

The Physicochemical Properties of Pork Sausages with Red Beet Powder

So-Ra Ha¹, Jung-Seok Choi^{2*} and Sang-Keun Jin^{1*}

¹Department of Animal Resources Technology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

²Swine Science and Technology Center, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

Received April 2, 2015 / Revised July 14, 2015 / Accepted July 23, 2015

This study was conducted to evaluate the substitution effect of red beet powder on sodium nitrite in emulsion-type pork sausages, and to investigate the effect of the addition of red beet powder on the physicochemical characteristics of emulsion-type pork sausages at 10°C for 6 weeks. The treatments were divided into five groups: Control (sodium nitrite 0.01%), T1 (sodium nitrite 0.005% + red beet powder 0.5%), T2 (sodium nitrite 0.005% + red beet powder 0.25%), T3 (red beet powder 0.5%), and T4 (red beet powder 0.25%). In the CIE^{*}L didn't delete this asterisk (*) because it might be a marker for something you wish to add later, but please note that if there is no significance for the asterisk, it should be removed as a typographical error. color of emulsion-type pork sausages, the lightness value of the control was significantly higher than for the other groups ($p < 0.05$). The redness value was higher in T1, whereas the yellowness value was higher in the T3 and T4 groups compared with the others ($p < 0.05$). The pH values of emulsion-type pork sausages were significantly decreased in the T3 and T4 groups by the addition of red beet powder ($p < 0.05$). However, the DPPH radical-scavenging activity was higher in the T1 and T3 groups than in the others ($p < 0.05$). The residual nitrite ion was the highest in the control group ($p < 0.05$). Therefore, it is determined that red beet powder can substitute for nitrite as a natural colorant, and it has a slightly antioxidant effect in emulsion-type pork sausages.

Key words : Antioxidant, emulsified pork sausage, natural colorant, nitrite, red beet

서 론

육제품의 색은 소비자가 육제품을 구매하는데 있어 중요한 품질특성 중 하나이다[1]. 육제품에 질산염이나 아질산염의 첨가는 myoglobin 및 hemoglobin에 영향을 미쳐 nitrosomyoglobin과 nitrosohemoglobin을 형성하여 육색이 붉고 독특한 풍미 형성과[35] 보수성 및 결합성을 개선하는데 중요한 역할을 하며, 식중독을 일으키는 *Clostridium botulinum*의 독소생성과 포자생성을 지연시킨다[7, 8, 10].

그러나 육제품에 아질산염을 첨가하게 되면 2차 아민과 결합하여 N-nitrosamine을 형성할 가능성이 있고, 아질산염을 일정 농도 이상 섭취하면 혈액 중 hemoglobin이 산화되어 methemoglobin을 형성하여 산소운반 능력 저하로 유아의 경우 청색증(methemoglobinemia)과 빈혈성저산소증 등을 일으키는 것으로 보고되고 있다[11]. 질산과 반응할 수 있는 2차 아민은 육제품뿐만 아니라 치즈, 빵, 상추, 시금치, 샐러리 등

채소에도 함유되어 있으며[43], 생선 등의 수산물 중에 다량 함유되어 있다[39].

따라서 육제품 제조 시 아질산염의 농도는 최종 제품의 잔존량으로 엄격히 제한되고 있고, 미국의 경우 잔류량 기준으로 아질산염을 100~120 ppm으로 제한하고 있으며[16], 일본과 한국의 경우 축육제품에 아질산이온의 잔류량을 최대 70 ppm까지 허용하고 있다.

최근 건강에 대한 관심의 증가로 아질산염을 대체할 수 있는 천연물질에 대한 많은 연구가 이뤄지고 있다[46]. 발암성물질인 N-nitrosamine 생성을 억제하기 위해 레드비트 색소[20], 선인장 색소[22] 및 흑미로부터 추출된 안토시아닌[21]을 이용하여 아질산염을 부분 대체하는 등[46] 천연 색소를 이용해 아질산염의 잔존량을 줄이기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있으며, 이에 대한 관심이 커지고 있다[13].

레드비트는 명아주과에 속해있는 천연발색제 중 하나이며, betalain계 물질로 적색의 betacyanin과 황색의 betaxanthin으로 구성되어 있다. 레드비트 색소는 아이스크림, 캔디류, 레토르트 등 다양한 식품의 색소로 이용되고 있는 천연 첨가물이며[9, 27], 식품의 색소로 사용되고 있는 betacyanin은 안정성과 경제적 이점 때문에 소시지, 음료, 아이스크림, 샤베트 등에 많이 사용되고 있다[35, 41].

또한, 레드비트의 betalain은 pH에 큰 영향을 받지 않으며, 아질산염 소거능을 가지고 있을 뿐만 아니라 연도증진에도 효과적이라고 보고되어 있으며[20], betalains, flavonoids,

*Corresponding authors

Tel : +82-55-751-8534, Fax : +82-55-751-3689

E-mail : skjin@gntech.ac.kr (Sang-Keun Jin)

choijs@gntech.ac.kr (Jung-Seok Choi)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

polyphenols, vitamins 및 folic acid 등 항산화 작용을 하는 기능성 물질의 좋은 공급원이다[42]. 따라서 본 연구에서는 유화형 돈육소시지 제조 시 레드비트 건조분말을 첨가하였을 때와 아질산염과 복합 첨가하였을 때, 냉장저장 중 유화형 돈육소시지의 발색 및 항산화 효과에 대해 어떠한 영향을 미치는지와 아질산염 대체가능 여부를 검토하고자 본 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

소시지 제조

경상남도에 위치한 A 도축장에서 돼지 등지방과 등심을 구입하여 과다 지방 및 근막을 제거하였으며, 분쇄기(PM82, Mainca UK Ltd., Berkshire, England)를 사용하여 직경 5 mm 로 분쇄하였다. 소시지의 배합비는 Table 1에 나타내었다. 실험설계는 총 5개의 처리구로 C (아질산염 0.01%), T1 (아질산염 0.005% + 레드비트 분말 0.5%), T2 (아질산염 0.005% + 레드비트 분말 0.25%), T3 (레드비트 분말 0.5%), T4 (레드비트 분말 0.25%)로 하였으며, 분쇄한 원료육을 Silent Cutter bowl (A-20, Ramon, Co. Ltd., Spain)에 깔고 1단으로 분쇄하면서 염지제(소금, 인산염, 발색제, 설탕, MSG)를 투입한 후 2단에서 뽀뽀해질 때까지 분쇄한다. 1/2 Ice를 투입하여 다시 뽀뽀해질 때까지 분쇄한다. 1/2 Ice를 투입하고 이어서 5°C 전후 시 지방과 첨가물(분말)을 투입하여 분쇄하며 시간은 총 10분, 유화물의 최종온도는 14°C 이하에서 종료하였다. 제조된 유화물은 충전기(E-25, Hankook Fufee Industries Co. Ltd., Suwon, Korea)를 이용하여 polyvinylidene chloride(PVDC, Krehalon UK Ltd., Beverley, East Riding of Yorkshire, UK) 케이싱에 소시지의 길이가 10 cm, 무게가 110 g에 이르도록

Table 1. Formula of emulsified pork sausage

Ingredients (%)	Treatments ¹⁾				
	C	T1	T2	T3	T4
Pork loin	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40
Fat	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
Ice	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80
Salt	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
NaNO ₂	0.01	0.005	0.005	0.00	0.00
Polyphosphate	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Sugar	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
M S G	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Spice	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Red beet Powder	0.00	0.50	0.25	0.50	0.25
Total	100	100.50	100.25	100.49	100.24

¹⁾C (Sodium nitrite 0.01%), T1 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.5%), T2 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.25%), T3 (Red beet powder 0.5%), T4 (Red beet powder 0.25%).

충전하였다. 충전 후 소시지는 78°C의 water bath (BS-31, JEIO TECH. Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 중심온도가 74°C에 이를 때까지 가열하였고, 이후 10±1°C에서 0, 2, 4, 6주간 저장하며 분석에 사용하였다.

일반성분 분석

공시시료의 일반성분 분석은 AOAC [2]방법에 따라 실시하였으며, 수분함량은 상압 가열 건조법, 조지방 함량은 Soxhlet 법, 그리고 조단백질 함량은 Kjeldahl법을 이용하여 분석하였다.

육색(CIE L*, a*, b*) 측정

소시지의 PVDC 케이싱을 제거한 후 시료를 절단하여 30분 간 실온에서 방치한 다음 김 와이프스(김테크 김와이프스, 유한김벌리, 서울, 대한민국)를 이용하여 표면의 수분을 제거하였다. 소시지의 육색은 Minolta chroma meter(Minolta Co. CR-400, Japan)를 사용하여 명도 값(Lightness)을 나타내는 L* 값, 적색도(Redness)를 나타내는 a* 값과 황색도(Yellowness)를 나타내는 b* 값을 각각 3회 반복하며 측정하였다. Minolta chroma meter의 표준화 작업은 표준색판(Y = 92.8, x = 0.3134, y = 0.3193)을 이용하였다.

pH 측정

pH는 시료 3 g을 증류수 27 ml와 함께 혼합한 다음 13,000 rpm (T25B, IKA Works Sdn. Bhd., Malaysia)에서 20초간 균질하고 pH 4와 10 buffer solution으로 보정한 pH meter (SevenEasy pH, Mettler-Toledo AG, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

휘발성 염기태 질소화합물(Volatile basic nitrogen, VBN) 측정

휘발성 염기태 질소화합물(VBN)은 Pearson [36]의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 3 g에 증류수 27 ml를 섞은 다음 13,000 rpm에서 20초간 균질한 후 균질액을 Whatman No. 1 filter paper를 이용하여 여과하였으며, 여과액 1 ml를 Conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 ml과 지시약(0.066% Methyl red + 0.066% Bromocresol green) 30 µl을 첨가하였다. Conway unit은 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 반쯤 닫은 후 50% K₂CO₃ 1 ml를 외실에 주입 한 다음, 즉시 밀폐시키고 용기를 수평으로 교반한 후 37°C에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 붕산용액을 적정하였다. VBN의 수치는 아래식으로 환산한 다음 100 g 시료당 mg으로 표기하였다.

$$\text{VBN value (mg/100 g meat)} = [0.28 \times (\text{titration volume of sample solution} - \text{titration volume of blank}) \times 10] \times 100$$

DPPH 라디칼 소거능(DPPH-tradical scavenging activity) 측정

DPPH는 시료 5 g을 팔콘 튜브에 넣고 75% 에탄올 15 ml을 가한다. Homogenizer를 이용하여 10,000 rpm/ 20초 균질하고, 3,000 rpm/ 15분 원심분리 시켜준다. 원심분리 후 상층액을 주사기필터로 걸러준 뒤, 75% 에탄올을 이용하여 최종 20 ml로 보정한다. 추출된 시료를 각 시험관에 농도별로 가하고 시험관에 75% 에탄올을 가하여 농도조절을 한다. 시료, blank, reference 제조하여 vortexing 해준다. 제조 후 실온에서 20분 방치 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 원심분리 후 상층액을 석영셀 혹은 플라스틱셀에 가하고 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 측정하여 아래식으로 환산하였다.

$$\text{라디칼 소거능(Antiradical activity)} = [1 - (\text{시료 흡광도} - \text{Reference 흡광도})] \times 100$$

잔존 아질산이온(Residual nitrite) 측정

잔존 아질산이온을 측정하기 위해 시료 2 g에 80℃의 증류수 20 ml을 첨가하여 잘 흔들어주고, 여기에 0.5 N NaOH 2 ml을 더한 뒤 잘 흔들어 준다. 12% 황산아연용액 2 ml 첨가하여 잘 혼합한 뒤, 80℃ Water bath에 20분간 30 rpm에서 shaking 후 가열하였다. 가열한 후 찬물에서 실온정도까지 식힌 다음, 초산암모늄완충액(buffer solution) 4 ml 첨가하고 잘 혼합 후 증류수를 첨가하여 40 ml로 보정하고 잘 혼합한 후 10분간 방치 하여 여과지를 이용하여 플라스크에 모두 여과한 여과액을 시험용액으로 하였다. 팔콘 튜브에 시험용액 20 ml를 넣어 설파닐아미드용액(Sulfanilamide) 1 ml과 나프틸에틸렌디아민용액(N-1-Naphthylethylene diamine dihydro chloride) 1 ml, 증류수 3 ml을 첨가하여 최종 25 ml로 보정 후 2시간 방치하여 spectrophotometer를 이용하여 540 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다.

Blank와 standard는 시료 2 g 대신 증류수를 이용하여 실험용액과 동일한 방법으로 진행하였다.

1) 계산식

아질산이온(ppm) = $0.2 \times A / S \times 40 / 20 \times 1 / 1,000 \times 1,000$
 0.2 : NaNO₂ (0.15 g/ 1 l) Standard의 1 ml 용액속에 들어 있는 NO₂의 양(mg)

A: Sample수치 - Blank수치

S: Sample g수

40 / 20: 40 ml 용량에서 20 ml 취함

1 / 1,000: 단위환산(mg/ ml → g/ kg로 환산)

1,000: 단위환산(g/ kg → ppm으로 환산)

통계처리

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS program [40]의 GLM (General Linear Model) 방법으로 분석하였고 처리 평균간의

비교를 위해 Duncan의 Multiple Range Test가 이용되었다 ($p < 0.05$).

결과 및 고찰

일반성분

레드비트 분말의 첨가가 유화형 돈육소시지의 일반성분에 미치는 영향은 Table 2와 같다. 수분함량을 측정된 결과 처리간 유의적 차이가 없었으며, 조단백질 함량은 C (아질산염 0.01%)와 T2 (아질산염 0.005% + 레드비트 0.25%)가 T1 (아질산염 0.005% + 레드비트 0.5%)과 T4 (레드비트 0.25%)에 비해 높게 나타났고($p < 0.05$), 조지방 함량은 T2 (아질산염 0.005% + 레드비트 0.25%)가 C (아질산염 0.01%)와 T3 (레드비트 0.5%)에 비해 높았다($p < 0.05$). 한편, Zemzer 등[47]은 동결 건조한 레드비트의 식이섬유가 17.2~21.8%라고 보고하였으며, 이를 육제품에 첨가할 시 수분의 함량을 증가시킨다고 하였다 [15, 17, 31]. 하지만, 본 연구에서는 레드비트의 첨가에 따른 결과를 나타내지 않았으며, 0.25% 및 0.5%의 레드비트의 첨가는 유화형 돈육소시지의 일반성분에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

육색

레드비트 분말을 첨가한 유화형 돈육소시지의 육색 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L*값의 경우 아질산염 0.005%와 레드비트 0.5%를 혼합 첨가한 T1처리구와 레드비트 0.5%를 첨가한 T3처리구가 저장 6주 동안 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). Jeong 등[19]의 연구에 의하면 레드비트 1.0%를 소시지에 첨가하였을 때, 적게 첨가한 소시지에 비해 명도가 감소하였다는 결과와 유사하였다. 적색도를 나타내는 a*값은 T1 (아질산염 0.005% + 레드비트 0.5%)이 저장 0주에서 6주까지 높았고($p < 0.05$), 레드비트 0.25%를 첨가한 T4처리구가 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이러한 결과는 Jin 등[17]이 보고한 연

Table 2. Effect of red beet powder on proximate compositions of emulsified pork sausage (%)

Treatments ¹⁾	Moisture	Crude protein	Crude fat
C	67.42±0.79	20.55±0.15 ^A	8.90±0.21 ^C
T1	67.60±0.09	19.94±0.14 ^B	9.43±0.33 ^{ABC}
T2	67.80±0.04	20.41±0.21 ^A	9.87±0.32 ^A
T3	67.10±0.10	20.13±0.19 ^{AB}	9.07±0.46 ^{BC}
T4	67.61±0.07	19.55±0.42 ^B	9.56±0.28 ^{AB}

^{A-C} Means ± SD with different superscription within the same column differ ($p < 0.05$).

¹⁾C (Sodium nitrite 0.01%), T1 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.5%), T2 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.25%), T3 (Red beet powder 0.5%), T4 (Red beet powder 0.25%).

Table 3. Effect of red beet powder on CIE color (L*, a*, b*) of emulsified pork sausage

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)			
		0	2	4	6
L*	C	79.52±0.18 ^A	79.72±0.05 ^A	79.92±0.32 ^A	79.52±0.22 ^A
	T1	72.13±0.29 ^{Eb}	72.26±0.28 ^{Eab}	72.73±0.10 ^{Da}	71.75±0.39 ^{Eb}
	T2	75.59±0.36 ^C	75.61±0.04 ^C	75.78±0.53 ^C	75.90±0.17 ^C
	T3	72.66±0.23 ^D	73.05±0.34 ^D	72.28±0.38 ^D	72.81±0.31 ^D
	T4	76.80±0.15 ^B	76.79±0.05 ^B	77.10±0.16 ^B	77.04±0.19 ^B
a*	C	3.56±0.07 ^{Db}	7.05±0.05 ^{Da}	7.18±0.09 ^{Da}	6.86±0.52 ^{Da}
	T1	9.81±0.25 ^{Ab}	13.98±0.37 ^{Aa}	13.38±0.15 ^{Aa}	13.81±0.88 ^{Aa}
	T2	5.92±0.37 ^{Cc}	9.47±0.36 ^{Ca}	9.38±0.48 ^{Cab}	8.73±0.17 ^{Cb}
	T3	6.30±0.07 ^{Bc}	10.18±0.23 ^{Bb}	10.90±0.25 ^{Ba}	10.87±0.11 ^{Ba}
	T4	1.10±0.03 ^{Ec}	4.96±0.10 ^{Ea}	4.36±0.17 ^{Eb}	4.25±0.24 ^{Eb}
b*	C	11.40±0.12 ^{Ea}	7.61±0.06 ^{Db}	7.43±0.04 ^{Db}	7.89±0.45 ^{Db}
	T1	21.38±0.13 ^{Ca}	16.27±0.40 ^{Bb}	16.07±0.14 ^{Bb}	15.99±0.17 ^{Bb}
	T2	18.87±0.17 ^{Da}	15.10±0.34 ^{Cb}	14.92±0.27 ^{Cb}	15.11±0.14 ^{Cb}
	T3	23.24±0.25 ^{Aa}	17.65±0.11 ^{Ab}	17.52±0.26 ^{Ab}	16.83±0.23 ^{Ac}
	T4	21.80±0.25 ^{Ba}	17.39±0.31 ^{Abc}	17.78±0.30 ^{Ab}	17.26±0.16 ^{Ac}

^{a-c} Means ± SD with different superscription within the same row differ (*p*<0.05).

^{A-E} Means ± SD with different superscription within the same column differ (*p*<0.05).

¹⁾ C (Sodium nitrite 0.01%), T1 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.5%), T2 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.25%), T3 (Red beet powder 0.5%), T4 (Red beet powder 0.25%).

구결과에 의하면 아질산염과 레드비트 분말 혼합 첨가 시 적색도가 증가하였고, 레드비트에 포함되어있는 betalain이 적색도를 증진시킨다는 보고가 있었다[32, 33, 37, 38]. 또한, Kang과 Lee [22]가 보고한 아질산나트륨 30 ppm + 0.2% 손바닥선인장분말을 첨가하였을 때 적색도가 높은 경향을 보인 결과와, 아질산염과 레드비트 분말을 소시지에 첨가하였을 때 적색도 증진에 영향을 미친다고 보고한[19] 결과와 유사하였다. 황색도를 나타내는 b*값은 저장 0주에서 6주까지 레드비트만 첨가한 T3 (레드비트 0.5%)와 T4 (레드비트 0.25%)가 높았다(*p*<0.05). 이러한 결과는 레드비트의 betalain계의 천연물질로 황색의 betaxanthin [27]이 영향을 미친 것이라 사료된다. Jin 등[17]의 연구결과에서도 레드비트 첨가 시 황색도가 증가한다는 결과와 유사하였으며, 이러한 색도의 변화는 레드비트

의 천연색소에 의해 유도되는 것으로 보고되고 있다[12]. 따라서, 본 실험 결과에 의하면 레드비트 분말 0.5%를 첨가는 발색제인 아질산염을 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

pH

레드비트 분말을 첨가한 유화형 돈육소시지의 pH 결과는 Table 4와 같다. pH 결과는 C (아질산염 0.01%)처리구가 저장 기간에 따라 가장 높았고(*p*<0.05), 레드비트만 첨가한 T3 (레드비트 0.5%)와 T4 (레드비트 0.25%)처리구는 대조구에 비해 유의적으로 낮았다(*p*<0.05). Kim [23]의 연구에서 술잎 추출물을 소시지에 첨가하였을 때, 저장기간이 증가함에 따라 pH가 저하되었다는 보고와 비트를 가루를 떡에 1~5%를 첨가하였을 때 첨가량이 많아질수록 pH가 낮아졌다는 Yoo와 Ko [45]의

Table 4. Effect of red beet powder on pH of emulsified pork sausage

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)			
		0	2	4	6
pH	C	6.45±0.01 ^{Aa}	6.29±0.02 ^{Ab}	6.10±0.02 ^{Ac}	5.86±0.01 ^{Ad}
	T1	6.26±0.02 ^{Ba}	6.08±0.01 ^{Bb}	5.89±0.02 ^{Bc}	5.82±0.01 ^{Bd}
	T2	6.21±0.01 ^{Ca}	6.08±0.01 ^{Bb}	5.77±0.01 ^{Dd}	5.83±0.01 ^{Bc}
	T3	6.18±0.00 ^{Da}	6.02±0.01 ^{Db}	5.80±0.00 ^{Cc}	5.77±0.01 ^{Dd}
	T4	6.16±0.00 ^{Ea}	6.05±0.01 ^{Cb}	5.78±0.02 ^{CDc}	5.80±0.01 ^{Cc}

^{a-d} Means ± SD with different superscription within the same row differ (*p*<0.05).

^{A-E} Means ± SD with different superscription within the same column differ (*p*<0.05).

¹⁾ C (Sodium nitrite 0.01%), T1 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.5%), T2 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.25%), T3 (Red beet powder 0.5%), T4 (Red beet powder 0.25%).

연구와 유사하였다. 또한, Devatkal [14]의 연구에서 식물추출물의 phenolic compounds 함량이 높을수록 육제품의 pH가 낮아진다고 하였다.

휘발성 염기태 질소화합물

레드비트 분말을 첨가한 소시지의 VBN 결과는 Table 5와 같다.

VBN함량은 단백질이 아미노산에서 무기태질소로 분해되면서 휘발성물질을 생성하는 것으로, 단백질이 많이 함유된 식품의 신선도를 예측하는 수단으로 이용되고 있다[23]. VBN 결과에서 저장 0주차에서만 T3 (레드비트 0.5%)처리구가 12.37 mg%로 유의적으로 높았지만, 저장 2~6주차에서는 유의적 차이가 없었다. 우리나라 식품 위생법에 따르면 고기내의 VBN 함량은 20 mg%이하로 규정되고 있다[26]. 따라서 모든 저장일 중 VBN의 수치는 11.48~24.55 mg%였으며, 시료들 사이에 큰 차이가 없었다. 또한, 처리구들의 VBN의 수치는 가식범위 내에 들었으므로 레드비트의 첨가는 VBN함량에 큰 영향을 미치지 않음을 확인하였다.

DPPH 라디칼 소거능 및 잔존 아질산이온

레드비트 분말을 첨가한 소시지의 DPPH 라디칼 소거능 및 잔존 아질산이온 결과는 Table 6과 같다.

DPPH 라디칼 소거능 결과는 레드비트 분말 0.5%를 첨가한 처리구들이 레드비트분말 0.25%와 무첨가한 대조구보다 저장 기간 중 유의적으로 높았다. Lee와 Chin [28]이 보고한 레드비트 추출물의 라디칼 소거 활성에 대한 결과에서 0.5%농도가 높은 활성을 보였다는 결과와 유사하였고, Jin 등[17]이 보고한 폴리페놀의 양과 추출물간의 항산화활성의 관련성을 비교한 결과에서 폴리페놀의 함량이 높을수록 DPPH 라디칼 소거능이 높다는 결과와 일치하였다. 또한, Yoo와 Ko [45]가 연구한 비트잎 가루를 떡에 첨가하였을 때 첨가량이 증가할수록 라디칼 소거활성이 유의적으로 증가하였으며, Boo 등[5]이 보고한 천연색소의 항산화 활성연구에서도 비트, 양파껍질, 흑미, 오디, 적양배추 등이 free radical 소거 활성에 높은 효과를 나타낸다고 보고하였다.

잔존 아질산이온을 측정된 결과에서, 아질산염 첨가량이 많을수록 잔존 아질산이온이 증가하였고, 모든 처리구들에서 저

Table 5. Effect of red beet powder on volatile basic nitrogen (VBN) of emulsified pork sausage

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)			
		0	2	4	6
VBN (mg%)	C	11.48±0.28 ^{Cc}	16.94±3.61 ^b	16.53±0.84 ^b	24.55±3.39 ^a
	T1	11.76±0.00 ^{Bc}	17.48±1.88	18.85±1.39	21.00±5.33
	T2	11.99±0.08 ^{Bb}	15.22±1.93 ^{ab}	18.90±4.21 ^a	18.95±2.17 ^a
	T3	12.37±0.21 ^{Ab}	16.99±1.26 ^{ab}	17.92±5.31 ^{ab}	20.81±2.26 ^a
	T4	11.95±0.16 ^{Bc}	15.64±2.12 ^b	17.03±1.45 ^b	20.35±0.86 ^a

^{a-c}Means ± SD with different superscription within the same row differ (*p*<0.05).

^{A-C}Means ± SD with different superscription within the same column differ (*p*<0.05).

¹⁾C (Sodium nitrite 0.01%), T1 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.5%), T2 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.25%), T3 (Red beet powder 0.5%), T4 (Red beet powder 0.25%).

Table 6. Effect of red beet powder on DPPH radical scavenging and residual nitrite of emulsified pork sausage

Items	Treatments ¹⁾	Storage (weeks)			
		0	2	4	6
DPPH (%)	C	41.76±0.77 ^{Ca}	36.48±0.93 ^{Db}	34.16±1.03 ^{Dc}	32.45±1.07 ^{Ec}
	T1	89.29±1.04 ^{Aa}	84.63±1.23 ^{Ab}	81.73±0.92 ^{Bc}	79.56±0.94 ^{Bd}
	T2	75.03±0.89 ^{Bb}	77.43±0.91 ^{Ba}	66.75±1.21 ^{Cc}	66.36±0.96 ^{Cc}
	T3	89.13±0.89 ^{Aa}	77.45±1.04 ^{Bc}	84.28±1.11 ^{Ab}	87.24±1.06 ^{Aa}
	T4	74.53±0.86 ^{Ba}	73.11±1.12 ^{Ca}	67.42±1.01 ^{Cb}	63.83±1.05 ^{Dc}
Residual nitrite (ppm)	C	7.10±0.77 ^{Aa}	5.49±0.13 ^{Ab}	4.57±0.06 ^{Ac}	3.38±0.06 ^{Ad}
	T1	3.56±0.52 ^{Ba}	3.29±0.06 ^{Ba}	2.60±0.03 ^{Bb}	1.92±0.04 ^{Bc}
	T2	3.88±0.63 ^{Ba}	3.04±0.02 ^{Cb}	2.51±0.03 ^{Cb}	1.80±0.03 ^{Cc}
	T3	1.27±0.27 ^{Ca}	0.13±0.05 ^{Dc}	0.27±0.02 ^{Dc}	0.87±0.07 ^{Db}
	T4	1.39±0.10 ^{Ca}	0.08±0.02 ^{Db}	0.02±0.00 ^{Eb}	0.08±0.03 ^{Eb}

^{a-d}Means ± SD with different superscription within the same row differ (*p*<0.05).

^{A-E}Means ± SD with different superscription within the same column differ (*p*<0.05).

¹⁾C (Sodium nitrite 0.01%), T1 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.5%), T2 (Sodium nitrite 0.005% + Red beet powder 0.25%), T3 (Red beet powder 0.5%), T4 (Red beet powder 0.25%).

장기간이 증가할수록 아질산이온이 감소하였다. 한편, Bard [4]와 Choi 등[6]의 연구결과에서도 저장기간이 경과함에 따라 육제품내 아질산이온 함량이 감소한다고 하였고, Kim 등[25]과 Lee와 Cassens [29]의 연구에서도 육제품 가공과 저장 시, 육의 pH, 이화학적 상태 및 육 내 미생물수준에 따라 잔존 아질산이온 함량이 결정되는 것으로 보고하였으며, 저장온도가 높을수록, pH가 낮을수록, 염도가 높을수록, 가열처리 온도를 서서히 높일수록 잔존 아질산이온 함량이 낮아진다고 하였다. 본 연구에서도 저장기간이 증가할수록 pH가 감소하였으며, 측정하지는 않았으나 증가한 미생물에 의해 잔존 아질산이온이 감소한 것으로 판단된다. 이상의 결과에서 유향형 소시지 제조 시 아질산염을 레드비트분말 0.5%로 대체하여 제조한다면 기존의 품질을 갖는 유향형 소시지와 유사하면서도 적색도가 개선된 제품의 제조가 가능할 것이라 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2009-0093813). 그리고 본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 식육·가공품판매업 활성화를 위한 제품 제조법 및 위생관리 기술개발, 세부과제번호: PJ009848)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- Ahn, H. J., Kim, J. H., Jo, C., Lee, J. W., Yook, H. S. and Byun, M. W. 2004. Effects of gamma irradiation on residual nitrite, residual ascorbate, color, and N-nitrosamines of cooked sausage during storage. *Meat Sci.* **15**, 197-203.
- AOAC. 1995. Official method of analysis. 15th ed. Association Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Anselme, J. 1979. The organic chemistry of N-nitrosamines (a brief review). *J. Am. Chem. Soc.* **101**, 1-12.
- Bard, J. C. 1973. Effect of sodium nitrate on botulinal toxin production and nitrosamine formation in wieners. *Proceed. Meat Ind. Res. Cont. Am. Meat Inst. Found.* pp. 22-23.
- Boo, H. O., Hwang, S. J., Bae, C. S., Park, S. H. and Song, W. S. 2011. Antioxidant activity according to each kind of natural plant pigments. *Kor. J. Plant Res.* **24**, 105-112.
- Choi, S. H., Kwon, H. C., An, D. J., Park, J. R. and Oh, D. H. 2003. Nitrite contents and storage properties of sausage added with green tea powder. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 299-308.
- Cassens, R. G. 1997. Composition and safety of cured meat in the USA. *Food Chem.* **59**, 561-566.
- Cassens, R. G. 1998. Nitrite issue. *Proceedings of 51st Reciprocal Meat Conference.* **51**, 162-163.
- Constabel, F. and Nassif-Makki, H. 1971. Betalainbildung in beta-calluskulturen. *Ber. Dtsch Bot. Ges.* **84**, 629-636.
- Christiansen, L. N., Tompkin, R. B., Shaparis, A. B., Johnston, R. W. and Kautter, D. A. 1975. Effect of sodium nitrite and nitrate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in a summer style sausage. *J. Food Sci.* **40**, 488-490.
- Choi, S. H., Jung, S. A., Song, E. J., Lee, S. Y., Kim, K. B. W. R., Park, J. G., Park, S. M. and Ahn, D. H. 2006. Effect of improvement of storage prorage properties and reducing of sodium nitrate by *Glycyrrhiza uralensis* and *Curcuma longa* in pork sausage. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 997-1004.
- Choi, Y. S., Han, D. J., Lee, M. A., Song, D. H. and Kim, C. J. 2010. Effects of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) peel powder on quality characteristics of chicken emulsion sausages. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **30**, 755-763.
- Dufosse, L. and Pintea, A. 2005. Third international congress on pigments in food. *Food Res. Int.* **38**, 831-832.
- Devatkal, S. K., Narsaiah, K. and Borah, A. 2010. Anti-oxidant effect of extracts of kinno w rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Sci.* **85**, 155-159.
- Grossi, A., Soltoft-Jensen, J., Christian Knudsen, J., Christensen, M. and Orlien, V. 2012. Reduction of salt in pork sausages by the addition of carrot fibre or potato starch and high pressure treatment. *Meat Sci.* **92**, 481-489.
- Judge, M. D., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Hedrick, H. B. and Merkel, R. A. 1989. Public health aspects of nitrite usage. In *Principles of Meat Science*, 2nd ed., pp. 145. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.
- Jin, S. K., Choi, J. S., Moon, S. S., Jeong, J. Y. and Kim, G. D. 2014. The Assessment of red beet as a natural colorant, and evaluation of quality properties of emulsified pork sausage containing red beet powder during cold storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **34**, 472-481.
- Jin, S. K., Shin, D. K. and Hur, I. C. 2011. Effect of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder addition on quality characteristics of sausage. *J. Agric Life Sci.* **45**, 125-134.
- Jeong, H. J., Lee, H. C. and Chin, K. B. 2010. Effect of red beet on quality and color stability of low-fat sausages during refrigerated storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **30**, 1014-1023.
- Kang, J. O. and Lee, G. H. 2003. Effects of pigment of red beet and chitosan on reduced nitrite sausage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 215-220.
- Kang, J. O., Park, J. Y. and Kim, C. H. 2001. A food coloring extracted by Heughanmi. Korea Patent 0294654.
- Kang, J. O. and Lee, S. G. 2008. Effects of opuntia ficusindica pigment and sodium lactate on nitrite-reduced sausage. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **50**, 551-560.
- Kim, H. Y., Jeong, J. Y., Choi, J. H., Lee, M. A., Lee, J. H., Chang, K. H., Choi, S. Y., Paik, H. D. and Kim, C. J. 2006. Effects of ethanol extractsof *Bacillus polyfermenticus* SCD on Tteogalbi quality during storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 478-485.
- Kim, Y. J. 2011. Effects of addition of pine needle extracts in different forms on the antioxidant and residual nitrite contents of emulsified sausages during cold storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **31**, 74-80.
- Kim, S. M., Cho, Y. S., Yang, T. M., Lee, S. H., Kim, D. G. and Sung, S. K. 2000. Development of functional sausage using extracts from *Schizandra chinensis*. *Kor. J. Food Sci. Ani.*

- Resour.* **20**, 272-2281.
26. KFDA. 2002. Meat product. In food code. Korea food & Drug Administration. pp. 220. Seoul, Korea.
 27. Lee, T. S., Jang, Y. M., Hong, K. H., Park, S. K., Park, S. K., Kwon, Y. K., Park, J. S., Chang, S. Y., Hwang, H. S., Kim, E. J., Han, Y. J., Kim, B. S., Won, H. J. and Kim, M. C. 2005. Survey of beet red contents in foods using TLC, and HPLC. *J. Food Hyg. Safety.* **20**, 244-252.
 28. Lee, J. H. and Chin, K. B. 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. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **32**, 497-503.
 29. Lee, M. H. and Cassens, R. G. 1983. Effect of heating rate on residual nitrite. *Kor. Inst. Ani. Sci.* **25**, 675-679.
 30. Macdougall, D. B., Mottran, D. S. and Rhodes, D. N. 1975. Contribution of nitrite and nitrate to the colour and flavor of cured meats. *J. Sci. Food Agr.* **26**, 1743.
 31. Moller, S. M., Grossi, A., Christensen, M., Orlien, V., Soltoft-Jensen, J. and Straadt, I. K. 2011. Water properties and structure of pork sausages as affected by high-pressure processing and addition of carrot fibre. *Meat Sci.* **87**, 387-393.
 32. Mattila, P. and Hellstrom, J. 2007. Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *J. Food Comp. Anal.* **20**, 152-160.
 33. Mazza, G. and Miniati, E. 1993. Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. pp. 1-87, Boca Raton, FL: CRC Press.
 34. Park, W. Y. and Kim, Y. J. 2010. Effect of Chitosan with different molecular weight and nitrite addition on the residual nitrite contents and self-life of emulsified sausage during cold storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **30**, 269-276.
 35. Pasch, J. H., Von Elbe, J. H. and Sell, R. J. 1975. Betalain as colorants in dair products. *J. Milk Food Technol.* **38**, 25.
 36. Pearson, D. 1976. The chemical analysis of foods (7thed.). Churchill, Livingston. pp. 386.
 37. Ravichandran, K., Ahmed, A. R., Knorr, D. and Smetanska, I. 2012. The effect of different processing methods on phenolic acid content and antioxidant activity of red beet. *Food Res. Int.* **48**, 16-20.
 38. Roy, K., Gullapalli, S., Chaudhuri, U. R. and Chakraborty, R. 2004. The use of a natural colorant based on betalain in the manufacture of sweet products in India. *Int. J. Food Sci. Technol.* **39**, 1087-1091.
 39. Singer, G. M. and Lijinsky, W. 1976. Naturally occurring nitrosatable compounds. I. Secondary amines in foodstuffs. *J. Agr. Food Chem.* **24**, 550-553.
 40. SAS. 2008. SAS/STAT Software. Release 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 41. Von Elbe, J. H., Klement, J. T., Amymdson, C. H., Cassens, R. G. and Lindsay, R. C. 1974. Evaluation of betalain pigment as sausage colorants. *J. Food Sci.* **39**, 128.
 42. Vinson, J. A., Hao, Y., Su, X. and Zubik, L. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods; vegetables. *J. Agr. Food Chem.* **46**, 3630-3643.
 43. Wite, J. W. 1975. Relative significance of dietary sources of nitrate and nitrite. *J. Agr. Food Chem.* **23**, 886-891.
 44. Yang, A., Larsen, T. W., Powell, V. H. and Tume, R. K. 1999. A Comparison of fat composition of Japanese and long-term grained fat Australian steers. *Meat Sci.* **51**, 1-9.
 45. Yoo, S. S. and Ko, S. H. 2014. Quality characteristics of *Sulgidduk* with beet leaf powder. *Kor. J. Food Cook. Sci.* **30**, 119-128.
 46. Zarringhalamiv, S., Sahari, M. A. and Hamidi-Esfehani, Z. 2009. Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. *Meat Sci.* **81**, 281-284.
 47. Zemzer, B., Pietrkowski, Z., Spórna, A., Stalica, P., Thresher, W., Michaowski, T. and Wybraniec, S. 2011. Betalainic and nutritional profiles of pigment-enriched red beet root (*Beta vulgaris* L.) dried extracts. *Food Chem.* **127**, 42-53.

초록 : 레드비트 분말을 첨가한 돈육소시지의 이화학적 특성

하소라¹ · 최정석^{2*} · 진상근^{1*}

(¹경남과학기술대학교 동물소재공학과, ²경남과학기술대학교 양돈과학기술센터)

본 연구는 유화형 돈육소시지 제조에 첨가되는 아질산염을 대체할 목적으로 천연색소로 알려진 레드비트 분말을 첨가하여 돈육소시지의 이화학적 특성에 미치는 영향에 대해 알아보고자 실시하였다. 총 5개의 처리구로 제조를 하였으며, C (아질산염 0.01%), T1 (아질산염 0.005% + 레드비트 분말 0.5%), T2 (아질산염 0.005% + 레드비트 분말 0.25%), T3 (레드비트 분말 0.5%), T4 (레드비트 분말 0.25%)로 처리하여 10±1℃에서 6주간 저장하면서 실험을 실시하였다. 명도는 Control이 유의적으로 높았고, 적색도는 T1이 높았으며, 황색도는 T3와 T4가 높았다. pH는 T3와 T4가 유의적으로 낮은 경향을 보였다. VBN은 처리구간별 유의적 차이가 없었다. DPPH 결과는 0주차에서 T1과 T3가 유의적으로 높은 경향을 보였으며, 2주차에서 T1이 높았고, 4주와 6주차에서는 T3가 높았다. 또한, 잔존아질산이온 결과는 Control이 저장 6주 동안 유의적으로 높았고, T3와 T4는 낮은 결과를 나타내었다. 따라서, 본 실험 결과에 의하면 레드비트 분말의 첨가는 유화형 돈육소시지의 품질을 감소시키지 않으면서 아질산염의 첨가를 줄일 수 있을 것으로 판단되었으며 항산화활성에 효과를 나타내는 것으로 사료되었다.