

Changes in the Physicochemical Properties of Ground Pork Meat Containing Persimmon Peel during Refrigerated Storage

Gang-Won Choi*

Department of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Korea

Received April 22, 2019 / Revised July 2, 2019 / Accepted July 2, 2019

This study was carried out to investigate the effect of persimmon peel on the physicochemical properties of ground pork stored at 4°C for 10 days. Four types of ground pork were evaluated: T0 without dried persimmon peel powder, and T1 with 0.3%, T2 with 0.7%, and T3 with 1.0% dried persimmon peel powder. The pH increased during storage, with the pH of T3 being the lowest ($p < 0.01$). The L-value and b-value were not significantly changed, but the a-value decreased during storage. On the 10th day of storage, the a-values were significantly higher for T2 and T3 than for T0 and T1 ($p < 0.001$). TBARS significantly increased during storage, with lower values for T2 and T3 than for T0 and T1 ($p < 0.001$). DPPH free radical scavenging activity decreased during storage, with T0 having the lowest value ($p < 0.001$). The VBN content increased during storage, and the VBN content of T0 was the highest at the 10th day ($p < 0.05$). The water-holding capacity decreased and cooking loss increased during storage. Hardness and chewiness increased, while springiness and gumminess decreased during storage. The results of this study showed that the addition of persimmon peel during the process of making ground pork had antioxidant effects that maintained redness and physical quality. A 0.7% addition was the most appropriate.

Key words : Ground pork, physicochemical properties, persimmon peel, refrigerated storage

서 론

돈육은 필수아미노산을 함유하고 있는 균형 잡힌 단백질 자원이며, 철분, 아연과 같은 무기질, 비타민 B군 등 인간의 생리적 기능 유지에 도움이 되는 영양소를 함유하고 있는 식품자원이다[38]. 그러나 분쇄하여 제조한 소시지, 패티 등의 분쇄육은 약 20~30 g/100 g 정도의 지방을 함유하고 있으며, 분쇄과정에서 다공질 구조를 형성하기 때문에 산화 발생이 용이하고, 미생물에 의한 변질이 우려되고 있다[19]. 이러한 산화와 변질은 분쇄 돈육의 풍미, 조직감, 색깔 등을 변화시켜 저장기간을 단축시킨다. 따라서 돈육 가공업체들에게는 안전성과 품질을 유지할 수 있는 적절한 저장기술 개발이라는 중요한 문제에 직면해 있다. 지질 산화와 미생물의 성장을 억제할 수 있는 방법 중 하나는 항산화작용과 항균작용이 있는 butylated hydroxy anisole (BHA), butylated hydroxy toluene (BHT), tertiary-butylhydroxy quinone (TBHQ), propyl gallate (PG) 등의 합성식품첨가물을 사용하는 것이다[42]. 그

러나 이러한 합성식품첨가물들은 독성과 발암물질을 함유하고 있어서[12] 천연원료에서 얻어진 효과가 있는 물질의 사용을 권장하고 있다.

과일을 가공하고 폐기되는 껍질, 씨, 펄프 등의 부산물에는 수소공여체나 유리기 제거제로서 활용할 수 있는 페놀화합물이 풍부하게 함유되어 있다[9]. 그 중 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등에서 주로 재배되고 있는 감(*Diospyros kaki* L.)은 독특한 풍미와 섬유질, 무기질, 당류, 비타민 C, carotene, polyphenol 등을 많이 함유하고 있다[13, 35]. 그리고 과육보다 껍질에 함유된 생물학적인 활성화합물들은 항산화, 항당뇨, 항뇌졸중, 항비만, 항돌연변이, 항암, 항염증, 항동맥경화 활성과 같은 여러 가지 생리적 기능이 있다[37, 45]. 탄닌 함량이 높은 뚝은 감은 탈삼과정을 거쳐 생과로 이용하거나 껍질을 벗겨 꽃감의 형태로 소비되는데, 꽃감 가공과정에서 약 15%의 껍질이 폐기되고 있어서[34] 부존자원의 재활용 차원에서 감 껍질의 활용도를 찾는 것은 의미가 있다. 이미 감 껍질의 생리활성 기능에 대한 기초 연구는 많이 이루어졌으며[40, 48], 최근에는 가축의 사료와 가공식품에 첨가한 연구가 일부 진행되고 있다. 감 껍질의 급여가 돈육의 기호성, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량에 미치는 영향[31], 감 껍질을 이용한 감 식초 제조[27], 감 껍질을 첨가한 설기떡의 품질 특성[44] 등이 보고되고 있지만 육제품 제조에 직접 첨가한 경우는 매우 제한적이다. 따라서 본 연구는 감 껍질을 열풍 건조하여 얻어진 분말을 0%, 0.3%, 0.7% 및 1.0% 첨가하여 분쇄 돈육을 제조하고, 4°C에서 냉장저장하면서 이화학적 특성들을 규명하였다.

*Corresponding author

Tel : +82-53-560-3857, Fax : +82-53-560-3859

E-mail : metel@ttc.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

재료 및 방법

분쇄 돈육 제조

본 연구에 사용한 냉장 돈육 뒷다리 살과 등 지방은 도축 24시간 경과 후 발골한 것을 대구시내 식육 전문 매장에서 구입하였다. 뒷다리 살의 과도한 결합 조직과 피하지방은 제거하였으며, 분쇄기(IS-12S, Ilshin Machine Co., Daegu, Korea)를 사용하여 3 mm로 분쇄하였다.

감(Diospyros kaki) 껍질은 청도영농조합에서 꺾감을 가공하고 남은 것을 공급받아 이용하였다. 껍질 건조는 열풍 건조기(FO-450M, Jeio Tech Co., Daejeon, Korea)를 이용하여 70℃에서 24시간 동안 건조한 후 분쇄하였다. 껍질 분말은 증류수와 함께 혼합하여 분쇄 돈육 제조과정에 첨가하였다.

분쇄 돈육의 제조는 Table 1과 같이 제조하였다. 즉, 대조군(T0)은 돈육, 지방, 소금, 냉수를 혼합하여 제조하였으며, 실험군은 냉수에 감 껍질 분말을 전체 중량에 대해 각각 0.3%(T1), 0.7%(T2), 1.0%(T3)를 첨가하여 분산시킨 후, 돈육, 지방, 소금과 함께 혼합기(SP-800, Spar Food Machinery MFG Co., Taichung, Taiwan)로 육의 온도를 10℃ 이하로 유지하면서 5분간 혼합하였다. 제조한 분쇄돈육은 두께, 직경 및 무게를 각각 12 mm, 50 mm 및 35 g으로 성형하고, 24시간 숙성시킨 날을 1일째로 하여 4℃에서 10일 동안 냉장저장하면서 실험하였다.

pH 측정

분쇄 돈육 10 g과 증류수 40 ml를 균질하고(Ultra-Turrax T25, IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany) 원심분리하여(Vision Scientific Co., Daejeon, Korea) 얻어진 상등액을 pH meter (MP 220, Mettler Toledo Co., Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

색도 측정

분쇄 돈육의 색깔 변화는 색차계(CR-400, Konica Minolta

Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(L-value), 적색도(a-value) 및 황색도(b-value)로 나타내었다. 색도 보정은 백색의 calibration plate를 이용하였으며, 이 때 L-, a- 및 b-value는 각각 92.81, 0.27 및 1.83이었다.

TBARS 측정

TBARS (2-thiobarbituric acid reactive substances)는 Buege와 Aust [3]의 방법에 따라 perchloric acid (Junsei Chemical Co., Tokyo, Japan)와 BHT (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)로 반응물을 제조하였다. 흡광도(UV-1800, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)는 531 nm에서 반응물 2 ml와 TBA 시약 2 mL로 측정하여 나타난 값에 5.88을 곱하여 TBARS값으로 하였다.

DPPH free radical 소거 활성 측정

DPPH 소거 활성 측정은 Blois [2]의 방법에 준하였다. 즉, 시료 5 g을 pH 7.4 0.01 M phosphate buffer 20 ml로 10,000 rpm에서 균질화하고, 3,000 rpm에서 원심분리하여 얻어진 상등액을 이용하였다. 상등액 4 ml를 DPPH (Sigma-Aldrich) 1 mL와 함께 암소에서 30분 동안 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식으로 결과를 산출하였다.

$$\text{DPPH free radical scavenging activity (\%)} = (1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{control absorbance}}) \times 100$$

VBN함량 측정

VBN (volatile basic nitrogen)함량은 식품공전[28]에 준하여 측정하였다. 즉 시료 2 g을 증류수와 20% PCA (Sigma-Aldrich)를 함께 균질하고 3,000 rpm에서 원심분리하여 얻어진 상등액을 50% K₂CO₃와 함께 conway unit (Hanil Lab Tech Co., Yangju, Korea)의 외실에 넣고, 내실에는 0.01 N H₂SO₄ (Sigma-Aldrich)를 첨가하여 37℃에서 80분 동안 반응시킨 후 0.01 N NaOH로 적정하여 구하였다.

보수력 및 가열 감량 측정

보수력은 Hoffman 등[17]의 방법에 준하여 planimeter (X-Plan, Ushikata 360d II, Worth Point Co., Atlanta, GA, USA)를 이용하여 측정하였다. 그리고 가열 감량은 200℃로 조절된 가스오븐레인지(RFO-900, Rinnai Co., Incheon, Korea)에서 중심 온도가 75℃ 되게 가열하고 가열 전후의 무게를 측정하여 백분율로 나타내었다.

기계적 조직감 측정

기계적 조직감을 측정하기 위하여 rheometer (CR-200D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하였다. 분쇄 돈육을 round adapter 25번에 넣고 경도(hardness), 탄성(springiness)

Table 1. Formulation of ground pork meat containing dried persimmon peel powder (%)

| Ingredients | Ground pork meat ¹⁾ | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|
| | T0 | T1 | T2 | T3 |
| Pork meat | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Pork fat | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Salt | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Cold water | 10 | 9.7 | 9.3 | 9.0 |
| Dried persimmon peel powder | - | 0.3 | 0.7 | 1.0 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

¹⁾T0: ground pork without persimmon peel; T1: ground pork with 0.3% persimmon peel; T2: ground pork with 0.7% persimmon peel; T3: ground pork with 1% persimmon peel.

및 응집성(cohesiveness)을 측정하였는데, 측정 조건은 table speed 120 mm/min, graph interval 30 m/sec, load cell (Max) 2 kg의 조건으로 하였다. 그리고 겹성(gumminess)은 peak max × cohesiveness로, 씹힘성(chewiness)은 (peak max ÷ distance) × cohesiveness × springiness로 계산하였다.

통계처리

본 실험은 분쇄 돈육을 실험항목별로 3회이상 반복 측정하였다. 통계 분석은 SPSS 16.0 (statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균±표준편차를 구하였으며, 일원분산분석(One-way ANOVA)을 한 후, 시료 간 차이를 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

pH 변화

감 껍질 첨가 유무에 따른 분쇄 돈육의 pH 결과는 Table 2와 같다. 모든 시료들의 pH는 저장 기간의 경과와 함께 유의하게 증가하였다($p < 0.001$). 시료들 사이의 pH는 저장 1, 4 및 10일째 감 껍질 첨가량이 많을수록 낮았다($p < 0.01$). 저장 중 pH의 증가가 하는 것은 단백질의 분해로 염기성 물질이 축적되어 나타나며[23, 46], 감 껍질 첨가로 pH가 낮아진 것은 감 껍질에 함유된 유기산[22]과 ascorbic acid [32]가 영향을 미친 것으로 판단되며, 본 연구의 결과는 포도과피를 첨가한 분쇄 돈육[6], 연근 및 연잎분말을 첨가한 분쇄 돈육[8]의 경우 분말의 첨가 농도가 높으면 pH가 낮아진다는 결과와 일치하였다.

색도 변화

분쇄돈육을 10일 동안 냉장하면서 실험한 색도의 결과는

Table 2. Changes of pH of ground pork with dried persimmon peel powder during storage at 4°C

| Treatment ¹⁾ | Storage days | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| | 1 | 4 | 7 | 10 |
| T0 | 5.44±0.01 ^{dA2)} | 5.47±0.01 ^{CA} | 5.49±0.01 ^b | 5.53±0.01 ^{aA} |
| T1 | 5.42±0.01 ^{CB} | 5.47±0.01 ^{bA} | 5.48±0.01 ^b | 5.52±0.01 ^{aB} |
| T2 | 5.41±0.01 ^{dB} | 5.44±0.01 ^{CB} | 5.49±0.01 ^b | 5.51±0.01 ^{aBC} |
| T3 | 5.40±0.01 ^{dC} | 5.43±0.01 ^{CB} | 5.48±0.01 ^b | 5.50±0.01 ^{aC} |

¹⁾T0: ground pork without persimmon peel; T1: ground pork with 0.3% persimmon peel; T2: ground pork with 0.7% persimmon peel; T3: ground pork with 1% persimmon peel.

²⁾Mean ± SD., Values with different superscript within a same row^{a-d} and column^{A-C} are significantly different ($p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$).

Table 3. Changes of L-, a- and b-value of ground pork with dried persimmon peel powder during storage at 4°C

| Treatment ¹⁾ | Storage days | | | |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | 1 | 4 | 7 | 10 |
| L-value | | | | |
| T0 | 60.92±0.86 | 60.22±1.13 | 59.62±1.88 | 59.78±1.76 |
| T1 | 60.72±2.25 | 59.98±0.89 | 59.51±1.37 | 59.95±1.03 |
| T2 | 60.37±0.95 | 60.09±1.20 | 59.87±1.48 | 59.84±1.56 |
| T3 | 60.38±1.28 | 59.43±0.93 | 59.32±0.87 | 59.07±1.62 |
| a-value | | | | |
| T0 | 11.09±1.15 ^{a2)} | 8.77±0.67 ^{bB} | 6.55±0.76 ^{cC} | 4.59±0.45 ^{dC} |
| T1 | 11.14±0.74 ^a | 9.91±1.07 ^{aAB} | 7.86±0.42 ^{bB} | 6.21±0.44 ^{cB} |
| T2 | 11.65±0.36 ^a | 10.39±0.36 ^{bA} | 9.29±0.15 ^{cA} | 7.83±0.49 ^{dA} |
| T3 | 11.48±0.27 ^a | 10.97±0.75 ^{aA} | 8.56±0.63 ^{bB} | 7.65±0.27 ^{bA} |
| b-value | | | | |
| T0 | 11.90±0.62 ^C | 11.57±0.31 ^B | 11.86±0.33 ^B | 12.22±0.51 ^B |
| T1 | 12.09±0.57 ^{BC} | 12.04±0.35 ^B | 11.85±0.84 ^B | 12.48±0.28 ^{AB} |
| T2 | 13.36±0.41 ^{AB} | 13.46±0.81 ^A | 13.10±0.23 ^A | 13.48±0.70 ^A |
| T3 | 14.13±0.98 ^A | 13.55±0.11 ^A | 13.62±0.37 ^A | 13.01±0.45 ^{AB} |

¹⁾T0: ground pork without persimmon peel; T1: ground pork with 0.3% persimmon peel; T2: ground pork with 0.7% persimmon peel; T3: ground pork with 1% persimmon peel.

²⁾Mean ± SD., Values with different superscript within a same row^{a-d} and column^{A-C} are significantly different ($p < 0.05^{*}$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$).

Table 3과 같다. L-value는 저장 1일부터 10일까지 유의한 변화가 없었으며, 시료들 사이에도 유의한 차이가 없어서 감 껍질의 첨가는 L-value에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 분쇄 돈육의 a-value는 저장 1일째가 가장 높았으며, 저장기간 동안 감소하여 저장 10일째는 가장 낮았다($p < 0.001$). 그리고 시료들 사이의 a-value는 저장 1일째는 시료들 사이에 유의한 차이가 없었지만 감 껍질을 0.7% 첨가한 T2가 높은 경향이였다. 분쇄 돈육의 b-value는 저장 1일부터 10일까지 유의한 변화를 보이지 않았다. 그러나 시료들 사이에는 1일($p < 0.05$), 4일($p < 0.01$), 7일($p < 0.01$), 10일($p < 0.05$)에 T0보다 T2 및 T3가 더 높았다. 식육 및 그 제품의 적색도 유지는 관능적 구매욕구를 일으키는 중요한 지표로서 Sánchez-Escalante 등[41]은 식물에 함유된 항산화 물질이 적색도를 높게 유지한다고 하였으며, Candogan [4]은 식물에 함유된 색소가 육제품의 적색도를 높인다고 보고하였다. Huang 등[18]은 연근 뿌리 추출물의 첨가가 metmyoglobin의 형성을 지연시켜 적색도 유지에 영향을 미친다고 하였으며, Yildiz-Turp와 Serdaroglu [47]은 플럼푸레를 첨가한 경우 함유된 anthocyanin이 우육 패티의 적색도를 개선한다고 하였다. 본 연구에서도 감 껍질에 함유된 항산화 물질[20]의 항산화작용으로 적색도가 유지되고 있었으며, 감 껍질에 함유된 lycopene [39]이 적색도 향상에 기여한 것으로 판단된다.

TBARS 변화

분쇄 돈육을 10일 동안 냉장하면서 실험한 TBARS의 결과

는 Table 4와 같다. 그 결과 분쇄 돈육의 TBARS는 저장 기간의 경과와 함께 저장 10일째는 T0, T1, T2 및 T3가 각각 1.15, 0.88, 0.44 및 0.43 mg/kg을 나타내었다($p < 0.001$). 시료들 사이에는 저장 1일째는 차이가 없었지만 4일부터는 T2 및 T3가 T0 및 T1보다 더 낮았다($p < 0.001$). 저장 중 TBARS의 변화에 대하여 Juntachote 등[24]은 바질을 첨가한 분쇄 돈육이 대조군보다 낮았다고 하였으며, Kim 등[25]은 토마토 페이스트를 첨가한 돈육 패티는 대조군보다 낮다고 하였다. 또한 Choi와 Lee [6]는 포도과피를 첨가한 분쇄 돈육, Devatkal 등[11]은 키노와 석류 껍질을 첨가한 분쇄육의 TBARS가 대조군보다 낮다고 하여 본 연구의 결과와 유사하였다. 이들은 첨가한 식물에 함유된 polyphenol [14]이 지방 산화를 억제하여 TBARS를 낮게 한다고 하였으며, 감에도 항산화 물질인 carotene류와 polyphenol류가 함유되어 있다[35].

DPPH free radical 소거 활성의 변화

Table 5는 냉장 중 분쇄 돈육의 DPPH free radical 소거 활성 측정된 결과이다. 저장 중 DPPH free radical 소거 활성은 점차적으로 감소하여 10일째는 T0, T1, T2 및 T3가 각각 10.32%($p < 0.01$), 17.95%($p < 0.01$), 21.39%($p < 0.01$) 및 23.49%($p < 0.001$)를 나타내었다. 시료들 사이에는 대조군보다 감 껍질 첨가 정도에 따라 높은 결과를 나타내었다($p < 0.001$). 감 껍질을 첨가한 분쇄 돈육의 DPPH free radical 소거 활성이 대조군보다 높은 것은 폴리페놀 성분이 분쇄 돈육에 남아있기 때문이며[20], Kim 등[26]은 아로니아를 첨가한 돈육 patty, Ha 등

Table 4. Changes of TBARS content of ground pork with dried persimmon peel powder during storage at 4°C (mg/kg)

| Treatment ¹⁾ | Storage days | | | |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 1 | 4 | 7 | 10 |
| T0 | 0.27±0.02 ^{d2)} | 0.44±0.02 ^{cA} | 0.84±0.02 ^{bA} | 1.15±0.06 ^{aA} |
| T1 | 0.26±0.01 ^d | 0.36±0.02 ^{cB} | 0.68±0.02 ^{bB} | 0.88±0.02 ^{aB} |
| T2 | 0.26±0.01 ^d | 0.30±0.01 ^{cC} | 0.39±0.02 ^{bC} | 0.44±0.01 ^{aC} |
| T3 | 0.24±0.01 ^d | 0.29±0.02 ^{cC} | 0.36±0.02 ^{bC} | 0.43±0.02 ^{aC} |

¹⁾T0: ground pork without persimmon peel; T1: ground pork with 0.3% persimmon peel; T2: ground pork with 0.7% persimmon peel; T3: ground pork with 1% persimmon peel.

²⁾Mean ± SD., Values with different superscript within a same row^{a-d} and column^{A-C} are significantly different ($p < 0.05^*$, $p < 0.001^{***}$).

Table 5. Changes of DPPH radical scavenging activity of ground pork with dried persimmon peel powder during storage at 4°C (%)

| Treatment ¹⁾ | Storage days | | | |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | 1 | 4 | 7 | 10 |
| T0 | 14.60±1.60 ^{aD2)} | 13.22±1.28 ^{aD} | 10.91±0.79 ^{bC} | 10.32±0.62 ^{bD} |
| T1 | 21.45±0.66 ^{aC} | 20.81±0.28 ^{aC} | 19.11±0.43 ^{bB} | 17.95±1.25 ^{bC} |
| T2 | 25.46±1.32 ^{aB} | 24.29±0.87 ^{abB} | 23.55±0.57 ^{bcA} | 21.39±0.94 ^{cB} |
| T3 | 28.82±0.43 ^{aA} | 26.52±1.17 ^{bA} | 24.28±0.42 ^{cA} | 23.49±1.09 ^{cA} |

¹⁾T0: ground pork without persimmon peel; T1: ground pork with 0.3% persimmon peel; T2: ground pork with 0.7% persimmon peel; T3: ground pork with 1% persimmon peel.

²⁾Mean ± SD., Values with different superscript within a same row^{a-d} and column^{A-C} are significantly different ($p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$).

Table 6. Changes of VBN content of ground pork with dried persimmon peel powder during storage at 4°C (mg%)

| Treatment ¹⁾ | Storage days | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | 1 | 4 | 7 | 10 |
| T0 | 9.32±0.49 ^{c2)} | 10.28±0.53 ^{bc} | 10.91±0.93 ^b | 13.11±0.91 ^{aA} |
| T1 | 9.44±0.65 ^b | 9.71±0.39 ^b | 11.03±0.61 ^a | 11.83±0.27 ^{aAB} |
| T2 | 9.42±0.81 ^c | 9.58±0.44 ^{bc} | 10.70±0.61 ^{ab} | 11.11±0.58 ^{aB} |
| T3 | 9.27±0.73 ^b | 9.61±0.49 ^{ab} | 10.59±0.67 ^{ab} | 10.91±0.80 ^{aB} |

¹⁾T0: ground pork without persimmon peel; T1: ground pork with 0.3% persimmon peel; T2: ground pork with 0.7% persimmon peel; T3: ground pork with 1% persimmon peel.

²⁾Mean ± SD., Values with different superscript within a same row^{a~d} are significantly different ($p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$).

[16]은 레드비트를 첨가한 소시지, Cuong과 Chin [10]은 구지 뽕나무 잎 분말의 첨가한 돈육 patty의 DPPH free radical 소거 활성이 높다고 하여서 본 연구의 결과와 유사하였다.

VBN함량 변화

분쇄 돈육의 VBN함량을 측정된 결과는 Table 6과 같다. VBN함량은 저장 기간의 경과와 함께 점차적으로 증가하여 저장 10일째에는 T0, T1, T2 및 T3가 각각 13.11($p<0.01$), 11.83($p<0.01$), 11.11($p<0.05$) 및 10.91 mg%($p<0.05$)을 나타내었다. 각 시료들을 비교하면 저장 1, 4 및 7일째에는 차이가 없었지만 저장 10일째에는 T0가 가장 높고, 감 껍질 1.0% 함유한 T3가 가장 낮았다($p<0.05$). Jeong 등[21]은 저장 중 돈육 patty의 VBN함량은 증가하였고, procyanidin을 첨가한 것이 대조군보다 낮았다고 하였으며, Lee 등[33]은 소시지 저장 중 VBN함량은 증가하지만 양파껍질을 첨가하였을 때에는 대조군보다 실험군의 VBN함량이 낮아지는데 이것은 양파에 함유된 항균 물질이 영향을 미친 것으로 보고하였다. 본 연구의 결과 감 껍질 첨가군의 VBN함량이 낮은 것은 유기산, ascorbic acid, tannin [15]의 항균 작용에 기인하는 것으로 판단되며, Choi와

Lee [6]의 포도과피를 첨가한 분쇄 돈육, Lee와 Choi [30]의 감귤껍질을 첨가한 돈육 patty의 VBN함량이 대조군보다 낮았다는 결과와 일치하는 경향이었다.

보수력 및 가열 감량 변화

분쇄 돈육을 냉장하면서 보수력과 가열 감량을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 시료들의 보수력은 저장 기간의 경과와 함께 점차적으로 감소하였으며, 가열 감량은 저장기간이 경과하면서 증가하는 경향이었다. 그러나 저장 중 보수력은 낮아지고 가열 감량은 높아졌지만 감 껍질 첨가에 의한 영향이 없었다. 보수력과 가열 감량은 근원섬유 내에서 수분과 지방의 유출을 방지하는 단백질의 능력에 의하여 결정되는데[1], Choi 등[7]은 민들레 추출액을 첨가한 돈육 patty, Lee와 Choi [30]는 감귤 껍질 분말을 첨가한 돈육 patty의 보수력은 저장 중 감소하고 가열 감량은 높아진다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 본 연구에서 냉장 중 보수력이 감소하고 가열 감량이 증가하는 것은 냉장에 의하여 근원섬유의 구조가 변화하면서 수분과 지방을 유지하려는 능력이 감소하여 나타난 결과로 판단된다.

Table 7. Changes of water holding capacity and cooking loss of ground pork with dried persimmon peel powder during storage at 4°C

| Treatment ¹⁾ | Storage days | | | |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | 1 | 4 | 7 | 10 |
| Water holding capacity (%) | | | | |
| T0 | 84.01±1.20 ^a | 82.41±1.33 ^a | 79.53±0.94 ^b | 76.34±1.40 ^c |
| T1 | 84.03±0.68 ^a | 82.66±0.75 ^a | 79.32±1.54 ^b | 76.04±0.97 ^c |
| T2 | 84.16±0.98 ^a | 82.80±1.07 ^a | 79.55±0.87 ^b | 76.32±1.01 ^c |
| T3 | 83.89±0.77 ^a | 82.30±0.89 ^a | 78.98±1.23 ^b | 76.30±0.85 ^c |
| Cooking loss (%) | | | | |
| T0 | 20.27±0.28 ^b | 20.14±1.02 ^b | 23.71±0.73 ^a | 24.73±0.90 ^a |
| T1 | 20.88±0.91 ^b | 20.82±0.49 ^b | 23.56±0.34 ^a | 25.07±1.24 ^a |
| T2 | 21.15±0.99 ^{bc} | 20.35±1.05 ^c | 23.08±1.11 ^{ab} | 24.13±1.28 ^a |
| T3 | 20.11±0.85 ^b | 19.97±0.94 ^b | 23.73±1.28 ^a | 24.24±0.86 ^a |

¹⁾T0: ground pork without persimmon peel; T1: ground pork with 0.3% persimmon peel; T2: ground pork with 0.7% persimmon peel; T3: ground pork with 1% persimmon peel.

²⁾Mean ± SD., Values with different superscript within a same row^{a~d} are significantly different ($p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$).

Table 8. Changes of hardness, chewiness, springiness and cohesiveness of ground pork with dried persimmon peel powder during storage at 4°C

| Treatment ¹⁾ | Storage days | | | |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | 1 | 4 | 7 | 10 |
| Hardness (g/cm ²) | | | | |
| T0 | 2.10±0.13 ^c | 2.63±0.45 ^{bc} | 3.27±0.43 ^{ab} | 3.74±0.42 ^a |
| T1 | 2.11±0.24 ^c | 2.46±0.46 ^{bc} | 3.34±0.55 ^{ab} | 4.02±0.63 ^a |
| T2 | 2.13±0.31 ^b | 2.60±0.61 ^{ab} | 2.93±0.77 ^a | 3.85±0.91 ^a |
| T3 | 2.05±0.31 ^c | 2.67±0.57 ^{bc} | 3.55±0.51 ^{ab} | 4.20±0.72 ^a |
| Chewiness (g) | | | | |
| T0 | 11.21±1.07 ^c | 12.39±0.99 ^{bc} | 13.63±0.68 ^{ab} | 15.23±1.39 ^a |
| T1 | 11.73±1.16 ^c | 12.57±0.72 ^{bc} | 13.60±0.54 ^b | 15.63±1.13 ^a |
| T2 | 11.71±1.31 ^b | 12.54±1.27 ^b | 13.79±0.79 ^{ab} | 15.58±0.83 ^a |
| T3 | 11.29±1.16 ^c | 12.72±1.09 ^c | 13.95±0.78 ^b | 15.88±0.72 ^a |
| Springiness (%) | | | | |
| T0 | 52.60±1.48 ^a | 52.41±0.82 ^{ab} | 49.45±1.22 ^{bc} | 47.35±1.11 ^c |
| T1 | 52.47±0.86 ^a | 51.57±0.88 ^a | 49.10±1.20 ^b | 46.82±1.23 ^c |
| T2 | 52.59±1.50 ^a | 51.63±0.97 ^a | 48.65±1.18 ^b | 46.88±1.55 ^b |
| T3 | 52.50±0.84 ^a | 51.35±0.77 ^a | 48.75±0.82 ^b | 46.67±1.30 ^c |
| Cohesiveness (%) | | | | |
| T0 | 61.65±1.17 ^a | 59.76±1.25 ^a | 57.40±0.63 ^b | 53.64±1.48 ^c |
| T1 | 61.29±1.73 ^a | 59.27±1.33 ^{ab} | 57.23±0.94 ^b | 53.23±1.30 ^c |
| T2 | 61.48±1.26 ^a | 59.12±1.76 ^{ab} | 56.83±1.05 ^b | 53.27±1.06 ^c |
| T3 | 61.66±1.21 ^a | 59.29±1.16 ^b | 56.70±1.22 ^c | 53.65±1.17 ^d |

¹⁾T0: ground pork without persimmon peel; T1: ground pork with 0.3% persimmon peel; T2: ground pork with 0.7% persimmon peel; T3: ground pork with 1% persimmon peel.

²⁾Mean ± SD., Values with different superscript within a same row^{a-d} are significantly different ($p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$).

기계적 조직감 변화

냉장 중 분쇄 돈육의 경도, 씹힘성, 탄성 및 응집성을 측정된 결과를 Table 8에 나타내었다. 저장 중 경도와 씹힘성은 유의하게 증가하였으며, 탄성과 응집성은 감소하는 경향이였다. 그러나 시료들 사이의 경도, 씹힘성, 탄성 및 응집성의 차이가 없었다. Lala 등[29]은 로즈마리와 레몬 밤의 첨가가 탄성과 응집성을 감소시키며, Youssef와 Barbut [49]는 수분 손실로 경도가 증가한다고 하였다. Choe 등[5]의 미역취(goldenrod) 잎과 줄기 분말을 첨가한 소시지, Kim 등[26]의 아로니아 분말을 첨가한 돈육 patty는 대조군과 첨가군 사이에 기계적 조직감의 차이가 없다고 하여서 본 연구 결과와 일치하는 경향이였다.

References

- Aleson-Carbonell, L., Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, J. A. and Kuri, V. 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **6**, 247-225.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1200.
- Buege, A. J. and Aust, S. D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. In *Methods in Enzymology*. Gleischer S. and Parker L. (ed.), Academic Press Inc., New York pp. 302-310.
- Candogan, K. 2002. The effects of tomato puree on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *European Food Res. Technol.* **215**, 305-309.
- Choe, J. H., Kim, H. Y., Han, D. J. and Kim, Y. J. 2011. Effect of goldenrod (*Solidago virgaurea*) leaf and stem powder on physical and sensory characteristics of emulsion-type sausages. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **31**, 668-675.
- Choi, G. W. and Lee, J. W. 2016. Changes in physicochemical properties of ground pork meat containing grape peel during refrigerated storage. *J. Life Sci.* **26**, 1041-1048.
- Choi, Y. J., Park, H. S., Lee, J. S., Park, K. S., Park, S. S. and Jung, I. C. 2015. Changes in physicochemical properties of pork patty with dandelion extract during refrigerated storage. *Kor. J. Food Cook. Sci.* **31**, 423-430.
- Choi, Y. J., Park, H. S., Park, K. S., Lee, K. S., Moon, Y. H., Kim, M. J. and Jung, I. C. 2012. Quality characteristics of pork patty containing lotus root and leaf powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life* **22**, 33-40.
- Costa, M. P., Monteiro, M. L. G., Frasaio, B., S., Silva, V. L. M., Rodrigues, B. L., Chiappini, C. C. J. and Conte-Junior, C. A. 2017. Consumer perception, health information and

- instrumental parameters of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) goat milk yogurts. *J. Dairy Sci.* **100**, 157-168.
10. Cuong, T. V. and Chin, K. B. 2018. Evaluation of *Cudrania tricuspidata* leaf on antioxidant activities and physicochemical properties of pork patties. *Kor. J. Food Sci. An.* **38**, 889-900.
 11. Devatkal, S. K., Narsaiah, K. and Borah, A. 2010. Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Sci.* **85**, 155-159.
 12. Falowo, A. B., Fayemi, P. O. and Muchenje, V. 2014. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products : A review. *Food Res. Int.* **64**, 171-181.
 13. Giordani, E., Doumett, S., Nin, S. and Del Bubba, M. 2011. Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Res. Ind.* **44**, 1752-1767.
 14. Gorinstein, S., Kulasek, G. W., Bartnikowska, E., Leontowicz, M., Zemser, M., Morawiec, M. and Trakhtenberg, S. 1998. The influence of persimmon peel and persimmon pulp on lipid metabolism and antioxidant activity of rats fed cholesterol. *Nutr. Biochem.* **9**, 223-227.
 15. Gurung, M., Adhikari, B. B., Kawakita, H., Ohto, K., Inoue, K. and Alam, S. 2011. Recovery of Au (III) by using low cost adsorbent prepared from persimmon tannin extract. *Chemical Engineering J.* **174**, 556-563.
 16. Ha, S. R., Choi, J. S. and Jin, S. K. 2015. The physicochemical properties of pork sausages with red beet powder. *J. Life Sci.* **25**, 896-902.
 17. Hoffman, K., Hamm, R. and Blüchel, E. 1982. Neues über die best immung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpress methode. *Fleischwirtschaft* **62**, 87-93.
 18. Huang, B., He, J. S., Ban, X. Q., Zeng, H., Yao, X. C. and Wang, Y. W. 2011. Antioxidant activity of bovin and porcine meat treated with extracts from edible lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizome knot and leaf. *Meat Sci.* **87**, 46-53.
 19. Huang, S., Liu, B., Ge, D. and Dai, J. 2017. Effect of combined treatment with supercritical CO₂ and rosemary on microbiological and physicochemical properties of ground pork stored at 4°C. *Meat Sci.* **125**, 114-120.
 20. Itoh, T., Ohguchi, K., Nakajima, C., Oyama, M., Inuma, M., Nozawa, Y., Akao, Y. and Ito, M. 2011. Inhibitory effects of flavonoid glycosides isolated from the peel of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Fuyu) on antigen-stimulated degranulation in rat basophilic leukaemia RBL-2H3 cells. *Food Chem.* **126**, 289-294.
 21. Jeong, J. Y., Seol, K. H., Seong, P. N., Park, B. Y. and Kim, H. W. 2015. Effects of procyanidin on meat quality and shelf-life for preserving pork patties during chilled storage. *Kor. J. Food Sci. An.* **35**, 564-571.
 22. Jeong, Y. J., Seo, J. H., Lee, G. D., Lee, M. H. and Yoon, S. R. 2000. Changes in quality characteristics of traditional *kochujang* prepared with apple and persimmon during fermentation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 575-581.
 23. Jung, I. C., Kim, Y. K. and Moon, Y. H. 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.
 24. Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S. and 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.
 25. Kim, I. S., Jin, S. K., Yang, M. R., Chu, G. M., Park, J. H., Rashid, R. H., Kim, J. Y. and Kang, S. N. 2013. Efficacy of tomato powder as antioxidant in cooked pork patties. *Asian Australas J. Anim. Sci.* **26**, 1339-1346.
 26. Kim, M. H., Joo, S. Y. and Choi, H. Y. 2015. The effect of aronia powder (*Aronia melanocarpa*) on antioxidant activity and quality characteristics of pork patties. *Kor. J. Food Cook. Sci.* **31**, 82-90.
 27. Kim, S. K., Lee, G. D. and Chung, S. K. 2003. Monitoring on fermentation of persimmon vinegar from persimmon peel. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **35**, 642-647.
 28. Korea Food & Drug Administration (KFDA). 2009. Fode Code. Munyoungsa, Seoul, pp. 212-251.
 29. Lara, M. S., Gutierrez, J. I., Timón, M. and Andrés, A. I. 2011. Evaluation of two natural extracts (*Rosmarinus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L.) as antioxidants in cooked pork patties packed in MAP. *Meat Sci.* **88**, 481-488.
 30. Lee, J. W. and Choi, G. W. 2016. Physicochemical properties of pork patties with tangerine (*Citrus unshiu*) during refrigeration storage. *J. East Asian Soc. Diet. Life* **26**, 250-259.
 31. Lee, S. M., Kim, I. H. and Choi, Y. M. 2016. Effects of persimmon peel supplementation on pork quality, palatability, fatty acid composition, and cholesterol level. *J. Anim. Sci. Technol.* **58**, 1-7.
 32. Lee, S. O., Chung, S. K. and Lee, I. S. 2006. The antidiabetic effect of dietary persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Sangjudungsi) peel in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Food Sci.* **71**, S293-S298.
 33. Lee, S. Y., Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Choi, M. S., Ham, Y. K., Choi, Y. S., Lee, J. W., Lee, S. K. and Kim, C. J. 2015. Combined effect of kimchi powder and onion peel extract on quality characteristics of emulsion sausages prepared irradiated pork. *Kor. J. Food Sci. An.* **35**, 277-285.
 34. Lim, H. S. and Cha, K. H. 2014. Quality characteristics of cookies with persimmon peel powder. *Kor. J. Food Cookery Sci.* **30**, 620-630.
 35. Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Pérez-Álvarez, J. A. and Fernández-López, J. 2017. Evaluation of particle size influence on proximate composition, physicochemical, techno-functional and physio-functional properties of flours obtained from persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) coproducts. *Plant Foods Human Nutr.* **72**, 67-73.
 36. Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Pérez-Álvarez, J. A. and Fernández-López, J. 2018. Changes in bioaccessibility, polyphenol profile and antioxidant potential of flours obtained from persimmon fruit persimmon (*Diospyros kaki*) co-products during *in vitro* gastrointestinal digestion. *Food Chem.* **256**, 252-258.

37. Mamet, T., Ge, Z. Z., Zhang, Y. and Li, C. 2018. Interactions between highly galloylated persimmon tannins and pectins. *Int. J. Biol. Macromol.* **106**, 410-417.
38. Paglarini, C. S., Furtado, G. F., Honório, A. R., Mokarzel, L., Vidal, V. A. S., Ribeiro, A. P. B., Cunha, R. L. and Pollonio, M. A. R. 2019. Functional emulsion gels as pork back fat replacers in Bologna sausage. *Food Str.* **20**, 1-9.
39. Plaza, L., Colina, C., Ancos B., Sánchez-Moreno, C. and Cano, M. P. 2012. Influence of ripening and astringency on carotenoid content of high-pressure treated persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chem.* **130**, 591-597.
40. Ramachandriah, K. and Chin, K. B. 2016. Evaluation of ball-milling time on the physicochemical and antioxidant properties of persimmon by-products powder. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **37**, 115-124.
41. Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán, J. A. and Roncales, P. 2003. Antioxidant action of borage, rosemary, oregano, and ascorbic acid in beef patties packaged in modified atmosphere. *J. Food Sci.* **68**, 339-344.
42. Schilling, M. W., Pham, A. J., Williams, J. B., Xiong, Y. L., Dhowlaghar, N., Tolentino, A. C. and Kin, S. 2018. Changes in the physicochemical, microbial, and sensory characteristics of fresh pork sausage containing rosemary and green tea extracts during retail display. *Meat Sci.* **143**, 199-209.
43. Sheridan, P. S. and Shilton, N. C. 2002. Analysis of yield while cooking beef burger patties using far infrared radiation. *J. Food Eng.* **41**, 147-153.
44. Shin, D. S., Kim, K. M., Han, S. Y. and Han, G. J. 2013. Changes in the quality characteristics of *Sulgidduk* by the addition of persimmon peel. *Kor. J. Food Cookery Sci.* **29**, 479-487.
45. Suzuki, T., Someya, S., Hu, F. and Tanokura, M. 2005. Comparative study of catechin compositions in five Japanese persimmon (*Diospyros kaki*). *Food Chem.* **93**, 149-152.
46. Verma, S. P. and Sahoo, J. 2000. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. *Meat Sci.* **56**, 403-413.
47. Yildiz-Turp, G. and Serdaroglu, M. 2010. Effects of using plum puree on some properties of low fat beef patties. *Meat Sci.* **86**, 896-900.
48. Yokozawa, T., Kim, Y. A., Kim, H. Y., Lee, Y. A. and Nonaka, G. I. 2007. Protective effect of persimmon peel polyphenol against high glucose-induced oxidative stress in LLC-PK1 cells. *Food Chem. Toxicol.* **45**, 1979-1987.
49. Youssef, M. K. and Barbut, D. 2011. Effects of two type of soy protein isolates, native and preheated whey protein isolated of emulsified meat batters prepared at different protein levels. *Meat Sci.* **87**, 54-60.

초록 : 감 껍질을 함유한 분쇄 돈육의 냉장 저장 중 이화학적 특성 변화

최강원*

(대구공업대학교 호텔외식조리계열)

본 연구는 감 껍질을 함유한 분쇄 돈육의 냉장 중 품질 변화에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 분쇄 돈육의 제조는 돈육 68%, 돼지 지방 20%, 소금 2%, 냉수 10%로 배합된 대조군(T0), 냉수에 0.3%의 감 껍질이 함유된 T1, 0.7% 함유된 T2 그리고 1.0% 함유된 T3 등으로 하였다. 분쇄 돈육의 pH는 냉장 중 증가하였으며, T3가 가장 낮았다($p < 0.01$). L-value 및 b-value는 냉장 저장 중 변화가 없었지만 a-value는 감소하였다. 냉장 10일째 T2 및 T3의 a-value가 T0 및 T1보다 더 높았다($p < 0.001$). TBARS는 냉장 기간과 함께 증가하였으며, T2 및 T3가 T0 및 T1보다 더 낮았다($p < 0.001$). DPPH free radical 소거 능력은 냉장 저장 중 감소하였으며, T0가 가장 낮았다($p < 0.001$). VBN 함량은 냉장 중 증가하였으며, 10일째 T0의 VBN 함량이 가장 높았다($p < 0.05$). 보수력은 냉장 중 감소하였으며, 가열 감량은 증가하였다. 그러나 냉장 중 시료들 사이의 보수력과 가열 감량의 차이는 없었다. 냉장 중 경도와 저착성은 증가하였지만 탄성과 뭉침성은 감소하였다. 본 연구의 결과 분쇄 돈육 제조과정에 감 껍질 분말의 첨가는 항산화 작용, 적색도 유지, 물리적 품질 유지 등의 효과가 있었으며, 첨가량은 0.7%가 가장 적당하였다.