

자색고구마 분말과 자색 색소를 이용한 소시지의 아질산염 대체 효과

이남례^{1,2} · 김청식² · 유건성² · 박만춘² · 정완오² · 정운권² · 조운정¹ · 김경희¹ · 육홍선¹

¹충남대학교 식품영양학과
²국방기술품질원

Effect of Nitrite Substitution of Sausage with Addition of Purple Sweet Potato Powder and Purple Sweet Potato Pigment

Namrye Lee^{1,2}, Chung Sick Kim², Gun Sung Yu², Man Chun Park², Wan Ou Jung²,
Un Kwon Jung², Yoon Joung Jo¹, Kyung Hee Kim¹, and Hong Sun Yook¹

¹Department of Food and Nutrition, Chungnam National University

²Defense Agency for Technology and Quality

ABSTRACT The objective of this study was to investigate the effect of nitrite substitution of sausage with purple sweet potato by examining the quality characteristics of sausage. Four sausage samples were prepared as follows: F1 (0.15% sodium nitrite), F2 (0.2% pigment), F3 (0.2% pigment and 5% powder), and F4 (0.2% pigment and 10% powder). A substitution of sodium nitrite with 0.2% purple sweet potato pigment reduced redness while increased yellowness. However, the addition of 5% purple sweet potato powder to 0.2% purple sweet potato pigment increased redness while reduced yellowness, which was similar to those of sausage with 0.15% addition of sodium nitrite. Further, color change increased as the content of purple sweet potato increased. As the amount of purple sweet potato increased, the contents of Ca, K, and Mg increased but hardness, gumminess, and chewiness decreased. In the sensory evaluation, the addition of purple sweet potato did not influence on appearance, color, or flavor. However, the addition of 10% purple sweet potato decreased the taste and texture of sausage. Correlation coefficients between overall acceptability, texture, appearance, color, taste, and flavor were 0.901, 0.895, 0.877, 0.844, and 0.688, respectively. Therefore, proper content of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment were determined to be 5% and 0.2%, respectively, for the substitution of sodium nitrite.

Key words: purple sweet potato powder, purple sweet potato pigment, chemical properties, textural properties, sensory properties

서 론

소시지에 사용하는 아질산염은 육색의 발색과 안정화, *Clostridium botulinum*의 성장과 독소 생성 억제, 풍미 향상, 산패취 발생 억제 등의 중요한 역할을 한다. 그러나 다량 섭취하면 methemoglobin증을 일으키거나 발암성 nitrosamine을 생성하는 것으로 알려져 있다(1). 아질산염이 육색 고정을 위해서는 최소 20~50 ppm, *Clostridium botulinum* 균의 발육 억제를 위해서는 최소 150 ppm이 필요하며, 풍미 향상을 위해서는 50 ppm이 필요하다고 한다(2). 육제품에 사용하는 아질산염은 70 ppm 이하로 관리하고 있어 미생물 억제 효과보다 육색고정과 풍미 향상에 대한 역할이 더 크다고 할 수 있다. 또한 육제품에 잔존하는 양으로는 methemoglobin증이나 발암성 nitrosamine 생성을 우려할 정도

가 아니라고 보고되고 있으나 일반 소비자들의 식품안전에 불안함을 느끼는 요인으로 '보존료, 착색료 등의 식품첨가물' 이라고 하였다(3). 따라서 아질산염의 기능을 대체할 수 있는 천연물질을 찾는 노력이 계속되고 있다(1). 자색고구마는 육질 전체가 안토시아닌(anthocyanin) 색소를 가지고 있으며 다른 안토시아닌 색소에 비해 열과 광선에 안정하다(4). 또한 안토시아닌의 구조는 포도당, 람노오스, 갈락토오스와 결합한 당 배당체이며 영양학적으로 단백질과 지방, 식이섬유 및 무기질(칼슘, 인, 철) 등이 골고루 들어 있고 인체에 부작용이 없다(4). 또한 다양한 페놀성 물질을 함유하여 항산화성, 콜레스테롤 저하, 동맥경화 예방 등과 같은 생리활성을 나타내는 것으로 알려졌다(4). 이러한 자색고구마를 이용한 연구는 자색고구마 분말 첨가량을 달리한 쿠키의 항산화 활성 및 품질 특성(5), 자색고구마를 이용한 노인식 죽의 개발 및 품질 특성(6), 자색고구마 분말을 첨가한 젤리의 품질 특성(4), 동결건조 자색고구마 분말을 첨가한 국수의 품질 특성 및 항산화성(7), 자색고구마를 첨가한 설기떡의 품

Received 21 November 2014; Accepted 14 May 2015

Corresponding author: Hong Sun Yook, Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr, Phone: +82-42-821-6840

질 특성(8) 등 식품에 다양하게 적용한 사례가 있으나 소시지와 같은 육가공품에 적용한 사례는 드물다. 다양한 식품에 적용한 사례들 대부분이 자색고구마를 상당량 사용하였으며 전체적인 기호도가 우수하였다. 즉과 국수는 6%, 쿠키는 10~20%, 설기떡은 40%의 자색고구마 함량이 적절한 것으로 보고되었다. 식품위생법(9)에 소시지는 최소 70% 이상의 육 함량을 함유토록 하고 있어 소시지에 자색고구마를 첨가할 수 있는 최대 함량은 정제소금 등의 첨가물과 물의 함량을 제외하면 약 10%로 정도로 보인다. 따라서 자색고구마 분말의 함량을 최대 10%로 하고 자색 색소를 첨가하였을 때 나타나는 이화학적 특성, 색도, 조직감 및 관능적 특성의 변화를 관찰하고 아질산염에 대한 대체 효과를 알아보하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

자색고구마 분말은 지산식품(Hamyang, Korea)에서 구매하여 이용하였으며 자색 색소는 (주)엠펜씨(Yangsan, Korea)에서 공급받아 사용하였다. 소시지 제조에 사용한 돼지고기는 SK 축산(Nonsan, Korea)에서, 첨가물은 비에치푸드(주)(Gunpo, Korea)를 통해 구입하였다. 첨가물은 정제소금(HanJusalt Co., Ltd., Ulsan, Korea), 아질산나트륨(General Chemicals, Parsippany, NJ, USA), 인산염(Aditya Birla Chemicals, Mumbai, India), 카제인나트륨(Lactoprot Deutschland GmbH, Kaltenkirchen, German), 대두단백(Archer Daniels Midland, Chicago, IL, USA), L-아스코르빈산나트륨(Zhejiang Jiangshan Chemical Co., Ltd., Shanghai, China), 백설탕(TS Corp, Seoul, Korea), L-글루타민산나트륨(CJ Cheiljedang Corp, Incheon, Korea), 바이오헥산아이지(CJ Cheiljedang Corp.), 미트프로엠(Miteck Korea, Chungbuk, Korea)을 사용하였다.

시료의 제조

자색고구마 분말과 자색 색소를 첨가한 소시지의 제조는 예비실험을 거쳐 Table 1과 같은 배합비율로 제조하였다. 일반적으로 소시지 제조에 사용되고 있는 아질산나트륨 0.15% 첨가구를 대조군(F1)으로 하여 아질산나트륨 대신 자색 색소 0.2%를 첨가한 것을 F2, 자색 색소 0.2%에 자색고구마 분말을 5%와 10%씩 각각 첨가하여 제조한 것을 F3, F4로 하였다. 돼지고기는 돼지 후지와 지방을 8 mm 크기로 분쇄하였다. 분쇄된 돈육과 지방에 Table 1에 따라 정제소금, 아질산나트륨, 자색 색소, 인산염 등의 첨가물을 투입하여 1차 교반하고 자색고구마 분말을 투입하여 2차 교반한 후 케이싱에 충전하였다. 충전된 시료를 85±5°C에서 50분간 열처리한 후 냉각하여 4±1°C에서 30일간 저장하면서 10일간격으로 4회 측정하였다.

Table 1. Experimental design and ingredients composition (unit: w/w%)

Ingredient	Treatment ¹⁾			
	F1	F2	F3	F4
Pork ham meat	65	65	60	55
Pork back fat	15	15	15	15
Purple-fleshed sweet potato powder	—	—	5	10
Purple-fleshed sweet potato pigment	—	0.2	0.2	0.2
Sodium nitrite	0.15	—	—	—
Cold water (0~4°C)	16.20	16.15	16.15	16.15
Food additives	3.65	3.65	3.65	3.65

¹⁾F1: 0% purple sweet potato powder and 0% purple-fleshed sweet potato pigment and 0.15% sodium nitrite, F2: 0% purple sweet potato powder and 0.2% purple-fleshed sweet potato pigment and 0% sodium nitrite, F3: 5% purple sweet potato powder and 0.2% purple-fleshed sweet potato pigment and 0% sodium nitrite, F4: 10% purple sweet potato powder and 0.2% purple-fleshed sweet potato pigment and 0% sodium nitrite.

일반성분 및 열량

수분, 조지방은 AOAC(10) 방법에 따라 수분은 102°C에서 16~18시간 동안 건조하여 시료의 건조 전후의 무게 차를 계산하여 측정하였고, 조지방은 diethyl-ether로 50°C에서 4시간 30분 동안 추출하여 추출 전후의 무게 차로 지방 함량을 구하였다. 조단백질은 micro Kjeldahl법, 조회분은 550°C의 직접 회화법으로 각각 정량하였으며 모두 3반복 평균하였다. 탄수화물은 총량 100%에서 수분, 조지방, 조단백, 조회분을 뺀 값으로 하였으며 열량은 Atwater index(지방 9 kcal/g, 단백 4 kcal/g, 탄수화물 4 kcal/g)를 이용하여 계산하였다.

무기성분

무기성분 분석은 나트륨, 칼슘, 칼륨, 마그네슘 4종을 측정하였다. 소시지를 습식분해법으로 분해하여 증류수로 정용하고 여과하여 검액으로 사용하였으며, 각 무기성분의 정량은 ICP-OEB(Optima 7300DV, PerkinElmer, Seoul, Korea)를 이용하여 3반복 정량하였다.

아질산염

아질산염은 식품공전의 Diazotization 방법(9)을 이용하였다. 10°C에 저장한 소시지 10 g을 세절하고 80°C의 물과 고루 섞은 후 0.5 N NaOH 10 mL와 황산아연 10 mL를 넣어 섞고 80°C에서 20분간 중탕하였다. 중탕 후 냉각하고 초산암모늄 완충액 20 mL를 넣어 최종 부피를 200 mL로 하였다. 내용물을 잘 혼합하여 10분간 방치 후 여과하고 최초의 여액 20 mL를 버리고 맑은 여액을 삼각플라스크에 받아 시험용액으로 하였다. 소시지 대신 물 10 mL를 사용하여 동일하게 조작한 것을 공시험으로 하였다. 시험용액과 공시험용액 20 mL에 sulfanilamide solution 1 mL와 N-(1-naphthyl) ethylenediamine solution 1 mL, 물을 넣어

25 mL로 하고 잘 섞어 발색시켜 20분간 방치 후, 물 20 mL로 동일하게 조제한 것을 대조액으로 하여 파장 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 미리 작성한 검량선에서 흡광도를 측정하고 시험용액 20 mL 중의 아질산 이온량(μg)을 구하여 검체 중의 아질산 이온의 농도를 산출하였다.

$$\text{아질산이온(mg/kg)} = \frac{A}{S} \times \frac{1}{100}$$

S: 검체의 채취량(g)

A: 검량선에서 구한 아질산 이온량(μg)

색도

색도는 소시지를 2 mm 두께로 자른 후 색차계(ND-1001 DP, Nippon Denshoku Industries Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 시료의 L값(밝기), a값(적색도), b값(황색도)을 3회 반복 측정하고 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준백판의 값은 L: 92.5, a: 1.5, b: 0.5였다.

물성

물성은 소시지 가운데를 중심으로 직경 1.5 cm, 두께 1 cm로 잘라 texture analyzer(TA/XT2/25, Stable Micro System Co., Ltd., London, Surrey, UK)를 이용하여 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)을 측정하였다. 측정 조건은 지름 20 mm의 plunger를 이용하였고 pretest speed 2.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, posttest speed 2.0 mm/s, load cell 5 kg, strain 50%, 지름 20 mm의 원통 probe를 사용하여 5회 반복 측정하고 평균하였다.

기호도검사

소시지의 기호도검사는 색(color), 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 질감(texture), 전체적인 기호도(overall acceptance)의 6가지 항목에 대하여 평가하였으며 외관은 소시지 가운데 절단면의 매끄러운 정도를 평가하도록 하였다. 패널은 알프스식품(주) 직원 6명과 국방기술품질원 직원 14명을 패널요원으로 하여 평가하였다. 시료는 100°C의 끓는 물에 5분간 데운 다음 10분 동안 식힌 후 양 끝부분 3 cm를 제외한 가운데 부분을 3 cm씩 난수표를 붙인 하얀 접시에 물과 함께 제시하였다. 평가방법은 7점 척도법(1점-매우 싫다, 7점-매우 좋다)을 이용하여 평가하였다.

통계분석

통계처리는 각 항목에 따른 실험 결과를 SPSS 프로그램(IBM SPSS Statistics 20, Chicago, IL, USA)을 이용하여 처리하였으며 자색고구마 함량의 변화에 따른 품질 특성의 변화는 일원배치 분산분석으로 처리하였고, $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 시료 간의 유의성을 검정하였다.

Table 2. Proximate composition of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment

Parameters	Samples		
	Purple sweet potato powder	Purple sweet potato pigment	
Proximate composition (%)	Moisture	4.78±0.12	5.23±0.26
	Crude protein	6.16±0.08	1.08±0.03
	Crude fat	1.24±0.03	0.57±0.02
	Crude ash	3.44±0.34	2.89±0.10
Mineral (mg/100 g)	Na	134.37	—
	K	729.23	—
	Ca	200.56	—
	Mg	84.81	—
Color	L	55.6	47.9
	a	20.4	21.8
	b	-4.9	-0.6

결과 및 고찰

자색고구마 분말과 자색 색소의 이화학적 특성

본 실험에 사용한 자색고구마 분말과 자색 색소의 이화학적 특성은 Table 2와 같다. 자색고구마 분말과 자색 색소의 일반성분을 측정된 결과 자색고구마가 자색 색소에 비해 단백질, 조지방, 조회분 함량이 높았고 수분 함량은 낮았다. 자색 색소는 자색고구마에서 안토시아닌 색소만을 추출하여 건조한 것으로 자색고구마가 갖고 있는 성분들이 거의 빠져나간 것으로 보인다. 자색고구마 분말은 단백질과 회분이 6.16%, 3.44%로 많고 지방은 1.24%로 적었다. 자색 색소는 자색고구마 분말에 비해 단백질과 지방은 적었으나 회분이 2.89%로 많았다. Kim 등(11)이 측정된 자색고구마의 성분 결과와 유사하였다. 자색고구마 분말과 자색 색소의 Lab 색도를 측정된 결과 밝기(L)는 자색고구마 분말이 55.6으로 자색 색소 47.9보다 밝았으며, 적색도(a)는 자색고구마가 20.4, 자색 색소가 21.8로 비슷하였다. 자색고구마의 무기성분은 칼륨, 칼슘, 나트륨, 마그네슘 순으로 많게 측정되었다.

소시지의 일반성분 및 열량

자색고구마 분말 및 자색 색소 첨가에 따른 소시지의 일반성분 및 열량의 측정 결과는 Table 3과 같다. 아질산나트륨을 자색 색소로 대체한 F2는 대조구(F1)에 비해 수분과 조지방은 유의적으로 감소하였고 조단백은 저장 20일째부터 유의차를 보였으며, 조회분은 유의성이 없었다. 탄수화물은 F1에 비해 F2가 유의적으로 증가하였으며 열량은 저장 20일째만 제외하고 유의성이 없었다. F2의 배합비에서 돼지고기 5%를 자색고구마로 대체한 F3은 F2에 비해 수분과 조회분은 증가하고 조단백과 조지방은 감소하였으며, 열량 또한 유의적으로 감소하였다. 자색고구마의 함량을 10%로 증가한 F4는 F3의 경우보다 일반성분의 증감이 더 크게 나타났다. 자색고구마를 첨가한 쿠키(5)와 설기떡(8)도 자색고구

Table 3. Proximate composition of sausage added with different amount of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment

Proximate composition	Storage days	Samples ¹⁾			
		F1	F2	F3	F4
Moisture (%)	0	50.10±0.06 ^{c2)3)}	49.77±0.07 ^d	51.60±0.04 ^{bA4)}	53.34±0.05 ^{aA}
	10	50.08±0.08 ^c	49.53±0.21 ^d	51.56±0.09 ^{bAB}	53.51±0.14 ^{aA}
	20	50.10±0.05 ^c	49.61±0.25 ^d	51.56±0.10 ^{bAB}	53.48±0.07 ^{aA}
	30	50.18±0.06 ^c	49.63±0.33 ^d	51.36±0.19 ^{bB}	52.68±0.41 ^{aB}
Crude protein (%)	0	14.82±0.4 ^{aA}	14.51±0.01 ^a	14.21±0.30 ^b	13.59±0.26 ^{cA}
	10	14.71±0.10 ^{aB}	14.42±0.01 ^a	14.13±0.05 ^a	13.46±0.02 ^{bA}
	20	14.74±0.02 ^{aAB}	14.42±0.01 ^b	14.32±0.01 ^c	13.12±0.01 ^{dB}
	30	14.81±0.02 ^{aAB}	14.44±0.03 ^b	14.27±0.06 ^c	13.12±0.02 ^{dB}
Crude fat (%)	0	23.32±0.06 ^a	23.14±0.17 ^{abA}	22.52±0.16 ^{bAB}	21.88±0.03 ^{cA}
	10	23.52±0.24 ^a	23.34±0.17 ^{bA}	22.84±0.43 ^{cA}	21.80±0.31 ^{dA}
	20	23.12±0.09 ^a	22.36±0.05 ^{bB}	21.88±0.02 ^{cB}	20.72±0.02 ^{dB}
	30	23.37±0.42 ^a	22.60±0.12 ^{bB}	21.96±0.07 ^{cB}	20.70±0.38 ^{dB}
Crude ash (%)	0	2.08±0.01 ^c	2.08±0.01 ^c	2.11±0.01 ^{bB}	2.17±0.00 ^a
	10	2.10±0.03 ^c	2.08±0.01 ^c	2.15±0.02 ^{bA}	2.19±0.01 ^a
	20	2.09±0.03 ^c	2.08±0.01 ^c	2.14±0.01 ^{bAB}	2.18±0.01 ^a
	30	2.09±0.01 ^c	2.09±0.01 ^c	2.13±0.02 ^{bAB}	2.17±0.03 ^a
Carbohydrate (%)	0	9.68±0.06 ^b	10.50±0.12 ^{aB}	9.56±0.38 ^{bAB}	9.01±0.22 ^{cC}
	10	9.59±0.13 ^b	10.63±0.07 ^{aB}	9.32±0.72 ^{bB}	9.04±0.20 ^{bC}
	20	9.95±0.04 ^c	11.53±0.21 ^{aA}	10.10±0.09 ^{cAB}	10.49±0.08 ^{bB}
	30	9.66±0.40 ^b	11.24±0.38 ^{aA}	10.28±0.30 ^{bA}	11.33±0.55 ^{aA}
Calories (kcal/g)	0	307.8±0.5 ^a	308.3±1.1 ^{aAB}	297.8±1.0 ^{bAB}	287.4±0.3 ^{cA}
	10	308.9±1.3 ^a	310.3±1.6 ^{aA}	299.4±3.8 ^{bA}	286.3±2.0 ^{cAB}
	20	306.9±0.6 ^a	305.1±1.2 ^{bC}	294.6±0.5 ^{cAB}	281.0±0.3 ^{dB}
	30	307.8±2.2 ^a	306.1±1.5 ^{aBC}	295.8±0.4 ^{bB}	284.2±2.5 ^{cC}

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾Values with different small letters (a-d) within a row are significantly different ($P<0.05$).

⁴⁾Values with different capital letters (A-C) within a column are significantly different ($P<0.05$).

마 첨가에 따라 수분 함량이 증가하여 본 실험 결과와 유사 하였으며 자색고구마의 식이섬유에 의한 수분 보수력 때문 이라고 하였다(4). 자색고구마 함량의 증가에 따라 조회분도 증가하였으며 자색고구마 첨가 쿠키(5)와 같은 결과를 보였 다. 자색고구마 첨가에 따라 소시지의 조회분 함량이 증가하 는 것은 자색고구마 분말의 조회분이 3.44±0.34%(Table 2)로 대조구보다 높기 때문으로 사료된다.

소시지의 무기성분

자색고구마에 함유된 무기질은 대부분 나트륨, 칼슘, 칼

륨, 마그네슘이라고 보고되어(12) 본 실험에서도 4종 무기 질을 측정하였으며 결과는 Table 4와 같다. 자색고구마를 첨가한 4종 소시지는 모두 나트륨 함량이 가장 많았고 실험 구 간의 유의차를 보이지 않았다($P>0.05$). 칼슘, 칼륨, 마그 네슘 함량은 모두 자색고구마 함량 증가에 따라(F2, F3, F4) 유의적인 증가를 나타내었다($P<0.05$). 나트륨 등의 무기성 분은 조회분 함량에 영향을 미치는 것으로 자색고구마 함량 증가에 따라 소시지의 조회분 함량이 증가한 결과와 유사하 게 나타났다.

Table 4. Mineral contents of sausage added with different amount of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment (unit: mg/100 g)

Minerals	Samples ¹⁾			
	F1	F2	F3	F4
Na	634.29±34.25 ^{NS2)3)}	618.26±48.75	624.53±21.48	597.39±17.17
Ca	11.07±0.17 ^{d4)}	13.33±0.53 ^c	20.24±0.36 ^b	26.58±0.80 ^a
K	179.48±2.38 ^c	176.03±1.52 ^c	210.74±6.55 ^b	237.44±3.05 ^a
Mg	14.68±0.17 ^c	14.94±0.08 ^c	16.95±0.59 ^b	18.93±0.38 ^a

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾NS: not significant.

⁴⁾Values with different letters within a row are significantly different ($P<0.05$).

Table 5. Nitrite content of sausage added with different amount of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment (unit: mg/kg)

Storage days	Samples ¹⁾			
	F1	F2	F3	F4
0	0.05±0.00 ²⁾	0.00	0.00	0.00
10	0.03±0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.03±0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.03±0.00	0.00	0.00	0.00

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

소시지의 아질산염

소시지 아질산염 측정 결과는 Table 5와 같다. 아질산나트륨을 첨가한 소시지와 자색고구마를 첨가한 소시지의 품질 특성을 비교하기 위해 F1에만 아질산나트륨을 첨가하고 F2, F3, F4는 첨가하지 않았다. 아질산나트륨 0.15%를 첨가한 F1의 아질산염은 저장 초기 0.05 mg/kg으로 측정되었고 저장 10일째부터는 0.03 mg/kg으로 감소되었다. 아질산나트륨은 열처리 과정 중에 또는 저장 중에 상당량 소실된다고 알려져 있으며(13,14) 본 실험에서도 일부 소실이 발생하였다. 아질산나트륨을 첨가하지 않은 F2, F3, F4에서는 잔존 아질산염이 검출되지 않았다. 아질산염 대신 자색고구마를 사용할 경우 잔존 아질산염이 없는 소시지를 제조할 수 있어 인체에 유익할 것으로 보인다.

소시지의 색도

자색고구마를 이용하여 아질산나트륨의 발색기능을 대체할 수 있는지를 알아보기 위해 자색고구마 분말과 자색 색소를 혼합 첨가하였다. 소시지의 색도 측정 결과는 Table 6과

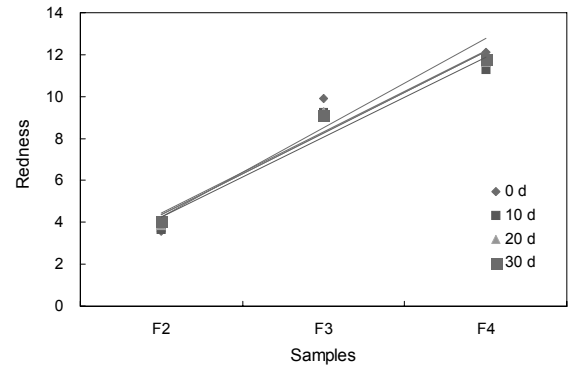


Fig. 1. Changes in redness of sausages added with purple sweet potato powder and pigment. Samples are the same as in Table 1.

같다. 자색 색소를 사용한 소시지(F2)의 밝기(L)는 대조구(F1)에 비해 더 밝아졌으나 적색도(a)는 1/3로 감소하였고 황색도(b)는 높아졌다. 아질산나트륨 대신 사용한 자색 색소 0.2%는 아질산나트륨 0.15%의 발색기능에 미치지 못하는 것으로 보인다. 그러나 자색 색소만을 첨가한 경우(F1)에 비해 자색고구마 분말을 첨가함에 따라(F3, F4) 밝기는 어두워졌으나 적색도가 향상되고 황색도는 감소하였다. 자색고구마 첨가량에 따른 적색도와 황색도의 변화는 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 적색도의 regression coefficient는 0.9282~0.9695 사이를 보였으며 황색도는 0.9856~0.999의 값을 보였다. 자색고구마 함량이 증가함에 따라 어둡고 진한 붉은색이 나타나는 것으로 보인다. 아질산나트륨 0.15%를 첨가하여 나타나는 색도와 비교하였을 때 적색도와 황색도가 가장 유사한 것은 자색 색소 0.2%와 자색고구마 분말 5%를 첨가한 F3이었다. 자색고구마 첨가 쿠키(5), 설기

Table 6. Color determination of sausage added with different amount of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment

Color	Storage days	Samples ¹⁾			
		F1	F2	F3	F4
L	0	73.19±0.06 ^{bB3)-5)}	75.64±0.39 ^{aB}	60.65±0.15 ^{cC}	54.23±0.05 ^{dA}
	10	74.61±0.25 ^{bA}	76.89±0.41 ^{aA}	63.91±0.28 ^{cA}	56.36±0.21 ^{dB}
	20	72.81±0.21 ^{bC}	75.31±0.24 ^{aB}	62.32±0.27 ^{cB}	56.51±0.15 ^{dB}
	30	73.05±0.12 ^{bBC}	75.81±0.07 ^{aB}	61.99±0.15 ^{cB}	56.22±0.19 ^{dB}
a	0	9.67±0.03 ^{cB}	3.56±0.12 ^{dC}	9.89±0.15 ^{bA}	12.11±0.07 ^{aA}
	10	9.67±0.13 ^{bB}	3.65±0.02 ^{dB}	9.25±0.03 ^{cBC}	11.30±0.12 ^{aC}
	20	10.07±0.13 ^{bA}	3.86±0.27 ^{dAB}	9.29±0.04 ^{cB}	11.64±0.11 ^{aB}
	30	9.75±0.16 ^{bB}	4.06±0.06 ^{dA}	9.11±0.07 ^{cC}	11.79±0.10 ^{aB}
b	0	6.97±0.04 ^{bC}	10.53±0.10 ^{aC}	6.72±0.18 ^{bB}	4.23±0.22 ^{cC}
	10	7.45±0.04 ^{cB}	10.77±0.14 ^{aB}	8.02±0.10 ^{bA}	4.95±0.21 ^{dB}
	20	8.03±0.33 ^{bA}	11.23±0.14 ^{aA}	8.27±0.28 ^{bA}	6.31±0.25 ^{cA}
	30	7.67±0.13 ^{cB}	10.91±0.07 ^{aB}	8.35±0.02 ^{bA}	6.47±0.12 ^{dA}
ΔE ²⁾	0	22.03±0.04 ^{cB}	19.82±0.29 ^{dB}	33.62±0.08 ^{bA}	39.98±0.05 ^{aA}
	10	20.95±0.27 ^{cC}	18.90±0.27 ^{dC}	30.66±0.24 ^{bC}	37.80±0.19 ^{aC}
	20	22.85±0.31 ^{cA}	20.49±0.25 ^{dA}	32.22±0.29 ^{bB}	37.94±0.19 ^{aC}
	30	22.40±0.09 ^{cB}	19.92±0.04 ^{dB}	32.50±0.12 ^{bB}	38.27±0.15 ^{aB}

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

²⁾ΔE means color difference. ³⁾All values are mean±SD (n=3).

⁴⁾Values with different small letters (a-d) within a row are significantly different (P<0.05).

⁵⁾Values with different capital letters (A-C) within a column are significantly different (P<0.05).

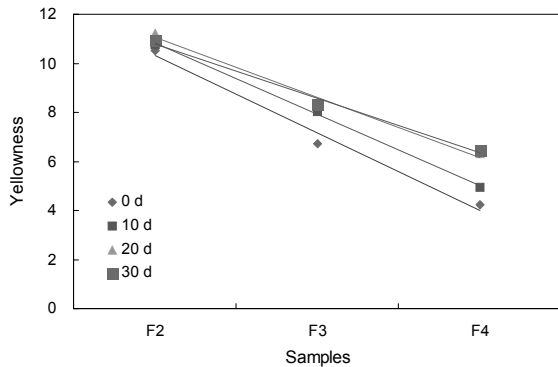


Fig. 2. Changes in yellowness of sausages added with purple sweet potato powder and pigment. Samples are the same as in Table 1.

떡(9)에서도 자색고구마 함량이 증가할수록 적색도가 높아지고 황색도가 낮아지며 밝기가 어두워진다고 하여 본 실험과 유사하였다.

소시지의 물성

소시지의 조직은 경도, 점착성, 탄력성, 응집성, 겹성, 씹힘성을 측정하였으며 측정 결과는 Table 7과 같다. 점착성

과 탄력성은 모든 시료에서 유의차를 보이지 않았다($P>0.05$). 대조구와 자색 색소 첨가구는 경도의 유의차가 없었으며 저장 초기와 20일째에는 모든 시료의 경도에 유의차가 없었다($P>0.05$). 응집성은 저장 초기와 저장 20일째에 F1, F2, F3의 유의차를 보이지 않았으나 자색고구마 분말 함량이 가장 많은 F4가 가장 낮은 응집성을 나타내었다. 겹성과 씹힘성은 저장 10일째를 제외하고 자색고구마 첨가량 증가에 따라 낮아져 F4의 겹성과 씹힘성이 가장 낮았다. 따라서 자색고구마 함량이 증가함에 따라 소시지의 경도, 응집성, 겹성, 씹힘성이 낮아지는 경향을 보인 것이다. 자색고구마 첨가 국수(7), 설기떡(8)도 자색고구마 함량 증가에 따라 경도, 겹성, 씹힘성이 낮아졌다고 하여 본 실험 결과와 유사하였다. 자색고구마 분말에 포함되어 있는 식이섬유 및 전분 등이 소시지의 조직감에 영향을 준 것이라 하였다(6).

소시지의 기호도

소시지의 기호도는 색, 외관, 향, 맛, 질감, 전체 기호도로 평가하였으며 평가 결과를 Table 8에 나타내었다. 향은 30일 저장기간 동안 시료 간의 유의차를 보이지 않았다($P>0.05$). 색은 대조구가 가장 선호되었으며 자색고구마 분말 첨가에 따라 유의적으로 선호도가 떨어졌고 자색고구마 분

Table 7. Textural properties of sausages added with different amount of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment

Textural properties	Storage days	Samples ¹⁾			
		F1	F2	F3	F4
Hardness (kg/cm ²)	0	6.8±0.3 ^{aA2)-4)}	6.7±0.3 ^{aA}	6.4±0.3 ^{ba}	6.1±0.5 ^{ca}
	10	6.9±0.2 ^A	6.7±0.2 ^{aA}	5.9±0.3 ^{ba}	6.2±0.4 ^{ba}
	20	6.5±0.1 ^{ab}	6.6±0.4 ^{aA}	6.2±0.3 ^{abAB}	5.9±0.3 ^{ba}
	30	6.1±0.2 ^B	6.1±0.4 ^{aB}	5.6±0.4 ^{bb}	5.1±0.3 ^{cb}
Adhesiveness (g)	0	-96.26±13.67 ^{AB}	-92.44±13.66	-90.99±46.74	-60.63±32.05
	10	-75.33±17.34 ^{AB}	-70.20±40.28	-61.97±28.69	-61.93±30.84
	20	-79.05±29.35 ^A	-80.68±49.05	-81.14±30.08	-98.97±24.28
	30	-74.20±28.73 ^B	-95.85±13.16	-66.39±39.32	-64.82±14.65
Springiness (%)	0	0.91±0.03	0.91±0.05	0.94±0.04	0.94±0.04
	10	0.93±0.04	0.93±0.03	0.97±0.03	0.91±0.05
	20	0.94±0.03	0.94±0.02	0.94±0.04	0.89±0.05
	30	0.95±0.02	0.94±0.03	0.92±0.04	0.93±0.02
Cohesiveness (%)	0	0.63±0.02 ^a	0.61±0.02 ^{aAB}	0.59±0.05 ^{aAB}	0.48±0.07 ^{ba}
	10	0.65±0.02 ^a	0.61±0.02 ^{abA}	0.57±0.04 ^{bbC}	0.40±0.07 ^{caB}
	20	0.62±0.03 ^a	0.58±0.02 ^{ab}	0.63±0.02 ^{aA}	0.40±0.09 ^{baB}
	30	0.65±0.01 ^a	0.59±0.02 ^{baB}	0.53±0.03 ^{cc}	0.30±0.05 ^{db}
Gumminess (kg)	0	4.3±0.1 ^a	4.1±0.3 ^{abA}	4.0±0.3 ^{bcA}	3.7±0.1 ^{ca}
	10	4.1±0.1	4.1±1.0 ^A	4.0±0.3 ^A	3.6±0.1 ^A
	20	3.9±0.2 ^a	3.6±0.2 ^{bb}	3.6±0.4 ^{ba}	3.2±0.2 ^{cb}
	30	3.8±0.2 ^a	3.7±0.1 ^{ab}	3.1±0.3 ^{bb}	3.3±0.2 ^{bb}
Chewiness (kg)	0	4.1±0.2 ^a	3.9±0.3 ^{aA}	4.0±0.3 ^{aA}	3.3±0.3 ^{ba}
	10	4.0±0.2	3.9±0.2 ^A	3.7±0.4 ^{AB}	3.1±0.2 ^A
	20	3.6±0.2 ^a	3.4±0.2 ^{abB}	3.3±0.4 ^{abBC}	3.1±0.3 ^{ba}
	30	3.6±0.3 ^a	3.5±0.2 ^{aB}	3.2±0.2 ^{bc}	2.7±0.1 ^{cb}

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=5).

³⁾Values with different small letters (a-d) within a row are significantly different ($P<0.05$).

⁴⁾Values with different capital letters (A-D) within a column are significantly different ($P<0.05$).

Table 8. Preference of sausages added with different amount of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment

Preference	Storage days	Samples ¹⁾			
		F1	F2	F3	F4
Color	0	5.85±1.18 ^{a2)3)}	4.95±1.67 ^{ab}	4.30±1.38 ^{bA4)}	3.95±1.88 ^b
	10	5.45±1.36 ^a	5.20±1.24 ^a	4.25±1.33 ^{bB}	4.00±1.52 ^b
	20	5.40±1.23 ^a	4.80±1.36 ^{ab}	4.20±1.20 ^{bcB}	3.90±1.41 ^c
	30	5.45±1.50 ^a	4.85±1.35 ^{ab}	4.20±1.44 ^{bB}	4.30±1.49 ^b
Appearance	0	5.75±1.02 ^a	4.85±1.39 ^b	4.30±1.22 ^b	4.05±1.67 ^b
	10	5.35±1.09 ^a	5.15±1.09 ^a	4.05±1.00 ^b	3.85±1.27 ^b
	20	5.05±1.28 ^a	4.60±1.10 ^{ab}	4.20±0.95 ^b	4.10±0.97 ^b
	30	5.50±1.10 ^a	4.90±0.97 ^a	3.55±1.28 ^b	4.10±1.41 ^b
Flavor	0	5.35±1.23	4.90±1.48	4.70±1.08	4.20±1.58
	10	4.05±1.23	3.95±0.69	4.05±1.23	3.90±1.17
	20	4.45±1.32	4.20±1.47	4.10±0.85	4.20±1.01
	30	4.50±1.24	4.05±0.83	4.30±1.17	4.45±1.28
Taste	0	5.65±0.93 ^a	4.85±1.50 ^{ab}	5.15±1.09 ^{ab}	4.30±1.56 ^{bAB}
	10	4.85±1.09 ^a	4.15±0.93 ^{ab}	4.55±1.19 ^{ab}	3.70±1.17 ^{bB}
	20	5.05±1.10 ^a	4.55±1.39 ^{ab}	4.65±0.75 ^{ab}	4.05±1.00 ^{bAB}
	30	5.15±1.23 ^a	4.30±1.03 ^{ab}	4.05±0.94 ^b	4.70±0.98 ^{abA}
Texture	0	5.90±0.85 ^{aA}	4.90±1.25 ^b	4.65±0.99 ^b	4.15±1.57 ^b
	10	5.15±1.04 ^{aA}	5.00±1.21 ^a	4.75±1.12 ^{ab}	3.95±1.54 ^b
	20	5.15±1.27 ^{aAB}	4.70±1.22 ^{ab}	4.20±1.32 ^{bc}	3.75±1.12 ^c
	30	4.90±1.55 ^{abB}	4.70±1.38 ^a	3.65±1.23 ^b	4.10±1.25 ^b
Overall preference	0	5.85±0.93 ^a	5.05±1.36 ^{ab}	4.85±1.18 ^b	4.25±1.62 ^b
	10	4.95±1.05 ^a	4.90±0.79 ^a	4.20±1.01 ^b	3.80±1.24 ^b
	20	5.20±1.24 ^a	4.60±1.27 ^{ab}	4.40±0.88 ^b	4.20±1.06 ^b
	30	5.20±1.28 ^a	4.30±1.03 ^b	3.90±1.29 ^b	4.10±1.25 ^b

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=20).

³⁾Values with different small letters (a-c) within a row are significantly different ($P<0.05$).

⁴⁾Values with different capital letters (A,B) within a column are significantly different ($P<0.05$).

말 함량 증가에 따른 유의차는 적었다. 그러나 자색고구마 분말 함량이 가장 많은 F4의 평가 결과가 가장 낮았다. Table 6에서 F4의 색도는 대조구에 비해 밝기가 상당히 어둡고 적색도가 높은 반면 황색도는 떨어져서 어두운 검붉은 색이 된 것과 유사하게 관능평가에서도 색에 대한 평가가 낮게 나타났다. 소시지의 표면을 평가한 외관도 색과 마찬가지로 대체로 대조구가 선호되었고 F3과 F4는 유의차가 없었다($P>0.05$). 그러나 색과 마찬가지로 외관에 대한 평가 결과도 자색고구마 함량이 가장 많은 F4의 평가 결과가 가장 낮았다. 맛은 F2와 F3이 유의차를 보이지 않았으며 대조구가 가장 선호되었고 자색고구마 분말 함량이 가장 많은 F4가 가장 선호도가 낮았다. 질감은 외관과 마찬가지로 저장 초기와 20일차에 유의적으로 대조구를 선호하였고 F3과 F4는 저장 10일째부터 유의차를 보였다. 전체적인 기호도도 외관과 마찬가지로 자색고구마 분말 함량을 달리한 F3과 F4에 유의차가 없었으며($P>0.05$) 저장 10일째를 제외하고 대조구가 가장 선호되었다. 전체적으로 대조구와 자색 색소 단독 첨가구가 자색 색소와 자색고구마 분말 혼합 첨가구보다 선호되었다. 자색고구마 분말 5%의 차이는 색, 외관, 전체 기호도에 크게 영향을 미치지 않았으나 맛과 질감이 떨어졌다.

소시지의 표면색도와 기호도의 상관성

소시지의 표면색도와 관능적 특성치들 간의 피어슨 상관계수를 Table 9에 나타내었다. 전체 기호도와 관능적 특성치들은 모두 유의적으로 양의 상관관계를 나타내었다($P<0.01$). 특성치 간의 상관계수는 질감(0.901)> 외관(0.895)> 색(0.877)> 맛(0.844)> 향(0.688)의 순이었으며 전체 기호도는 모든 관능적 특성이 반영된 것으로 보인다. 또한 전체 기호도와 표면밝기는 유의적 상관성을 보였으나 적색도 및 황색도와는 유의성을 보이지 않았다. 그러나 표면 색도는 적색도 및 황색도와 유의적 상관성을 보였는데 밝기와 적색도는 음(-)의 상관성을, 밝기와 황색도는 양(+)의 상관성을 보였다. 적색도와 황색도 간에도 음(-)의 상관성을 나타내었다.

요약

자색고구마를 이용하여 아질산염에 대한 대체 가능성을 알아보기 위해 자색고구마 분말과 자색 색소를 혼합하여 첨가하였다. 자색고구마 분말의 함량은 소시지 식품유형을 고려하여 최대 10%까지 사용하였다. 아질산나트륨 0.15% 첨가구를 대조구(F1)로 하고, 자색 색소 0.2%를 첨가한 것을 F2,

Table 9. Pearson correlation coefficient among color and sensory attributes of sausages added with different amount of purple sweet potato powder and purple sweet potato pigment

	L	a	b	Color	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
L	1								
a	-0.761**	1							
b	0.788**	-0.939**	1						
Color	0.858**	-0.365	0.409	1					
Appearance	0.812**	-0.342	0.344	0.952**	1				
Flavor	0.195	0.031	-0.042	0.447	0.421	1			
Taste	0.407	0.036	0.047	0.670**	0.667**	0.780**	1		
Texture	0.766**	-0.343	0.330	0.897**	0.895**	0.508*	0.758**	1	
Overall preference	0.677**	-0.223	0.230	0.877**	0.895**	0.688**	0.844**	0.901**	1

Significant at * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

자색 색소 0.2%와 자색고구마 분말 5%, 10%를 각각 첨가한 것을 F3, F4로 하였다. 아질산나트륨을 대신하여 첨가한 자색 색소 0.2%는 소시지의 적색도를 감소시키고 황색도를 증가시켜 아질산나트륨에 대한 대체 효과가 미흡하였다. 그러나 자색 색소 0.2%에 자색고구마 분말 5%를 추가함으로써 소시지의 적색도가 높아지고 황색도는 낮아졌다. 자색고구마 분말 함량 증가에 따라 적색도의 증가와 황색도의 감소는 유의적 비례관계를 나타내었다. 자색고구마 분말 5%와 자색 색소 0.2%의 첨가는 아질산나트륨 0.15%를 첨가한 소시지에서 나타나는 색도와 가장 유사해졌다. 자색고구마 분말은 첨가량이 증가함에 따라 갈슘, 칼륨, 마그네슘의 무기질이 증가하였고 경도, 검성, 씹힘성의 조직감이 떨어졌다. 관능평가 결과 자색고구마의 첨가가 소시지의 외관과 향에 영향을 미치지 않았고 자색고구마 분말 5% 이상 첨가에 대한 색의 유의차를 보이지 않았다. 그러나 자색고구마 분말 10%의 첨가는 소시지의 맛과 질감을 떨어뜨렸다. 전체 기호도는 질감(0.901) > 외관(0.895) > 색(0.877) > 맛(0.844) > 향(0.688)의 순서로 유의적으로 양의 상관관계가 있었고 전체 기호도와 색도의 상관성은 밝기에서만 유의적인 양의 상관성을 나타내었다. 적색도와 황색도는 서로에 대해 음의 상관성을 보였다. 자색고구마를 이용한 소시지의 아질산염 대체 효과는 자색고구마 분말 5%와 자색 색소 0.2%를 사용하는 것이 적절한 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2014년 국방기술품질원 원내연구과제비로 이루어진 연구 결과의 일부이며, 지원에 깊이 감사드립니다.

REFERENCES

1. Choi SH, Kwon HC, An DJ, Park JR, Oh DH. 2003. Nitrite contents and storage properties of sausage added with green tea powder. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 299-308.
2. Jung IC, Kang SJ, Kim MS, Yang JB, Moon YH. 2003.

Effects of carcass grade and addition of mugwort powder on the storage stability of pork sausage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 285-291.

3. Choe JS, Chun HK, Hwang DY, Nam HJ. 2005. Consumer perceptions of food-related hazards and correlates of degree of concerns about food. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 66-74.
4. Park EJ, Park GS. 2012. Quality characteristics of jelly prepared with purple sweet potato powder. *Korean J Food Culture* 27: 730-736.
5. Liu Y, Jeong DH, Jung JH, Kim HS. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with purple sweet potato power. *Korean J Food Cookery Sci* 2: 275-281.
6. Lee SM. 2013. A study on the quality characteristics of gruel supplemented with purple sweet potato. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 234-240.
7. Lee JS. 2012. Quality characteristics of wet noodles added with freeze-dried purple sweet potato power. *Korean J Culinary Res* 18: 279-292.
8. Park YM, Kim MH, Yoon HH. 2012. Quality characteristics of *Sulgidduck* added with purple sweet potato. *Korean J Culinary Res* 18: 54-64.
9. Korean Food and Drug Administration. 2008. Food sanitation law. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea.
10. AOAC. 2000. *Official methods of analysis of AOAC Intl.* 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Method 950.46, 991.36.
11. Kim KE, Kim SS, Lee YT. 2010. Physicochemical properties of flours prepared from sweet potatoes with different flesh colors. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1476-1480.
12. Jin SK, Kim YJ, Park JH, Hur IC, Nam SH, Shin D. 2012. Effects of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoera batatas* cultivar Ayamurasaki) powder addition on color and texture properties and sensory characteristics of cooked pork sausages during storage. *Asian-Australas J Anim Sci* 25: 1329-1337.
13. Kang JO, Lee GH. 2003. Effects of pigment of red beet and chitosan on reduced nitrite sausages. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 215-220.
14. Park WY, Kim YJ. 2009. Effect of garlic and onion juice addition on the lipid oxidation, total plate counts and residual nitrite contents of emulsified sausage during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29: 612-618.