

돈육 재구성 육포의 흑미가루 첨가량에 따른 품질특성

박신영 · 김학연*

공주대학교 산업과학대학 동물자원학과

Effects of black rice powder concentration on quality properties of pork restructured jerky

Sin-Young Park and Hack-Youn Kim*

Department of Animal Resource Science, Kongju National University

Abstract Quality properties of pork restructured jerky manufactured using various concentrations of black rice powder were examined. The moisture contents and pH of samples increased with an increase in concentration of black rice powder. On the other hand, the protein and fat contents of samples decreased with an increase in concentration of black rice powder. Lightness, redness, and yellowness values of uncooked and cooked samples showed a downward trend with an increase in concentration of black rice powder. Water holding capacity and cooking yield of the samples containing 3% and 5% black rice powder were higher than those of the control and 1% black rice powder samples ($p < 0.05$). Samples containing 3% black rice powder showed a lower shear force than that of the control ($p < 0.05$). Sensory evaluation of color, flavor, tenderness, and overall acceptability were enhanced with an increase in concentration of black rice powder. These results show that supplementation added with black rice powder in pork restructured jerky enhances its quality properties.

Keywords: black rice, quality properties, restructured jerky, pork

서 론

육포(jerky)는 식육가공품 중에서도 오래된 역사를 가지고 있는 육제품 중 하나로, 염지 및 건조를 통하여 온도, 수분활성도 및 산도 등을 조절하여 미생물의 증식을 억제하는 것을 기본 공정으로 제조하는 식품이다(1). 보편적으로 육포는 소와 말의 고기를 근육 형태 그대로 슬라이스하여 염지 및 건조를 거쳐 제조한다. 이렇게 제한되어있는 육포의 활용 형태를 Choi 등(2)은 돼지고기를 분쇄 및 재구성하여 반건조 육포를 제조하여, 그 품질특성이 기존 육포에 비해 크게 떨어지지 않아 제품 개발의 가능성을 제시하였다.

육포의 소비형태는 과거 단가가 높은 고급 육가공제품의 인식에서 벗어나서 최근에는 남녀노소 누구나 즐길 수 있는 형태로 생산되고 있다. 그러나 1인당 국민소득의 증가에 따라 소비자들은 제품의 단가와 맛을 더 중요시 여겼던 과거와 다르게 제품의 원료 및 성분함량 등을 고려하여 이러한 육가공품을 소비하는데 있어 건강한 식사습관을 유지하기 위해 제품 선택에 더욱 신중을 가하고 있다(3).

기능식품이라 함은 특수한 기능이 있는 천연 재료를 식품에 첨가하여 그 식품을 섭취하였을 때 생체내에서 긍정적인 기능이 작

용되도록 제조한 식품이라 할 수 있으며, 이러한 기능을 가진 소재에 대한 소비자들의 관심이 증대되고 있는 추세이다. 또한 이러한 기능식품들은 유용한 기능을 부여함과 동시에 맛과 영양 등의 자체적인 품질특성을 만족시켜야만 한다(4).

쌀(*Oryza sativa* L.)은 우리나라에서 예로부터 주식으로 이용되어 왔으며, 최근 유용한 기능을 부여한 특수미의 개발이 이루어져 이러한 특수미의 소비가 증가하고 있다(5). 특수미의 형태 중 하나인 흑미는 겉껍질이 제거된 현미상태로 도정되어 식이섬유, 비타민, 무기질, 불포화지방산 등의 영양소가 일반 백미보다 높다(6). 이 외에도 다양한 생리활성 성분과(7) 안토시아닌(anthocyan)이 함유되어 있어 DNA 손상 억제효과, 항산화작용 등을 나타낸다고 보고된 바 있다(8,9).

최근 이러한 기능을 가진 흑미를 인절미, 쿠키, 국수 등의 다양한 식품에 이용한 연구가 선행된 바 있다(10-12). 그러나 첨가물로서 식육가공품에 적용된 사례는 찾아보기 힘들며, 이에 따라 흑미의 활용형태가 일부에 제한되어 있어 흑미를 활용한 식육가공품의 연구 및 개발이 필요하다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 돈육 재구성 육포의 흑미가루 첨가량에 따른 품질 특성을 조사하여, 흑미가루를 기능식품의 첨가물로서 활용하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 돈육 재구성 육포 제조

돈육은 도축 후 24시간이 경과된 냉장 돈육 후지를 구매하였다(Hongjumeat, Chungnam, Korea). 돈육을 3 mm plate를 장착한 분쇄기(grinder) (PA-82, Mainca, Barcelona, Spain)를 이용하여 분쇄하였으며, 혼합기(mixer) (RM-20, Mainca, Barcelona, Spain)를

*Corresponding author: Hack-Youn Kim, Department of Animal Resource Science, Kongju National University, Yesan, Chungnam 32439, Korea
Tel: +82-41-330-1041
Fax: +82-41-330-1249
E-mail: kimhy@kongju.ac.kr
Received June 28, 2016; revised July 26, 2016;
accepted July 27, 2016

Table 1. Formulation (%) of pork restructured jerky formulated with various black rice powder levels

Ingredient		Black rice powder (%)			
		0	1	3	5
Main	Meat	100	100	100	100
	Water	10	10	10	10
Curing solution	Soy sauce	7	7	7	7
	NPS ¹⁾	0.5	0.5	0.5	0.5
	Starch syrup	5	5	5	5
	Sugar	2	2	2	2
	D-sorbitol	6	6	6	6
	Black pepper	0.2	0.2	0.2	0.2
	Garlic powder	0.2	0.2	0.2	0.2
	Onion powder	0.2	0.2	0.2	0.2
	Black rice powder	-	1	3	5

¹⁾NPS: Nitrite Pickling Salt

이용하여 원료육(100%)을 10분간 혼합하면서 각기 원료 육량에 대해 물(10%), 간장(7%), NPS(0.5%), 물엿(5%), 설탕(2%), D-sorbitol (6%), 후추(0.2%), 마늘분말(0.2%), 양파분말(0.2%), 흑미가루 (pH: 6.68, CIE L*: 35.6, a*: 8.4, b*: -3.7, Garunara, Seoul, Korea)를 혼합한 염지액을 첨가하였다. 혼합이 완료된 유향물을 일정한 크기(가로 1 cm×세로 8 cm×높이 0.2 cm)로 성형한 후, 80°C 가열기(chamber) (10.10ESI/SK, Alto Shaam Co., Menomonee Falls, WI, USA)에서 60분간 가열한 후 10°C에서 30분간 냉각하였다. 대조구는 흑미가루를 첨가하지 않았고(control: 0%), 처리구들은 원료 육량대비 흑미가루 1, 3, 5%를 추가로 첨가하여 제조되었으며(Table 1), 제조한 육포는 4°C에서 냉장보관하면서 실험을 진행하였다.

일반성분 분석

일반성분 정량은 AOAC법(13)에 따라 시료의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량을 측정하였으며, 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질함량은 켈달(kjeldahl)법, 조지방함량은 속실렛(soxhlet)법, 조회분함량은 550°C 직접회화법으로 분석하였다.

pH 측정

pH는 시료 4 g을 채취하여 증류수 16 mL와 혼합하여 균질기 (ultra turrax) (HMZ-20DN, Pooglim Tech, Seongnam, Korea)를 사용하여 8,000-9,000 rpm에서 1분간 균질한 후 pH 측정기(Model S220, Mettler-Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

색도 측정

가열 전·후 시료 안쪽 단면을 비색계(colorimeter) (CR-10, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L*값과 적색도(redness)를 나타내는 CIE a*값, 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b*값을 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L*값은 +97.83, CIE a*값이 -0.43, CIE b*값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

보수력 측정

거름종이(filter paper) 압착법(14)을 응용하여 특수 제작된 플렉시글라스 판(plexiglass plate) 중앙에 여과지(Whatman No. 2,

Whatman™, Buckinghamshire, UK)를 놓고 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 플렉시글라스 판 1개를 그 위에 포개 놓고 일정한 압력으로 3분간 압착시킨 후 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총면적을 구적계(planimeter) (MT-10S, MT Precision Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

가열수율 측정

원료육을 가로 1 cm×세로 8 cm×높이 0.2 cm 크기로 성형한 후, 가열기(chamber)를 이용하여 80°C에서 60분간 가열하였다. 이때 가열 전 무게 및 가열 후 무게를 측정하여 가열수율을 계산하여 %로 산출하였다.

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

전단력 측정

시료의 전단력은 텍스처 측정기(texture analyzer) (TA 1, Lloyd, Largo, FL, USA)를 이용하여 측정하였다. 가열된 시료를 1×1×0.2 cm (가로×세로×높이)의 크기로 준비하여 상온에서 측정하였다. 분석조건은 v자 칼날(v-blade)을 장착하여 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 2.0 mm, force 5 g으로 설정하였다.

관능평가

가열 처리한 육포를 일정한 두께로 절단하여 훈련된 14명의 패널 요원을 구성하였으며, 각 처리구별로 색(color), 향미(flavor), 연도(tenderness), 다즙성(juiciness) 및 전체적인 기호성(overall acceptability)에 대하여 각각 10점 만점으로 평점하고 그 평균치를 구하여 비교하였다. 이때 색, 향미, 연도, 다즙성, 전체적인 기호성에서 10점은 가장 우수하고, 1점은 가장 열악한 품질의 상태를 나타내었다.

통계처리

실험의 결과는 최소한 3회 이상의 반복실험을 실시하여 평가되었다. 이후 통계처리 프로그램 SAS (version 9.3 for window, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었으며, ANOVA분석, 던컨의 다중검정법(Duncan's multiple range test)으로 각각의 특성에 대해 유의적인 차이가 있는지를 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

흑미가루를 첨가한 육포의 일반성분 분석결과는 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 흑미가루 3%와 5% 처리구가 대조구와 흑미가루 1% 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타나(p<0.05), 흑미가루 첨가수준에 따라 증가하는 경향을 보였다. 반대로 단백질은 흑미가루 3%와 5% 처리구가 유의적으로 낮은 수치를 보였으며(p<0.05), 지방 또한 흑미가루 첨가수준이 높아짐에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 회분함량은 모든 흑미가루 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 낮았으나(p<0.05), 처리구들간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. Serdarouglu 등(15)은 두(豆)류 분말이 첨가된 미트볼에서 수분함량이 낮았으며, 단백질 함량이 증가하였다고 하여 본 연구와 상이한 결과를 나타내었으나, Minerich 등

Table 2. Proximate composition (%) of pork restructured jerky formulated with various black rice powder levels

Traits	Black rice powder (%)			
	0	1	3	5
Moisture	28.88±1.52 ^b	29.20±0.30 ^b	31.81±0.79 ^a	33.34±0.66 ^a
Protein	33.28±0.37 ^a	33.60±0.33 ^a	31.13±0.79 ^b	31.35±0.95 ^b
Fat	22.59±2.38 ^a	19.90±0.14 ^{ab}	19.31±3.50 ^{ab}	17.37±1.09 ^b
Ash	5.94±0.52 ^a	4.79±0.01 ^b	4.42±0.02 ^b	4.47±0.02 ^b

All values are mean±standard deviation.

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

Table 3. pH and color of pork restructured jerky formulated with various black rice powder levels

Traits		Black rice powder (%)				
		0	1	3	5	
pH	Uncooked	5.86±0.01 ^c	5.91±0.01 ^b	5.97±0.01 ^a	5.98±0.01 ^a	
	Cooked	6.06±0.01 ^c	6.07±0.01 ^b	6.11±0.01 ^a	6.12±0.01 ^a	
Color	Uncooked	CIE L*	45.28±2.36 ^a	39.05±0.27 ^b	40.10±0.51 ^b	40.03±0.62 ^b
		CIE a*	4.63±0.15 ^a	4.79±0.22 ^a	4.30±0.20 ^b	4.47±0.12 ^{ab}
		CIE b*	8.93±1.23 ^a	5.75±0.41 ^b	4.70±0.82 ^b	3.28±0.11 ^c
	Cooked	CIE L*	44.23±1.69 ^a	40.30±0.46 ^b	40.60±0.66 ^b	41.00±0.29 ^b
		CIE a*	5.95±0.38 ^a	3.78±0.35 ^b	3.60±0.42 ^b	2.50±0.25 ^c
		CIE b*	5.85±0.84 ^a	3.60±0.22 ^b	3.40±0.43 ^b	1.95±0.15 ^c

All values are mean±SD.

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

(16)은 페티를 제조하였을 때 wild rice를 첨가한 처리구의 수분 함량이 증가하고 단백질, 지방과 회분함량이 감소한다는 연구와 일치하였다. 이러한 결과는 흑미가루를 기존 배합비 대비 추가로 첨가함에 따라 보수력을 증진시켜 수분의 손실을 방지하여 수분 함량이 증가한 것으로 판단되며, 이에 따라 상대적으로 다른 성분함량이 줄어든 것으로 사료된다.

pH 및 색도

흑미가루 첨가수준에 따른 육포의 pH와 색도 측정 결과는 Table 3에 나타내었다. 가열 전·후 pH는 흑미가루 첨가량이 증가함에 따라 높아지는 추세를 보였으며, 대조구부터 흑미가루 3% 처리구까지 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 전체적으로 가열 전 pH에 비해 가열 후 pH가 높은 수치를 나타내었는데, 이는 가열되는 과정에서 아미노산 히스티딘(amino acid histidine)잔기에서 이미다졸륨(imidazolium)이 유출되기 때문에 pH가 상승하는 것이다(17,18). Serdaroglu와 Pegirmencioglu(19)는 미트볼을 제조하였을 때 육수수 분말의 첨가가 pH에 유의미한 변화를 주지 않았다고 하였으나, Jang 등(20)은 곡류가루를 첨가한 소시지를 제조하였을 때 흑미가루 처리구의 pH가 높게 나타났다고 하였다. 이는 육포 대조구의 pH가 가열 전 pH 5.86, 가열 후 pH 6.06을 나타내어, 첨가된 흑미가루의 pH가 6.68로 더 높기 때문에 첨가수준이 증가함에 따라 pH가 증가한 것으로 사료된다. 가열 전·후 CIE L* 값은 모든 흑미가루 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며($p<0.05$), 처리구들 간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 가열 전 CIE a*값은 흑미가루 3% 처리구가 대조구와 흑미가루 1% 처리구보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며($P<0.05$), CIE b*값은 흑미가루 첨가수준에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 가열 후 CIE a*값과 b*값은 흑미가루 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 추세를 보였다. 이러한 색도의 변화는 첨가된 흑

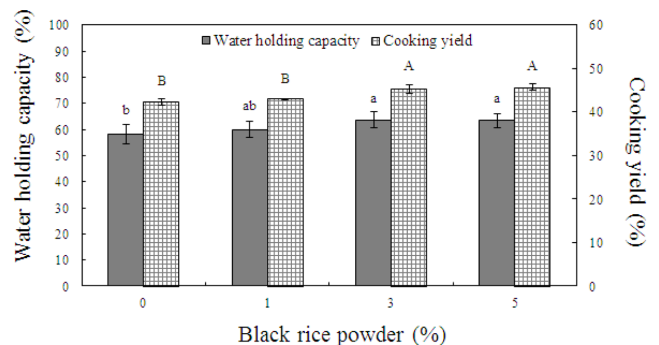


Fig. 1. Water holding capacity and cooking yield of pork restructured jerky formulated with various black rice powder levels. ^{a-b, A-B}Means on bars with different letters are significantly different ($p<0.05$).

미가루 고유의 색(L*: 35.6, a*: 8.4, b*: -3.7)이 시료의 색도 변화에 영향을 준 것으로 판단된다.

보수력 및 가열 수율

Fig. 1은 육포의 흑미가루 첨가량에 따른 보수력 및 가열 수율을 나타내었다. 가열수율은 최종 제품의 생산성을 좌우하는 중요한 요소로서, 감량은 단백질 변성으로 일어나며, 가열시간 및 보수력에 영향을 받는다(21). 흑미가루 첨가량에 따른 돈육 육포의 보수력은 58.10-63.65%를 나타내었으며, 가열수율은 42.28-45.65%를 나타내었다. 보수력은 흑미가루 첨가수준이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 흑미가루 3%와 5% 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 보수력을 나타내었다($p<0.05$). 가열수율 또한 흑미가루 3%, 5% 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 수치를 나타내었다($p<0.05$). 이와 유사한 연구로 육제품에 밀·육수수 배

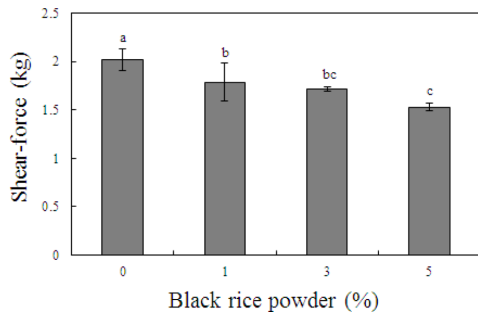


Fig. 2. Shear-force of pork restructured jerky formulated with various black rice powder levels. ^{a-c}Means on bars with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

아 및 콩 단백질이 각각 첨가되었을 때 보수력을 향상시켰으며, 가열 감량을 감소시켰다고 하였다(22). 또한 wild rice를 첨가한 페티(16)와 옥수수 분말을 첨가한 미트볼에서 가열수율이 증진되었다는 연구(19)와 일치하였다. 이러한 결과는 흑미가루 첨가의 영향으로 곡류가루가 첨가됨에 따라 수분손실을 방지하여 보수력이 증진된 것으로 판단되며, 보수력과 가열수율이 상관관계를 가지고 있어 보수력이 높은 흑미가루 처리구의 가열수율 또한 상승한 것으로 사료된다.

전단력

흑미가루 첨가량에 따른 육포의 전단력 측정 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 곡류 단백질은 육제품에 첨가되었을 때 질감을 변화시킨다(22). 전단력 측정 결과 돈육 육포의 전단력은 1.53-2.02 kg 범위를 나타내었다. 흑미가루 첨가수준에 따른 전단력 변화는 첨가수준이 증가함에 따라 낮아지는 추세를 보였으며, 모든 처리구가 대조구보다 유의적으로 낮은 전단력을 나타내었다($p < 0.05$). 또한 흑미가루 5% 처리구가 3% 처리구와 유의적인 차이는 보이지 않았으나, 가장 낮은 수치를 나타내었다. Verma 등(23)은 병아리콩 분말을 첨가한 소시지의 질감이 연해진다고 하여 본 연구결과와 일치하였으나, Jang 등(20)은 흑미가 첨가된 소시지의 견고도가 높아졌다고 하였다. 이러한 차이는 다른 육제품에 비해 육포의 견고도가 높은 수치를 가지기 때문에 기존 배합비(대조구)에 흑미가루를 추가로 첨가하였을 때(처리구), 수분함량이 증가하며 다른 성분들의 함량이 감소함에 따라 육포의 전단력이 감소한 것으로 판단된다.

관능평가

흑미가루를 첨가한 육포의 관능평가 결과는 Table 4에 나타내었다. 색도(color)는 모든 흑미가루 처리구가 대조구에 비해 유의

적으로 높은 점수를 보였다($p < 0.05$). 본 연구에서 제조된 육포는 돼지고기의 후지부위를 분쇄하여 재구성한 육포로서, 관능평가 패널들은 흑미가루가 다량 첨가된 육포의 색도가 대조구에 비해 어두운 색을 나타내어 기존의 소고기 육포와 유사한 색도를 나타냈기 때문에 색도에서 우수한 평가를 준 것으로 사료된다. 향미(flavor)와 연도(tenderness)는 흑미가루 3%, 5% 처리구가 대조구와 1% 처리구에 비해 유의적으로 높은 평가를 받았다($p < 0.05$). 다즙성(juiciness) 또한 흑미가루 3%와 5% 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 우수한 점수를 받았으며($p < 0.05$), 전체적인 기호도(overall acceptability)는 모든 흑미가루 첨가 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 점수를 받았다($p < 0.05$). 따라서 관능평가의 모든 항목을 종합해보면 흑미가루 3%와 5% 처리구가 우수한 평가를 받은 것으로 판단된다. Rivero de Padua(24)은 분쇄형 육제품에 깨 가루를 첨가하였을 때 관능적 특성에 유의미한 변화를 보이지 않았다고 하여 상이한 결과를 나타내었으나, Minerich 등(16)은 wild rice를 첨가한 페티가 wild rice를 첨가하지 않은 대조구보다 관능적 특성이 우수하였다고 하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 이러한 관능적인 특성의 차이는 첨가되는 소재에 따른 변화라고 생각되며, 흑미의 경우 독특한 향미를 부여하는 특성을 가지고 있기 때문에(6) 관능적인 요소에서 한국인에게 높은 평가를 받을 것으로 기대된다.

요 약

본 연구의 목적은 돈육 재구성 육포에 흑미가루가 첨가되었을 때 일어나는 품질 변화 및 품질 특성을 조사하였으며, 처리구별로 돈육 재구성 육포 제조 시 흑미가루 첨가함량을 0, 1, 3, 5%로 구분하여 제조하였다. 수분함량은 흑미가루 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보인 반면, 단백질함량과 지방함량은 흑미가루 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 육포의 가열 전·후 pH는 흑미가루 첨가량이 증가함에 따라 높아지는 추세를 보였다. 가열 전·후 색도는 흑미가루 첨가수준이 증가함에 따라 명도, 적색도, 황색도 모두 감소하는 경향을 나타내었다. 돈육 육포의 보수력과 가열수율은 흑미가루 첨가수준이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 흑미가루 3%와 5% 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 가열수율을 나타내었다($p < 0.05$). 흑미가루 첨가수준에 따른 전단력 변화는 첨가수준이 증가함에 따라 낮아지는 추세를 보였으며, 관능평가 결과 색도, 향미, 연도, 다즙성 및 전체적인 기호도 평가에서 흑미가루 3, 5% 처리구에서 높은 점수를 받았다. 이러한 결과들을 종합하면, 돈육 재구성 육포에 흑미가루를 일정수준 이상(3, 5%) 첨가하였을 때 대조구에 비해 이화학적 특성들이 우수하게 나타났으므로 품질이 우수한 제품을 제조할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 4. Sensory evaluation of pork restructured jerky formulated with various black rice powder levels

Traits	Black rice powder (%)			
	0	1	3	5
Color	8.18±0.46 ^b	8.95±0.47 ^a	9.04±0.41 ^a	8.96±0.57 ^a
Flavor	8.19±0.38 ^b	8.45±0.38 ^b	8.93±0.30 ^a	9.16±0.38 ^a
Tenderness	8.38±0.65 ^b	8.65±0.47 ^b	9.03±0.42 ^a	9.29±0.25 ^a
Juiciness	8.06±0.42 ^b	8.39±0.57 ^{ab}	8.45±0.48 ^a	8.66±0.46 ^a
Overall acceptability	8.23±0.56 ^c	8.76±0.42 ^b	9.14±0.21 ^a	9.06±0.50 ^{ab}

All values are mean±standard deviation.

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

References

1. Leistner L. Shelf Stable Product and Intermediate Moisture Foods Based on Meat. pp. 295-328 In: Water Activity Theory and Application to Food. Rockland L, Beuchat LB (eds). Marcel Dekker Inc., New York, USA (1987)
2. Choi JH, Jeong JY, Han DJ, Choi YS, Kim HY, Lee MA, Lee ES, Paik HD, Kim CJ. Effects of pork/beef and various casings on quality properties of semi-dried jerky. *Meat Sci.* 80: 278-286 (2008)
3. Grunert KG. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. *Meat Sci.* 74: 149-160 (2006)
4. Jimenez-Colmenero F, Carballo J, Cofrades S. Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. *Meat Sci.* 59: 5-13 (2001)
5. Hwang YK, Kim TY. Characteristics of colored rice bread using the extruded *heugjinju* rice. *Korean J. Food Cook. Sci.* 16: 167-172 (2000)
6. Ha TY, Park SH, Lee CH, Lee SH. Chemical composition of pigmented rice varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 336-341 (1999)
7. Fardet A, Rock E, Remesy C. Is the *in vitro* antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected *in vivo*? *J. Cereal Sci.* 48: 258-276 (2008)
8. Choi HC, Oh SK. Diversity and function of pigments in colored rice. *Korean J. Crop Sci.* 41: 1-9 (1996)
9. Park YS, Kim SJ, Chang HI. Isolation of anthocyanin from black rice (*heugjinjubyeo*) and screening of its antioxidant activities. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* 36: 55-60 (2008)
10. Cho JA, Cho HJ. Quality properties of *Injulmi* made with black rice. *Korean J. Food Cook. Sci.* 16: 226-231 (2000)
11. Moon BK, Kim EA, Park MS, Lee DK, Lee MS, Choi BR. Quality characteristics of cookies with black rice powder. *J. Hum. Ecol.* 26: 21-28 (2007)
12. Lee JS. and Oh MS. Quality characteristics of cookies with black rice flour. *Korean J. Food Cook. Sci.* 22: 193-203 (2006)
13. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA. pp. 777-788 (1990)
14. Grau R, Hamm R. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften* 40: 29-30 (1953)
15. Serdaroglu M, Yildiz-Turp G, Abrodimar K. Quality of low-fat meatballs containing legume flours as extenders. *Meat Sci.* 70: 99-105 (2005)
16. Minerich PL, Addis PB, Epley RJ, Bingham C. Properties of wild rice/ground beef mixtures. *J. Food Sci.* 56: 1154-1157 (1991)
17. Kim HY, Lee ES, Jeong JY, Choi JH, Choi YS, Han DJ, Lee MA, Kim SY, Kim CJ. Effect of bamboo salt on the physico-chemical properties of meat emulsion systems. *Meat Sci.* 86: 960-965 (2010)
18. Choe JH, Kim HY, Lee JM, Kim YJ, Kim CJ. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Sci.* 93: 849-854 (2013)
19. Serdaroglu M, Pegirmencioglu O. Effects of fat level (5, 10, 20%) and corn flour (0, 2, 4%) on some properties of turkish type meatballs (koefte). *Meat Sci.* 68: 291-296 (2004)
20. Jang SM, Lim JS, Cho EJ. The effect of various cereal flours on quality and storage characteristics of sausage. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 14: 265-274 (2004)
21. Winger RJ, Fennema O. Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -3°C or 15°C. *J. Food Sci.* 41: 1433-1438 (1976)
22. Gnanasambandam R, Zayas JF. Functionality of wheat germ protein in comminuted meat products as compared with corn germ and soy proteins. *J. Food Sci.* 57: 820-833 (1992)
23. Verma MM, Ledward DA, Lawrie RA. Utilization of chickpea flour in sausages. *Meat Sci.* 11: 109-121 (1984)
24. Rivero de Padua M. Some functional and utilization characteristics of sesame flour and proteins. *J. Food Sci.* 48: 1145-1147 (1983)