

## 미강 식이섬유 첨가 수준이 분쇄형 돈육 육제품의 품질 특성에 미치는 영향

최윤상 · 최지훈 · 한두정 · 김학연 · 이미애 · 김현록 · 정종연 · 백현동 · 김천제\*

건국대학교 축산식품생물공학 전공

<sup>1</sup>Department of Animal Science, University of Wisconsin-Madison

## Effect of Adding Levels of Rice Bran Fiber on the Quality Characteristics of Ground Pork Meat Product

Yun-Sang Choi, Ji-Hun Choi, Doo-Jeong Han, Hack-Youn Kim, Mi-Ai Lee, Hyun-Wook Kim,  
Jong-Youn Jeong<sup>1</sup>, Hyun-Dong Paik, and Cheon-Jei Kim\*

Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Animal Science, University of Wisconsin-Madison, Muscle Biology and Meat Science Building,  
1805 Linden Drive Wset, Madison WI 53706, USA

### Abstract

This study evaluated the effects of adding levels of rice bran fiber on the chemical compositions, cooking characteristics and sensory properties of ground pork meat products. Meat products were produced with products containing 0% (control), 1%, 2%, 3%, 4%, and 5% rice bran fiber. The control had the highest protein and fat contents, cooking loss, reduction in diameter, CIE L value and CIE a value of uncooked product, and CIE L value of cooked product. The meat product containing rice bran fiber had the higher ash, pH, and CIE b value than the controls. The addition of 5% rice bran fiber resulted in the lowest cooking loss and L value of cooked meat products. Meat product with 2% rice bran had the highest water content, water holding capacity, hardness, color, tenderness, juiciness values. There was a significant difference among the ground meat products with respect to sensory properties, and meat products containing 1% and 2% rice bran had higher overall acceptability than the other meat products.

**Key words :** rice bran fiber, ground pork, meat products, sensory properties

### 서 론

최근 소비자들의 식육제품에 대한 관심은 건강에 초점을 맞추고 있으며, 이러한 상황을 고려하여 안전성 및 기능성과 소비자의 다양한 입맛을 충족시킬 수 있는 제품을 개발하여야 한다. 이러한 제품들의 개발은 건강에 유해한 염과 지방을 줄이고 이와 유사한 효과를 나타내는 소재를 찾거나 연구하는 것이다(Ayo *et al.*, 2007; Garcia-Farcia and Totosaus, 2008). 기능성 육제품 제조에 이용되는 기능성 소재들은 토마토(Hoe *et al.*, 2006), 레몬알베도(Aleson-Carbonell *et al.*, 2005), 쑥분말(Han *et al.*, 2006), 김치분말(Lee *et al.*, 2008), 올금 추출물(Kim *et al.*, 2007),

헤이즐넛 과피(Truhan *et al.*, 2005) 등으로 그 종류가 다양할 뿐만 아니라 첨가에 따른 효과 또한 매우 다양하다. 이러한 기능성 소재들은 주로 식이섬유를 주성분으로 하며, 식이섬유는 6대 영양소로 불릴 만큼 그 관심이 높은 소재로 인체 내에서 소화되지 않은 난소화성 다당류로 영양적 가치는 없으나 생리학적으로 인체에 많은 기능성을 부여하는 것으로 알려져 있다(Lim *et al.*, 2004). 또한 식육제품에 첨가되는 식이섬유는 원료육의 결착력, 유효력 및 무기질과의 결합력을 우수하게 해주기 때문에 가열감량이 감소하고(Cofrades *et al.*, 2000), 유효형 제품의 경우는 유효력을 증가시켜 점도가 높고 물성이 우수한 제품을 제조할 수 있다(Choi *et al.*, 2008). 외국의 경우 식이섬유의 소재로 oat bran(Yilmaz and Daglioglu, 2003), rye bran(Yilmaz, 2004), corn bran(Hu *et al.*, 2008), wheat bran(Yilmaz, 2005) 등 많은 곡류들을 사용하고 있으나 우리나라라는 아직 곡류에서 추출한 식이섬유의 사용이 미비

\*Corresponding author : Cheon-Jei Kim, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3684, Fax: 82-2-444-6695, E-mail: kimcj@konkuk.ac.kr

한 실정이며, 주로 외국에서 많은 양을 수입하고 있다.

미강(rice bran)은 벼를 수확한 후 쌀을 도정하는 과정에서 얻어지는 농산 부산물의 일종으로 연간 40-50만톤 가량 생산되고 있으며(Chang *et al.*, 2008), 높은 지방함량에 따른 지방 산폐의 문제로 이용되지 못하고 폐기되는 실정이었다(Kim *et al.*, 1997a). 특히 미강 자체에는 25% 정도의 식이섬유를 포함하고 있을 뿐만 아니라 다량의 유용성분들이 많이 포함되어 있기 때문에 도정 직후 생산된 미강을 탈지하여 지질 산폐의 문제점을 제거하여 사용한다면 고품질의 웨빙형 식품소재로 적합할 것이다(Kim *et al.*, 1997b). 또한 Choi와 Chin(2002)은 현대 사회의 육류 섭취량 증가와 영양소의 과잉섭취로 인한 성인병 및 각종 만성질환의 발생이 높아지는 추세이므로 비만, 고혈압 및 관상동맥 질환 등을 발생시키는 고지방 육제품에 대한 소비자의 반응이 민감하기 시작하여 식이섬유의 중요성이 한층 고조되고 있다고 하였고, 식품의 품질에 대한 욕구도 점차 높아짐에 따라 기능성 육제품에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Chin *et al.*, 2005).

따라서 본 연구는 미강 식이섬유의 첨가 수준이 분쇄형 돈육 육제품의 품질 특성에 미치는 영향을 규명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 미강 식이섬유의 제조

미강 식이섬유 제조는 Kim 등(1997b)에 의한 방법으로 하였다. 도정 직후에 신선한 미강(식이섬유 28.32%, 조단백질 12.39%, 조지방 20.36%, 수분 12.18%, 조회분 8.79%, pH 6.85, 명도 68.85, 적색도 3.49, 황색도 18.07)을 수거하여 미강의 안정화를 위하여 볶음기(TCR-500E, Lucky E&G, Korea)를 이용하여 120°C, 20분간 열처리하여, 4배(v/w)의 hexane을 가한 후 진탕기(US-RRS, Woojusc Co., Korea)에서 24시간 동안 진탕, 여과하여 미강내의 지방을 제거하였다. 탈지된 미강은 상온에서 건조한 후 미강 식이섬유 제조를 위한 시료로 사용하였다. 탈지 후 건조한 미강시료 150 g에 0.6%(v/v) termamyl(Type LS, 120 KNU/g, Novo사) 1 L를 가하여 95°C에서 계속적으로 진탕하면서 1시간 동안 반응시킨 후 가제를 사용하여 여과한 다음 잔사를 4배(v/w)의 열수(95°C)로 3회 수세하였다. 수세한 잔사를 실온으로 냉각 후 4배(v/w)의 무수에탄올을 가하여 여과하고 잔사를 압착한 후 50°C의 열풍건조기(Enex-Co-600, Enex, Korea)에서 24시간 건조한 다음 분쇄하여 5°C 냉장고에 보관하면서 사용하였다. 제조된 미강 식이섬유의 일반성분은 식이섬유 53.27%, 조단백질 22.99%, 조지방 4.37%, 수분 12.78%, 조회분함량 7.41% 이었고 pH는 7.07, 명도는 66.10, 적색도와 황색도는 각각 4.73, 16.06이었다.

### 공시재료 및 분쇄형 육제품의 제조

본 실험에 사용된 돈육은 시중의 A 정육점을 통해 도축 후 24시간이 경과된 국내산 냉장 돈육 후지부위(*M. biceps femoris, M. semitendinosus, M. semimembranosus*)와 돈육 등지방을 구입하여 사용하였다. 원료육은 과도한 지방과 결체조직을 제거하였고, 원료육과 등지방(수분 12.61%, 지방 85.64%)은 각각 8 mm plate(PM-100, Mainca, Germany)로 분쇄한 후 3 mm plate로 다시 분쇄하였다. 분쇄가 끝난 원료육(70%)은 소금(1.5%), 인산염(0.2%), 미강 식이섬유 및 부재료(당 0.5%, MSG 0.08%, 양파분 0.05%, 생강분 0.05%, 아질산염 0.01%) 등과 함께 지방(15%) 및 빙수(15%)를 첨가하여 분쇄형 육제품을 제조하였다. 분쇄형 육제품의 대조구는 미강 식이섬유를 첨가하지 않았고, 처리구들은 미강 식이섬유를 각각 1%, 2%, 3%, 4% 및 5%씩 첨가하여 제조하였다. 제조된 떡갈비 형태의 분쇄형 육제품은 균일한 모양의 성형을 위해 페트리 디쉬에 일정량 담아 항온수조(Model 10-101, Dae Han Co, Korea)를 이용하여 75°C에서 30분간 가열 한 후 냉각하여 실험에 사용하였다.

### 실험방법

#### 일반성분 분석

분쇄형 육제품의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 AOAC법(1995)에 의하여 분석하였고 각각 3회 이상 반복 측정하였다.

#### pH 측정

pH는 시료 5 g을 채취하여 중류수 20 mL과 혼합하여 ultra turrax(Model No. T 25, Janken and Kunkel, Germany)를 사용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질한 후 유리전극 pH meter(340, Mettler Toledo GmbH, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

#### 색도 측정

분쇄형 육제품의 표면을 chroma meter(CR-210, Minolta Co., Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L 값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b 값을 각각 3회 측정하였다(illuminant C). 이때의 표준색은 L 값이 97.83, a 값이 -0.43, b 값이 +1.98인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

#### 가열감량(Cooking loss) 측정

가열감량은 항온수조의 온도를 75°C로 설정한 후 분쇄형 육제품 시료를 30분간 가열한 후 꺼내어 30분간 방냉한 후 무게를 측정하였다. 이때 가열감량은 다음 식에 의하여 구하였다.

$$\text{가열감량}(\%) = \frac{[(\text{가열전 시료무게}) - (\text{가열 후 시료무게})]}{\text{가열전 시료무게}} \times 100$$

#### 직경 감소율 및 두께 감소율 측정

가열 전 시료의 직경과 두께를 측정한 다음 각 처리구에 따라 가열처리 전 후의 직경과 두께를 vernier calipers (530 analog type, Mitutoyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

$$\text{직경 감소율}(\%) = \frac{[(\text{가열전 시료직경}) - (\text{가열 후 시료직경})]}{\text{가열전 시료직경}} \times 100$$

$$\text{두께 감소율}(\%) = \frac{[(\text{가열전 시료두께}) - (\text{가열 후 시료두께})]}{\text{가열전 시료두께}} \times 100$$

#### 보수력(Water holding capacity) 측정

Grau와 Hamm(1953)의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지(Whatman No. 2)를 놓고 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓고 일정한 압력으로 3분간 압착시킨 후 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총면적을 planimeter(Type KP-21, Koizumi, Japan)를 사용하여 측정하였다.

$$\text{보수력}(\%) = \frac{[\text{육조직이 묻어 있는 면적} / \text{수분이 젖어 있는 총면적}]}{100}$$

#### 물성(Texture profile analysis) 측정

물성은 분쇄형 육제품 시료를 75°C의 항온수조 내에서 30분간 가열 후 실온에서 30분간 방냉한 후 Texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems, UK)를 이용하여 측정하였다. 방냉한 후 시료를 plate 중앙에 평행하게 놓고 두 번 찔러 나타난 curve를 이용하고 분석 계산하여 hardness(경도, kg), cohesiveness(응집성), springiness(탄력성), gumminess(검성, kg), chewiness(씹음성, kg)을 산출하였다. 이때의 분석 조건은 maximum load 2 kg, head speed 2.0 mm/sec, φ 0.25 cm spherical probe, distance 10.0 mm, force 5 g으로 설정하였다.

#### 관능검사

가열 처리한 분쇄형 육제품을 일정한 두께로 절단한 다음 훈련한 9명의 panel 요원들에 의해 각 처리구 별로 색(color), 풍미(flavor), 조직감(texture), 다습성(juiciness), 전체적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 각각 10점 만점으로 평점하고 그 평균치를 구하여 비교하였다. 분쇄형 육제품의 색, 풍미, 다습성 및 전체적인 기호도를 10점은 가장 우수함, 1점은 가장 열악함으로 정하였으며, 연도는 10점을 아주 부드러움, 1점을 아주 질깁으로 정하였다.

#### 통계처리

통계분석은 SAS program(1999)의 GLM(General Linear Model) procedure를 통하여 분석하였고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan의 다중검정을 통하여 유의성 검정( $p<0.05$ )을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 분쇄형 육제품의 일반성분

미강 식이섬유의 첨가 수준이 분쇄형 돈육 육제품의 일반성분 함량에 미치는 영향은 Table 1에 나타내었다. 조단백질 함량은 대조구가 가장 높은 수치를 나타내었으며 대체적으로 미강 식이섬유를 첨가한 처리구들이 낮은 조단백질 함량을 나타내었으나, 대조구와 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 수분함량은 미강 식이섬유 2% 처리구에서 가장 높은 수치를 나타내었지만 대조구와 1% 및 2% 처리구에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 조회분함량은 대조구와 비교하여 미강 식이섬유를 첨가한 처리구들에서 유의적으로 높은 수치를 나타내었고 미강 식이섬유 첨가량이 증가함에 따라 조회분함량이 증가하는 추세를 나타내었다. 조지방함량은 대조구에서 유의적으로 가장 높은 수치를 나타내었고 미강 식이섬유 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. Choi 등(2007)은 식이섬유의 함량이 증가함에 따라 수분함량은 감소하였고 단백질은 감소한다고 하였고, Fernandez-Gines 등(2004)은 육제품에 첨가한 식이섬유의 함량이 일정 수준 이상으로 증가함에 따라 수분함량이 낮아지고 단백질 함량은 높아진다고 하였다. 또한 Hung 등(2005)은 유화형

Table 1. Proximate compositions of ground pork meat products formulated with various levels of rice bran fiber

Parameters	Rice bran fiber (%)					
	0 (control)	1	2	3	4	5
Protein (%)	22.32±0.67	21.59±0.46	21.97±0.40	21.15±0.63	20.63±0.55	20.13±0.54
Water (%)	59.62±0.22 <sup>AB</sup>	59.32±0.44 <sup>AB</sup>	59.87±0.32 <sup>A</sup>	59.01±0.42 <sup>B</sup>	58.29±0.50 <sup>C</sup>	57.78±0.23 <sup>C</sup>
Ash (%)	1.88±0.13 <sup>C</sup>	2.07±0.22 <sup>B</sup>	2.21±0.04 <sup>AB</sup>	2.29±0.20 <sup>A</sup>	2.29±0.04 <sup>A</sup>	2.30±0.13 <sup>A</sup>
Fat (%)	14.58±0.64 <sup>A</sup>	13.85±0.75 <sup>B</sup>	12.46±1.33 <sup>C</sup>	12.37±0.95 <sup>C</sup>	11.35±1.15 <sup>C</sup>	9.55±0.49 <sup>D</sup>

All values are mean ± SD of three replicates.

<sup>A-D</sup> Means within a row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

육제품에서 식이섬유의 첨가량이 증가할수록 지방함량은 감소한다고 보고하였고, Yilmaz(2005)와 Serdaroglu(2006)는 저지방 meat ball에 wheat bran과 whey powder를 첨가하였을 경우 첨가량이 증가함에 따라 회분함량이 증가한다고 보고한 바 있어 본 실험결과는 이러한 보고들과 동일하였다.

### pH, 색도 비교

Table 2는 미강 식이섬유를 첨가한 분쇄형 육제품의 pH 및 색도를 나타내었다. 가열 전과 가열 후 pH는 대조구가 처리구들과 비교하여 낮은 pH를 나타내었다. 미강 식이섬유를 첨가한 처리구의 pH가 높은 수치를 나타낸 것은 미강 식이섬유의 pH가 높기 때문인 것으로 사료된다. Yilmaz(2005)는 meatball에 wheat bran첨가량이 증가할수록 pH가 높아진다고 하였고, rye bran을 첨가한 meatball에서도 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하는 결과를 보여본 실험과 유사한 결과를 나타내었다(Yilmaz, 2004). 또한 분쇄 육제품의 가열 후 pH는 가열 전 pH보다 높은 수치를 나타내었는데, 이는 가열하는 동안 변성된 단백질에 의해서 수소결합이 약해지고 이에 의해 아미노산 histidine에 있는 imidazolium과 같은 염기성 활성기가 노출되어 아미노산 잔기에 의해서 많은 양이온이 유출되어 나오기 때문에 pH가 상승한다고 하였다(Forrest *et al.*, 1975; Morin *et al.*, 2002).

미강 식이섬유 첨가량에 따른 분쇄형 육제품의 색도는 Table 2와 같다. 가열 전 명도(L value)는 대조구와 1% 처리구가 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 가열 후 명도는 대조구보다 모든 처리구에서 낮은 수치를 나타내었고, 첨가량이 증가함에 따라 명도가 감소하는 경향을 나타내었다. Choi 등(2007b)은 돈육 유화물에 미강 식이섬유를 첨가하였을 시 명도 값이 감소한다고 하였고, Huang 등(2005)은 생미강을 육제품에 첨가하면 명도가 대조구와 비교하여 낮아지는 결과를 나타내었다. 그러나 Rye bran과 oat bran을 첨가한 육제품에서는 첨가량이 증가할수록

명도가 높아지는 결과를 나타내어 본 실험과 다른 결과를 나타내었다(Yilmaz, 2004; Yilmaz and Daglioglu, 2003). 또한 Hsu와 Sun(2006)에 의하면 분리대두단백을 첨가한 육제품에서는 대조구와 처리구간 명도의 차이가 나타나지 않았다고 하였다. 가열 전 적색도(a value)는 대조구가 처리구들에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었고, 미강 식이섬유 함량이 증가할수록 적색도는 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 가열 후 적색도는 대조구와 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Yilmaz(2005)는 meat ball에 wheat bran을 첨가하면 대조구와 비교하여 적색도가 감소하는 경향을 나타내고 wheat bran 첨가량이 증가함에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 또한 지방을 대체하여 oat bran을 첨가한 저지방 육제품에서는 첨가량이 증가함에 따라 적색도가 감소하는 경향을 나타내었다(Yilmaz and Daglioglu, 2003). 가열 전과 가열 후 분쇄형 돈육 육제품의 황색도(b value)는 대조구에 비해 미강 식이섬유를 첨가한 처리구들이 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. Kim 등(1997c)은 미강 식이섬유를 첨가한 국수에서 미강 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가한다고 보고하였고, Yilmaz와 Daglioglu(2003)은 oat bran을 첨가한 육제품에서 첨가량이 증가함에 따라 황색도가 유의적으로 증가한다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 wheat bran을 첨가한 육제품에서는 대조구와 처리구간에 차이가 나타나지 않았다고 보고하기도 하였다(Yilmaz, 2005).

### 가열감량 측정

Winger와 Fennema(1976)에 따르면 가열감량은 단백질 변성으로 일어나는데 가열시간에 따라 영향을 받으며, 보수력에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 미강 식이섬유를 첨가한 분쇄형 육제품의 가열감량은 Fig. 1에 나타내었다. 가열감량은 대조구와 비교하여 처리구들이 낮은 수치를 나타내었지만 대조구와 1% 처리구는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 미강 식이섬유 함량이 증가함에 따

Table 2. Comparison pH and CIE Lab attributes on ground pork meat products formulated with various levels of rice bran fiber

Parameters	Traits	Rice bran fiber (%)					
		0 (control)	1	2	3	4	5
Uncooked	pH	5.91±0.29 <sup>B</sup>	6.00±0.21 <sup>AB</sup>	6.06±0.18 <sup>AB</sup>	6.15±0.21 <sup>A</sup>	6.16±0.20 <sup>A</sup>	6.16±0.21 <sup>A</sup>
	L value	55.97±2.62 <sup>A</sup>	55.66±2.52 <sup>A</sup>	53.44±1.77 <sup>B</sup>	52.44±0.65 <sup>BC</sup>	52.17±0.47 <sup>C</sup>	52.21±0.47 <sup>C</sup>
	a value	12.27±0.63 <sup>A</sup>	10.98±0.40 <sup>B</sup>	10.50±0.63 <sup>C</sup>	10.01±0.54 <sup>D</sup>	9.69±0.47 <sup>D</sup>	8.95±1.02 <sup>E</sup>
	b value	12.65±1.52 <sup>C</sup>	13.98±1.51 <sup>B</sup>	13.94±0.58 <sup>AB</sup>	13.37±0.50 <sup>BC</sup>	13.58±0.35 <sup>AB</sup>	14.18±0.65 <sup>A</sup>
Cooked	pH	6.07±0.13 <sup>B</sup>	6.11±0.14 <sup>AB</sup>	6.13±0.16 <sup>AB</sup>	6.17±0.13 <sup>AB</sup>	6.19±0.17 <sup>A</sup>	6.19±0.18 <sup>A</sup>
	L value	14.28±0.81 <sup>A</sup>	8.90±1.23 <sup>B</sup>	8.18±0.77 <sup>B</sup>	8.14±0.74 <sup>BC</sup>	7.73±1.02 <sup>BC</sup>	7.68±0.87 <sup>C</sup>
	a value	13.68±1.23	14.45±2.58	14.29±2.47	14.41±2.26	13.78±2.10	13.24±2.27
	b value	14.15±1.13 <sup>D</sup>	13.09±2.14 <sup>C</sup>	11.80±1.05 <sup>AB</sup>	11.80±1.91 <sup>B</sup>	11.30±1.73 <sup>A</sup>	10.88±1.76 <sup>A</sup>

All values are mean±SD.

<sup>A-E</sup> Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

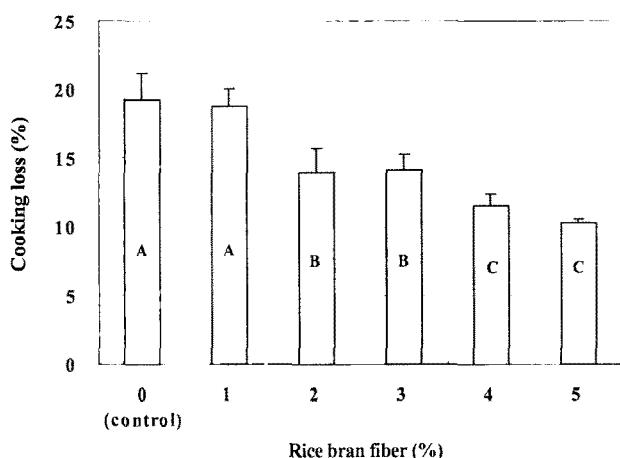


Fig. 1. Effects of various levels of rice bran fiber on cooking loss of ground pork meat products. <sup>A-C</sup> Means in the treatments with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

라 가열감량이 감소하는 경향을 나타내었다. 생미강을 첨가한 육제품은 첨가량이 증가할수록 가열수율이 좋아졌다 고 하였고(Huang *et al.*, 2005), wheat bran(Mansour and Khalil, 1997), oat bran(Yilmaz and Daglioglu, 2003), rye bran(Yilmaz, 2004)을 첨가한 육제품은 첨가량이 증가함에 따라 가열감량이 줄어드는 것으로 나타났다. 또한 Aleson-Carbonell 등(2005)과 Turhan 등(2005)은 lemon albedo와 hazelnut pellicle를 육제품에 첨가하였을 경우에도 가열감량이 감소하였다. Shand(2000)는 식이섬유의 종류와 함량에 따라 수분흡수율이 달라진다고 하였고, 이를 육제품에 첨가하면 가열감량을 감소시키고 수분과 지방 결합력을 증가시켜 준다고 하였다(Grigelmo-Miguel *et al.*, 1999). 즉, 가열감량을 줄이기 위해서 식이섬유를 첨가하면 우수한 효과를 볼 수 있으나 식이섬유의 첨가량이 과도하게 되면 오히려 가열감량이 증가한다(Fernández-Ginés *et al.*, 2004).

#### 직경감소율과 두께감소율 및 보수력 측정

미강 식이섬유 첨가량에 따른 직경감소율, 두께감소율 및 보수력은 Table 3에 나타내었다. 직경감소율은 대조구

에 비해서 모든 처리구가 유의적으로 낮은 수치를 나타내었으며, 미강 식이섬유 3% 처리구가 가장 낮은 수치를 나타내었다. 두께감소율은 대조구와 미강 식이섬유 처리구 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Kim 등(2008)은 단감분말을 첨가한 육제품에서 단감분말의 첨가량이 증가할수록 직경감소율이 줄어들었고, 두께 감소율은 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. Joo와 Chung(2007)에 의하면 오븐으로 가열한 저지방 돈육 패티에 페틴과 감자분말을 첨가하면 가열감량과 직경감소율의 유의적으로 감소한다고 하였다.

미강 식이섬유를 첨가한 분쇄형 육제품의 가열전 보수력은 대조구와 비교하여 미강 식이섬유 2%와 3% 처리구에서 유의적으로 높은 수치를 나타내었으나 다른 처리구들과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가열후 보수력은 가열전 보수력과 유사한 경향을 나타내었으며, 미강 식이섬유를 2% 첨가한 처리구에서 유의적으로 가장 좋은 보수력을 나타내었다. Chin과 Wang(2004)은 키토산을 첨가하지 않은 처리구보다 키토산을 첨가한 처리구에서 보수력이 저하되었다고 하였고, 자몽 종자 추출물을 첨가한 육제품에서는 보수력에 뚜렷한 차이를 주지 않았다고 하여 본 실험과는 다른 결과를 나타내었다(Chin *et al.*, 2005).

#### 물성 특성

Table 4는 미강 식이섬유 첨가량을 달리하여 제조한 분쇄형 육제품의 물성(TPA)을 측정한 결과이다. 식품의 물성은 물리적인 수단이나 특정한 방법을 이용하여 상대적인 수치로 표시하여 설명하는 물리적인 성질이다(Howard, 1987). 또한 육제품의 물성학적 특성은 단백질이 가지는 유화력, 보수력, 겔형성 능력 및 입자간의 부착성 등에 의해서 결정된다(Mittal and Usbourn, 1985). 미강 식이섬유를 첨가한 분쇄형 육제품의 경도는 대조구와 비교하여 1%, 2%, 3% 및 4% 처리구에서 유의적으로 높은 수치를 나타내었지만, 5% 처리구에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. Lee 등(2004)에 의하면 유화형 소시지에 유자과피를 첨가하면 경도가 증가하였고, Hughes 등(1998)은 소시지에 tapioca starch를 첨가함에 따라 경도가 증가한다고 하

Table 3. Comparison on reduction in diameter and thickness, WHC<sup>1)</sup> of ground pork meat products formulated with various levels of rice bran fiber

Parameters	Rice bran fiber (%)					
	0 (control)	1	2	3	4	5
Reduction in diameter (%)	28.54±4.60 <sup>A</sup>	19.38±2.77 <sup>B</sup>	16.74±1.85 <sup>C</sup>	16.09±1.67 <sup>C</sup>	16.69±2.69 <sup>C</sup>	17.17±1.68 <sup>C</sup>
Reduction in thickness (%)	26.17±2.49	23.63±4.92	23.61±4.66	24.26±4.17	25.67±5.20	23.89±6.01
WHC <sup>1)</sup>	Uncooked	81.69±5.83 <sup>B</sup>	86.79±5.33 <sup>AB</sup>	89.32±3.48 <sup>A</sup>	88.34±1.80 <sup>A</sup>	87.46±6.66 <sup>AB</sup>
	Cooked	25.18±4.85 <sup>B</sup>	28.60±0.64 <sup>B</sup>	36.86±3.81 <sup>A</sup>	34.93±3.75 <sup>A</sup>	28.36±5.91 <sup>B</sup>

All values are mean±SD.

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>WHD : Water holding capacity.

Table 4. Comparison on texture profile analysis of ground pork meat products formulated with various levels of rice bran fiber

Parameters	Rice bran fiber (%)					
	0 (control)	1	2	3	4	5
Hardness (kg)	0.74±0.09 <sup>C</sup>	0.80±0.10 <sup>AB</sup>	0.83±0.15 <sup>A</sup>	0.81±0.10 <sup>AB</sup>	0.78±0.08 <sup>B</sup>	0.73±0.06 <sup>C</sup>
Springiness	0.89±0.08 <sup>C</sup>	0.92±0.07 <sup>BC</sup>	0.96±0.04 <sup>AB</sup>	0.95±0.05 <sup>AB</sup>	0.95±0.06 <sup>AB</sup>	0.97±0.04 <sup>A</sup>
Cohesiveness	0.49±0.03 <sup>B</sup>	0.52±0.04 <sup>A</sup>	0.51±0.03 <sup>A</sup>	0.52±0.03 <sup>A</sup>	0.51±0.02 <sup>A</sup>	0.48±0.02 <sup>B</sup>
Gumminess (kg)	0.38±0.04 <sup>BC</sup>	0.41±0.03 <sup>AB</sup>	0.43±0.06 <sup>A</sup>	0.42±0.04 <sup>A</sup>	0.40±0.04 <sup>AB</sup>	0.35±0.03 <sup>C</sup>
Chewiness (kg)	0.33±0.05 <sup>C</sup>	0.38±0.04 <sup>AB</sup>	0.40±0.09 <sup>A</sup>	0.41±0.07 <sup>A</sup>	0.39±0.05 <sup>AB</sup>	0.35±0.03 <sup>BC</sup>

All values are mean±SD.

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

였다. 또한 미강을 첨가한 식품의 dough에서도 미강의 첨가량이 증가함에 따라 경도가 증가한다고 하였지만(Chang *et al.*, 2008), 저지방 소시지에서 oatmeal과 tofu를 첨가하게 되면 경도가 감소한다고 하여 본 실험과 다른 결과를 나타내었다(Yang *et al.*, 2007). 탄력성은 대조구와 비교하여 1% 미강 식이섬유를 첨가한 처리구를 제외하고 모든 처리구들이 유의적으로 높게 나타났으며, 5% 미강 식이섬유 처리구가 가장 높은 수치를 나타내었다. Chin과 Wang (2004)은 키토산을 첨가함에 따라 탄력성이 증가한다고 하였으나, 반면 Lee 등(2004)은 유자 과피를 첨가하면 탄력성이 감소한다고 하였다. 응집성은 대조구보다 미강 식이섬유 1, 2, 3% 및 4% 처리구가 유의적으로 높은 수치를 나타내었고 5% 처리구는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 겉모습과 씹음성은 미강 식이섬유 2% 처리구가 유의적으로 가장 높은 수치를 나타내었다. Yang 등(2007)은 hydrated oatmeal의 첨가량이 증가함에 따라 겉모습과 씹음성이 감소한다고 하였고, 키토산을 첨가한 소시지에서는 키토산 첨가량이 증가함에 따라 응집성, 겉모습, 씹음성이 증가하였다 (Chin and Wang, 2004). Moon 등(2001)은 육제품의 조직감은 지방이나 수분함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 영향을 받으며, 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서 차이가 난다고 하였다.

#### 관능적 특성

미강 식이섬유를 첨가한 분쇄형 육제품의 색(color), 풍미(flavor), 연도(tenderness), 다습성(juiciness), 전체적인 기

호도(overall acceptability)는 Table 5에 나타내었다. 분쇄형 육제품의 색은 미강 식이섬유 2% 처리구가 유의적으로 가장 높은 점수를 받았고, 대조구와 비교하여 2%, 3% 및 4% 처리구는 유의적으로 높은 점수를 받았다. 풍미는 대조구와 모든 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 연도와 다습성은 미강 식이섬유 2% 처리구가 가장 높은 점수를 받았고 5% 처리구가 가장 낮은 점수를 받았다. 전체적인 기호도는 대조구와 비교하여 미강 식이섬유를 1%와 2% 첨가한 처리구가 유의적으로 높은 점수를 받는 것으로 나타났다. Chin과 Wang(2004)은 저지방 소시지에서 0.3% 키토산을 첨가하였을 경우 우수한 관능적 특성을 나타내었고, 쭉 분말을 첨가한 소시지는 2% 처리구에서 우수한 전체적인 기호도를 나타내었다(Han *et al.*, 2006). 그러나 저지방 소시지에 토마토를 첨가한 경우는 토마토 첨가량에 따라 관능적인 특성에는 차이를 보이지 않았다(Hoe *et al.*, 2006).

## 요약

본 연구는 미강 식이섬유의 첨가 수준이 분쇄형 돈육 육제품의 품질 특성에 미치는 영향을 규명하고자 실시하였다. 분쇄형 육제품의 단백질 함량은 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 없었으며, 수분함량은 미강 식이섬유 2% 처리구가 가장 높은 수치를 나타내었다. 회분함량은 미강 식이섬유를 첨가함에 따라 높아졌지만, 지방함량은 대조구가 유의적으로 가장 높았으며, 미강 식이섬유 첨가

Table 5. Sensory properties of ground pork meat products formulated with various levels of rice bran fiber

Parameters	Rice bran fiber (%)					
	0 (control)	1	2	3	4	5
Color	7.13±0.35 <sup>C</sup>	7.75±0.71 <sup>AB</sup>	8.38±0.52 <sup>A</sup>	7.88±0.35 <sup>AB</sup>	8.00±0.76 <sup>AB</sup>	7.63±0.92 <sup>BC</sup>
Flavor	7.63±0.74	8.13±0.99	8.13±1.13	7.88±0.99	8.00±1.31	7.50±1.20
Tenderness	7.88±0.64 <sup>AB</sup>	7.88±0.83 <sup>AB</sup>	8.13±1.13 <sup>A</sup>	7.88±1.25 <sup>AB</sup>	7.50±1.31 <sup>AB</sup>	6.88±0.99 <sup>B</sup>
Juiciness	7.25±1.04 <sup>AB</sup>	7.63±1.30 <sup>AB</sup>	8.38±1.19 <sup>A</sup>	7.88±1.13 <sup>AB</sup>	7.63±1.06 <sup>AB</sup>	6.75±1.28 <sup>B</sup>
Overall acceptability	7.29±0.71 <sup>B</sup>	8.19±0.84 <sup>A</sup>	8.38±0.52 <sup>A</sup>	8.13±0.83 <sup>AB</sup>	7.75±1.07 <sup>AB</sup>	7.25±0.89 <sup>B</sup>

All values are mean±SD.

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. pH는 가열전과 가열후 모두 미강 식이섬유를 첨가한 처리구들이 높은 수치를 나타냈으며, 가열전 명도와 적색도는 대조구와 비교하여 처리구들이 높은 수치를 나타냈으나 황색도는 처리구들이 높은 수치를 나타내었다. 가열감량은 미강 식이섬유 첨가량이 증가할수록 낮은 수치를 나타내었으며, 직경감소율은 처리구들이 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. 보수력은 가열전과 가열후에서 대조구보다 2% 처리구가 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 경도는 2% 처리구에서 가장 높은 수치를 나타내었다. 탄력성, 응집성, 겹성 및 씹음성은 대조구와 비교하여 2%와 3% 처리구에서 유의적으로 높게 나타났으며, 관능적 특성도 모든 항목에서 2% 처리구가 높은 점수를 받는 것으로 나타났다. 따라서, 돈육 분쇄형 육제품에 2-3%의 미강 식이섬유를 첨가하면 물성, 가열감량, 직경감소율 및 보수력과 관능적으로 가장 우수한 육제품을 제조할 수 있다.

### 감사의 글

본 연구는 2008년 농촌진흥청 농업특정연구사업의 지원(과제번호: 20080201-033-066-001-01-00)에 의해 이루어진 것이며, Brain Korea 21 지원사업으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., and Kuri, V. (2005) Characteristics of beef burger as influenced by various type of lemon albedo. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.* **6**, 247-255.
- AOAC (1995) Official methods of analysis of AOAC. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Ayo, J., Carballo, J., Serrano, J., Olmedilla-Alonso, B., Ruiz-Capillas, C., and Jimenez-Colmenero, F. (2007) Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters. *Meat Sci.* **77**, 173-181.
- Chang, K. H., Byun, G. I., Park, S. H., and Kang, W. W. (2008) Dough properties and bread qualities of wheat flour supplemented with rice bran. *Korean J. Food Preserv.* **15**, 209-213.
- Chin, K. B. and Wang, S. H. (2004) Product quality of low-fat sausages formulated with tow levels of chitosan. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 361-366.
- Chin, K. B., Kim, W. Y., and Kim, K. H. (2005) Physicochemical and textural properties and antimicrobial effects of low-fat comminuted sausages manufactured with grapefruit seed extract. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **25**, 141-148.
- Choi, S. H. and Chin, K. B. (2002) Development of low-fat comminuted sausage manufactured with various fat replacers similar textural characteristics to those with regular-fat counterpart. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 577-582.
- Choi, Y. S., Jeong, J. Y., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Kim, H. W., Paik, H. D., and Kim, C. J. (2008) Effects of dietary fiber from rice bran on the quality characteristics of emulsion-type sausages. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **28**, 14-20.
- Choi, Y. S., Jeong, J. Y., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Sim, S. Y., Paik, H. D., and Kim, C. J. (2007) Quality characteristics of meat batters containing dietary fiber extracted from rice bran. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 228-234.
- Cofrades, S., Guerra, M. A., Carballo, J., Fernandez-Martin, F., and Jimenez-Colmenero, F. (2000) Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *J. Food Sci.* **65**, 281-287.
- Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Senara, E., and Pérez-Álvarez, J. A. (2004) Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausage. *Meat Sci.* **67**, 7-13.
- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D., and Merkel, R. A. (1975) Principles of meat processing. Principles of meat science. W. H. Freeman and Company, San Francisco, CA. pp. 190-226.
- Garcia-Garcia, E. and Totosaus, A. (2008) Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and κ-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Sci.* **78**, 406-413.
- Grau, R. and Hamm, R. (1953) Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. *Naturwissenschaften* **40**, 29-30.
- Grigelmo-Miguel, N., Abadias-Seros, M. I., and Martin-Beloso, O. (1999) Characterization of low-fat high dietary fibre frankfurters. *Meat Sci.* **52**, 247-256.
- Han, K. H., Choi, I. S., and Lee, C. H. (2006) The physicochemical and storage characteristics of sausage added mugwort powder. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 356-361.
- Hoe, S. K., Park, K. H., Yang, M. R., Jeong, K. J., Kim, D. H., Choi, J. S., Jin, S. K., and Kim, I. S. (2006) Quality characteristics of low-fat emulsified sausage containing tomatoes during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 297-305.
- Howard, R. M. (1987) Food texture (Instrumental and sensory measurement) Marcel dekker, Basel, NY, pp. 3-34.
- Hsu, S. Y. and Sun, L. Y. (2006) Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat Kung-wans. *J. Food Eng.* **74**, 47-53.
- Hu, Y. B., Wang, Z., and Xu, S. Y. (2008) Corn bran dietary fibre modified by xylanase improves the mRNA expression of genes involved in lipids metabolism in rats. *Food Chem.* **109**, 499-505.
- Huang, S. C., Shiau, C. Y., Liu, T. E., Chu, C. L., and Hwang, D. F. (2005) Effects of rice bran on sensory and physicochemical properties of emulsified pork meatball. *Meat Sci.* **70**, 713-719.
- Hughes, E., Mullen, A. M., and Troy, D. J. (1998) Effects of

- fat level, tapioca and whey protein on frankfurters formulated with 5% and 12% fat. *Meat Sci.* **48**, 169-180.
23. Joo, S. Y. and Chung, H. J. (2007) Effects of pectin and potato starch on the quality characteristics of low-fat pork patties. *Korean J. Food Cookery Sci.* **23**, 824-831.
24. Kim, I. S., Jin, S. K., and Ha, C. J. (2008) Effects of sweet persimmon powder type on quality properties of low salted pork patties during cold storage. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **50**, 133-144.
25. Kim, I. S., Jin, S. K., Park, K. H., Jeong, K. J., Kim, D. H., Yang, M., and Chung, Y. S. (2007) Quality characteristics of low-fat sausage containing curcumin extract during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 255-261.
26. Kim, Y. S., Ha, T. Y., Lee, S. H., and Lee, H. T. (1997a) Properties of dietary fiber extract from rice bran and application in bread-making. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 502-508.
27. Kim, Y. S., Ha, T. Y., Lee, S. H., and Lee, H. Y. (1997b) Effect of rice bran dietary fiber extract on gelatinization and retrogradation of wheat flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 464-469.
28. Kim, Y. S., Ha, T. Y., Lee, S. H., and Lee, H. Y. (1997c) Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 90-95.
29. Lee, J. R., Jung, J. D., Hah, Y. J., Lee, J. D., Jin, S. K., Lee, C. Y., Sung, N. J., and Do, C. H. (2004) Effects of addition of citron peel powder on quality characteristics of emulsion-type sausages. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **46**, 849-858.
30. Lee, M. A., Han, D. J., Jeong, J. Y., Choi, J. H., Choi, Y. S., Kim, H. Y., Paik, H.-D., and Kim, C. J. (2008) Effect of kimchi powder level and drying methods on quality characteristics of breakfast sausage. *Meat Sci.* (in press).
31. Lim, B. O., Lee, C. J., and Kim, J. D. (2004) Study on immunoregulatory function of dietary fiber. *Food Industry Nutr.* **9**, 26-30.
32. Mansour, E. H. and Khalil, A. H. (1997) Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. *Food Resear. Inter.* **30**, 199-205.
33. Mittal, G. S. and Usborne, W. R. (1985) Meat emulsion extender. *Food Technol.* **39**, 121-130.
34. Moon, Y. H., Kim, Y. K., Koh, C. W., Hyon, J. S., and Jung, I. C. (2001) Effect of aging period, cooking time and temperature on the textural and sensory characteristics of boiled pork loin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 471-476.
35. Morin, L. A., Temelli, F., and McMullen, L. (2002) Physical and sensory characteristics of reduced-fat breakfast sausages formulated with barley  $\beta$ -glucan. *J Food Sci.* **67**, 2391-2396.
36. SAS. (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
37. Serdaroglu, M. (2006) Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Sci.* **72**, 115-163.
38. Shand, P. J. (2000) Textural, water holding, and sensory properties of low-fat pork bologna with normal or waxy starch hull-less barley. *J. Food Sci.* **65**, 101-107.
39. Turhan, S., Sagir, I., and Ustun, N. S. (2005) Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers. *Meat Sci.* **71**, 312-316.
40. Yang, H. S., Choi, S. G., Jeon, J. T., Park, G. B., and Joo, S. T. (2007) Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. *Meat Sci.* **75**, 283-289.
41. Yilmaz, I. (2004) Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatball. *Meat Sci.* **67**, 245-249.
42. Yilmaz, I. (2005) Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran. *J. Food Eng.* **69**, 369-373.
43. Yilmaz, I. and Daglioglu, O. (2003) The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. *Meat Sci.* **65**, 819-823.

(2008. 7. 2 접수/2008. 8. 8 수정/2008. 8. 9 채택)