

감귤껍질 첨가가 돈육 Patty의 냉장저장 중 이화학적 품질에 미치는 영향

이 종 욱¹ · 최 강 원^{1,2*}

¹영남대학교 생명과학과, ²대구공업대학교 안경광학과

Physicochemical Properties of Pork Patties with Tangerine (*Citrus unshiu*) during Refrigeration Storage

Jong-Wook Lee¹ and Gang-Won Choi^{1,2*}

¹Dept. of Life Sciences, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

²Dept. of Optometry, Daegu Technical University, Daegu 42734, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of tangerine (*Citrus unshiu*) peel on the physicochemical properties and sensory score of pork patties. Four types of pork patties were evaluated: T0 without tangerine peel, T1 with 0.3% tangerine peel, T2 with 0.7% tangerine peel, and T3 with 1.0% tangerine peel. The pH level changed based on the storage period. The pH levels of T2 and T3 were lower than those of T0 and T1 during storage. The L-value (lightness) of samples did not significantly change, and showed no significant difference during storage. The a-value (redness) decreased during storage, and that of T0 was lowest among the samples. The b-values of samples did not significantly change, whereas that of pork patties with tangerine peel was higher than that of pork patty without tangerine peel. The TBARS increased with a longer storage period, and the values for T0, T1, T2 and T3 were 0.82, 0.32, 0.26 and 0.26 mg/kg, respectively, after 10 days of storage. DPPH radical scavenging activity decreased with a longer storage period, and those of T2 and T3 were significantly higher than those of T0 and T1. The VBN contents of T0 and T1 increased with a longer storage period, and that of T0 was highest among the samples. Water holding capacity decreased, and cooking loss increased, whereas those of samples did not significantly change during storage. Hardness and chewiness increased while springiness and cohesiveness decreased during storage. The results of this study show that tangerine peel is a natural antioxidant, due to its antioxidative activity and does not affect physical characteristics. Therefore, addition of 0.7% tangerine peel may be suitable for manufacture of patties.

Key words: Tangerine peel, pork patty, physicochemical properties

서 론

우리나라 패스트푸드 산업은 경제성장과 서구식 식생활의 유입으로 전성기를 맞이하고 있다. 그 중에서 패티류는 저렴한 가격, 우수한 풍미, 조리의 신속성과 편리성, 제품의 다양성 등으로 인하여 매우 인기가 있는 육제품 중의 하나이다 (Gao X 등 2014). 패티를 포함한 육제품은 단백질, 필수지방산, 비타민, 무기질을 함유하는 중요한 영양원이다 (Lee NR 등 2015; Melendres MV 등 2014). 그러나 품질향상과 저장 안정성을 고려하여 값이 싸고, 효과가 뛰어난 합성식품 첨가물이 사용되고 있다. 외관적 선호도를 위한 발색제로 아질산염 (Zhang X 등 2007)을 사용하고 있으며, 저장 안정성을 고려한 합성산화방지제인 BHA, BHT, TBHQ, PG 등 (Juntachote T 등 2007), 보존료인 sorbic acid (Montesinos HC 등 2009)

등을 이용하고 있다. 그러나 합성식품 첨가물들은 인체에 위해를 가할 수 있는 잠재적인 위험성이 있기 때문에 천연물에서 효과적인 대안을 제시하는 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 육제품에서 천연물을 이용한 연구들로서는 카레와 박하 잎 추출물 (Biswas AK 등 2012), 은행잎 추출물 (Kobus CJ 등 2014), 포도 가공 부산물 (Garrido MD 등 2011), 연잎 추출물 (Lee KS 등 2013), 레드비트 추출물 (Lee JH & Chin KB 2012), 치자 추출물 (Jeon MR & Choi SH 2011) 등 돈육 제품에 첨가한 연구들이 있다.

감귤 (*Citrus unshiu*)은 운향과 (Rutaceae) 감귤속 (*Citrus*)의 식용 과일로서, 당류, 지질, 식이섬유, 유기산, 비타민 C 등의 영양소와 폴리페놀 성분 등 다양한 생리활성물질을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다 (Bampidis VA & Robinson PH 2006). 특히 감귤껍질에는 carotenoid류, bioflavonoid류, terpene류 등이 많이 함유되어 있으며 (Lee MH 등 2007), naringin, hesperidin 및 neohesperidin 등의 flavonoid류는 항산화, 항균, 항암,

* Corresponding author : Gang-Won Choi, Tel: +82-53-560-3813, Fax: +82-53-560-3819, E-mail: metel@ttc.ac.kr

항염증 작용과 혈중 LDL 콜레스테롤 억제 등의 약리작용이 있다(Kim JY 등 2014; Min KY 등 2014). 감귤의 소비 형태는 생과 또는 가공품으로 생과로 이용할 때는 껍질의 발생량이 많고, 가공품을 이용할 경우는 껍질, 씨, 내피 등이 발생하여 이들에 대한 재활용의 필요성이 대두되고 있다. 국내에서 감귤껍질을 대부분 폐기하고 있지만, 사료로서의 활용 가능성이 일부 연구되었고(Jung IC 등 2006), 식품에 이용한 경우는 소시지(Kim JH 등 2011a), 식빵(Lee EJ 등 2012), 떡(Kim JH & Kim MY 2011b) 등이 있다. 본 연구는 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있음에도 불구하고, 대부분 폐기되고 있는 감귤껍질을 돈육 patty에 첨가하여 이화학적 특성을 규명하고, 기능성 육제품 제조의 기초자료로 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 돈육 Patty 제조

돈육 patty 제조를 위한 돈육 후지와 등지방은 식육 전문매장에서 제조 당일 경매를 받아 해체한 것을 구입하여 이용하였으며, 후지는 과도하게 붙어있는 지방과 결체조직을 제거하였다. 돈육 후지와 등지방은 분쇄기(IS-12S, Ilshin Machine Co., Daegu, Korea)를 사용하여 3 mm로 분쇄하였다. 감귤은 과육과 껍질을 분리하고, 껍질을 70°C 열풍건조기(FO-450M, Jeio Tech Co., Korea)에서 24시간 동안 건조한 후 분쇄하여 이용하였다. 껍질분말은 증류수에 각각 0.3%, 0.7% 및 1.0%를 분산시켜 돈육 patty에 첨가하였다. 돈육 patty의 배합비율은 Table 1과 같다. 대조군(T0)은 돈육 후지 68%, 등지방 20%,

소금 2%, 냉각수 10%, T1은 냉각수 대신 감귤껍질 0.3% 분산액 10%, T2는 0.7% 분산액 10%, 그리고 T3는 1.0% 분산액 10%를 각각 첨가하고, 혼합기(SP-800, Spar Food Machinery MFG Co., Taiwan)로 5분간 혼합하여 제조하였다. 제조한 돈육 patty는 실험을 위하여 두께 12 mm, 직경 50 mm, 무게 35 g으로 성형한 후 4°C에서 10일 동안 냉장저장하면서 실험하였다.

2. pH

돈육 patty의 pH는 대기온도에서 pH 4.0과 pH 7.0 buffer로 보정한 유리전극이 부착된 pH meter(MP 220, Mettler Toledo Co., Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 분쇄한 시료 10 g과 증류수 40 mL를 함께 균질하여 측정하였다.

3. 색도

돈육 patty의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(L-value), 적색도(a-value) 및 황색도(b-value)를 측정하였다. 색도보정을 위하여 사용한 calibration plate의 L-, a- 및 b-value는 각각 92.81, 0.27 및 1.83이었다.

4. TBARS

돈육 patty의 TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances)는 시료 2 g을 perchloric acid(Junsei Chemical Co., Tokyo, Japan) 18 mL와 BHT(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 50 µL를 함께 균질하고, 여과한 여액 2 mL에 TBA 시약(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 2 mL를 가한다. 531 nm에서 흡광도(UV-1800, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 측정하여 나타난 값을 시료 kg당 반응물 mg malondialdehyde (MDA)로 계산하였다(Buege AJ & Aust SD 1978).

5. DPPH 라디칼 소거활성

돈육 patty의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거 활성 측정은 Blois MS(1958)의 방법에 준하였다. 즉, 시료 5 g에 0.01 M phosphate buffer(pH 7.4) 20 mL를 가하여 10,000 rpm에서 20초 동안 균질화하고(Ultra-Turrax T25, IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany), 3,000 rpm에서 원심분리하여(Vision Scientific Co., Daejeon, Korea) 그 상층액을 이용하였다. 시료 추출물 4 mL와 DPPH(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 혼합하고, 실온에서 30분 동안 방치한 후 ice bath 상에서 반응을 종료시킨 다음 520 nm에서 흡광도(UV-1800, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 측정하였으며, 아래의 식에 의하여 결과를 산출하였다.

Table 1. Formulation of pork patty containing tangerine peel

Ingredients	Treatment ¹⁾			
	T0	T1	T2	T3
Pork loin	68	68	68	68
Pork back fat	20	20	20	20
Salt	2	2	2	2
Ice water	10	-	-	-
0.3% tangerine peel water	-	10	-	-
0.7% tangerine peel water	-	-	10	-
1.0% tangerine peel water	-	-	-	10

¹⁾ T0: ice water without tangerine peel powder, T1: ice water with 0.3% tangerine peel powder, T2: ice water with 0.7% tangerine peel powder, T3: ice water with 1.0% tangerine peel powder.

DPPH free radical scavenging activity(%) =

$$\left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

6. VBN 함량

돈육 patty의 휘발성 염기질소(VBN, volatile basic nitrogen) 함량은 Conway dish를 이용한 미량확산법(Korean Food Standards Codex 2009)으로 측정하였다. 즉, 시료 2 g을 증류수 16 mL와 20% perchloric acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 2 mL를 함께 균질하고 원심분리하여 얻어진 상층액을 실험용액으로 이용하였다. 상층액 1 mL와 50% K₂CO₃ 1 mL를 Conway dish(Hanil Lab Tech Co., Yangju, Korea) 외실에 넣고, 내실에는 봉산흡수제(Samchun Chemical Co., Pyungtaek, Korea) 1 mL를 첨가한 후, 37°C에서 80분 동안 방치한 다음 0.01 N NaOH로 적정하고 VBN 함량을 구하였다.

7. 보수력 측정 및 가열감량

돈육 patty의 보수력은 Hoffman K 등(1982)의 방법에 따라 테시케이터에서 습기를 제거한 여과지 위에 시료 0.3 g을 올려놓고, planimeter(X-Plan, Ushikata 360d II, Worth Point Co., Atlanta, GA, USA)로 눌러 여과지 위에 나타난 수분의 면적을 구하고, 육의 표면적을 수분의 면적으로 나눈 값으로 하였다. 가열감량은 시료의 가열전후 무게를 측정하여 백분율로 나타내었으며, 가열은 가스오븐레인지(RFO-900, Rinnai Co., Incheon, Korea)에서 중심부의 온도가 75°C가 되게 하였다.

8. 기계적 조직감

돈육 patty의 조직감으로 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 탄성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)은 rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였

다. 경도, 탄성 및 응집성은 round adapter 25번으로 table speed 120 mm/min, graph interval 30m/sec, load cell(Max) 2 kg의 조건으로 측정하였다. 그리고 씹힘성은 (peak max ÷ distance) × cohesiveness × springiness로 나타내었다.

9. 통계처리

본 연구에서 얻어진 실험결과들은 SPSS 14.0(statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계 처리하였으며, 각각의 시료들에 대한 결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 유의성 검정은 분산분석을 한 후 $p < 0.05$, $p < 0.01$ 및 $p < 0.001$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. pH의 변화

돈육 patty에 냉수를 10% 첨가한 대조군(T0), 냉수 대신 0.3%의 감귤껍질 분산액 10% 첨가한 T1, 0.7% 분산액 10% 첨가한 T2, 그리고 1.0% 분산액 10% 첨가한 T3의 냉장저장 중 pH를 측정한 결과는 Table 2와 같다. T0의 pH는 저장초기 5.60이던 것이 저장 10일째 5.58로 유의하게 감소하였으며, T1은 5.57~5.59, T2는 5.53~5.56, T3는 5.52~5.55로 저장 중 일률적인 변화를 보이지 않았다. 시료들 사이의 pH는 저장 1일째를 제외하고는 T0 및 T1이 T2 및 T3보다 유의하게 높았다. 냉장 중 pH가 낮아진 것은 해당작용 과정에서 발생한 젖산과 유기산이 그 원인이고(Hamm R 1982), 그 이후 다시 높아지는 것은 효소나 미생물에 의하여 단백질이 분해되어 염기성 물질이 축적되면서 나타난 결과이다(Jung 등 2002). 그리고 감귤껍질 첨가 농도가 높은 T2 및 T3의 pH가 낮은 것은 감귤에 함유된 유기산과 비타민 C(Bampidis VA & Ro-

Table 2. Changes in pH of pork patty containing tangerine peel during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage days				F-value
	1	4	7	10	
T0	5.60±0.01 ^{aA2)}	5.57±0.01 ^{cA}	5.57±0.01 ^{bcA}	5.58±0.01 ^{bA}	15.33 ^{**}
T1	5.57±0.01 ^{bB}	5.56±0.01 ^{cA}	5.58±0.01 ^{abA}	5.59±0.01 ^{aA}	14.00 ^{**}
T2	5.55±0.01 ^{abC}	5.53±0.01 ^{bb}	5.54±0.01 ^{bb}	5.56±0.01 ^{ab}	5.94 [*]
T3	5.54±0.01 ^{aC}	5.52±0.01 ^{bb}	5.53±0.01 ^{ab}	5.55±0.01 ^{ab}	8.00 [*]
F-value	66.00 ^{***}	26.29 ^{***}	29.94 ^{***}	35.00 ^{***}	

¹⁾ T0: ice water without tangerine peel powder, T1: ice water with 0.3% tangerine peel powder, T2: ice water with 0.7% tangerine peel powder, T3: ice water with 1.0% tangerine peel powder.

²⁾ Mean±standard deviation, Means in row a~c (treatment) and column A~C (storage days) followed by different superscripts are significantly different at $p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$ by Duncan's multiple range test.

binson PH 2006)가 영향을 미쳐서 나타난 결과로 판단된다.

2. 색도의 변화

냉장저장 중 돈육 patty의 색도를 측정된 결과를 Table 3에 나타내었다. 명도(L-value)는 저장 중 유의한 변화가 없었으며, 시료들 사이에도 차이가 나타나지 않았다. 적색도(a-value)는 저장 중 유의하게 낮아지는 경향이었다. 그리고 시료들 사이의 적색도는 대조군이 감귤껍질 첨가군보다 유의하게 낮았다. 황색도(b-value)는 저장 중 유의한 변화가 없었지만, 시료들 사이에는 대조군보다 감귤껍질 첨가군이 유의하게 높게 나타났다. 식육의 색도는 myoglobin의 유도체들의 양에 의하여 결정되지만, 적색도가 낮아지는 것은 선흥색의 oxymyoglobin이 산화되어 암갈색의 metmyoglobin을 형성하기 때문이다(Sánchez EA 등 2003). 이러한 화학적 변화는 지질의 산화, 저장온도, pH, 산소분압 등이 영향을 미친다(Faustman C & Cassens RG 1990). 본 연구에서는 감귤껍질 첨가량을 달리하고, 같은 조건에서 제조 및 저장한 경우라도 감귤껍질을 첨가한 돈육 patty의 적색도가 높은 것은 감귤껍

질에 함유된 폴리페놀성분의 항산화 활성화에 기인하는 것으로 판단된다(Casquete R 등 2015). 그리고 감귤껍질 첨가량이 많을수록 황색도가 높은 것은 감귤에 함유된 황색계통의 carotenoid계 색소가 다량 함유되어 있어서(Crandall PG 등 1983) 나타난 결과이며, Kim JH & Kim MY(2011b)이 감귤과피 분말 첨가량이 많을수록 설기떡의 황색도가 높아진다는 결과와 일치하는 경향이었다.

3. TBARS의 변화

돈육 patty를 냉장저장하면서 실험한 TBARS의 변화를 Table 4에 나타내었다. 저장 1일째 TBARS는 T0, T1, T2 및 T3가 각각 0.23, 0.22, 0.17 및 0.16 mg/kg이던 것이 저장 10일째 각각 0.82, 0.32, 0.26 및 0.26 mg/kg으로 저장기간이 경과하면서 유의하게 증가하였다. 저장 중 시료들 사이의 TBARS는 T2 및 T3가 가장 낮았고, 그 다음으로 T1, T0 순으로 유의한 차이가 있었다. TBARS는 지방질 식품의 산화된 정도를 판단하는 기준으로 감귤껍질 첨가가 산화억제에 영향을 미쳤으며, 첨가량은 0.7%가 적당한 것으로 나타났다.

Table 3. Changes in Hunter's color of pork patty containing tangerine peel during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage days				F-value	
	1	4	7	10		
L-value	T0	68.10±1.16	67.45±0.42	67.59±0.89	66.72±0.68	1.40
	T1	66.32±0.48	67.02±1.16	67.16±0.86	66.85±0.74	0.69
	T2	67.24±1.15	67.23±0.24	67.40±0.91	66.45±1.75	0.42
	T3	67.18±1.53	66.68±0.25	66.17±0.84	66.30±0.93	0.64
	F-value	1.21	0.80	1.57	0.20	
a-value	T0	9.49±0.04 ^{aB2)}	9.26±0.60 ^{aB}	6.77±0.45 ^{bB}	6.55±0.22 ^{bB}	48.46 ^{***}
	T1	9.90±0.19 ^{aB}	10.43±0.49 ^{aA}	7.78±0.46 ^{bA}	6.82±0.32 ^{cB}	59.38 ^{***}
	T2	10.89±0.62 ^{aA}	10.75±0.34 ^{aA}	8.24±0.50 ^{bA}	7.73±0.62 ^{bA}	28.93 ^{***}
	T3	10.98±0.36 ^{aA}	10.97±0.21 ^{aA}	7.77±0.04 ^{bA}	7.22±0.40 ^{bAB}	146.77 ^{***}
	F-value	11.931 ^{**}	9.14 [*]	6.99 [*]	4.53 [*]	
b-value	T0	12.63±0.30 ^C	12.57±0.79	13.10±0.43 ^B	13.42±0.98	1.04
	T1	13.13±0.14 ^{BC}	13.36±0.89	14.20±0.48 ^A	14.12±0.68	2.34
	T2	13.63±0.44 ^B	14.00±0.59	14.38±0.29 ^A	13.73±0.16	2.14
	T3	14.42±0.59 ^A	14.15±0.49	14.62±0.49 ^A	14.20±0.55	0.49
	F-value	10.72 ^{**}	3.12	7.34 [*]	0.90	

¹⁾ T0: ice water without tangerine peel powder, T1: ice water with 0.3% tangerine peel powder, T2: ice water with 0.7% tangerine peel powder, T3: ice water with 1.0% tangerine peel powder.

²⁾ Mean±standard deviation, Means in row a~c (treatment) and column A~C (storage days) followed by different superscripts are significantly different at $p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Changes in TBARS (mg/kg) content of pork patty containing tangerine peel during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage days				F-value
	1	4	7	10	
T0	0.23±0.02 ^{dA2)}	0.43±0.02 ^{cA}	0.69±0.02 ^{bA}	0.82±0.02 ^{aA}	743.32 ^{***}
T1	0.22±0.01 ^{cA}	0.24±0.02 ^{cB}	0.29±0.01 ^{bB}	0.32±0.01 ^{aB}	30.50 ^{***}
T2	0.17±0.01 ^{dB}	0.20±0.02 ^{cC}	0.23±0.01 ^{bC}	0.26±0.01 ^{aC}	29.50 ^{***}
T3	0.16±0.02 ^{cB}	0.19±0.01 ^{bC}	0.24±0.01 ^{aC}	0.26±0.01 ^{aC}	44.61 ^{***}
F-value	21.152 ^{***}	124.08 ^{***}	979.26 ^{***}	1,699.00 ^{***}	

¹⁾ T0: ice water without tangerine peel powder, T1: ice water with 0.3% tangerine peel powder, T2: ice water with 0.7% tangerine peel powder, T3: ice water with 1.0% tangerine peel powder.

²⁾ Mean±standard deviation, Means in row a~d (treatment) and column A~C (storage days) followed by different superscripts are significantly different at $p<0.001$ ^{***} by Duncan's multiple range test.

Turner EW 등(1954)에 의하면 TBARS가 0.46 mg/kg 이하이면 가식권이고, 1.2 mg/kg 이상이면 산패한 것이라고 보고하였는데, 본 연구의 결과, 대조군은 저장 7일 이후부터 가식권에서 벗어났지만, 감귤껍질을 첨가한 돈육 patty는 저장말기인 10일까지 비교적 안전한 상태를 유지하고 있었다. 이와 같이 감귤껍질을 첨가한 돈육 patty의 TBARS가 대조군보다 낮은 것은 감귤껍질에 함유된 flavonoids, tannins, lignans, lignins 등이 항산화 작용(Nayak B 등 2015)을 나타내기 때문으로 여겨진다.

4. DPPH 라디칼 소거활성의 변화

돈육 patty의 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 저장 1일째 T0, T1, T2 및 T3가 각각 16.44%, 31.66%, 35.49% 및 37.75%이던 것이 저장기간의 경과와 함께 점차적으로 감소하여 저장 10일째는 각각 10.48%, 23.76%, 27.60% 및 29.26%를 나타내었

다. 시료들 사이의 DPPH 라디칼 소거활성의 차이는 저장 1일째는 T3, T2, T1 및 T0의 순으로 높았지만, 저장말기인 10일째는 T2 및 T3가 가장 높고, 다음으로 T1, T0의 순으로 높아 감귤껍질의 첨가가 돈육 patty의 DPPH 라디칼 소거활성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. DPPH 라디칼 소거활성은 항산화력을 나타내는 것으로 감귤껍질에는 총 폴리페놀성분이 약 20 mg/g 정도가 함유되어 있어서 DPPH 라디칼 소거활성이 높다고 알려져 있다(Hwang JH 등 2013; Song YW 등 2013; Otang WM & Afolayan AJ 2016). Kim MH 등 (2015)은 아로니아 분말을 첨가하였을 경우, 돈육 patty의 DPPH 라디칼 소거활성이 증가한다고 하였으며, Lee NR 등 (2015)은 렌틸과 백련초를 첨가한 소시지의 DPPH 라디칼 소거활성이 대조군보다 높다고 하였다.

5. VBN 함량의 변화

돈육 patty의 VBN 함량을 측정한 결과는 Table 6과 같다.

Table 5. Changes in DPPH radical scavenging activity (%) of pork patty containing tangerine peel during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage days				F-value
	1	4	7	10	
T0	16.44±0.64 ^{dD2)}	14.28±0.92 ^{bD}	12.90±0.84 ^{bD}	10.48±0.67 ^{cC}	31.01 ^{***}
T1	31.66±1.55 ^{aC}	28.75±0.58 ^{bC}	25.95±0.36 ^{cC}	23.76±1.35 ^{dB}	30.12 ^{***}
T2	35.49±0.65 ^{aB}	32.45±0.78 ^{bB}	29.76±0.74 ^{cB}	27.60±1.20 ^{dA}	46.47 ^{***}
T3	37.75±1.50 ^{aA}	36.71±0.95 ^{aA}	32.60±1.21 ^{bA}	29.26±1.11 ^{cA}	31.28 ^{***}
F-value	201.41 ^{***}	422.14 ^{***}	319.19 ^{***}	175.65 ^{***}	

¹⁾ T0: ice water without tangerine peel powder, T1: ice water with 0.3% tangerine peel powder, T2: ice water with 0.7% tangerine peel powder, T3: ice water with 1.0% tangerine peel powder.

²⁾ Mean±standard deviation, Means in row a~d (treatment) and column A~D (storage days) followed by different superscripts are significantly different at $p<0.001$ ^{***} by Duncan's multiple range test.

Table 6. Changes in VBN content (mg%) of pork patty containing tangerine peel during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage days				F-value
	1	4	7	10	
T0	8.89±0.80 ^{b2)}	9.33±0.85 ^b	10.85±0.28 ^{aA}	11.66±0.53 ^{aA}	11.71 ^{**}
T1	8.72±0.77 ^b	9.16±0.46 ^b	9.67±0.49 ^{abB}	10.40±0.32 ^{abB}	5.43 [*]
T2	8.90±0.70	8.92±0.51	9.28±0.55 ^B	9.53±0.39 ^C	0.92
T3	8.73±0.76	8.75±0.47	9.05±0.67 ^B	9.67±0.30 ^{BC}	1.72
F-value	0.05	0.55	7.27 [*]	18.49 ^{***}	

¹⁾ T0: ice water without tangerine peel powder, T1: ice water with 0.3% tangerine peel powder, T2: ice water with 0.7% tangerine peel powder, T3: ice water with 1.0% tangerine peel powder.

²⁾ Mean±standard deviation, Means in row a~b (treatment) and column A~C (storage days) followed by different superscripts are significantly different at $p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$ by Duncan's multiple range test.

저장기간이 경과하면서 T0는 저장초기 8.89 mg%에서 저장 10일째 11.66 mg%로 증가하였으며, T1은 저장초기 8.72 mg%에서 저장 10일째 10.40 mg%로 유의하게 증가하였으나, T2 및 T3는 저장 중 변화가 없었다. 시료들 사이의 VBN 함량은 저장 4일까지는 차이가 없었지만, 저장 10일째는 T2(9.53 mg%) 및 T3(9.67 mg%)가 가장 낮고, T0(11.66 mg%)가 가장 높았다. 식품공전(Korean Food Standards Codex 2009)에서 VBN 함량은 원료육의 경우 20 mg% 이하로 규정하고 있으며, 육제품의 경우 5~10 mg%일 때에 신선한 상태이고, 30~40 mg%일 때에 초기부패 단계로 알려져 있다(Park KS 등 2009). VBN은 단백질 분해로 생성된 peptide, peptone, albumose, amino acid 등이 세균의 환원작용에 의해 형성된 histamine, tyramine, putrescine, tryptamine 등의 아민류와 질소화합물을 말한다(Ruiz CC & Moral A 2001; Li H 등 2015). Mahmud S 등(2009)과 Casquete R 등(2015)은 감귤껍질에 함유되어 있는 tannins, terpenoids, alkaloids, flavonoids 등이 항균작용을 나타낸다고 하였다. 따라서 감귤껍질을 첨가한 돈육 patty의 VBN 함량이 낮은 것은 감귤껍질에 함유된 항균 물질의 미생물 증식 억제작용에 의한 것으로 판단된다.

6. 보수력 및 가열감량의 변화

보수력과 가열감량은 근육 속의 물이 유출되지 않고 유지될 수 있는 능력을 나타내는데, 보수력이 높고 가열감량이 낮으면 연도, 경도, 다즙성, 조직감 등의 물리적 성질을 향상시킨다. Table 7은 돈육 patty의 보수력과 가열감량의 변화를 나타낸 것이다. 저장초기 시료들의 보수력은 82.55~83.29%이던 것이 저장기간의 경과에 따라 유의하게 감소하여 저장 10일째는 75.16~75.83%를 나타내었다. 그러나 시료들 사이에는 저장 중 보수력의 차이가 없었다. 저장초기 시료들의 가열감량은 19.47~20.42%이던 것이 저장 10일째 22.98~23.92

%로 유의하게 증가하였다. 그러나 저장 중 시료들 사이의 차이는 없었다. 육제품의 보수력과 가열감량은 pH, 등급, 저장온도, 지방함량, 단백질의 변성 정도 등이 영향을 미친다(Moon YH & Jung IC 2012). 저장 중 보수력이 낮아지고, 가열감량이 높아지는 것은 저장과정에서 단백질의 변성이나 응고에 의하여 유출되는 수분이나 지방의 양이 많아서 나타나는 현상이며(Hayes JE 등 2011), 보수력이 낮으면 가열감량은 높아진다(Jung IC 1999). 본 연구에서 감귤껍질 첨가는 돈육 patty의 보수력 및 가열감량에 영향을 미치지 않았다.

7. 기계적 조직감

기계적 조직감으로 측정된 경도는 물질을 50% 변형시키는데 필요한 힘을, 씹힘성은 단단한 상태의 물질을 삼킬 수 있을 정도로 분쇄하는데 필요한 힘을, 탄성은 외부의 힘에 의하여 변형된 물질이 힘을 제거하였을 때 원상 복구하는데 필요한 힘을, 그리고 응집성은 물질의 몸체를 이루는데 필요한 내부 결합의 정도를 나타낸다(Brewer MS 등 2005). 돈육 patty를 냉장저장하면서 기계적 조직감으로 경도, 씹힘성, 탄성 및 응집성을 측정된 결과는 Table 8과 같다. 돈육 patty의 경도는 저장초기 2.04~2.18 g/cm²이던 것이 저장 10일째 3.20~3.34 g/cm²으로 증가하였으며, 씹힘성은 저장초기 10.53~10.99 g에서 저장 10일째 13.12~13.53 g으로 유의하게 증가하였다. 그리고 탄성은 저장초기 53.42~54.16%에서 저장 10일째 49.34~50.12%로 감소하였으며, 응집성은 저장초기 63.79~64.61%에서 저장 10일째 56.81~57.48%로 감소하였다. 그러나 경도, 씹힘성, 탄성 및 응집성은 저장 중 시료들 사이에는 유의한 차이가 없었다. 식물추출물이나 분말을 첨가한 연구에서 시료들 사이에 경도, 씹힘성, 탄성, 응집성 등이 차이가 없는 것은 동일한 원료육을 사용하고, 식물분말의 첨가량이 1% 미만일 때는 수분이나 지방함량의 차이에 영향을 주

Table 7. Changes in water holding capacity and cooking loss of pork patty containing tangerine peel during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage days				F-value	
	1	4	7	10		
Water holding capacity (%)	T0	82.97±1.49 ^{a2)}	77.95±0.73 ^{bc}	76.01±0.95 ^{cd}	75.58±0.78 ^d	32.42 ^{***}
	T1	83.29±1.19 ^a	78.70±0.66 ^b	75.58±1.09 ^c	75.83±0.45 ^c	47.70 ^{***}
	T2	82.55±0.76 ^a	77.60±0.65 ^b	75.27±0.78 ^c	75.71±0.63 ^c	66.48 ^{***}
	T3	82.60±1.15 ^a	78.33±0.54 ^b	75.19±1.06 ^c	75.16±0.62 ^c	47.50 ^{***}
	F-value	0.26	1.62	0.44	0.64	
Cooking loss (%)	T0	20.09±0.83 ^b	20.39±1.51 ^b	23.48±1.03 ^a	23.69±0.46 ^a	10.57 ^{**}
	T1	19.47±1.09 ^b	20.15±0.53 ^b	22.55±0.98 ^a	23.16±0.96 ^a	11.63 ^{**}
	T2	20.42±0.68	20.76±0.96	21.75±1.59	22.98±1.56	2.50
	T3	20.18±0.72 ^c	20.38±0.49 ^c	22.22±0.78 ^b	23.92±0.38 ^a	24.42 ^{***}
	F-value	0.68	0.21	1.25	0.63	

¹⁾ T0: ice water without tangerine peel powder, T1: ice water with 0.3% tangerine peel powder, T2: ice water with 0.7% tangerine peel powder, T3: ice water with 1.0% tangerine peel powder.

²⁾ Mean±standard deviation, Means in row a~d (treatment) followed by different superscripts are significantly different at $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$ by Duncan's multiple range test.

Table 8. Changes in hardness, chewiness, springiness and cohesiveness of pork patty containing tangerine peel during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage days				F-value	
	1	4	7	10		
Hardness (g/cm ²)	T0	2.04±0.11 ^{b2)}	2.27±0.39 ^b	2.53±0.35 ^b	3.20±0.36 ^a	7.34 [*]
	T1	2.18±0.25 ^b	2.23±0.44 ^b	2.47±0.47 ^b	3.34±0.29 ^a	6.14 [*]
	T2	2.08±0.23 ^b	2.21±0.32 ^b	2.53±0.31 ^b	3.25±0.34 ^a	8.99 [*]
	T3	2.14±0.30 ^b	2.25±0.37 ^b	2.57±0.42 ^{ab}	3.29±0.55 ^a	4.64 [*]
	F-value	0.22	0.01	0.04	0.07	
Chewiness (g)	T0	10.53±0.89 ^b	10.72±0.74 ^b	11.82±0.45 ^b	13.53±0.66 ^a	11.62 ^{**}
	T1	10.74±0.70 ^c	11.23±0.61 ^{bc}	12.15±0.33 ^{ab}	13.12±0.48 ^a	11.05 ^{**}
	T2	10.99±0.68 ^c	11.56±0.56 ^{bc}	12.20±0.71 ^{ab}	13.22±0.48 ^a	7.23 [*]
	T3	10.54±0.83 ^d	11.28±0.43 ^{cd}	11.97±0.38 ^{bc}	13.29±0.59 ^a	11.93 ^{**}
	F-value	0.23	1.03	0.38	0.30	
Springiness (%)	T0	53.81±1.19 ^a	52.91±1.12 ^a	51.81±1.33 ^{ab}	50.12±1.36 ^b	4.82 [*]
	T1	54.16±1.06 ^a	53.11±1.18 ^{ab}	51.05±1.66 ^{bc}	50.01±1.84 ^c	4.97 [*]
	T2	53.42±0.97 ^a	52.54±1.57 ^{ab}	51.28±1.38 ^{ab}	49.97±1.31 ^b	3.86 [*]
	T3	54.16±1.07 ^a	52.29±1.30 ^{ab}	50.72±1.73 ^{bc}	49.34±1.60 ^c	6.18 [*]
	F-value	0.33	0.24	0.27	0.16	

Table 8. Continued

Treatment ¹⁾	Storage days				F-value	
	1	4	7	10		
Cohesiveness (%)	T0	63.79±1.38 ^a	62.19±1.09 ^{ab}	60.55±1.17 ^b	57.48±0.79 ^c	17.14 ^{***}
	T1	64.53±1.52 ^a	63.00±1.12 ^a	59.68±1.14 ^b	56.81±0.79 ^c	26.07 ^{***}
	T2	64.47±0.80 ^a	62.60±1.23 ^b	60.27±0.66 ^c	57.05±0.89 ^d	36.34 ^{***}
	T3	64.61±1.24 ^a	62.42±1.50 ^{ab}	60.16±1.21 ^b	56.81±0.92 ^c	22.23 ^{***}
F-value	0.27	0.21	0.35	0.41		

¹⁾ T0: ice water without tangerine peel powder, T1: ice water with 0.3% tangerine peel powder, T2: ice water with 0.7% tangerine peel powder, T3: ice water with 1.0% tangerine peel powder.

²⁾ Mean±standard deviation, Means in row a~d (treatment) followed by different superscripts are significantly different at $p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$ by Duncan's multiple range test.

지 얇기 때문이라고 보고되고 있다(Lee KS 등 2012). 기계적 조직감은 제품에 함유된 수분 및 지방함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라지며(Song HI 등 2000), Park KS 등(2012)은 분쇄된 돈육은 저장 중 수분의 증발로 경도 및 씹힘성은 높아지고, 탄성 및 응집성은 낮아진다고 하였다. 본 연구에서도 저장 중 경도 및 씹힘성은 높아졌고, 탄성 및 응집성은 낮아졌으며, 감귤껍질 첨가가 돈육 patty의 기계적 조직감에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 돈육 patty 제조과정에 감귤껍질을 첨가하는 것은 적색도를 향상시키고, 지방의 산화를 억제하면서 물리적 특성들인 보수력, 감량, 기계적 조직감 등에는 영향을 미치지 않아 육제품 제조에 사용이 가능하다고 생각된다. 또한 감귤껍질 자체의 색깔이 제품의 색깔에 미치는 영향을 고려하고, 지방산화 억제정도를 참조하면 육제품에는 0.7%의 밀감껍질 첨가가 적당할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 감귤껍질 첨가가 돈육 patty의 냉장저장 중 이화학적 품질에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 돈육 patty는 돈육 68%, 돼지지방 20%, 소금 2%, 냉수 10%를 배합하여 제조한 대조군(T0), 여기에 감귤껍질 0.3% 첨가한 T1, 0.7% 첨가한 T2 그리고 1.0%를 첨가한 T3 등 네 종류의 돈육 patty를 제조하였다. pH는 저장 중 일률적인 변화를 보이지 않았으며, T2 및 T3가 T0 및 T1보다 낮았다. 명도는 저장 중 변화가 없었으며, 시료들 사이에도 차이가 없었다. 저장 중 적색도는 감소하였으며, 대조군이 가장 낮았다. 황색도는 저장 중 유의한 변화가 없었으며, 감귤껍질을 첨가한 돈육 patty가 높았다. TBARS는 저장 중 유의하게 증가하여 저장 10일째 T0, T1, T2 및 T3가 각각 0.82, 0.32, 0.26 및 0.26 mg/kg을

나타내었다. DPPH 라디칼 소거활성은 저장 중 유의하게 감소하여 저장 10일째 각각 10.48, 23.76, 27.60 및 29.26%를 나타내었으며, T2 및 T3가 T0 및 T1보다 높았다. VBN 함량은 T0 및 T1는 저장 중 증가하여 저장 10일째 각각 11.66 및 10.40 mg%를 나타내었으며, 저장 10일째 대조군인 T0가 가장 높았다. 저장 중 보수력은 감소하여 저장 10일째 각각 75.58, 75.83, 75.71 및 75.16%를 나타내었으며, 감열감량은 저장 중 증가하여 저장 10일째 각각 23.69, 23.16, 22.98 및 23.92%를 나타내었다. 그러나 시료들 사이에는 보수력과 가열감량의 차이가 없었다. 경도는 저장 10일째 3.20~3.34 g/cm²로 증가하였으며, 씹힘성은 13.12~13.53 g으로 증가하였다. 탄성은 저장 10일째 49.34~50.12%로 감소하였으며, 응집성은 56.81~57.48%로 감소하였다. 그러나 시료들 사이에 경도, 씹힘성, 탄성 및 응집성은 차이가 없었다. 이상의 결과에서 감귤껍질은 항산화 작용이 있으면서 물리적 특성에 영향을 미치지 않았기 때문에 천연 항산화제로서 이용이 가능하며, 육제품 고유의 색깔을 고려하면 0.7%의 첨가가 적당할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Bampidis VA, Robinson PH (2006) Citrus by-products as ruminant feeds. *Anim Feed Sci Technol* 128: 175-217.
- Biswas AK, Chatli MK, Sahoo J (2012) Antioxidant potential of curry (*Murraya koenigii* L.) and mint (*Mentha spicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage. *Food Chem* 133: 467-472.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.

- Brewer MS, Peterson WJ, Carr TC, Mccusker R, Novakofski J (2005) Thermal gelation properties of myofibrillar protein and gelatin combination. *J Muscle Foods* 16: 126-140.
- 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.
- Casquete R, Castro SM, Martín A, Ruiz-Moyano S, Saraiva JA, Córdoba MG, Teixeira P (2015) Evaluation of the effect of high pressure on total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of citrus peels. *Innovative Food Sci Emerging Technol* 31: 37-44.
- Crandall PG, Kesterson JW, Dennis S (1983) Storage stability of carotenoids in orange peel oil. *J Food Sci* 48: 924-927.
- Faustman C, Cassens RG (1990) The biochemical basis for discoloration in fresh meat. *J Muscle Foods* 1: 217-243.
- Garrido MD, Auqui M, Marti N, Linares MB (2011) Effect of two different red grape pomace extracts obtained under different extraction systems on meat quality of pork burger. *LWT-Food Sci Technol* 44: 2238-2243.
- Hamm R (1982) Postmortem change in muscle with regard to processing of hot-boned beef. *Food Technol* 37: 105-115.
- Hayes JE, Stepanyan A, Allen O, O'Grady MN, Kerry JP (2011) Evaluation of the effects of selected plant-derived ntraceuticals on the quality and shelf-life stability of raw and cooked pork sausages. *LWT-Food Sci Technol* 44: 164-172.
- Hoffman K, Hamm R, Blüchel E (1982) Neues über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpress methode. *Fleischwirtschaft* 62: 87-93.
- Hwang JH, Park KY, Oh YS, Lim SB (2013) Phenolic compound content and antioxidant activity of citrus peels. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 153-160.
- Jeon MR, Choi SH (2011) Residual nitrite content and storage properties of pork patties added with *Gardenia fructus* extract. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 741-747.
- Jung IC (1999) Effect of freezing temperature on the quality of beef loin aged after thawing. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 871-875.
- Jung IC, Kim YK, Moon YH (2002) Effects of addition perilla leaf powder on the surface color, residual nitrite and shelf-life of pork sausage. *J Life Sci* 12: 654-661.
- Jung IC, Park KS, Yang TI, Moon YH, Yang SJ, Yoon DH (2006) Physicochemical properties and palatability of pork fed with tangerine peel. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 174-179.
- Juntachote T, Berghofer E, Siebenhandl S, Bauer F (2007) Antioxidative effect of added dried Holy basil and its ethanolic extracts on susceptibility of cooked ground pork to lipid oxidation. *Food Chem* 100: 129-135.
- Kim JH, Choi JR, Kim MY (2011a) Sensory characteristics of pork sausage with added citrus peel and dried *Lentimus edodes* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1623-1630.
- Kim JH, Kim MY (2011b) Quality characteristics of *Sulgidduk* supplemented with citrus peel powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 993-998.
- Kim JY, Choi IW, Noh SK (2014) Protective effect of *Citrus unshiu* peel extract on ethanol-induced fatty liver in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 187-193.
- Kim MH, Joo SY, Choi HY (2015) The effect of aronia powder (*Aronia melanocarpa*) on antioxidant activity and quality characteristics of pork patties. *Korean J Food Cook Sci* 31: 82-90.
- Korean Food Standards Codex (2009) Korean Food & Drug Administration. Munyoungsa, Seoul, pp. 212-251.
- Kobus CJ, Flaczyk E, Rudzinska M, Kmiecik D (2014) Antioxidant properties of extracts from *Ginkgo biloba* leaves in meatball. *Meat Sci* 97: 174-180.
- Lee EJ, Ju HW, Lee KS (2012) Quality characteristics of pan bread added with citrus mandarin peel powder. *Korean J Culinary Res* 18: 27-39.
- Lee JH, Chin KB (2012) Evaluation of antioxidant activities of red beet extracts, and physicochemical and microbial changes of ground pork patties containing red beet extracts during refrigerated storage. *Korean J Food Sci An* 32: 497-503.
- Lee KS, Kim JN, Jung IC (2012) Quality characteristics and palatability of ground pork meat containing lotus leaf and root extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 851-859.
- Lee KS, Kim JN, Jung IC (2013) Physicochemical properties of ground pork with lotus leaf extract during refrigerated storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 477-486.
- Lee MH, Hur D, Jo DJ, Lee GD, Yoon SR (2007) Flavonoids components and functional properties of citrus peel hydrolysate. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1358-1364.
- Lee NR, Park MC, Noh DB, Yook HS (2015) The addition effect of lentil and *Opuntia ficus-indica* on storage stability for sausage. *Korean J Food Cook Sci* 31: 565-573.
- Li H, Chen Q, Zhao J, Wu M (2015) Nondestructive detection

- of total volatile nitrogen(TVB-N) content in pork meat by integrating hyperspectral imaging and colorimetric sensor combined with a nonlinear data fusion. *LWT - Food Sci Technol* 63: 268-274.
- Mahmud S, Saleem M, Siddique S, Ahmed R, Khanum R, Perveen Z (2009) Volatile components, antioxidant and antimicrobial activity of *Citrus acids* var. *sour Lime* peel oil. *J Saudi Chem Soc* 13: 195-198.
- Melendres MV, Camou JP, Olivera NGT, Almora EA, Mendoza DG, Reyes LA, Ríos HG (2014) Response surface methodology for predicting quality characteristics of beef patties added with flaxseed and tomato paste. *Meat Sci* 97: 54-61.
- Min KY, Kim HJ, Lee KA, Kim KT, Paik HD (2014) Antimicrobial activity of acid-hydrolyzed *Citrus unshiu* peel extract in milk. *J Dairy Sci* 97: 1955-1960.
- Montesinos HC, del Río MA, Pastor C, Brunetti O, Palou L (2009) Evaluation of brief potassium sorbate dips to control postharvest *Penicillium* decay on major citrus species and cultivars. *Postharvest Biol Technol* 52: 117-125.
- Moon YH, Jung IC (2012) Physicochemical characteristics of Korean black cattle fed mugwort. *J Life Sci* 22: 587-594.
- Nayak B, Dahmoune F, Moussi K, Remini H, Dairi S, Aoun O, Khodir M (2015) Comparison of microwave, ultrasound and accelerated-assisted solvent for recovery of polyphenols from *Citrus sinensis* peels. *Food Chem* 187: 507-516.
- Otang WM, Afolayan AJ (2016) Antimicrobial and antioxidant efficacy of *Citrus limon* L. peel extracts used for skin diseases by Xhosa tribe of Amathole District, Eastern Cape, South Africa. *South African J Botany* 102: 46-49.
- Park KS, Kim MJ, Park HS, Choi YJ, Jung IC (2012) Physicochemical properties of ground pork with safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed during refrigerated storage. *Korean J Food Cook Sci* 28: 399-405.
- Park KS, Park HS, Choi YJ, Park SS, Lee KS, Song HI, Jung IC (2009) Changes in quality of low fat press ham during cold storage. *J Korean Soc Industrial Food Technol* 13: 36-41.
- Ruiz CC, Moral A (2001) Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Res Int* 34: 441-447.
- Sánchez EA, 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: 187-194.
- Song HI, Moon GI, Moon YH, Jung IC (2000) Quality and storage stability of hamburger during low temperature storage. *Korean J Food Ani Resour* 20: 72-78.
- Song YW, Moon KS, Kim SM (2013) Antioxidant activity and nutrient content of ethanol and hot-water extracts of *Citrus unshiu* pomace. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1345-1350.
- Turner EW, Patnter WD, Montie EJ, Basserk MW, Struck GM, Olson FC (1954) Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. *Food Technol* 8: 326-330.
- Zhang X, Kong B, Xiong YL (2007) Production of cured meat color in nitrite-free Harbin red sausage by *Lactobacillus fermentum* fermentation. *Meat Sci* 77: 593-598.

Date Received	May 23, 2016
Date Revised	Jun. 13, 2016
Date Accepted	Jun. 13, 2016