

냉장 중 돼지고기의 품질 변화에 미치는 감귤 부산물의 급여 효과

문 윤 희

경성대학교 식품생명공학과

Effects of Feeding Citrus Byproducts on Pork Quality during Cold Storage

Yoon-Hee Moon

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungsoo University, Busan 608-736, Korea

Abstract

In this study, the effects of feeding citrus byproducts on various qualities of pork during cold storage were investigated, such as water holding capacity, drip loss, meat color, storage stability, rancidity, and antioxidant activity. Pork samples (195 days old, 115±3 kg, ♀) used for the experiment was divided into three groups: T0(pigs not fed citrus byproducts), T1(pigs fed 3% and 5% citrus byproducts during growth and the finishing period, respectively), and T2(pigs fed 6% and 10% citrus byproducts). The loin used for the experiment was obtained from 5 pigs of each group, vacuum packaged, and then stored at 3°C for 4 weeks. There was no difference among T0, T1, and T2 for pH, water holding capacity, or drip loss. As for the meat color of the loin, T1 and T2 showed higher redness(a* value) during early chilling but showed higher yellowness(b* value) during late chilling. T1 and T2 showed higher electron donating ability and lower volatile basic nitrogen, total plate count, and TBA values than T0, regardless of the chilling period. Thus, feeding citrus byproducts improves the storage stability of chilled pork in terms of rancidity and antioxidant activity.

Key words : Citrus byproducts, quality, pork, cold storage.

서 론

돼지고기는 여러 가지 고기 종류 중 제일 많이 소비하고 있으며, 영양적, 기호적, 위생적은 물론 기능적 품질까지 우수한 것을 요구하고 있다. 그래서 최근의 생산자들은 품질이 우수한 브랜드 돼지고기 생산을 위하여 한약(Park *et al* 1998), 양파(Joo *et al* 1999), 인삼(Yoo *et al* 2004), 쑥(Kim *et al* 2004), 머루(Jung & Moon 2005), 옷나무(Kang *et al* 2006), 감귤(Yang *et al* 2005, Jung *et al* 2006, Yang *et al* 2006, Jung *et al* 2007) 등의 부산물이나 분말을 돼지 사료에 첨가하여 급여하는 연구가 이루어졌다. 이러한 부산물들은 대부분 생리활성에 유효한 기능성 성분을 함유하고 있으며(Berry *et al* 1983, Burdurlu *et al* 2006), 이를 급여한 돼지고기는 그렇지 않은 것보다 건강지향적인 품질이 우수하게 나타났다는 것이 공통적인 결과이다. 우리나라의 감귤은 대부분 제주도에서 생산하여 생식 및 주스 등의 가공용으로 이용하고 있으며, 이때에 발생하는 부산물은 아무렇게나 버려지고 있어서 효율적으로 활용하는 방안이 필요한 실정이라서 이를 가축의 사료에 첨가하는 것이 주목된다. 특히, 감귤 부산물에는 hes-

peridin, naringin 등의 flavonoid 류를 많이 함유하여 항산화(Chen *et al* 1990), 항균(Kawaguchi *et al* 1997, Sohn & Kim 1998) 작용이 크다. 그래서 감귤 부산물을 건조 분말화하고 돼지 사료에 첨가하는 방안이 연구되어, Yang *et al* (2005)은 성장율 및 소화흡수율 등의 사양시험 결과로 성장기와 비육기 사료에 각각 3%와 5%, 또는 6%와 10% 급여하면 그 고기는 냉장 초기의 신선육 상태에서 영양적, 기호적 품질이 나빠지지 않으면서 콜레스테롤 함량이 낮게 나타났다고 하였다. 그리고 돼지에 감귤 부산물을 급여하면 항산화력이 높은 돼지고기 생산이 가능하고 아울러 이를 효율적으로 처리할 수 있다고 하였다(Yang *et al* 2006). 이러한 감귤 부산물 급여 효과는 모두 돼지를 도축한 후 3일 이내의 고기에 대하여 실험한 것이다. 돼지고기를 진공포장하고 약 1개월 정도 유통하는 현실을 감안하면 감귤 부산물의 급여가 냉장 중의 돼지고기 품질에 미치는 영향을 검토하는 것이 필요하지만 아직 까지 이에 대한 결과는 보고하지 않았다. 돼지고기를 포함한 모든 가축의 고기는 도축 후 냉장 상태에서 사후 경직 및 숙성의 과정을 거친 후 부패하고 그 과정에서 품질 변화가 일어난다. 냉장할 때의 품질 변화 중 pH 값을 기본으로 하여 보수력이 변하고, 염기성 물질의 생성에 의하여 휘발성 염기 물질 함량과 미생물 수가 많아지며, 산소와의 반응에 의한

† Corresponding author : Yoon-Hee Moon, Tel : +82-51-620-4711, Fax : +82-51-622-4986, E-mail : yhmoon@ks.ac.kr

표면 색도와 지방 산패로 품질 저하 현상이 나타나는데(Zhu & Brewer 1998, Lawrie R 1985), 이러한 현상이 감귤 부산물을 급여함으로써 어떠한 영향을 미치는지 확인하고자 하였다. 본 연구에서는 자돈기를 지나 성장 초기의 73일령부터 비육말기의 195일령까지 감귤 부산물 첨가 사료를 급여하여 사육한 돼지를 도축하고 등심육을 진공포장하여 4주일간의 냉장기간에 따른 pH, 보수력, 드립 감량, 표면 색도, 저장성, 산패도 및 항산화력에 대한 품질 유지에 미치는 효과를 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 이용한 돼지는 삼원교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 돼지로 자돈기(1~72일령)에는 모두 감귤 부산물을 급여하지 않았다. 자돈기가 지난 후 육성기(73~153일령) 및 비육기(154~195일령)도 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지(T0구, 대조구), 육성기와 비육기에 각각 3%와 5% 급여한 돼지(T1구), 그리고 각각 6%와 10% 급여한 돼지(T2구)를 제주양돈축협 농장에서 사육하였다. 사료에 첨가한 감귤 부산물은 건조 온주밀갑 껍질을 분말화하여 이용하였으며, 그 성분은 수분 12.90%, 조단백질 7.62%, 조지방 2.33%, 조회분 3.72%, 조섬유 14.51%, 가용무질소물 71.83%이고, 잔류농약은 검출되지 않았다. 사료는 (주)담라사료의 양돈사료 배합비에 의하여 제조하였다.

실험에 이용한 돼지(195일령, 115±3 kg, ♀) 고기는 도축 후 17±5시간 냉장한 지육을 발골 분할하고, 등심부위를 취하여 진공포장(Cryovac, 60 μm, BB4L, Japan)한 것으로 5 반복용을 제주양돈축협에서 공급 받아 3℃에 냉장하면서 시료로 하였다.

2. pH, 휘발성 염기 질소 함량 및 일반 세균수

pH의 측정은 pH meter(ATI Orion Model 370, USA)를 이용하고, 휘발성 염기 질소(VBN) 함량 및 일반 세균수는 식품공전(2002)의 방법으로 측정하였다.

3. 보수력 및 육즙감량

보수력은 Hofmann *et al*(1982)의 방법으로 측정하여 planimeter(X-plan, Ushikata 360dII, Japan)로 면적을 구하고 육의 표면적을 수분의 면적으로 나눈 값으로 표시하였다. 육즙 감량은 시료의 포장 전 무게에 대한 포장 개봉 후 무게의 차이를 각각 백분율로 나타내었다.

4. 표면 색도

표면 색도는 색차계(Chromameter CR-200b, Minolta came-

ra Co., Japan)를 이용하여 측정하고 L*(명도), a*(적색도) 및 b*(황색도)값으로 나타내었으며, 표준백색판의 L*, a* 및 b*값은 각각 97.6, -6.6 및 6.3으로 하였다.

5. TBA 및 EDA 값

지방의 산패도는 Thiobarbituric acid (TBA) 값으로 나타내었다. TBA 값은 Buege & Aust (1978)의 방법에 의해 531 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 1 kg에 대한 malonaldehyde mg으로 계산하였다.

항산화력은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA)의 비율로 나타내었다(Blois MS 1958). 고기 5 g을 취한 다음 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 7.4) 4배(20 mL)를 가하여 homogenate 분획으로 하였으며, 이것을 13,000×g에서 15분간 원심분리하여 그 상등액을 DPPH free radical 활성 측정의 sample로 사용하였다. DPPH free radical에 대한 전자공여능 측정을 위한 DPPH 시약은 59 mg을 정확히 취하여 에탄올 1,000 mL에 녹여 사용하였다. 각 sample을 10 μg/mL, 3×10 μg/mL, 100 μg/mL 및 3×100 μg/mL 취하여 증류수로 4 mL가 되게 한 다음 DPPH 시약을 1 mL씩 넣어 혼합하고 실온에서 30분 방치 후 ice bath에서 반응 종료시키고 520 nm에서 흡광도를 측정하여 평균치로 계산하였다.

$$EDA(\%) = \frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{Sample의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

6. 통계처리

언어진 결과의 자료는 SPSS program(1999)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. pH, 보수력 및 드립 감량

교잡종 돼지를 사육할 때에 자돈기(1~72일령), 육성기(73~153일령) 및 비육기(154~195일령)에 감귤 부산물을 급여하지 않은 T0구, 육성기에 3%와 비육기에 5%를 급여한 T1구, 그리고 육성기에 6%와 비육기에 10%를 급여한 T2구의 고기를 냉장하면서 측정된 pH 값은 Table 1에서 보는 바와 같다. 냉장 초기(포장 후 2일, 0주일)의 T0구, T1구 및 T2구의 pH 값은 각각 5.64, 5.58 및 5.60으로 감귤 부산물을 급여한 고기가 감귤 부산물을 급여하지 않은 고기보다 다소 낮게 나타났으나, 유의적 차이를 보이지 않았다. 냉장 중 pH 값의 변화는 모든 처리구에서 다소 높아지는 현상을 보여 냉장 4주째의 T0구, T1구 및 T2구 고기가 각각 5.90, 5.87 및 5.81로 나타

Table 1. Effect of feeding citrus byproduct diet on pH value of vacuum packaged pork loin during storage at 3°C

Item	Storage weeks	Treatments		
		T0 ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾
pH	0	5.64±0.06 ^{4)ab}	5.58±0.13 ^{ab}	5.60±0.06 ^{ab}
	1	5.67±0.31 ^{aAB}	5.59±0.28 ^{ab}	5.63±0.25 ^{aAB}
	2	5.76±0.51 ^{aAB}	5.62±0.41 ^{aAB}	5.64±0.32 ^{aAB}
	3	5.79±0.11 ^{aA}	5.73±0.19 ^{aAB}	5.69±0.17 ^{aA}
	4	5.90±0.08 ^{aA}	5.87±0.09 ^{aA}	5.81±0.29 ^{aA}

1) Pork not fed with citrus byproduct during finishing period.

2) Pork fed with 3% and 5% citrus byproduct during growing and fattening period, respectively.

3) Pork fed with 6% and 10% citrus byproduct during growing and fattening period, respectively.

4) Mean±SD.

^{a,b} Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A,B} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

났다. 냉장 기간이 같은 경우의 pH 값을 비교해 보면 1주, 2주, 3주 및 4주째 모두 감귤 부산물 급여에 의한 유의적 차이를 보이지 않았다. 고기의 냉장 중 pH 변화는 사후 경직 후 전해질 해리의 감소와 암모니아의 생성(Deymer & Vanderk-hove 1979) 등에 영향을 미치고, 이는 성별, 부위 및 숙성 조건에 따라 차이가 있게 된다(Laakonen *et al* 1970). 이러한 조건이 동일한 T0구, T1구 및 T2구의 고기는 냉장 기간 중 pH 값의 변화에 차이를 보이지 않았으므로 감귤 부산물을 급여한 돼지고기는 그렇지 않은 돼지고기에 비하여 냉장 중 pH 값의 변화에 특이한 영향이 나타나지 않은 것을 알 수 있었다.

냉장 기간에 따라 돼지고기의 보수력 및 드립 감량을 측정 한 결과는 Table 2에 나타내었다. 냉장 초기의 T0구, T1구 및 T2구 고기의 보수력은 각각 42.94%, 41.95% 및 40.81%로 비슷하였다. 냉장 중 보수력의 변화는 T0구, T1구 및 T2구 모두 냉장 초기부터 4주까지 점점 높아졌으며, 냉장 초기에 비하여 1주째는 큰 차이를 보이지 않았으나, 2주째부터는 유의적($p<0.05$)으로 높아진 후 3주부터 4주째까지는 유의적 차이를 보이지 않은 현상이 모든 처리구에서 동일하게 나타났다. 냉장기간이 같은 경우의 보수력을 보면 1주, 2주, 3주 및 4주째 모두 T0구, T1구 및 T2구 사이에 유의적 차이를 보이지 않아 냉장 중 감귤 부산물 급여에 의한 영향이 나타나지 않음을 알 수 있었고, 이는 pH 값의 현상과 비슷하였다. 고기의 품질을 평가하는데 기본 요소인 보수력은 물리적 작용을 받았을 때 수분을 잃지 않고 보유할 수 있는 능력

Table 2. Effect of feeding citrus byproduct diet on water holding capacity and drip loss of vacuum packaged pork loin during storage at 3°C

Item	Storage weeks	Treatments		
		T0 ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾
WHC ⁵⁾	0	42.94±4.01 ^{4)ab}	41.95±2.56 ^{ab}	40.81±3.15 ^{ab}
	1	44.71±3.27 ^{ab}	42.18±3.77 ^{ab}	42.19±4.57 ^{ab}
	2	59.18±4.92 ^{aA}	60.15±5.81 ^{aA}	58.58±2.45 ^{aA}
	3	62.21±6.71 ^{aA}	61.21±4.98 ^{aA}	61.42±3.11 ^{aA}
	4	63.02±4.21 ^{aA}	62.92±5.12 ^{aA}	62.02±4.01 ^{aA}
DL ⁶⁾	0	3.01±0.13 ^{ad}	3.10±0.09 ^{ad}	3.12±0.39 ^{ad}
	1	4.70±0.33 ^{ac}	4.87±0.57 ^{ac}	4.93±0.45 ^{ac}
	2	6.89±0.49 ^{ab}	6.71±0.85 ^{ab}	6.97±0.38 ^{ab}
	3	9.53±0.72 ^{aA}	9.23±1.15 ^{aA}	10.21±0.69 ^{aA}
	4	9.96±0.81 ^{aA}	9.87±0.93 ^{aA}	10.98±1.02 ^{aA}

1~4) Same as in Table 1.

5) Water holding capacity(%).

6) Drip loss(%).

^{a,b} Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A~D} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

을 말하는 것으로 고기의 색깔, 연도 및 다즙성에 영향을 미치고 단백질의 등전점인 수소이온 농도에 접근할수록 가장 낮은 것으로 알려져 있으며(Pearson & Bames 1970, Wu & Smith 1987), pH 값이 낮은 고기일수록 보수력이 낮으며(Pearson *et al* 1970), 드립 감량이 증가한다고 하였다(Lopez-Bote & Warriss 1988).

냉장 초기의 드립 감량을 보면 T0구, T1구 및 T2구의 고기가 각각 3.01, 3.10 및 3.12%로 나타나서 비슷한 수준을 보였다. 냉장 중 드립 감량의 변화는 감귤 부산물 급여에 관계없이 모든 처리구에서 냉장 1주째부터 점점 높아지는 현상을 보여 3주까지 유의적으로 상승하고($p<0.05$), 4주째에는 3주째에 비하여 현저한 차이를 보이지 않았다. 그리고 냉장 기간이 같은 경우의 드립 감량은 1주, 2주, 3주 및 4주째 모두 각 처리구간의 유의적 차이를 보이지 않아서 냉장 중 감귤 부산물 급여에 의한 드립 감량의 영향이 나타나지 않았다. 이는 냉장 중 pH 값과 보수력 변화의 결과와 유사한 현상으로 교잡종 돼지의 육성기 및 비육기에 감귤 부산물을 각각 6% 및 10%까지 급여하여도 그 고기의 pH, 보수력 및 드립 감량이 냉장 4주까지 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

2. 표면 색도

표면 색도는 고기를 구매할 때의 중요한 품질 지표로 삼고 있으며, 일반적으로 적색도가 높을수록 우수하게 평가하고 있다. 표면 색도는 육색소인 미오글로빈 함량에 의하여 좌우되고, 근육의 부위에 따른 운동량의 차이와 급여 사료의 영향을 받는다(Dugan *et al* 1999). 고기의 표면 색도는 냉장 중에 미오글로빈이 산소와의 반응에 의하여 변하게 되는데, 일반적으로 pH 값이 낮은 고기일수록 미오글로빈의 산화가 촉진되고(Zhu & Brewer 1998), 그 수준은 고기의 저장 온도, 미생물의 오염도 특히 산소 차단 정도를 가늠하는 포장 형태에 따라 달라지며(Lawrie R 1985), 갈색 색소가 총 색소의 30~40%에 도달하게 되면 소비자들은 구매를 기피한다고 하였다(Greene *et al* 1971).

감귤 부산물 급여가 돼지고기의 표면 색도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 명도(L*), 적색도(a*) 및 황색도(b*)의 값을 냉장 기간에 따라 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. 냉장 초기의 T0구, T1구 및 T2구의 표면 색도 중 L* 값은 각각 51.91, 52.02 및 53.11로 유의적 차이를 보이지 않아 감귤 부산물 급여 영향이 없었다. 냉장 중 각 처리구의 L* 값은 모두 냉장 3주까지 점차 높아지는 현상이 나타나고 냉장 초기에 비하여 1주째까지는 현저한 차이를 보이지 않았으나, 2주째부터는 T0구와 T1구, 3주째부터는 T2구가 유의적($p<0.05$)으로 높게 나타나서 L* 값의 높아지는 속도는 감귤 부산물 급여 수준이 높은 T2구가 제일 늦은 것을 알 수 있었다. 냉장 4주째에는 T0구, T1구 및 T2구의 L* 값이 각각 55.32, 55.74 및 56.97로 나타나서 모두 3주째에 비하여 현저한 차이를 보이지 않았다. 냉장기간이 같은 경우의 L* 값은 1주, 2주, 3주 및 4주째 모두 유의적 차이를 보이지 않아서 냉장 중 감귤 부산물 급여 영향이 없었다. 표면 색도 중 a* 값은 냉장 초기에 T0구의 11.09에 비하여 T1구 및 T2구가 각각 13.08 및 13.50으로 높게 나타났으며($p<0.05$), T1구와 T2구의 차이는 크지 않았다. 그리고 냉장기간이 경과함에 따라 대체적으로 낮아지는 현상을 보였으나, 1주째부터 4주까지 모든 처리구에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 냉장기간이 같은 경우의 a* 값을 비교해 보면 1주, 2주, 3주 및 4주째 모두 감귤 부산물 급여에 의한 유의적 차이를 보이지 않았다. 그리고 표면 색도 중 b* 값은 냉장 초기에 T0구가 8.21로 T1구 8.89와 T2구 8.97에 비하여 현저한 차이를 보이지 않았으며, T1구와 T2구의 차이도 크지 않았다. 그러나 냉장 1주째부터는 T0구에 비하여 T1구 및 T2구가 대체적으로 높은 값을 보였으며, 1주째와 4주째는 유의적으로 높았다($p<0.05$). 전체적으로 볼 때 냉장 초기에는 L* 값 및 b* 값이 모두 감귤 부산물 급여에 의한 현저한 차이를 보이지 않아 비슷하였으며, a* 값의 경우 감귤 부산물 급여구가 높게 나타난 것을 알 수 있었다. 그러

Table 3. Effect of feeding citrus byproduct diet on Hunter's color value of vacuum packaged pork loin during storage at 3°C

Hunter's color	Storage weeks	Treatments		
		T0 ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾
L* (Lightness)	0	51.91±3.86 ^{4)AB}	52.02±4.11 ^{AB}	53.11±2.12 ^{AB}
	1	53.15±4.51 ^{aAB}	52.91±3.28 ^{AB}	54.23±3.83 ^{aAB}
	2	54.09±2.87 ^{aA}	54.87±3.26 ^{aA}	55.78±2.65 ^{aAB}
	3	56.78±3.65 ^{aA}	56.88±2.87 ^{aA}	56.29±3.26 ^{aA}
a* (Redness)	0	11.09±0.93 ^{bA}	13.08±1.42 ^{aA}	13.50±1.35 ^{aA}
	1	11.68±1.19 ^{aA}	11.69±0.97 ^{aAB}	11.81±1.32 ^{aAB}
	2	10.53±2.03 ^{aAB}	10.02±0.85 ^{AB}	10.93±0.92 ^{ABC}
	3	8.48±0.56 ^{aAB}	9.76±1.37 ^{AB}	10.84±1.17 ^{ABC}
b* (Yellowness)	0	8.21±0.76 ^{aA}	8.89±0.75 ^{aAB}	8.97±0.92 ^{aAB}
	1	8.93±0.62 ^{bA}	9.59±0.26 ^{aA}	9.77±1.43 ^{aA}
	2	8.62±0.69 ^{bAB}	9.03±0.69 ^{aAB}	9.63±0.84 ^{aA}
	3	7.99±0.53 ^{ab}	8.11±0.83 ^{AB}	8.29±1.25 ^{aAB}
	4	7.69±0.61 ^{bb}	8.21±0.75 ^{AB}	8.25±0.39 ^{AB}

¹⁻⁴⁾ Same as in Table 1.

^{ab} Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A,B} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

나 냉장 중에는 b* 값에 한하여 T0구보다 T1구와 T2구가 높게 나타났으며, 감귤 부산물 급여 수준이 다른 T1구와 T2구의 차이는 나타나지 않았음을 알 수 있었다.

3. 휘발성 염기 질소 및 일반 세균수

감귤 부산물 급여가 돼지고기의 선도 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 휘발성 염기 질소(VBN) 및 일반 세균수의 값을 냉장기간에 따라 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다.

냉장 초기의 T0구, T1구 및 T2구의 VBN 함량은 각각 7.63, 7.87 및 7.23 mg%로 서로 비슷하였다. 냉장 기간이 길어지면서 VBN 함량은 점점 높아졌으며, 이러한 현상은 T0구보다 T1구 및 T2구에서 느리게 나타나서 4주째에는 각각 18.98, 16.17 및 15.35 mg%의 수준을 보였다. 냉장 기간이 같은 경우 T0구, T1구 및 T2구 고기의 VBN 함량을 비교해 보면 1주, 2주, 3주 및 4주째 모두 감귤 부산물을 급여한 고기가 유의적으로 낮은 값을 보여($p<0.05$) 냉장기간에 관계없이

Table 4. Effect of feeding citrus byproduct diet on VBN and total plate count of vacuum packaged pork loin during storage at 3°C

Item	Storage weeks	Treatments		
		T0 ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾
VBN ⁵⁾	0	7.63±1.28 ^{aD}	7.87±0.86 ^{aD}	7.23±0.53 ^{aD}
	1	13.78±0.99 ^{aC}	11.96±0.89 ^{bC}	10.11±0.78 ^{bC}
	2	14.11±1.21 ^{aBC}	13.65±1.23 ^{abBC}	12.09±1.06 ^{bbB}
	3	16.32±1.37 ^{aB}	14.15±1.12 ^{bbB}	13.17±0.84 ^{bbB}
	4	18.98±1.02 ^{aA}	16.17±1.07 ^{bA}	15.35±1.17 ^{baA}
TPC ⁶⁾	0	5.33×10 ^{3aE}	5.14×10 ^{3aD}	5.15×10 ^{3aD}
	1	7.11×10 ^{3aD}	6.43×10 ^{3bD}	6.13×10 ^{3bD}
	2	2.80×10 ^{4aC}	1.1.8×10 ^{4bC}	9.26×10 ^{3bC}
	3	5.93×10 ^{4aB}	3.55×10 ^{4bB}	2.12×10 ^{422.1bb}
	4	1.21×10 ^{5aA}	9.82×10 ^{4bA}	7.50×10 ^{4bA}

¹⁻⁴⁾ Same as in Table 1.

⁵⁾ Volatile basic nitrogen(mg%).

⁶⁾ Total plat count(CFU/g).

^{ab} Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

^{A-E} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

감귤 부산물 급여 효과가 있었다. 이러한 효과는 썩음 급여한 돼지고기의 경우(Kim *et al* 2004)와 유사하였다. 감귤 부산물 급여 수준이 다른 T1구와 T2구의 VBN 함량을 비교해 보면 감귤 부산물을 더 많이 급여한 T2구의 VBN 함량이 다소 낮게 나타났으나 유의적 차이가 아니었다.

한편, T0구, T1구 및 T2구의 일반 세균수는 냉장 초기에 각각 5.33×10^3 , 5.14×10^3 및 5.15×10^3 CFU/g으로 나타나서 유의적 차이를 보이지 않았다. 냉장 기간이 길어지면서 일반 세균수는 점점 많아졌는데 감귤 부산물을 급여하지 않은 T0구가 더 많이 증가하여 냉장 4주째에 T0구가 1.21×10^5 , T1구가 9.82×10^4 , 그리고 T2구가 7.50×10^4 CFU/g로 나타났다. 냉장 기간이 같은 경우의 일반 세균수는 1주, 2주, 3주 및 4주째 모두 감귤 부산물을 급여한 고기가 감귤 부산물을 급여하지 않은 고기보다 유의적으로 적은 값을 보였다($p < 0.05$). 감귤 부산물 급여 수준이 다른 T1구와 T2구의 값을 비교해 보면 감귤 부산물을 더 많이 급여한 T2구의 일반 세균수가 적었으며, 냉장 4주째에는 유의적 차이를 보였다. 일반적인 고기의 일반 세균수 한계치는 10^7 CFU/g으로 알려져 있으며(Nottingham PM 1982), 본 연구에서 이용한 고기는 냉장 후기까지 모두 그 이하로 나타났으나, 감귤 부산물을 급여한 고기

가 더 위생적 상태임을 알 수 있었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때에 감귤 부산물을 급여함으로써 냉장 중 돼지고기의 VBN 함량과 일반 세균수 증가를 억제하여 신선도 유지에 좋은 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있었다.

4. 지방 산패도와 항산화력

감귤 부산물 급여가 돼지고기의 지방산패도와 항산화력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 thiobarbituric acid(TBA)와 electron donating ability(EDA) 값을 측정 한 결과는 Table 5에 나타내었다.

지방분해산물인 malonaldehyde(MA) 함량을 측정한 TBA 값을 보면, 감귤 부산물을 급여하지 않은 T0구와 감귤 부산물을 급여한 T1구 및 T2구에서 냉장 초기에 각각 0.12, 0.08 및 0.08 mg MA/kg으로 나타나서 T0구의 고기보다 T1 및 T2구의 고기가 낮게 나타났($p < 0.05$). 감귤 부산물 급여 수준의 다른 T1구와 T2구 사이에는 차이를 보이지 않았다. 감귤 부산물의 급여에 관계없이 모든 처리구의 TBA 값은 냉장 기간이 길어지면서 점점 높아졌는데 이러한 현상은 T0구보다 T1구 및 T2구에서 느리게 나타나서 4주째에는 각각 0.37, 0.27 및 0.20 mgMA/kg의 수준을 보였다. 냉장기간이 같은 경우의 TBA 값을 비교해 보면 1주, 2주, 3주 및 4주째 모두 감귤

Table 5. Effect of feeding citrus byproduct diet on TBA and EDA value of pork loin during storage at 3°C

Item	Storage weeks	Treatments		
		T0 ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾
TBA ⁵⁾	0	0.12±0.01 ^{4)aD}	0.08±0.01 ^{bC}	0.08±0.02 ^{bbB}
	1	0.19±0.03 ^{aC}	0.11±0.01 ^{bC}	0.11±0.01 ^{bbB}
	2	0.28±0.01 ^{aB}	0.19±0.02 ^{bbC}	0.14±0.04 ^{cbB}
	3	0.35±0.04 ^{aA}	0.22±0.01 ^{bbB}	0.19±0.01 ^{caA}
	4	0.37±0.03 ^{aA}	0.27±0.02 ^{baA}	0.20±0.02 ^{caA}
EDA ⁶⁾	0	23.05±1.01 ^{baA}	25.23±1.77 ^{abAB}	26.11±1.96 ^{aA}
	1	22.91±1.94 ^{baB}	25.30±1.95 ^{abAB}	26.09±1.24 ^{aA}
	2	22.53±1.87 ^{baB}	25.79±2.39 ^{aA}	25.23±2.55 ^{abAB}
	3	21.52±3.02 ^{baB}	23.31±1.82 ^{abAB}	25.19±2.72 ^{abAB}
	4	21.07±1.99 ^{abB}	23.28±1.25 ^{abB}	23.13±1.09 ^{abB}

¹⁻⁴⁾ Same as in Table 1.

⁵⁾ 2-Thiobarbituric acid(mgMA/kg).

⁶⁾ Electron donating ability(%).

^{a-c} Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

^{A-D} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

부산물을 급여한 고기가 유의적으로 낮았으며($p<0.05$), T1구에 비하여 T2구는 더욱 낮은 값을 보였다. 이 결과로 미루어 볼 때에 감귤 부산물을 급여함으로써 malonaldehyde 생성량을 줄여주어 TBA 값을 낮게 하고 냉장 중 고기의 지방 산패도에 좋은 효과가 있는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 옷나무(Kang *et al* 2006) 및 양파 부산물(Joo *et al* 1999)을 급여한 돼지고기의 경우와 일치된 경향이였다.

전자공여능(EDA)은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical 소거 활성의 지표로 이용되고, DPPH는 항산화제의 free radical 소거 활성을 평가하는데 이용된다(Yokozawa *et al*(1988)). 냉장 초기의 T0구, T1구 및 T2구의 EDA 값은 각각 23.05, 25.23 및 26.11%로 T0구의 고기보다 T1 및 T2구의 고기가 유의적으로 높아서($p<0.05$) 감귤 부산물을 급여한 고기의 항산화력이 좋게 나타났다. 감귤 부산물 급여 수준의 다른 T1구와 T2구 사이에는 차이를 보이지 않았다. 냉장기간이 같은 경우의 EDA 값을 비교해 보면 1주, 2주, 3주 및 4주째까지 모두 T0구보다 T1 및 T2구의 고기가 유의적으로 높은 값을 보여($p<0.05$) 냉장기간에 관계없이 감귤 부산물 급여구가 항산화력이 우수함을 알 수 있었다. 감귤 부산물 급여 수준이 다른 T1구와 T2구의 EDA 값은 냉장 4주까지 냉장기간에 관계없이 모두 유의적 차이를 보이지 않고 비슷하였다. 이 결과로 미루어 볼 때에 감귤 부산물을 급여한 돼지고기는 냉장 중 항산화력 유지에 좋은 효과가 있는 것을 알 수 있었다. 이러한 효과는 감귤 부산물을 돼지의 육성기와 비육기에 각각 3%와 5%를 급여함으로써 얻을 수 있었으나, 각각 6%와 10%까지 급여하여도 고기의 특성이 나빠지지 않은 결과를 감안하면 부존자원의 이용과 부산물처리의 효율성을 높이기 위해 감귤 부산물 첨가 수준은 후자를 선택하는 것이 바람직하다고 생각된다. 감귤 부산물을 급여한 돼지고기가 냉장 중 신선도와 항산화력이 우수한 것은 감귤 부산물에 존재하는 hesperidin, naringin과 같은 flavonoid 류가 항균 및 항산화작용 등이 있어서(Shon & Kim, 1998) 나타난 것으로 사료되고 이러한 결과는 감귤 부산물을 급여한 한우고기에서도 같게 보고되었다(Moon *et al* 2007). 지금까지 보고된 연구 결과(Yang *et al* 2005, Yang *et al* 2006)는 감귤 부산물을 돼지에 급여하면 도축 후 냉장 초기 신선육의 영양성분, 조직감, 기호도가 나빠지 않으면서 콜레스테롤 함량이 낮은 고기를 생산할 수 있다는 것이었다. 본 연구에서는 교잡종 돼지에 감귤 부산물을 급여하면 그 고기는 냉장 중 보수력과 드립 감량에 나쁜 영향을 미치지 않으면서 지방산패도가 낮고 항산화력과 저장성이 우수하게 되는 결론을 얻었다. 그러므로 주스 등을 제조할 때에 발생하는 감귤 부산물을 돼지 사료에 첨가함으로써 건강지향적인 고기 생산에 유익하게 활용하고 이를 효과적으로 처리할 수 있다는 것을 확인하였다.

요 약

감귤 부산물 급여가 냉장 중 돼지고기의 품질에 미치는 영향을 검토하였다. 실험에 이용한 돼지고기(195일령, 115±3 Kg, ♀)는 감귤 부산물을 급여하지 않은 T0구, 육성기(73~153일령)와 비육기(154~195일령)에 각각 3% 및 5% 급여한 T1구, 그리고 각각 6%와 10% 급여한 T2구로 나누었다. 각각 5 마리의 등심부위를 진공포장하고(Cryovac, 60 μm, BB4L, Japan) 3℃에서 4주일간 냉장하면서 표면 색도, 저장성, 지방산패도 및 항산화력에 대하여 실험하였다. 등심육의 pH, 보수력 및 드립 감량은 냉장기간에 관계없이 감귤 부산물 급여에 의해 유의적 차이를 보이지 않았다. 등심육의 휘발성 염기 질소, 일반 세균수 및 TBA 값은 냉장기간에 관계없이 감귤 부산물 급여에 의하여 억제되고 전자공여능 값이 높게 나타났다($p<0.05$). 이러한 결과로 감귤 부산물을 급여한 돼지고기는 냉장 중 저장성이 우수하고 지방산패도와 항산화력에 좋은 효과가 있는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2008학년도 경성대학교 학술지원연구비에 의하여 연구되었음.

문 헌

- Berry RE, Shaw PE, Tatum JH, Wilson CW (1983) Citrus oil flavor and composition studies. *Food Technol* 37: 88-91.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1200.
- Buege AJ, Aust SD (1978) Microsomal lipid peroxidation, In *Methods in enzymology*, Gleischer, S. and Parker, L. (ed.) Academic Press Inc., New York, 52. pp 302-310.
- Burdurlu HS, Koca N, Karadeniz F (2006) Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *J Food Eng* 74: 211-216.
- Chen YT, Zheng RL, Jia ZL, Ju Y (1990) Flavonoids as superoxide scavengers and antioxidants. *Free Radical Biol. Med* 9: 19-21.
- Demyer DI, Vanderkerckhove P (1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci* 3: 161-165.
- Dugan MER, Aalhus JL, Jeremiah LE, Kramer JKG, Schaefer AA (1999) The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can J Anim Sci* 79: 45-51.
- Greene BE, Hsin I, Zipser MW (1971) Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *J Food Sci* 36:

- 940-945.
- Hofmann K, Hamm R, Blüchel E (1982) Neues über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpress methode. *Fleischwirtschaft* 62: 87-93.
- Joo ST, Hur SJ, Lee JI, Lee JR, Kim JH, Lee JM, Kim YK, Park HK (1999) Influence of dietary onion peel on lipid oxidation, blood characteristics and antimutagenicity of prl during storage. *Korean J Anim Sci* 41: 671-678.
- Jung IC, Moon YH (2005) Effects on quality characteristics of pork loin fed with wild grape wine byproduct. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 168-174.
- Jung IC, Moon YH, Yang SJ (2006) Effect of feeding of citrus byproduct on the physicochemical properties and palatability of pork loin during growing period. *J Life Sci* 16: 1164-1168.
- Jung IC, Moon YH, Yang SJ (2007) Quality of Jeju Island's indigenous pork fed with dried citrus byproducts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 228-232.
- Jung IC, Park KS, Yang TI, Moon YH, Yang SJ, Youn DH (2006) Physicochemical properties and palatability of pork fed with tangerine-peel. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 174-179.
- Kang SM, Kim DW, Lee SK (2006) Effect of feeding levels and periods of dietary *Rhus verniciflua* stokes at finishing stage on the meat quality of pigs during refrigerated storage. *J Anim Sci & Technol* 48: 727-738.
- Kawaguchi K, Mizuno T, Aida K, Uchino K (1997) Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 102-104.
- Kim BK, Woo SC, Kim YJ (2004) Effect of mugwort pelleted diet on storage stability of pork loins. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24: 121-127.
- Korean Food & Drug Administration (2002) Food Code. Mun-Youngsa, Seoul, pp. 212-251.
- Laakonen E, Wellington GH, Skerbon JW (1970) Low temperature long time heating of bovine muscle. 1. Changes in tenderness, water holding capacity, pH and amount of water soluble component. *J Food Sci* 35: 135-141.
- Lawrie R (1985) Packaging resh meat. In *Development in Meat Science*, Taylor, A. A.(eds), Elsevier Applied Science Publisher, pp. 89.
- Lopez-Bote C, Warriss PD (1988) A note on the relationship between measures of water holding capacity in the *M. longissimus dorsi* and total drip loss from butchered pig carcasses during storage. *Meat Sci* 23: 227-234.
- Moon YH, Yang SJ, Jung IC (2007) Feeding effect of citrus byproduct pulp on the quality characteristics of Hanwoo. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 227-233.
- Nottingham PM (1982) Microbiology of carcass meat. In "*Meat Microbiology*", Brown MH ed., Applied Science Publishers Ltd. London. p. 13.
- Park GB, Lee JR, Lee HG, Park TS, Park BY, Shin TS, Lee JI (1998) The effect of feeding oriental medicine refuse on changes in physicochemical properties of pork with storage time. *Korean J Anim Sci* 40: 391-400.
- Pearson CK, Bames MM (1970) The absorption and distribution of the naturally occurring tocopherols in the rat. *Brit J Nutr* 24: 581-582.
- Pearson MD, Collins-Thompson DL, Ordal ZI (1970) Microbiological sensory and pigment changes of aerobically and an aerobically packaged beef. *Food Technol* 24: 1171-1178.
- Sohn JS, Kim MK (1998) Effect of hesperidin and naringin on antioxidative capacity in the rat. *Korean J Nutr* 31: 687-696.
- SPSS (1999) SPSS for windows Rel. 10.05. SPSS Inc., Chicago, USA.
- Wu FY, Smith SB (1987) Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. *J Anim Sci* 65: 597-601.
- Yang JB, Yang SJ, Ko MS, Jung IC, Moon YH (2006) Effects of long term tangerine peel consumption on the physicochemical properties and palatability of crossbred pig meats. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 290-296.
- Yang SJ, Jung IC, Moon YH (2006) Feeding effect of dried citrus byproduct on the quality of Jeju native pig meat. *East Asian Soc Dietary Life* 16: 592-599.
- Yang SJ, Kang CH, Yang JB, Jung IC, Moon YH (2006) Effects of feeding dietary tangerine byproduct for a long time on chemical compositions of loin for crossbred pig. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 186-191.
- Yang SJ, Song JY, Yang TI, Jung IC, Park KS, Moon YH (2005) Effect of feeding of Unshiu orange byproducts on nutritional composition and palatability of crossbred pork loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1593-1598.
- Yokozawa T, Chen CP, Dong E, Tanaka T, Nonaka GI, Nishioka I (1988) Study on the inhibitory effect of tannin and flavonoids against the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Biochem Pharm* 56: 213-222.

Yoo YM, Ahn JN, Chea HS, Park BY, Kim JH, Lee JM, Kim YK, Park HK (2004) Characteristics of pork quality during storage fed with ginseng byproducts. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24: 37-43.

Zhu LG, Brewer MS (1998) Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J Food Sci* 63: 763-767.

(2008년 6월 5일 접수, 2008년 7월 16일 채택)