

Quality characteristics of sausage added red yeast rice

Do-Wan Kim*

Department of Food Science and Industry, Jungwon University, Goesan 367-805, Korea

홍국쌀 첨가 소시지의 품질 특성

김도완*

중원대학교 한방식품산업학과

Abstract

This study was carried out to investigate the effects and characteristics of sausages with red yeast rice added, particularly the *Monascus purpureus* KFRI 1134 strains, and to decide the optimal quantity of red yeast rice used. The additional rate of red yeast rice which has been used as a material for reducing nitrite, a coupler in meat products were 0, 1, 3, and 5% (w/w). In terms of the effects of the red yeast rice on the color, texture properties, and sensory characteristics of the sausages, the optimal temperature at which color stability was shown was below 100 °C, and the addition of 1% red yeast rice resulted in a distinctly attractive color and increasingly improved the red color in the UV-visual Spectrophotometer analysis. However, the addition of over 1% (w/w) resulted in an unattractive color. The red colors also had strong heat stability. The texture properties and taste of the sausages were not affected by the red yeast rice.

Key words : sausages, quality characteristics, *Monascus Koji*, red yeast rice

서 론

국민소득의 증가와 경제수준의 향상으로 육류 소비가 증가하면서 다양한 육가공식품이 연구개발 및 상품화 되고 있으며, 그 중 대표적으로 많이 소비되고 있는 육가공 제품이 소시지이다(1). 소시지류는 식육을 염지 또는 염지하지 않고 분쇄하거나 식육에 조미료 및 향신료 등을 첨가한 후 케이싱에 충전하여 숙성한 것이거나, 훈연 또는 가열 처리한 것을 말한다(2). 소시지에는 약 30% 정도의 돈지가 함유되어 있으며, 돈지를 과다 섭취 시 비만, 동맥경화증 등을 유발할 수 있고, 소시지의 색도 개선과 보수력 및 풍미 증진을 위해 일반적으로 사용하고 있는 아질산염은 2차 아민과 결합하여 발암물질인 *N*-nitrosoamine을 형성할 수 있으며(3), nitrosoamine은 기형 유발 및 돌연변이의 원인 물질로 보고됨에 따라 이를 대체할 천연물질이 요구되고 있다(4). 아질산염을 대신할 수 있는 천연색소 연구는 레드 비트와 선인장 색소 등의 식물성 천연색소(5,6)와 *Streptomyces*

californicus, *Phycomyces blakesleeanus*, *St. propuratus*, *Monascus* sp. 등 미생물에 의해 생산되는 색소(7-10) 등이 있다. 특히 홍국 적색소와 홍국 황색소는 식품첨가물공전에 천연색소로 등록되어 있으며, 홍국은 콜레스테롤 개선 기능이 입증되어 건강기능성 식품 원료로 등재되어 있다(11). 홍국(紅麴, *Monascus Koji*)은 쌀에 *Monascus* 속 곰팡이를 증식시켜 제조한 홍색의 koji로 전분과 단백질 이외에도 콜레스테롤 저하작용을 하는 monacolin-K와 혈압강화 작용이 알려진 γ -aminobutyric acid(GABA) 등과 함께 사포닌, 불포화지방산, 식이섬유, 셀레늄, 아연, 식물성 스테롤 등의 미량원소가 알려져 있다(12). 홍국을 식품에 첨가하여 품질 특성을 조사한 연구는 홍국 된장의 이화학적 특성(13)과 식빵의 레올로지 특성(14,15) 등이 있으며, 화학색소를 홍국 색소로 대체하기 위해 액체 홍국의 배양조건에 대한 연구(16)와 *Monascus* sp. MK2-2가 생산하는 홍국 색소의 특성에 관한 보고가 있다(17). 또한 소시지 제조에 홍국을 첨가하면 항산화 활성이 높다는 연구(18)와 육가공제품 제조에 사용되는 아질산염 저감화 연구를 위해 *Monascus ruber* IFO 32318 균주를 첨가하여 소시지 품질 특성을 조사한 보고가 있다(19).

*Corresponding author. E-mail : dwkim1126@jwu.ac.kr
Phone : 82-43-830-8451, Fax : 82-43-830-8459

따라서 본 연구에서는 소시지 제조에 일반적으로 사용되고 있는 아질산염을 대체할 수 있고, 천연 색소로 사용이 가능한 기능적 특성이 우수한 홍국쌀을 소시지에 첨가하여 관능적 특성이 우수한 건강 지향적 소시지 제품 개발을 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

균주 배양 및 홍국쌀 제조

본 연구에 사용한 홍국 균주의 배양은 *Monascus purpureus* KFRI 1134를 색소 생산용 배지인 Lin's medium (5% rice powder, 0.15% NaNO₃, 0.1% MgSO₄ · 7H₂O 및 0.25% KH₂PO₄)을 사용하였으며, 종배양은 포자 현탁액 1 mL을 접종하여 30°C에서 130 rpm으로 5일간 진탕 배양하였고, 본배양은 종배양과 동일한 Lin's 배지에 종배양액을 2%(v/v)로 첨가한 후 초기 pH 5.5, 배양온도 30°C에서 130 rpm으로 7일간 진탕 배양하였다. 홍국쌀의 제조는 본배양한 배양액 1%를 증자한 백미에 접종하여 28°C에서 15일간 배양하여 건조 후 100 mesh 분말로 만들어 재료로 사용하였다(20).

소시지의 제조

홍국쌀을 첨가한 소시지 제조는 충북 괴산군 소수면 소재 두레식품의 제조방법에 준하여 소시지의 적색소 고정과 풍미를 개선시킬 수 있는 아질산염을 사용하지 않고 패각(貝殼)이나 찹쌀가루를 첨가하였다(Table 1). 홍국쌀 첨가 소시지는 Table 2와 같이 소시지 제조에 사용된 돼지고기를 기준으로 0, 1, 3, 5%(w/w)가 되도록 홍국쌀 분말을 첨가하여 제조하였다.

일반성분 분석

홍국쌀 첨가 소시지의 일반성분은 AOAC법(21)에 따라 분석하였으며, 수분은 105°C 상압가열 건조법, 조지방은 에테르 추출법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조회분은 건식 회화법으로 각각 분석하였다. 탄수화물은 고형분의 총량에서 수분, 회분, 조지방, 조단백질 함량을 뺀 값으로 나타내었다.

Table 1. Composition of sausages with red yeast rice

Ingredients	Absolute value (kg)	Ratio (%)
Pork meat	10.245	93.14
Sugar	0.275	2.5
Glutinous rice powder	0.198	1.8
Salt	0.165	1.5
Seasoning mix ¹⁾	0.066	0.6
Conchoidal calcium	0.051	0.46
Total	11.000	100

¹⁾Seasoning mix ; ginger, garlic, onion, pepper etc.

Table 2. Formulation ratio of sausages with red yeast rice

Samples ¹⁾	C	M-I	M-II	M-III
Red yeast rice (%)	0	1	3	5
Pork meat (kg)	10.245	10.145	9.935	9.735
Red yeast rice (kg)	0	0.10	0.31	0.51

¹⁾C ; Sausages non added red yeast rice,
M-I ; Sausages added 1% red yeast rice,
M-II ; Sausages added 3% red yeast rice,
M-III ; Sausages added 5% red yeast rice.

색도 측정

소시지의 색도는 색차계(chroma meter, CR-400, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(lightness) L 값, 적색도(redness) a 값과 황색도(yellowness) b값을 측정하였으며, 이때 표준 백색판의 값은 L 값 96.85, a 값 0.30, b 값 1.4였다. 홍국쌀을 첨가하여 소시지를 제조할 때 중요한 요소인 홍국 적색소의 열 안정성을 확인하기 위해 홍국쌀을 60, 80, 100, 121°C에서 60분 동안 보관하면서 UV-VIS spectrophotometer (Hewlett Packard 8453, Waldbrnn, Germany)를 사용하여 500 nm에서 흡광도 값을 조사하였다.

수분 함량 측정

홍국쌀을 첨가한 소시지의 수분 함량은 105°C 상압가열 건조법에 의하여 드라이오븐(SW-90D, Sangwoo, Busan, Korea)을 이용하여 3일 동안 측정하였으며, 소시지 1 g을 알루미늄 접시에 칭량하여 105°C에서 측정하였다.

물성 측정

소시지의 물성 측정을 위하여 rheometer(Sun Scientific Co. Ltd, CR-100 D, Japan)를 사용하여 내구성(strength), 점착성(gumminess), 경도(hardness), 탄력성(springiness), 부착성(adhesiveness)을 측정하였다. 이 때 측정조건은 load cell 10 kg, table speed 120 mm/min, adapter area 5 mm², sample area 25x25 mm²로 설정하였다.

관능 평가

홍국쌀 첨가량을 달리한 소시지의 관능평가는 소시지 제조 종사자 10명과 소시지 특성 및 평가방법에 대하여 충분히 숙지시킨 남여 대학생 10명을 대상으로 실시하였다. 소시지의 맛(taste), 색도(color), 씹힘성(chewiness) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)를 7점 기호 척도법(1점; 매우 나쁘다, 4점; 보통, 7점; 매우 좋다)을 사용하여 평가하였다.

통계 분석

본 실험의 결과는 SAS(Statistical Analysis System, SAS Inc., Cary, NC, USA)에 의한 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 5% 수준에서 각

시료간의 유의적인 차이를 검증하였다(22).

결과 및 고찰

일반성분 분석

홍국쌀을 첨가하여 제조한 소시지의 일반성분 분석 결과는 Table 3과 같다. 소시지의 수분 함량은 홍국쌀 첨가구의 경우 54.65~55.75%의 범위로 함량에 따른 유의성은 없었으나($p>0.05$), 홍국쌀을 첨가하지 않은 대조군은 60.77%로 높게 나타났는데 이는 홍국쌀이 수분 결합력을 증진시킨 것으로 판단된다. 탄수화물과 회분 함량은 홍국쌀을 첨가한 경우 대조군에 비해 유의적으로 증가하였으나($p<0.05$), 첨가량 증가에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). 조단백질과 조지방 함량의 경우는 홍국쌀을 첨가하지 않은 대조군 값이 가장 낮았지만 처리구에 비해 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 우리나라 식품공전에는 소시지의 수분은 70% 이하, 조지방 35% 이하로 규정하고 있는데, 본 실험에서 제조된 홍국쌀 소시지는 성분 규격에는 적합한 저지방 제품이었다.

Table 3. General component contents of sausages added red yeast rice

Nutrition Facts (serving size : 100 g)	C	M-I	M-II	M-III
Carbohydrate (g/100 g)	5.83±0.46 ^b	9.09±0.73 ^a	8.08±0.52 ^a	8.52±0.85 ^a
Protein (g/100 g)	12.87±0.63 ^a	13.83±0.53 ^a	13.55±0.57 ^a	13.05±0.46 ^a
Lipid (g/100 g)	18.54±0.98 ^a	18.91±0.87 ^a	20.28±0.91 ^a	20.04±0.89 ^a
Moisture (%)	60.77±3.21 ^a	55.75±2.47 ^a	55.7±1.99 ^a	54.65±2.34 ^a
Ash (%)	1.99±0.32 ^b	2.42±0.25 ^a	2.39±0.23 ^a	2.41±0.19 ^a

^{a,b}Means with different letters in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple test.

¹C ; Sausages non added red yeast rice,
M-I ; Sausages added 1% red yeast rice,
M-II ; Sausages added 3% red yeast rice,
M-III ; Sausages added 5% red yeast rice.

색도 측정

육제품의 색깔은 소비자가 제품을 선택할 때 기준이 되는 중요한 항목이며, 홍국쌀을 첨가하여 제조한 소시지의 색도 측정의 결과는 Table 4에 나타내었다. 명도값인 L 값은 35.71~66.33 범위로 홍국쌀 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 소시지에서 가장 중요한 요소인 적색도 a 값은 대조군에 비해 홍국쌀 첨가군이 10배 정도 높았는데 그 이유는 홍국의 적색소 때문이며, 이 결과는 홍고추를 첨가하여 적색도를 높인 결과(23)와 레드 비트 첨가는 적색도 증진에 기여하였다는 보고와 일치하였다(24). 황색도인 b 값은 홍국쌀 첨가군이 대조군에 비해 낮았으나 유의적 차이는 없었다. 홍국쌀 색소의 열 안정성 실험

결과는 Fig. 1과 같이 100°C 이하에서는 60분 동안 안정하였으며, 증기압 살균 조건인 121°C에서는 30분 이후 급격히 불안정한 것으로 나타났다. 일반적인 소시지 제조공정이 30분 이내 완성되는 것을 감안할 때 홍국쌀 적색소는 소시지 가공과 육제품의 발색제로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Color change of sausages added red yeast rice

Samples ¹⁾	C	M-I	M-II	M-III
L (Lightness)	66.33±0.95 ^a	50.72±0.88 ^b	40.92±0.75 ^d	35.71±0.85 ^{cd}
a (Redness)	2.24±0.12 ^c	19.93±0.24 ^b	24.31±0.21 ^a	23.51±0.15 ^a
b (Yellowness)	14.87±0.56 ^a	15.14±0.67 ^a	14.53±0.43 ^a	13.5±0.54 ^b

^{a-c}Means with different letters in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple test.

¹C ; Sausages non added red yeast rice,
M-I ; Sausages added 1% red yeast rice,
M-II ; Sausages added 3% red yeast rice,
M-III ; Sausages added 5% red yeast rice.

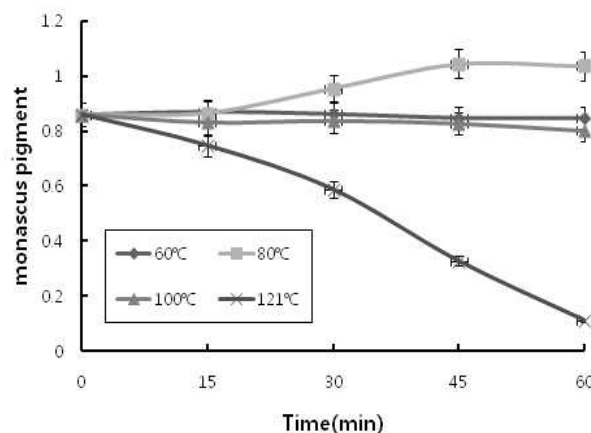


Fig. 1. Heat stability of *Monascus* pigments from red yeast rice by different temperature.

수분 함량 측정

홍국쌀을 첨가하여 제조한 소시지의 수분 함량은 Table 5와 같이 46.96~54.12% 범위를 나타내었다. 3일 동안 측정된 결과, 전체적으로 대조군에 비해 홍국쌀 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 감소하였으며, 시간 경과에 따라 수분 함량이 증가하였으나 유의적 차이는 없었다($p>0.05$). 홍국쌀 첨가에 따른 수분 함량 감소는 홍국쌀이 수분을 흡수한 결과이며, 수분 함량은 소시지의 물성과 기호도에 영향을 미치는 요인으로 판단된다.

물성 측정

물성은 그 식품이 갖는 조직적인 특성을 의미하며, 측정

기호성과 관능성에 밀접한 연관을 갖는 것이다. 홍국쌀 첨가 농도를 달리한 소시지의 물성 측정은 Table 6에 나타내었다. 물질을 변형시킬 때 필요한 힘을 나타내는 경도(hardness)는 대조군에 비해 홍국쌀 첨가량을 증가시킬수록 경도는 낮게 나타났는데 이것은 고추씨 분말을 소시지에 첨가한 연구(25)와 유사한 결과를 보였다. 신장성(strength), 검성(gumminess), 탄력성(springiness)의 경우는 대조군에 비해 홍국쌀 첨가군이 모두 높게 나타났으며, 홍국쌀 3%와 5%를 첨가하여 제조한 소시지는 유의적 차이는 없었으나 ($p>0.05$), 대조군에 비해 1% 첨가군은 유의적으로 높게 나타났다($p>0.05$). 홍국쌀을 첨가하여 제조한 소시지의 물성 측정 결과, 경도를 제외하고 모든 물리적 특성이 우수한 것으로 나타나 홍국쌀은 소시지의 색상 개선과 함께 조직감도 향상시킬 수 있는 우수한 소재로 판단된다.

Table 5. Water content of sausages added red yeast rice

Samples ¹⁾	Period of storage (day)		
	1	2	3
C	53.55±0.25 ^a	54.12±0.23 ^a	53.26±0.28 ^a
M-I	52.04±0.23 ^{ab}	51.32±0.26 ^b	52.94±0.24 ^a
M-II	47.93±0.26 ^b	48.52±0.21 ^{bc}	49.16±0.25 ^b
M-III	46.96±0.21 ^c	47.99±0.23 ^c	48.91±0.25 ^b

^{a-c}Means with different letters in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple test.

¹⁾C ; Sausages non added red yeast rice,
M-I ; Sausages added 1% red yeast rice,
M-II ; Sausages added 3% red yeast rice,
M-III ; Sausages added 5% red yeast rice.

Table 6. Texture analysis of sausages added red yeast rice

Samples ¹⁾	Strength (g)	Gumminess (g/cm ²)	Hardness (g/cm ²)	Springiness (g/cm ²)	Adhesiveness (g)
C	230±5.35 ^c	11.53±0.19 ^c	56.63±0.17 ^a	229±0.87 ^c	-12±0.47 ^a
M-I	277±7.27 ^b	13.91±0.22 ^b	42.570.17± ^c	263±1.23 ^b	-10±0.59 ^a
M-II	293±7.29 ^a	14.74±0.16 ^a	49.42±0.21 ^b	292±1.21 ^a	-8±0.52 ^a
M-III	306±8.04 ^a	15.31±0.18 ^a	40.56±0.14 ^c	280±1.31 ^a	-17±0.47 ^b

^{a-c}Means with different letters in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple test.

¹⁾C ; Sausages non added red yeast rice,
M-I ; Sausages added 1% red yeast rice,
M-II ; Sausages added 3% red yeast rice,
M-III ; Sausages added 5% red yeast rice.

관능 평가

홍국쌀 첨가 농도를 달리한 소시지의 관능검사 결과는 Table 7에 나타내었다. 맛은 대조군과 유의적 차이를 보이지는 않았으나($p>0.05$), 홍국쌀 첨가량이 증가할수록 기호도는 낮았다. 소시지의 색은 홍국쌀 1% 첨가군에서 가장 높게 나타났으며, 2% 첨가한 경우는 대조군에 비해 유의적

으로 높은 기호성을 보였다($p<0.05$). 씹힘성을 평가한 결과, 모든 실험군에서 유의적 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 전반적인 기호도를 조사한 결과, 홍국쌀 1% 첨가군이 가장 높은 기호성을 보였으며, 이는 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 위의 실험 결과와 홍국을 첨가하여 소시지의 색상 유지 및 저장 중 지질 과산화물 생성을 유의적으로 억제시킬 수 있다는 연구결과(19)를 참고할 때 소시지 제조에 홍국쌀을 1% 첨가하는 것이 가장 적합한 것으로 판단된다.

Table 7. The sensory characteristics of sausages added red yeast rice

Samples ¹⁾	Taste	Color	Chewiness	Overall acceptability
C	4.8±0.1 ^b	4.7±0.1 ^b	5.0±0.1 ^b	4.9±0.1 ^b
M-I	5.3±0.1 ^{ab}	7.8±0.1 ^b	5.1±0.1 ^b	6.6±0.1 ^a
M-II	5.2±0.1 ^a	5.8±0.1 ^b	5.2±0.2 ^a	6.1±0.1 ^a
M-III	5.1±0.1 ^{ab}	3.8±0.1 ^b	5.0±0.1 ^b	4.8±0.1 ^a

^{a-b}Means with different letters in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple test.

¹⁾C ; Sausages non added red yeast rice,
M-I ; Sausages added 1% red yeast rice,
M-II ; Sausages added 3% red yeast rice,
M-III ; Sausages added 5% red yeast rice.

요 약

육류가공제품의 발색제로 사용하는 아질산염을 대체할 수 있는 천연색소 개발과 건강지향적 소시지 제품 개발을 위해 *Monascus purpureus* KFRI 1134 균주로 배양한 홍국쌀을 0, 1, 3 및 5%(w/w) 첨가하여 소시지를 제조한 후 품질 특성을 조사하였다. 홍국쌀 색소는 100℃ 이하에서 안정성이 유지되었으며, 홍국쌀 첨가량이 증가할수록 수분 함유율이 감소하였고, 색도 측정 결과 적색도인 a 값이 증가하여 소시지의 색상 개선 효과가 있었다. 홍국쌀 소시지의 물성 측정 결과, 경도는 낮았으나, 신장성, 검성, 탄력성은 모두 높은 것으로 나타났으며, 홍국쌀 1%(w/w)를 첨가하여 제조한 소시지가 전체적인 기호도 값이 제일 높았다. 홍국쌀의 적색소는 열안정성이 강하여 소시지 가공 및 냉장 보관시 변색의 염려가 없으며, 소시지의 색상 개선이 가능하고, 물성과 맛에 영향을 미치지 않으면서 전반적인 기호도를 증가시키는 범위인 1%(w/w) 첨가가 적당한 것으로 나타났다.

References

- Chin KB (2002) Manufacture and evaluation of low-fat meat products. Korean J Food Sci Ani Resour, 22,

- 363-372
2. Im JH (2009) Research for increasing export of pork products. MS Thesis, Korea University, Seoul, Korea, p 27-31
 3. Anselme J (1979) The organic chemistry of N-nitrosamines (a brief review). *Am Chem Soc*, 101, 1-12
 4. Cassens RG (1997) Composition and safety of cured meat in the USA. *Food Chem*, 59, 561-566
 5. Kang JO, Lee GH (2003) Effects of pigment of red beet and chitosan on reduced nitrite sausage. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 23, 215-220
 6. Kang JO, Lee SG (2008) Effects of *Opuntia ficus-indica* pigment and sodium lactate on nitrite-reduced sausages. *Korean J Anim Sci Technol*, 50, 551-560
 7. Lee BH, Lee SH (1994) Production of bluish purple pigment from *Streptomyces californicus* KS-89. *Korean J Biol Bioeng*, 9, 147-156
 8. Shlomain P, Ami BA, Margalith P (1991) Production of carotene stereoisomers by *Phycomyces blakesleeanus*. *Appl Microbiol Biotechnol*, 34, 458-462
 9. Oshima M, Ishizaki N, Handa A, Tonooka Y, Kanda N (1981) Formation of a purplish-red pigment by mixed culture of *Streptomyces propurpuratus* with other microorganism. *J Ferment Technol*, 59, 209-213
 10. Kang SG, Rhim JW, Jung ST, Kim SJ (1966) Production of red and yellow pigments from *Monascus anka* in a jar fermenter. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol*, 24, 756-762
 11. Choi CS, Jeon CP (2009) Red yeast rice industry and green growth. *Food Ind Nutr*, 14, 25-32
 12. Sweny JG, Estraa-Valdes MC, Iacobucci GA, Sato H, Sakamura S (1981) Photoprotection of the red pigments of *Monascus anka* in aqueous media by 1,4,6-trihydroxynaphthalene. *J Agric Food Chem*, 29, 1189-1193
 13. Kim EY, Rhyu MR (2000) The chemical properties doenjang prepared by *Monascus Koji*. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 1114-1121
 14. Kim DW, Kim YH (2003) Quality characteristics of bread added *Monascus anka* powder. *Korean J Culinary Research*, 9, 39-50
 15. Kim YE, Paik HD, Kim SY, Lee JH, Lee SK (2011) Effects of liquid broth cultured with red koji on the rheological properties of white pan bread dough. *Korean J Food Sci Technol*, 43, 235-239
 16. Kang SG, Jung ST (1995) Pigment production and color difference of liquid *beni-Koji* under submerged cultural conditions. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol*, 23, 472-478
 17. Jeon CP, Kim CS, Lee JB, Shin JW, Choi SY, Choi CS, Lee OS, Kwon GS (2007) Characteristics of monascus natural pigments produced by *Monascus* sp. MK2-2. *J Life Science*, 17, 137-142
 18. Rhyu MR (2002) Antioxidant effect of *Monascus Koji* in sausage mixture. *Nutraceuticals Food*, 7, 320-322
 19. Rhyu MR, Kim EY, Chung KS (2003) Effect of *Monascus Koji* on the quality characteristics of bologna-type sausage. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 229-234
 20. Jeon CP (2006) Pigment stability and optimal culture conditions for production of the monascus pigments by *Monascus purpureus* MK2. MS Thesis, Andong National University, Andong, Korea, p 27-28
 21. AOAC (2005) Association of Official Analytical Chemists, Official methods of analysis, 18th ed. p 33-36
 22. SAS (1998) SAS User's Guide: Statistics, 3th ed, SAS Institute Statistical Analysis System, Cary, NC, USA
 23. Choi SY, Ko SH, Yoo SS (2011) Quality characteristics of homemade-sausage by addition of red pepper. *J East Asian Soc Dietary Life*, 21, 506-513
 24. Jeong HJ, Lee HC, Chin KB (2010) Effect of red on quality and color stability of low-fat sausages during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 30, 1014-1023
 25. Kim HA, Kim BH, Kim YK (2013) Quality characteristics of the sausages added with pepper seed powder and pepper seed oil. *Korean J Food Cookery Sci*, 29, 284-384