들이 대조구에 비해 유의적 높은 적색도를 나타냈으며($p < 0.05$), 가열 후 적색도는 레드비트 2%, 3%를 첨가한 처리구들이 대조구에 비해 유의적 높은 값을 보였다($p < 0.05$). 가열 전 후 황색도는 대조구에 비해 처리구들이 유의적 높은 값을 나타냈다($p < 0.05$). 이는 레드비트의 betacyanin과 betaxanthin이 각각 적색도, 황색도를 증진시켰다고 사료되며, Ha(2016)의 레드비트분말을 첨가한 돈육소시지에서 높은 적색도와 황색도를 보였다는 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다.

가열수율, 보수력

NPS를 첨가한 유화형 소시지와 레드비트 분말을 1%, 2%, 3%를 각각 첨가한 돈육 소시지의 가열수율은 Fig. 1에 나타내었다. 레드비트 분말을 3%를 첨가한 처리구는 대조구와 유의적 차이를 보였으며($p < 0.05$), 81.29로 가장 높은 값을 보였다. 이러한 결과는 레드비트의 식이섬유가 수분을 흡수하는 능력이 우수하여 레드비트를 첨가한 유화형 소시지의 가열수율이 증가한 것으로 사료된다. Kim과 Kim(2017)은 유화형 소시지에 식이섬유가 다량으로 함유되어 있는 홍국 분말을 유화형 소시지에 첨가하였을 때 대조구에 비해 처리구에서 낮은 가열감량을 나타냈

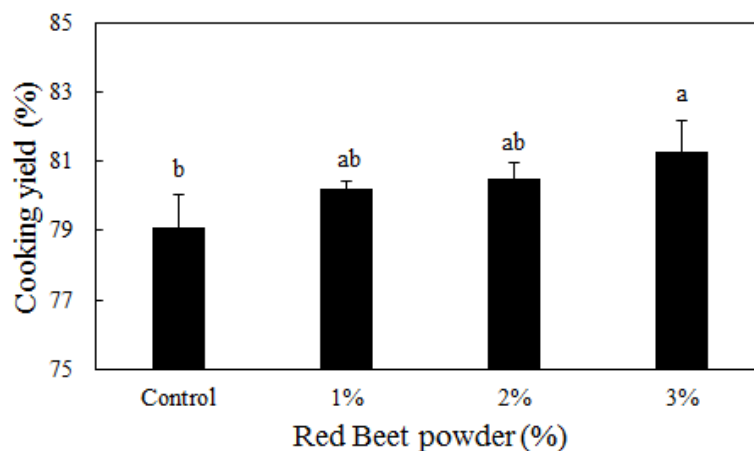


Fig. 1. Cooking yield of pork meat sausage formulated with various levels of red beet powder. ^{a,b} Means on bars treatment with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

다는 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다.

Fig. 2는 레드비트 분말을 각각 0%, 1%, 2%, 3% 첨가한 소시지들 간의 보수력 측정 결과를 나타낸 그림이다. 보수력은 육제품에서 가열수를 뿐만 아니라, 조직감에 영향을 미치며, 나아가 소비자의 기호성에도 중요한 요인으로 작용하기 때문에 중요하다(Wierbicki et al., 1957). 보수력은 3%의 레드비트 분말을 첨가한 처리구가 대조구에 비해 유의적 높은 보수력을 나타냈다($p < 0.05$). Choi 등(2015)은 밀과 현미 식이섬유 각각 첨가한 돈육 유탄물이 대조구에 비해 유의적 높은 보수력을 가진다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다.

물성

시료의 물성(TPA)은 가열수율과 점도에도 영향을 받으며, 최종적으로는 소비자의 선호도에 영향을 주기 때문에 중요한 요인이다. 레드비트 분말을 첨가한 유탄형 소시지의 TPA의 측정결과는 Table 3에 나타내었다. 모든 처리구들의 경도와 탄력성은 각각 2.84-3.82, 0.68-0.88 범위로 대조구와 처리구들간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 응집성은 레드비트 분말 2%를 첨가한 처리구가 대조구와 다른 처리구들에 비해 유의적 높은 값이 나타났으며($p < 0.05$), 감성은 1.75-2.57 범위로 대조구 및 처리구들간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 씹음성은 2%, 3%의 레드비트를 첨가한 처리구들이 각각 1.83, 1.92로 대조구에 비해 유의적 높은 값을 나타냈다($p < 0.05$). Choi 등(2008)은 미강 식이섬유를 첨가한 돈육 패티에서 유의적 높은 응집성과 씹음성을 보였다는 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다.

IV. 요약

본 연구는 레드비트 분말을 이용한 돈육 유탄형 소시지의 아질산염 대체 효과를 확인하고자 실시되었다. 단백질 함량은 3%의 레드비트

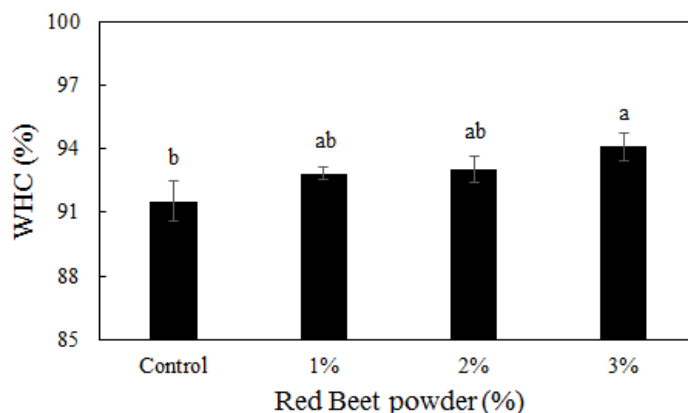


Fig. 2. WHC of pork meat sausage formulated with various levels of red beet powder. ^{a,b} Means on bars treatment with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Texture properties analysis of pork meat sausage formulated with various levels of red beet powder

Traits	Control	red beet powder (%)		
		1	2	3
Hardness (kg)	3.29 ± 0.59	3.27 ± 0.43	3.42 ± 0.36	3.49 ± 0.33
Springness	0.76 ± 0.08	0.77 ± 0.08	0.79 ± 0.06	0.84 ± 0.04
Cohesiveness	0.65 ± 0.02 ^b	0.66 ± 0.02 ^b	0.68 ± 0.01 ^a	0.66 ± 0.02 ^b
Gumminess (kg)	2.12 ± 0.37	2.14 ± 0.24	2.34 ± 0.23	2.28 ± 0.18
Chewiness (kg)	1.60 ± 0.21 ^b	1.63 ± 0.09 ^b	1.83 ± 0.15 ^a	1.92 ± 0.14 ^a

All values are mean ± SD.

^{a,b} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

분말을 첨가한 처리구에서 대조구와 다른 처리구들보다 유의적 높은 값을 보였으며($p < 0.05$), 회분 함량은 레드비트 분말 2%, 3%를 첨가한 처리구들이 대조구에 비해 유의적 높은 값을 보였다($p < 0.05$). 가열 후 pH는 레드비트 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 색도 측정 결과, 가열 전·후 명도는 레드비트 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 추세를 보였으며, 가열 전 적색도는 레드비트 분말을 첨가한 처리구들이 대조구에 비해 유의적 높은 적색도가 나타났다($p < 0.05$). 가열 후 적색도는 레드비트 분말 2%, 3%를 첨가한 처리구들이 대조구보다 유의적 높은 값을 보였다($p < 0.05$). 가열 전·후 황색도는 대조구에 비해 처리구들이 유의적 높은 황색도가 나타났다($p < 0.05$). 가열수율은 레드비트 분말을 3% 첨가한 처리구에서 대조구에 비해 유의적 높은 값을 보였고($p < 0.05$), 보수력 또한 레드비트 분말 3% 처리구에서 유의적 높은 보수력이 나타났다($p < 0.05$). 물성 측정 결과, 응집성은 레드비트 분말을 2% 첨가한 처리구에서 유의적 높은 값을 보였으며($p < 0.05$), 씹음성은 2%, 3% 처리구들이 대조구에 비해 유의적 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 따라서 돈육 유허형 소시지에 레드비트 분말을 3% 첨가하였을 때 우수한 품질 특성과 색도를 나타내는 것으로 보아 아질산염 대체 효과에 적절하다고 사료된다.

References

1. AOAC. 2000. Official analysis of AOAC. Association of Official Analysis Chemists, MD, USA.
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. Choi HS, Choi YS, Choi HG, Lee JH, Kim JH, Choi YI. 2015. Effect of dietary fiber addition on the quality characteristics of blended pork meat. Bulletin of the Animal Biotechnology 7:49-54.
4. Choi YS, Kim TK, Jeon KH, Park JD, Kim HW, Hwang KE, Kim YB. 2017. Effects of pre-converted nitrite from red beet and ascorbic acid on quality characteristics in meat emulsions. Korean J Food Sci Anim Resour 37:288-296.
5. Choi YS, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Kim HW Jeong JY, Paik HD, Kim CJ. 2008. Effect of adding levels of rice bran fiber on the quality characteristics of ground pork meat product. Korean J Food Scr Ani Resour 28:319-326.
6. Christiansen LN, Tompkin RB, Shaparis AB, Kueper TV, Johnston RW, Kautter DA, Kolari OJ. 1974. Effect of sodium nitrite on toxin production by *Clostridium botulinum* in bacon. Appl Microbial 27:733-737.
7. Ha SR. 2016. The physico-chemical properties of pork sausages with red beet powder. MA. thesis, Gyeongnam National Univ. Jinju, Korea.
8. 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.
9. Jeong JY. 2016. Alternative curing technology in meat products. Korean J Food Scr Ani Resour 5:77-84.
10. Jin SK, Shin DK, Hur IC. 2011. Effect of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder addition on quality characteristics of sausage. Journal of Agriculture & Life Science 45:125-134.
11. Kang JO, Lee GH. 2003. Effects of pigment of red beet and chitosan on reduced nitrite sausages. Korean J Food Scr Ani Resour 23:215-220.
12. Kim CS, Kim HY. 2017. Physicochemical properties of emulsion-type sausage added red yeast rice powder. Korean J Food Scr Ani Resour 49:396-400.
13. Kim TK, Ku SK, Kim YB, Jeon KH, Choi YS. 2017. Substitution and technology trend of synthetic additives in processed meat industry: nitrite and phosphate. Korean J Food Sci Ani Resour 23:98-108.
14. Lee HG, Park GB, Kim YH, Kim JS, Kim YS, Jin SK, Kang JS. 1990. Effect of sodium nitrite level and curing temperature on physic-chemical characteristics of cured pork meat: changes in free amino acid composition. Korean J Anim Sci 32:554-560.
15. Lee JH, Chin KB. 2012. Evaluation of antioxidant activities of red beet extracts, and physicochemical and microbial changes of ground pork patties containing red beet extracts during refrigerated storage. Korean J Food Sci An 32:497-503.
16. Lee NR, Kim CS, Yu GS, Park MC, Jung WO, Jung UK, Jo YJ, Kim KH, Yook HS. 2015. Effect of nitrite substitution

- of sausage with addition of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:896-903.
17. Lee NR, Kim KH, Yook HS. 2015. Effect of lentil and *Opuntia ficus-indica* mixtures addition on quality characteristics of sausages. *Korean J Food Cook Sci* 31:431-440.
 18. Lee SH, Kim HY. 2016. Effect of red pepper seed powder on the quality characteristics of chicken thigh frankfurters. *Korean J Food Sci Technol* 48:372-377.
 19. Ministry of Food and Drug Safety. Reports for 2018 Ministry of Food and Drug Safety. Available from: https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=40459 Accessed at Dec 10. 2019.
 20. Wierbicki E, Kunkel LE, Deatherage FE. 1957. Change in the water holding capacity and cationic shifts during heating and freezing and thawing of meat as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage. *Food Technol* 11: 69-73.