

홍화씨가 분쇄돈육의 냉장 중 이화학적 품질에 미치는 영향

박경숙 · 김민주¹ · 박현숙 · 최영준 · 정인철[†]

대구공업대학교 호텔외식조리계열, ¹한진상사

Physicochemical Properties of Ground Pork with Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seed during Refrigerated Storage

Kyung-Sook Park, Min-Ju Kim¹, Hyun-Suk Park, Young-Joon Choi and In-Chul Jung[†]

Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical College, Daegu 704-721, Korea

¹Hanjin Company, Busan 614-080, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of safflower seed powder on the physicochemical characteristics of ground pork during refrigerated storage. Three types of ground pork were evaluated: 20% pork fat added (PF, control), 10% pork fat and 10% added safflower seed powder (PFS), and 20% added safflower seed powder (SS). The pH increased during storage, but decreased after 10 days of the storage ($p < 0.05$). The pH was lower in PFS and SS than that in PF after 10 days of storage ($p < 0.05$). The TBARS (2-thiobarbituric acid reactive substances) values increased with longer storage period ($p < 0.05$), and those of PF, PFS and SS were 1.186, 0.686 and 0.577 mg MA/kg, respectively, after 10 days of storage. The L^* values for external color of PF and PFS decreased ($p < 0.05$), but that of SS was not significantly different after a longer storage period. The a^* values decreased ($p < 0.05$), but the b^* values were not significantly different with longer storage period. The L^* values for internal color of PFS and SS decreased ($p < 0.05$), but that of PF was not significantly different with longer storage period. The a^* value of PF decreased ($p < 0.05$), but that of SS increased with longer storage period. The b^* value decreased ($p < 0.05$), but those of PFS and SS were not significantly different with longer storage period. Water holding capacity decreased with longer storage period, and that of SS was the highest ($p < 0.05$). Cooking loss of PFS and SS was not significantly different with longer storage period, and that of PF was the highest ($p < 0.05$). The reduction in diameter of the samples was not significantly different with longer storage period, and that of PF was the highest ($p < 0.05$). Hardness and chewiness of samples increased, but springiness and cohesiveness decreased with longer storage period ($p < 0.05$). Replacing animal fat with safflower seed powder was effective and may be useful as an innovative meat product.

Key words : safflower seed powder, ground pork, physicochemical characteristics

1. 서론

식품 중에 함유된 지방의 섭취와 관련된 여러 가지 질병들의 유발이 알려지면서 소비자들은 섭취 지방의 양이나 특성이 건강에 미치는 영향에 대하여 관심이 높다. 특히 살코기를

분쇄하여 제조하는 소시지, 프레스햄, 패티, 너겟, 미트볼 등의 분쇄 육제품들은 품질이나 관능성의 향상을 위하여 동물성 지방을 30% 전후로 사용하고 있다. 따라서 이들은 포화 지방 함량이 높은 동물성 지방의 과다 사용으로 소비자들에게 기피의 대상이 되고 있으며, 열량은 높으면서 영양소가 부족하여 “junk food”로 불리게 되고, 건강에 나쁜 영향을 미치는 식품으로 인식되고 있다(Dixon HG 등 2007) 그러나 지방은 지용성 비타민, 필수지방산, 에너지원 등으로서 생명 유지와 정상적인 신체기능을 위하여 반드시 필요한 영양소 중의 하나이다(Giese J 1996, Turhan S 등 2005). 다만 많은 양의 지방 섭취는 비만과 여러 종류의 암 유발 가능성을 높이며, 포화지방은 높은 혈청 콜레스테롤, 고혈압, 당뇨, 심장질환 등

[†]Corresponding author : In-Chul Jung, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical College, 831 Bondong, Dalseo-gu, Daegu 704-721, Korea

Tel: +82-53-560-3851

Fax: +82-53-560-3859

E-mail : inchul3854@naver.com

을 일으키는 원인이 된다(Gök V 등 2011, Laugerette F 등 2007). 소비자들은 저지방 식품을 더 선호하고 있지만 분쇄육제품에 첨가하는 지방은 외형, 풍미, 조직감, 다즙성 등에 중요한 역할을 한다(Crehan CM 등 2000, Piñero MP 등 2008). 이에 따라 업계 및 학계에서 분쇄육제품에 동물성 지방을 대체할 수 있는 물질들의 탐색에 많은 노력을 기울이고 있다.

지방함량을 최소화하기 위한 연구들로서 Rodríguez-Carpena JG 등(2011)은 동물성 지방을 대체하여 식물성 기름을 첨가한 돈육 패티는 포화지방산 함량의 감소, 불포화지방산 함량의 증가, 지방의 산화 억제와 같은 결과를 얻었으며, Youn DH 등(2007)도 이들과 비슷한 결과를 얻었으나 보수력이 낮았다고 하였다. Troy DJ 등(1999)은 저지방 우육 패티가 고지방 우육 패티보다 연도와 다즙성이 나쁘지만 전분, 섬유소, 유청 단백질, 검류 등을 첨가하여 보완할 수 있다고 하였으며, Ayo J 등(2008)은 지방을 대체하여 호두를 첨가한 소시지는 적색도, 경도, 저작성이 높았다고 하였고, Gök V 등(2011)은 양귀비씨 분말을 첨가한 미트볼은 수율, 지방 및 수분 보유율이 높고, 콜레스테롤 함량이 낮았다고 하였다. 이와 같이 육제품의 지방감소에 대한 연구는 많이 이루어지고 있으며, 홍화씨도 지방을 많이 함유하고 있기 때문에 분쇄육의 지방 대체제로서의 가능성이 있으나 이와 관련된 연구는 찾아볼 수 없었다.

홍화(*Carthamus tinctorius* L.)씨는 국화과 일년생 초목으로 식용유를 생산할 목적으로 재배되며, 우리나라를 포함한 아시아에서는 전통적인 약용식물로 이용되고 있다(Hiramatsu M 등 2009, Nogala-Kalucka M 등 2010). 홍화씨에는 serotonin 유도체, lignan, flavonoid 등의 폴리페놀화합물이 함유되어 있어서 항암, 항산화 및 항염증 작용, 골다공증, 관절염 및 동맥경화 치료, 콜레스테롤 저하 작용, 라디칼 소거 활성, 멜라닌 형성 억제 등(Jin Q 등 2008, Koyama N 등 2006, Suleimanov TA 2004) 다양한 생리활성 기능을 가지고 있다. 그리고 건조한 홍화씨에는 지방이 40% 전후 함유되어 있으며, 다가불포화 지방산인 linoleic acid가 70-80% 전후로 함유되어 있다(Siddiqi EH 등 2011). 그리고 단백질 약 17%, 섬유소 약 40%, 비타민 E가 약 750 mg% 함유되어 있어서 영양적 가치도 높다(Kim EO 등 2008). 이상의 연구결과에서 홍화씨는 다양한 생리활성 기능을 가지면서 지방함량이 높고, 불포화지방산이 많이 함유되어 있기 때문에 저지방 육제품의 동물성 지방 대체제로서의 활용이 기대된다. 따라서 본 연구는 저지방 분쇄육 제조의 일환으로 동물성 지방을 대체하여 홍화씨를 첨가하고 냉장저장 중 이화학적 품질변화를 검토하여 지방 대체제로서의 홍화씨에 대한 기초자료로 이용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 분쇄돈육 제조

실험재료로 사용한 홍화씨 분말은 경북 의성군에 소재하는

의성농산 영농조합에서 2011년 재배 및 생산하여 180℃에서 20분 동안 볶은 후 60 mesh로 분쇄한 것을 구입하여 사용하였다. 홍화씨의 수분, 지방, 단백질, 탄수화물 및 회분함량은 각각 7.73, 25.16, 16.70, 45.98 및 4.43%이었다. 분쇄육 재료로 사용한 돈육등심과 지방은 식육 전문매장에서 분쇄돈육 제조 당일 새벽에 경매를 받아 해체한 것을 구입하여 이용하였다. 돈육등심의 수분, 단백질, 지방 및 회분함량은 각각 72.31, 21.91, 2.24 및 1.35%이었다.

분쇄돈육의 제조는 등심부위에 과도하게 붙어있는 지방과 결체조직을 제거한 후 분쇄기(IS-12S, Ilshin Machinery Co., Korea)로 분쇄하였으며, 지방은 돼지 등지방의 피부를 제거한 후 분쇄하여 이용하였다. 분쇄돈육은 돈육등심 68%, 냉수 10%, 소금 2%에 돼지지방 20%(PF), 돼지지방 10%와 홍화씨 10%(PFS), 그리고 홍화씨 20%(SS)를 첨가하여 혼합기(K5SS, Kitchen Aid Inc., USA)로 3분간 혼합하였다(Table 1). 제조한 세 종류의 분쇄돈육은 무게 100±2 g, 직경 80±2 mm, 두께 20±2 mm로 성형하여 4℃의 냉장실에서 10일간 저장하면서 실험에 이용하였다.

Table 1. Formulation of ground pork with safflower seed powder (%)

Ingredients	Ground pork ¹⁾		
	PF	PFS	SS
Pork loin meat	68	68	68
Pork fat	20	10	-
Safflower seed	-	10	20
Ice water	10	10	10
Salt	2	2	2

¹⁾PF (control): ground pork with pork fat 20%, PFS: ground pork with pork fat 10% and safflower seed 10%, SS: ground pork with safflower seed 20%.

2. 분쇄돈육의 pH 측정

분쇄돈육의 pH 측정은 대기온도에서 pH 4.0과 7.0 buffer로 보정한 유리전극이 부착된 pH meter(ATI Orion 370, USA)를 이용하여 pH의 유리전극을 분쇄돈육에 직접 꽂아 측정하였다.

3. 분쇄돈육의 TBARS값 측정

분쇄돈육의 TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances) 값은 잘게 분쇄한 시료 5 g에 증류수 15 mL로 균질 및 여과한 여과액 1 mL에 7.2% BHT용액 50 μL로 산화반응을 정지시켰다. 여기에 TBA 시약 2 mL를 가하여 혼합하고, 끓는 물에서 15분간 가열하여 냉수에 식힌 다음 2,000×g로 원심분리하였다. 원심분리한 상등액은 531 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 공시료는 시료 대신 증류수를 이용하여 같은 방법으로 측정하고 mg malonaldehyde/kg을 구하였다(Buege AJ와 Aust SD 1978).

4. 분쇄돈육의 색도측정

분쇄돈육의 외부 및 내부의 색도측정은 색차계 (Chromameter CR-200b, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L*값), 적색도(redness, a*값) 및 황색도(yellowness, b*값)를 측정하였다. 색 보정은 표준 백색판(L*=97.5, a*=-6.1, b*=7.4)을 사용하였다.

5. 분쇄돈육의 보수력, 가열감량 및 직경 감소율 측정

분쇄돈육의 보수력은 Hoffman K 등(1982)의 방법으로 측정하였다. 즉, 데시케이터에서 습기를 제거한 여과지 위에 시료 0.3 g을 올려놓고, planimeter(X-plan, Ushikata 360d II, Tokyo, Japan)로 눌러 여과지 위에 나타난 수분의 면적을 구하고 육의 표면적을 수분의 면적으로 나눈 값으로 표시하였다. 가열감량은 가열 전후의 무게 차이를 백분율로 나타내었으며, 직경 감소율은 가열 전후의 직경을 백분율로 나타내었는데, 결과는 다음 식으로 나타내었다.

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{\text{Raw weight}-\text{cooked weight}}{\text{Raw weight}} \times 100$$

$$\text{Reduction in diameter (\%)} = \frac{\text{Raw diameter}-\text{Cooked diameter}}{\text{Raw diameter}} \times 100$$

6. 분쇄돈육의 기계적 조직감 측정

분쇄돈육의 기계적 조직감은 근섬유와 평행하게 가로 × 세로 × 높이를 각각 40 × 15 × 5 mm로 자르고 rheometer (CR-200D, SUN Scientific Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 경도(hardness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness)은 round adapter 25번을 이용하여 table speed 120 mm/min, graph interval 30 m/sec, load cell(Max) 2 kg의 조건으로 측정하였다. 저작성(chewiness)은 (peak max ÷ distance) × cohesiveness × springiness값으로 나타내었다.

7. 통계처리

실험결과와 통계처리는 SPSS 14.0(statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago II., USA)을 이용하였으며, 시료들 사이의 유의성은 p<0.05 수준에서 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 유의한 차이가 있는 경우 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 시료들 사이의 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 냉장 중 분쇄돈육의 pH 변화

돼지지방 20%를 첨가한 분쇄돈육(PF), 돼지지방 10%와 홍

화씨 분말 10%를 첨가한 분쇄돈육(PFS) 그리고 홍화씨 분말을 20% 첨가한 분쇄돈육의 냉장 중 pH 변화를 관찰 한 결과는 Table 2와 같다. PF는 냉장 7일까지 pH가 높아지다가 10일째에는 pH 5.35로 낮아졌으며, PFS 및 SS는 냉장 4일까지 pH가 높아지다가 냉장 10일에는 각각 pH 5.20 및 5.18로 낮아지는 경향이였다(p<0.05). 그리고 제조직후에는 홍화씨 첨가량이 많으면 pH가 높았지만 저장 10일째에는 홍화씨 첨가량이 많은 분쇄돈육이 더 낮았다(p<0.05). 식품의 pH가 낮아지고 높아지는 데에는 몇 가지 이유가 있다. 대체로 저장 중인 식품은 젖산의 축적으로 낮아지고(Keeton JT 1993), 염기성 물질이 축적하면 높아지는 것으로 보고되고 있다(Verma SP와 Sahoo J 2000). 그리고 원료육의 상태, 첨가 부재료의 종류, 배합비율, 저장조건 등도 pH에 영향을 미친다(Park KS 등 2011). 본 연구에서 저장초기 홍화씨를 첨가한 분쇄돈육의 pH가 높은 것은 홍화씨에 함유된 가용성 질소화합물(Kim EO 등 2008)이 영향을 미쳤으며, 저장 10일째 pH가 낮아진 것은 해당작용에 의한 젖산의 축적으로 pH가 낮아졌고, 홍화씨를 첨가한 분쇄돈육이 돼지지방을 첨가한 것보다 저장 10일째 pH가 더 낮은 것은 홍화씨에 함유된 유리당 및 유기산(Kim JH 등 2003)이 영향을 미쳤을 것으로 추측되었다. 그러나 그 차이는 분쇄돈육에 함유된 단백질의 완충작용으로 인하여 크지 않은 것으로 생각된다.

Table 2. Changes in pH of ground pork meat with safflower seed powder during refrigerated storage

Ground pork	Storage days			
	1	4	7	10
PF	5.40±0.03 ^{CB}	5.46±0.01 ^{BC}	5.51±0.00 ^{AB}	5.35±0.01 ^{DA}
PFS	5.41±0.02 ^{BB}	5.55±0.01 ^{AA}	5.56±0.02 ^{AA}	5.20±0.02 ^{CB}
SS	5.46±0.03 ^{BA}	5.52±0.01 ^{AB}	5.50±0.02 ^{AB}	5.18±0.01 ^{CC}

Values are mean±standard deviation.

^{a-c}Means with different superscripts in the same row significantly differ at p<0.05.

^{A-C}Means with different superscripts in the same column significantly differ at p<0.05.

2. 냉장 중 분쇄돈육의 TBARS 변화

지방질 함량이 높은 육제품은 저장 중 자동산화 과정에서 생성되는 malonaldehyde의 양을 측정하여 TBARS값으로 나타내고 지방의 산화 정도를 예측하는 지표로 이용하고 있다(Raharjo MC와 Brewer MS 2007). 따라서 본 연구에서는 홍화씨가 분쇄돈육의 지방산화에 미치는 영향을 실험하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. TBARS값은 냉장 1일째 PF, PFS 및 SS가 각각 0.263, 0.259 및 0.242 mg MA/kg으로 홍화씨 20%를 첨가한 SS가 가장 낮았다(p<0.05). 저장기간이 경과하면서 TBARS값은 높아지는 경향이였으며, 저장 10일째에는 PF, PFS 및 SS가 각각 1.186, 0.686 및 0.577 mg MA/kg으로 돼지지방 20%를 첨가한 PF의 TBARS값이 가장 높았고, 홍화씨 20%를 첨가한 SS가 가장 낮아서(p<0.05) 동물성 지방을

대체하여 첨가한 홍화씨의 항산화 효과를 기대할 수 있었다. 홍화씨는 폴리페놀 화합물 함량이 높아서 항산화 능력이 뛰어나다는 보고를 볼 때(Kim HJ 등 2000, Nogala-Kalucka M 등 2010) 지방함량이 높은 분쇄돈육을 제조할 때에 홍화씨를 일부 첨가하는 것은 지방의 산화를 억제할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 3. Changes in TBARS value of ground pork meat with safflower seed powder during refrigerated storage (mg MA/kg)

Ground pork	Storage days			
	1	4	7	10
PF	0.263±0.007 ^{da}	0.419±0.010 ^{ca}	0.866±0.023 ^{ba}	1.186±0.008 ^{aa}
PFS	0.259±0.011 ^{da}	0.285±0.007 ^{cb}	0.359±0.017 ^{bb}	0.686±0.011 ^{ab}
SS	0.242±0.006 ^{cb}	0.265±0.001 ^{bc}	0.261±0.013 ^{bc}	0.577±0.006 ^{ac}

Values are mean±standard deviation.

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly differ at p(0.05).

^{A-C}Means with different superscripts in the same column significantly differ at p(0.05).

3. 냉장 중 분쇄돈육의 표면 및 내부의 색깔변화

돼지지방 및 홍화씨를 첨가한 분쇄돈육을 냉장하면서 표면 및 내부의 색깔변화를 관찰하고 그 결과를 Table 4 및 5에 나타내었다. 표면색깔의 경우 명도를 나타내는 L*값은 전체 저장기간 동안 PF, PFS 및 SS의 순으로 높았고, 저장기간이 경과하면서 PF 및 PFS는 낮아지는 경향이었으나 SS는 냉장 중 변화가 없었다(p(0.05). 적색도를 나타내는 a*값은 전체 저장기간 동안 PF, PFS 및 SS의 순으로 높게 나타났으며, 모든 시료가 냉장 7일까지는 변화가 없다가 냉장 10일째 유의하게 낮아지는 경향이었다(p(0.05). 그리고 황색도를 나타내는 b*값은 냉장 중 현저한 변화가 없었으며, 전체 저장기간 동안 PF, PFS 및 SS의 순으로 높게 나타났(p(0.05).

분쇄돈육 내부색깔의 경우 L*값은 전 저장기간 동안 PF, PFS 및 SS의 순으로 높았으며, 냉장 중 PF는 변화가 없었으나 PFS 및 SS는 냉장 7일까지는 변화가 없다가 냉장 10일째 유의하게 낮아졌다(p(0.05). 내부 a*값의 경우 전 저장기간 동안 PF, PFS 및 SS의 순으로 높았다(p(0.05). 그리고 PF의 a*값은 냉장 7일까지 변화가 없다가 10일째 유의하게 낮아졌고, PFS는 냉장 중 유의한 변화가 없었으며, SS는 냉장 7일 이후에 a*값이 높아지는 경향이었다(p(0.05). 내부의 b*값의 경우도 표면과 마찬가지로 전체 저장기간 동안 PF, PFS 및 SS의 순으로 유의하게 높았다(p(0.05). 그리고 PF의 b*값은 냉장 7일부터 유의하게 낮아졌으나 PFS 및 SS는 냉장 중 변화가 없었다(p(0.05).

육제품의 색깔은 deoxymyoglobin(진홍색), oxymyoglobin(선홍색), metmyoglobin(암갈색)의 비율에 따라 다르게 나타나며, 이 세 가지의 상대적인 비율이 L*, a* 및 b*값에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Lindahl G 등 2004). 본 연구에 사용된 홍화씨 분말을 첨가한 분쇄돈육은 대조군에 비하여 L*, a* 및 b*값이 낮았는데 이것은 홍화씨 분말 특유의 색깔이 영향

을 미쳤기 때문이다. 그러나 냉장 초기에 비하여 냉장 10일째 적색도가 감소하는 정도는 대조군보다 홍화씨 분말을 첨가한 분쇄돈육이 더 낮게 나타났다. 저장 중 적색도의 감소는 산화에 의한 암갈색의 metmyoglobin의 형성이 원인이지만(Sánchez-Escalante A 등 2003) 홍화씨 분말을 첨가한 분쇄돈육의 적색도 감소가 대조군보다 적은 것은 홍화씨에 함유된 항산화 물질(Koyama N 등 2006)이 영향을 미쳤을 것으로 판단되었다.

Table 4. Changes in external color of ground pork meat with safflower seed powder during refrigerated storage

Color	Ground pork	Storage days			
		1	4	7	10
L*	PF	68.09±0.95 ^{aA}	67.90±0.60 ^{aA}	67.40±1.18 ^{abA}	66.65±0.76 ^{ba}
	PFS	49.87±0.54 ^{abB}	49.44±0.98 ^{abB}	48.65±1.72 ^{abB}	48.13±0.30 ^{bbB}
	SS	41.34±0.22 ^C	41.26±1.23 ^C	41.26±0.96 ^C	41.01±1.59 ^C
a*	PF	8.63±0.19 ^{aA}	8.52±0.06 ^{aA}	8.57±0.37 ^{aA}	5.96±0.52 ^{bA}
	PFS	2.45±0.32 ^{abB}	2.46±0.29 ^{abB}	2.51±0.26 ^{abB}	1.94±0.12 ^{bbB}
	SS	1.88±0.25 ^{acC}	1.85±0.02 ^{acC}	1.99±0.10 ^{acC}	1.58±0.17 ^{bcC}
b*	PF	10.92±0.71 ^A	10.84±0.03 ^A	11.42±0.84 ^A	10.61±0.65 ^A
	PFS	7.89±0.39 ^B	7.74±0.57 ^B	8.03±0.45 ^B	7.53±0.23 ^B
	SS	6.73±0.23 ^C	6.48±0.42 ^C	6.81±0.45 ^C	5.99±0.40 ^C

Values are mean±standard deviation.

^{ab}Means with different superscripts in the same row significantly differ at p(0.05).

^{A-C}Means with different superscripts in the same column significantly differ at p(0.05).

Table 5. Changes in internal color of ground pork meat with safflower seed powder during refrigerated storage

Color	Ground pork	Storage days			
		1	4	7	10
L*	PF	69.83±1.01 ^A	70.01±0.13 ^A	68.19±0.24 ^A	69.79±0.76 ^A
	PFS	51.07±0.73 ^{abB}	50.44±1.03 ^{abB}	51.55±0.50 ^{abB}	49.16±0.37 ^{bbB}
	SS	44.97±0.36 ^{acC}	45.48±0.66 ^{acC}	44.00±0.82 ^{acC}	41.47±0.58 ^{bcC}
a*	PF	8.24±0.39 ^{aA}	8.11±0.20 ^{aA}	8.04±0.23 ^{aA}	5.14±0.48 ^{ba}
	PFS	2.52±0.17 ^B	2.58±0.29 ^B	2.38±0.09 ^B	2.44±0.12 ^B
	SS	1.73±0.10 ^{bcC}	1.70±0.08 ^{bcC}	1.91±0.17 ^{abcC}	2.10±0.21 ^{acC}
b*	PF	11.29±0.15 ^{aA}	11.24±0.13 ^{aA}	10.87±0.22 ^{ba}	10.10±0.05 ^{ca}
	PFS	8.54±0.27 ^B	8.68±0.88 ^B	8.28±0.61 ^B	8.60±0.25 ^B
	SS	6.71±0.38 ^C	6.38±0.57 ^C	6.63±0.83 ^C	7.28±0.47 ^C

Values are mean±standard deviation.

^{ab}Means with different superscripts in the same row significantly differ at p(0.05).

^{A-C}Means with different superscripts in the same column significantly differ at p(0.05).

4. 냉장 중 분쇄돈육의 보수력, 가열감량 및 직경감소율

분쇄돈육을 10일 동안 냉장하면서 실험한 보수력, 가열감량 및 직경감소율의 변화를 Table 6에 나타내었다. 전체 저장기간 동안 SS의 보수력이 92.30-98.40%로 가장 높았다(p<0.05). 저장초기 PF, PFS 및 SS의 보수력은 각각 94.50%, 99.23% 및 98.40%이던 것이 냉장저장 중 유의하게 감소하여 냉장 10일째에는 각각 88.47%, 89.48% 및 92.30%를 나타내었다(p<0.05). 가열에 의한 감량은 전체 저장기간 동안 PF(10.94-13.13%)가 PFS (8.52-9.54%) 및 SS(7.93-9.49%)보다 유의하게 높았다(p<0.05). 그리고 냉장 중 가열감량은 PF의 경우 10.94%에서 13.13%로 유의하게 감소하였으나 PFS 및 SS는 변화가 없었다(p<0.05). 직경감소율의 경우 전체 저장기간 동안 PF(10.17-11.00%)가 가장 높았고, SS (7.38-7.60%)가 가장 낮았다(p<0.05). 그러나 모든 시료의 직경감소율은 냉장기간에 영향을 미치지 않았다. 근원섬유 사이에 수분을 보유하는 능력을 나타내는 보수력(Huff-Lonergan E와 Lonergan SM 2005)은 제조과정에 첨가한 소금이 근원섬유 단백질의 용해도를 증가시키기 때문에 저장초기에는 높다가 단백질의 분해가 진행되면 수분의 유출이 용이해지면서 감소하게 된다(Park KS 등 2011). 그리고 섬유질은 수분결합 능력을 향상시키는 것으로 알려져 있다(Grossi A 등 2011). 본 연구의 결과는 Jung IC(1999)가 보수력이 높으면 가열감량이 낮아진다고 한 것과 유사하였으며, 홍화씨 분말을 첨가한 분쇄돈육의 보수력이 대조군보다 높은 것은 홍화씨에 함유된 식이섬유가 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

Table 6. Changes in water holding capacity (WHC), cooking loss (CL) and reduction in diameter (RD) of ground pork meat with safflower seed powder during refrigerated storage (%)

Traits	Ground pork	Storage days			
		1	4	7	10
WHC	PF	94.50±3.94 ^{ab}	94.72±3.08 ^{ab}	91.38±1.64 ^{ab}	88.47±2.25 ^b
	PFS	99.23±1.07 ^{aA}	94.26±1.06 ^{bb}	92.93±2.77 ^{baB}	89.48±2.05 ^{cB}
	SS	98.40±1.81 ^{aA}	98.23±0.45 ^{aA}	94.80±2.18 ^{bA}	92.30±1.45 ^{bA}
CL	PF	10.94±1.93 ^{ba}	12.47±2.06 ^{abA}	11.77±2.44 ^{ba}	13.13±0.54 ^{aA}
	PFS	9.09±2.08 ^{AB}	8.52±1.19 ^B	8.81±1.29 ^B	9.54±0.81 ^B
	SS	7.93±1.71 ^B	8.71±1.16 ^B	8.64±1.47 ^B	9.49±1.18 ^B
RD	PF	10.97±1.11 ^A	11.00±1.80 ^A	10.50±2.23 ^A	10.17±2.26 ^A
	PFS	9.17±0.72 ^B	9.53±0.93 ^B	9.46±0.91 ^A	8.43±1.04 ^B
	SS	7.38±1.22 ^B	7.60±1.16 ^C	7.47±1.27 ^B	7.45±0.95 ^B

Values are mean±standard deviation.
^{a-c}Means with different superscripts in the same row significantly differ at p<0.05.
^{A-C}Means with different superscripts in the same column significantly differ at p<0.05.

5. 냉장 중 분쇄돈육의 기계적 조직감

냉장 중 분쇄돈육의 경도, 탄성, 응집성 및 저작성은 Table 7과 같다. 경도는 냉장 중 유의하게 높아지는 경향이었으며, 전체적으로 SS의 경도가 2.61-3.25 g/cm²으로 가장 높고, PF가

1.81-1.99 g/cm²으로 가장 낮았다(p<0.05). 탄성의 경우 PF는 냉장저장 중 41.11%에서 37.95%로, SS는 46.74%에서 41.63%로 유의하게 낮아졌으나(p<0.05), PFS는 냉장저장 중 유의한 변화가 없었다. 응집성은 냉장초기 PF, PFS 및 SS가 각각 56.77%, 57.45% 및 57.23%이던 것이 냉장 10일째 각각 47.95%, 47.43% 및 48.98%로 유의하게 낮아졌다(p<0.05). 저작성은 냉장저장 중 유의하게 증가하여 냉장 10일째 PF, PFS 및 SS가 각각 12.80, 14.14 및 18.74 g을 나타내었으며, SS의 저작성이 가장 높았다(p<0.05). 본 연구에서 홍화씨 분말을 첨가한 분쇄돈육과 돼지지방을 첨가한 분쇄돈육의 기계적 조직감의 차이가 있는 것은 홍화씨에 함유된 약 17%의 단백질(Kim EO 등 2008)이 영향을 미쳤을 것으로 추측된다. 즉, 근육의 경도는 사후변화 과정에서 나타나는 요인이지만 분쇄돈육은 첨가하는 첨가물의 종류가 영향을 미친다. 따라서 홍화씨 분말의 첨가로 분쇄돈육의 단백질 함량이 높아졌고, 이로 인하여 분쇄돈육의 구조가 튼튼해져 경도와 보수력이 높아졌고, 가열감량 및 직경감소율이 낮아진 것으로 판단된다. 그리고 냉장 중 경도 및 저작성은 높아지고 탄성이 낮아지는 것은 Park KS 등(2011)이 연잎분말을 첨가한 분쇄돈육의 결과와 유사하였으며, 이러한 현상은 저장 중 수분의 증발과 단백질의 변성에서 기인하는 것으로 여겨진다.

Table 7. Changes in mechanical texture of ground pork meat with safflower seed powder during refrigerated storage

Traits	Ground pork	Storage days			
		1	4	7	10
Hardness (g/cm ²)	PF	1.81±0.06 ^{bc}	1.90±0.07 ^{abc}	1.92±0.10 ^{ac}	1.99±0.11 ^{ac}
	PFS	2.03±0.09 ^{bb}	2.15±0.11 ^{ab}	2.14±0.05 ^{ab}	2.14±0.08 ^{ab}
	SS	2.61±0.20 ^{da}	2.95±0.18 ^{ca}	3.11±0.04 ^{ba}	3.25±0.05 ^{aA}
Springiness (%)	PF	41.11±2.38 ^{ab}	39.22±2.33 ^{abB}	38.42±1.28 ^b	37.95±2.80 ^{bB}
	PFS	42.94±1.80 ^B	40.67±1.83 ^B	40.70±2.37	41.41±2.79 ^A
	SS	46.74±1.79 ^{aA}	44.32±3.08 ^{aA}	40.75±2.41 ^b	41.63±1.86 ^{bA}
Cohesivene (%)	PF	56.77±1.87 ^a	53.31±1.06 ^b	47.77±1.83 ^{cB}	47.95±1.84 ^c
	PFS	57.45±2.18 ^a	53.75±1.14 ^b	49.49±2.27 ^{cAB}	47.43±2.35 ^c
	SS	57.23±2.84 ^a	54.11±2.16 ^b	50.87±2.01 ^{cA}	48.98±1.50 ^c
Chewiness (g)	PF	9.70±1.30 ^{cB}	10.58±1.47 ^{cbB}	11.73±1.46 ^{bbB}	12.80±1.44 ^{acC}
	PFS	10.51±1.56 ^{cb}	11.38±1.28 ^{cb}	12.60±1.28 ^{cbB}	14.14±2.20 ^{abB}
	SS	12.07±1.74 ^{ca}	13.57±1.61 ^{ca}	16.49±1.66 ^{ba}	18.74±1.79 ^{aA}

Values are mean±standard deviation.
^{a-c}Means with different superscripts in the same row significantly differ at p<0.05.
^{A-C}Means with different superscripts in the same column significantly differ at p<0.05.

IV. 요약

본 연구는 지방대체제로 첨가한 홍화씨 분말이 내장 중 분쇄돈육의 이화학적 품질에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 분쇄돈육은 돈육등심 68%, 냉수 10%, 소금 2%에 돼지지방 20%(PF, control), 돼지지방 10%와 홍화씨 10%(PFS) 그리고

홍화씨 20%(SS)를 첨가하여 제조하였다. 이들은 냉장 중 pH, TBARS값, 색도, 보수력, 가열감량, 직경 감소율 및 기계적 조직감을 측정하였다. pH는 냉장 중 높아지다가 10일째 유의하게 감소했으며, 냉장 10일째의 pH는 PFS 및 SS가 PF보다 유의하게 낮았다($p < 0.05$). TBARS값은 냉장 중 유의하게 증가하여 냉장 10일째 PF, PFS 및 SS가 각각 1.186, 0.686 및 0.577 mg MA/kg을 나타내었다($p < 0.05$). 표면색깔의 경우 PF 및 PFS는 감소하였지만 SS는 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$). 그리고 a*값은 저장 중 감소하였지만 b*값은 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$). 내부색깔의 경우 PFS 및 SS의 L*값은 감소하였지만 PF는 저장 중 변화가 없었다($p < 0.05$). PF의 a*값은 저장 중 감소하였지만 SS는 증가하였다($p < 0.05$). 그리고 PF의 b*값은 저장 중 감소하였지만 PFS 및 SS는 유의한 변화가 없었다($p < 0.05$). 보수력은 냉장 중 감소하였으며, SS의 보수력이 가장 높았다($p < 0.05$). 가열감량은 PF가 가장 높았으며, PFS 및 SS는 냉장 중 유의한 변화가 없었다($p < 0.05$). 직경감소율은 냉장 중 변화가 없었으며, PF의 직경감소율이 가장 컸다($p < 0.05$). 경도 및 저작성은 냉장 중 증가하였으며, 탄성 및 응집성은 낮아졌다($p < 0.05$). 이상의 결과, 홍화씨 분말은 분쇄 육제품의 동물성 지방 대체제로서 효과가 있었고, 육제품을 개선하는데 용이하게 사용하기 위해서는 홍화씨 분말 10%가 적당할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Ayo J, Carballo J, Solas MT, Jiménez-Colmenero F. 2008. Physicochemical and sensory properties of healthier frankfurters as affected by walnut and fat content. *Food Chem* 107(4):1547-1552.
- Buege AJ, Aust SD. 1978. Microsomal Lipid Peroxidation, In *Methods in Enzymology*, Gleischer S. and Parker L. (ed.), Academic Press Inc., New York, pp. 302-310.
- Crehan CM, Hughes E, Troy DJ, Buckley DJ. 2000. Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Sci* 55(4):463-469.
- Dixon HG, Scully ML, Wakefield MA, White VM, Crawford DA. 2007. The effects of television advertisements for junk food versus nutritious food on children's food attitudes and preferences. *Soc Sci Med* 65(7):1311-1323.
- Giese, J. 1996. Fats, oils and fat replacers. *Food Technol* 50(1):78-83.
- Gök V, Akkaya L, Obuz E, Bulut S. 2011. Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. *Meat Sci* 89(4):400-404.
- Grossi A, Søltoft-Jensen J, Knudsen JC, Christensen M, Orlén V. 2011. Synergistic cooperation of high pressure and carrot dietary fibre on texture and colour of pork sausage. *Meat Sci* 89(2):195-201.
- Hiramatsu M, Takahashi T, Komatsu M, Kido T, Kasahara Y. 2009. Antioxidant and neuroprotective activities of Mogambi-benibana (safflower, *Carthamus tinctorius* Linne). *Neurochem Res* 34(4):795-805.
- Hoffman K, Hamm R, Blüchel E. 1982. Neues über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpress methode. *Fleischwirtschaft* 62(1):87-93.
- Huff-Lonergan E, Lonergan SM. 2005. Mechanism of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci* 71(3):194-203.
- Jin Q, Shan L, Yue J, Wang X. 2008. Spectrophotometric determination of total serotonin derivatives in the safflower seeds with Ehrlich's reagent and the underlying color reaction mechanism. *Food Chem* 108(2):779-783.
- Jung IC. 1999. Effect of freezing temperature on the quality of beef loin aged after thawing. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(4):871-875.
- Keeton JT. 1983. Effect of fat and NaCl/phosphate levels on the chemical and sensory properties of pork patties. *J Food Sci* 48(3):878-881.
- Kim EO, Lee KT, Choi SW. 2008. Chemical comparison of germinated- and ungerminated-safflower (*Carthamus tinctorius*) seeds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(9):1162-1167.
- Kim HJ, Jun BS, Kim SK, Cha JY, Cho YS. 2000. Polyphenolic compounds content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(6):1127-1132.
- Kim JH, Kim JK, Kang WW, Ha YS, Choi SW, Moon KD. 2003. Chemical compositions and DPPH radical scavenger activity in different sections of safflower. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(5):733-738.
- Koyama N, Kunibayashi K, Seki T, Kobayashi K, Furuhashi Y, Suzuki K, Arisaka H, Nakano T, Amino Y, Ishii K. 2006. Serotonin derivatives, major safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed antioxidants, inhibit low-density lipoprotein (LDL) oxidation and atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient. *J Agric Food Chem* 54(14):4970-4976.
- Laugerette F, Gaillard D, Passilly-Degrace P, Niot I, Besnard P. 2007. Do we taste fat? *Biochimie* 89(2):265-269.
- Lindahl G, Enfält AC, von Seth G, Joseli Å, Hedebrö-Velander I,

- Andersen HJ, Braunschweig M, Andersson A, Lundström K. 2004. A second mutant allele (V1991) at the PRKAG3 (RN) locus-II. Effect on colour characteristics of pork loin. *Meat Sci* 66(3):621-627.
- Nogala-Kalucka M, Rudzinska M, Zademowski R, Siger A, Krzyzostaniak I. 2010. Phytochemical content and antioxidant properties of seeds of unconventional oil plants. *J Am Oil Chem Soc* 87(12):1481-1487.
- Park KS, Park HS, Choi YJ, Moon YH, Lee KS, Kim MJ, Jung IC. 2011. Quality changes of pork patty containing lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf and root powder during refrigerated storage. *Korean J Life Sci* 21(12):1732-1739.
- Piñero MP, Parra K, Huerta-Leidenz N, Arenas de Moreno L, Ferrer M, Araujo S, Barboza Y. 2008. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. *Meat Sci* 80(3):675-680.
- Raharjo MC, Brewer MS. 2007. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of cooked, refrigerated beef and pork. *J Food Sci* 72(4):S282-S288.
- Rodríguez-Carpena JG, Morcuende D, Estévez M. 2011. Partial replacement of pork back-fat by vegetable oils in burger patties: Effect on oxidative stability and texture and color changes during cooking and chilled storage. *J Food Sci* 76(7):C1025-C1031.
- Sánchez-Escalante A, Torrescano G, Djenane D, Beltrán JA, Roncalés P. 2003. Stabilization of colour and odour of beef patties by using lycopene-rich tomato and peppers as a source of antioxidants. *J Sci Food Agric* 83(3):187-194.
- Siddiqi EH, Ashraf M, Al-Qurainy F, Akram NA. 2011. Salt-induced modulation in inorganic nutrients, antioxidant enzymes, proline content and seed oil composition in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J Sci Food Agric* 91(15):2785-2793.
- Suleimanov TA. 2004. Phenolic compounds from *Carthamus tinctorius*. *Chem Natural Comp* 40(1):13-15.
- Troy DJ, Desmond EM, Buckley DJ. 1999. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. *J Sci Food Agric* 79(4):507-516.
- Turhan S, Sagir IS, Ustun NS. 2005. Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burger. *Meat Sci* 71(2):312-316.
- Verma SP, Sahoo J. 2000. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. *Meat Sci* 56(4):403-413.
- Youn DH, Park KS, Lee KS, Jung IC, Park HS, Moon YH, Yang JB. 2007. Quality and sensory score of ground pork meats on the addition of pork fat, olive oil and soybean oil. *Korean J Life Sci* 17(7):964-969.