

품질요인의 분석을 통한 수출입 돼지고기의 비교 연구

한국육류수출입협회

김 일 석

I. 서론

양적, 질적인 성장을 거듭해 온 우리나라 식육산업은 1989년 10월 GATT 국제수지위원회에서 개발도상국에서 제외됨을 시발로, '93년 12월에는 UR협상결과에 따라 농산물 수입제한 406개 품목을 연차적으로 수입개방을 예시토록 결정되어 쇠고기를 제외한 돼지고기와 닭고기는 '97년 7월 1일 이미 완전 수입개방됨에 따라 그 어느 때 보다도 새로운 변화의 도전을 맞이하고 있다.

WTO 체제하에서 수입자유화와 유통시장 개방에 따라 외국의 질 좋은 고기가 수입됨으로서 점차 소비자 선택의 폭이 확대되고 품질에 따른 가격 경쟁 시대로 돌입될 것이 분명하다. 또한 국내산과 외국산의 구별이 점차 어려워 질 것이 예상되고 그 의미도 축소될 것으로 보아, 수입개방에 따른 도축, 가공장의 위생시설 낙후 등의 문제점을 극복하고 국내 소비자 및 일본 바이어에게 품질 차별화로 주요 돼지고기 교역국에서 경쟁력 우위를 확보하기 위한 시장 지향적 품질관리로 방향목표를 재정립하고, 우리나라에서 비선호 부위는 수출로 연결시킬 수 있도록 해야만 우리 돈육산업이 생존할 수 있을 것으로 판단된다.

수출입 병행무역 체제하에서 우리나라 돈육산업의 품질 및 위생측면에서의 발전방향을 수립하기 위한 수출입 각국산의 품질비교에 관한 연구는 지금까지 거의 없는 실정이므로 주요 교역국과 한국산 돈육의 품질특성을 파악하고 분석된 품질정보를 바탕으로 품질 경쟁력을 확보하기 위한 현장중심의 연구 필요성이 시급한 실정이다.

따라서 본 조사연구는 한국산 및 각국산 돼지고기의 품질특성 및 위생성(보존성)등의 품질결정요인을 통하여 수출 육가공장 현장에서 생산되고 있는 진공포장 냉장돈육과 우리가 가장 선호하여 많은 량을 수입에 의존하고 있는 냉동 삼겹살의 품질특성과 위생성을 조사분석하고, 무한경쟁시대인 WTO체제하에서 우리나라산 돈육의 육질고급화를 통한 국제 품질경쟁력 방안의 기초자료로 제시하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

(1) 냉장 및 냉동등심

일본시장에 수입되어 유통중인 미국, 캐나다(이상 center cut loin, 도축 후 30일 경과), 대만, 한국산(이상 regular type loin, 도축 후 25일과 18일 경과) 진공포장 냉장 돈육의 등심 부위와 덴마크산(main muscle loin, 도축 후 135일 경과) 냉동돈육의 등심 부위를 항공수송(아이스박스에 넣어 총 소요시간 약 3시간)한 후, $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에 보관하며 분석 시 이용하였다.

일본으로 수출되는 진공포장 냉장등심(regular type loin)을 5개 회사(A, B, C, D, E)로부터 동일날짜에 각 가공장에서 가공하여 그 다음날 통상적인 대일 수출 유통경로와 동일하게 일본으로 선적, 수송하였다. 일본에 통관되어 유통중인 진공포장 냉장등심은 아이스박스에 넣어 냉장상태를 유지하며 JAS인정 식품연구소로 수송하여 $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 냉장고에 보관하며 일정간격으로 조사하였다.

일본으로 수출한 경험이 우리나라에서 가장 긴 4개 회사(A, B, C, D)로부터 24시간 내에 가공처리하여 진공포장한 냉장등심(regular type loin) 부위를 아이스박스에 넣어 냉장온도를 유지하면서 실험실로 수송하였다. 수송즉시 2개 회사의 제품(A, B)은 $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서, 나머지 2개 회사의 제품(C, D)은 $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하며 실험을 수행하였다. 저장 중 온도변화는 온도기록계(thrmocouple)를 이용하여 저장 전 기간 동안 자동 기록하였다.

(2) 냉동 삼겹살

한국시장에 수입되어 유통중인 덴마크, 캐나다, 핀란드, 벨기에산 냉동삼겹살을 구입하여 사용하였으며, 이들 제품은 현재 우리나라에서 수입업자들이 가장 선호하는 각국별 팩커들의 제품이다. 수입 냉동 삼겹살은 가공일로부터 덴마크산이 110일, 벨기에산이 72일, 핀란드산이 105일, 캐나다산이 129일 경과된 것으로 동일 조건하에서 냉동창고에 보관하며($-20\pm 1^{\circ}\text{C}$) 사용하였으며, 한국산 2종은 가공직후 구입하여 -20°C 에서 30일간 저장한 후 사용하였다.

(3) 진공포장 냉장 뒷다리육

일본으로 수출하고 있는 4개 회사(A, B, C, D)로부터 24시간 내에 가공 처리하여 진공포장한 냉장 뒷다리육(신다마부위) 부위를 아이스박스에 넣어 냉장온도를 유지하며 실험실로 수송한 후, A와 B회사의 제품은 $0 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서, C와 D회사 제품은 $2 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 저장하며 실험을 수행하였다. 저장 중 온도변화는 온도기록계(thrmocouple)를 이용하여 저장 전 기간 동안 자동 기록하였다.

2. 실험항목 및 방법

(1) 일반성분

시료의 일반성분은 AOAC(1998)방법에 준하여, 수분은 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 회화법을 이용하여 측정하였다.

(2) 미생물검사

APHA(1985)와 AOAC(1995)의 방법을 이용하여 총균수, 혐기성 미생물, 내냉성 미생물, 대장균군, 젖산균 등을 수행하였다.

(3) 물리·화학적성분 분석

① pH

pH 측정기(Model 5985-80 Digei-Sense, Cole-parmer Instrument Co., USA)를 이용하여 측정하였다.

② 육색

Chroma Meter(Model CR-210, Minolta Co., Japan)를 사용하여 CIE system의 L^* , a^* , b^* 값을 측정하였으며, 밝은 부위와 어두운 부위간의 색차 분석(total color difference, ΔE^*)은 다음과 같은 식을 이용하여 측정된 두 색 사이의 종합적인 차이를 분석하였다.

$$\Delta E^* = \sqrt{(L1^* - L2^*)^2 + (a1^* - a2^*)^2 + (b1^* - b2^*)^2}$$

③ 근내지방함량

등심의 겉부분 지방을 전부 제거하고, 배최장근만을 채취하여 조지방함량을 Soxhlet법을 이용해 분석하였다.

④ 지방산조성 분석

지방산조성의 분석을 위하여 Park 등(1994)의 방법을 이용하여 분석하였다.

⑤ 육즙손실

가) Purge loss

저장된 시료의 포장전 무게를 측정하고(A), 포장을 개봉한 후 포장재의 무게를 측정하고(B), 포장내에 유출된 드립을 제거한 후 시료의 무게를 측정(C)하여 산출하였다.

$$\text{Purge loss(\%)} = \frac{(A - B - C)}{(A - B)} \times 100$$

나) Thawing loss

냉동상태의 삼겹살을 동일 위치에서 일정한 크기로 잘라 무게를 측정하고(A), 폴리에틸렌백에 넣어 4℃ 냉장고에서 24시간 동안 해동시킨 후 발생한 드립을 제거한 후 시료의 무게(B)만을 측정하여 산출하였다.

$$\text{Thawing Loss(\%)} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

다) 조리감량

시료를 2cm두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고(A), 알루미늄 호일에 싸서 외부온도 200℃인 오븐을 이용하여 심부온도가 70℃에 도달할 때 까지 조리한 후 식힌 다음 시료의 무게를 측정하여(B) 산출하였다.

$$\text{Cooking loss(\%)} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

⑥ TBA & VBN

TBA는 Witte 등(1970)의 방법을 이용하였으며, VBN은 Conway법(이와성, 1989)을 이용하였다.

(4) 관능검사

등심과 뒷다리육은 시료를 심부온도 70℃까지 오븐에서 익히고 겉부분을 제거한 후에 일정한 모양으로 잘랐고 삼겹살은 전기 프라이팬을 이용하여 3분 동안 가열한 후 삼점검사와 척도묘사분석에 이용하였다. 한편, 일본시

장에 유통중인 등심에 대한 관능검사는 후생성기준(1996)에 의해 수행하였다.

(5) 통계분석

통계분석은 SAS(1995)프로그램을 이용하여 분산분석을 수행하였고, 평균간 유의성 검정은 Duncan의 Multiple range test로 처리간의 결과 차이를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 진공포장 냉장 등심

일본으로부터 미국, 대만, 덴마크(냉동육), 캐나다, 한국산 진공포장 냉장 돈육의 등심 부위를 구입해서 일반성분, 육색, pH, 지방산, 근내지방함량 분석, 미생물검사 및 관능검사를 실시하였다. 일반성분분석 결과, 조희분을 제외하고 수분, 단백질, 지방에 있어서 차이가 나타났는데, 이는 가공정도의 차이에 기인한 것으로 사료된다. 육색에 있어서 한국산과 미국산이 다소 어두웠고, 캐나다산이 다소 밝게 나타났다. pH의 경우 덴마크산이 PSE 수준(5.16)을 보였고 미국산이 다소 높아 DFD수준(6.12)을 보였으며 다른 나라들은 모두 정상적인 pH를 나타냈다. 지방산조성에 있어서는 캐나다산과 한국산이 다른 나라보다 많은 불포화지방산을 함유하고 있었다. 근내지방함량에 있어서는 각국간에 유의적인 차이가 없었다. 미생물검사 결과, 내냉성 미생물은 도살 후 30일이 경과한 미국산과 캐나다산, 25일이 지난 대만산이 부패초기단계(10^7 CFU/cm²)를 보였고, 18일이 경과한 한국산은 10^3 CFU/cm²으로 양호했다. 냉동육인 덴마크산 돈육은 10^3 CFU/cm²으로 미생물수가 대단히 적었다. 관능검사결과 품미에 있어서는 차이가 없는 것으로 나타났고, 연도에 있어서는 미국산이 가장 점수가 좋았고 덴마크산이 가장 나쁘게 나타났다. 덴마크산은 다른 나라에 비해 특히 낮았는데 이는 해동강직으로 인한 것으로 사료된다. 다즙성에 있어서도 미국산이 점수가 가장 좋게 나타났고, 덴마크산이 가장 나쁘게 나타났다. 다즙성 역시 덴마크산이 특히 낮았는데 이는 해동 시 삼출로 인한 것으로 생각된다. 한편, 한국산은 연도와 다즙성에 있어서 덴마크를 제외하고 점수가 가장 낮았는데 특히 다즙성에 있어서 덴마크산과 같이 분류될 정도로 낮았다.

일본으로 수출되는 진공포장 냉장 등심을 5개 회사(A, B, C, D, E)로부

터 동일날짜에 각 가공장에서 가공하여 일본으로 선적, 수송하여 0℃ 냉장고에 넣어 보관한 후 조사하였다. A, B, C, D회사 돈육은 위생적으로 최대한 청결하게 생산하였고, E 회사의 돈육은 통상적인 위생상태에서 생산되었다. TTC(2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride)는 통관 후(가공일로부터 14일차)부터 50일까지 저장 시 모든 회사의 시료에서 음성으로 나타났다. 총균수는 A, B, C, D회사의 등심은 50일까지 10^8 CFU/cm²미만으로 나타나 후생성 검사기준에는 적합하였으나, E회사 시료의 경우는 30일차에 10^7 CFU/cm²을 훨씬 넘는 수준인 것으로 미루어 약 35일 이내에 10^8 CFU/cm²을 초과할 것으로 예상된다. VBN은 A, B, D회사 시료의 경우 $P<0.01$ 수준에서 저장기간에 따른 증가 추세를 보였고, C회사 시료는 $P<0.05$ 수준에서 저장기간에 따라서 유의적인 차이를 보였다. E 회사 시료는 $P<0.001$ 수준에서 VBN 값이 저장기간이 증가함에 따라서 증가하는 추이를 나타내었다. 수출용 진공포장 냉장 돈육의 pH는 통관직후인 14일에 5.43~6.00의 범위를 나타내었다. 관능검사는 위생상태를 개선시킨 4개회사(A, B, C, D)의 제품은 0℃ 저장시 모두 색깔, 외관, 드립상태는 40일까지 양호하게 나타났다. 그러나, 저장기간이 경과하면서 A와 D회사 시료의 경우 40일차에, B와 C회사 시료는 50일차에 이취가 발생하였다. 따라서 이상의 미생물학적, 이화학적, 관능학적 결과를 종합적으로 고려할 때 한국산 진공포장 냉장 돈육의 가식기간은 위생수준이 개선된 가공장으로부터 생산된 돈육은 40~50일 이내로서, 여기에 안전계수 0.8을 곱하면 유통기한(품질보존기간)은 A, D회사 돈육의 경우 32일, B, C 회사 돈육은 40일 이내로 평가할 수 있다. 반면 통상적 위생상태로 생산된 E회사의 제품은 가식기간이 30일로 나타나, 유통기한은 24일밖에 안되는 수준인 것으로 나타났다.

국내산 수출돈육의 유통기한을 설정하고 품질기초자료로 활용하기 위해 4개회사의 진공포장 냉장등심을 $0\pm 1^\circ\text{C}$ (A와 B회사), $2\pm 1^\circ\text{C}$ (C와 D회사)에서 저장하며 실험을 수행하였다. 일반성분 분석결과 수분, 단백질, 조지방은 유의차가 없었지만 조지방은 마블링정도가 양호한 A 회사의 제품이 2.61%로 유의적인 차이가 나타났다($P<0.05$). 미생물 변화를 보면, 총균수에서 저장 30일까지는 전 시료가 1×10^7 CFU/cm²을 넘지 않았다. 유통기한은 0℃에서 저장한 경우, 33~42일로 나타났고, 2℃에서 저장한 시료는 26~34일로 예측되었다. 이때 이용된 회귀방정식의 결정계수(R^2)은 총균수의 경우 0.8690~0.9553, 내냉성 미생물은 0.7634~0.8532, 혐기성 미생물은 0.7140~0.9203이었다. TBA는 저장 온도에 상관없이 저장 전 기간 중에 0.196~

0.260ppm으로 큰 변화가 나타나지 않았다. VBN은 저장초기에는 7.47~8.40mg/100g이었으나 저장 50일째에는 17mg/100g을 초과하지 않았다. pH는 저장 전 기간 동안 5.36~5.99로 정상적인 범위에 있었다. 전체적으로 백색도는 52.35~61.02, 적색도는 14.76~17.42, 황색도는 7.28~10.26의 범위로 나타났다. Purge loss는 0.60~7.13% 수준이었는데, B 회사의 등심에서 가장 많은 것으로 나타났지만 유의적인 차이는 없었다. 조리감량은 전체적으로 37.77~54.56%이었고, A 회사 등심의 조리감량이 비교적 높게 나타났다. 조리육의 관능검사 결과, 0일째에는 냄새, 풍미, 연도에서 우수한 점수를 받은 B회사의 돈육이 전체적인 기호성이 가장 좋았고, 20일째에는 풍미, 다즙성, 연도에서 좋은 점수를 받은 C 회사의 돈육의 기호성이 가장 좋았다.

2. 냉동삼겹살

일반성분 결과, 수분은 32.02~56.69%, 조단백질은 9.75~19.91%, 조지방은 19.37%~59.75%수준인 것으로 나타났다. 총균수는 수입산 삼겹살의 경우 $1.40 \times 10^2 \sim 2.83 \times 10^2$ CFU/cm² 수준으로 나타났고, 국내산 삼겹살은 $5.87 \times 10^3 \sim 6.73 \times 10^3$ CFU/cm²으로 나타났다. 수입산의 경우 -20℃에서 72~129일 이상 저장하였고, 국내산 삼겹살은 30일간 냉동하였기 때문에 미생물 수준이 크게 차이가 나타났는데 이는 Lowry와 Gill 등(1985)이 보고한 결과와 일치하였다. Robinson(1985)은 초기미생물이 10⁶CFU/cm² 이상인 경우에 -29℃에서 냉동저장 1개월에는 10⁴CFU/cm²로 저하되었고, 2개월 후부터 4개월까지는 10³CFU/cm²수준으로 저하되었다고 보고하였다. TBA값은 0.31~0.72ppm 범위로 나타났으며, 유의적인 차이는 없었다(P>0.05). VBN은 9.43~15.28mg%수준으로 나타났으며 P<0.001수준에서 유의적인 차이가 나타났다. 4개국에서 수입된 냉동삼겹살은 12.12mg%이하의 수준인 반면에, 한국산인 KB1은 가공일로부터 30일 밖에 경과하지 않았음에도 불구하고 15.28mg%로 나타나 처리구중에서 가장 높았다. pH는 5.68~6.55수준이었고, P<0.001수준에서 유의적인 차이가 인정되었다. 해동감량은 0.49~4.02%로 시료간 큰 범위의 차이를 보였으며, 덴마크산 삼겹살이 다른 시료들과 유의적인 차이를 보였다(P<0.05). 또한 벨기에산 삼겹살도 덴마크산 보다는 적지만, 다른 시료들 보다 해동감량이 많았는데 이는 수분함량이 각각 56.69%, 53.79%로 비교적 높은 수준이었기 때문인 것으로 생각된다. Taylor와 Dant(1971)는 급속냉각은 완만냉각과 비교시 드립양이 2~3배 감소하나, 부분냉동(partial freezing)은 4배 증가한다고 보고하였는데, 각 나

라에서 생산된 삼겹살의 냉동조건과 저장기간 및 조건 등도 종합적으로 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 색차분석(ΔE^*)은 37.15~50.11 수준으로 높게 평가되었는데, 이러한 차이는 지방에서 백색도가 높고, 적육에서 적색도가 높은 데 기인한다. 전체 포화지방산은 34.71~45.96%로 벨기에산과 덴마크산 삼겹살이 유의적으로 낮았으며, 상대적으로 불포화지방산은 54.04~65.29%로 두 나라의 삼겹살이 유의적으로 높았다($P<0.01$). 신선육의 경우 기호성은 캐나다산 삼겹살이 가장 우수하였는데, 이는 외관상 삼겹이 뚜렷했으며, 드립삼출이 적고, 이취가 적게 나는 것으로 평가되었기 때문이다. 또한 벨기에산 삼겹살은 4.14로 가장 낮은 점수를 받았는데 벨기에산 삼겹살은 조지방 함량이 적었기 때문이다. 조리육의 경우 전체적인 기호성을 보면, 벨기에산 삼겹살이 가장 우수하였는데, 그 이유는 풍미가 다른 삼겹살에 비해 우수하였고, 조리육색도 판능검사자들에게 좋은 점수를 받았으며 연도도 우수하였기 때문이다.

3. 진공포장 냉장 뒷다리육

뒷다리육의 일반성분은 수분이 75.36~76.57%, 조단백질은 19.26~21.08%, 조지방은 1.40~3.69%, 조회분은 1.03~1.13%이었다. 총균수는 초기에 $3.72 \times 10^3 \sim 1.15 \times 10^4 \times \text{CFU}/\text{cm}^2$ 이었다. 회귀방정식을 이용하여 유통기한을 예측하면 0℃에서 저장한 시료는 32~37일, 2℃에서 저장한 시료는 27일에 $10^6 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 에 도달하였다. 0℃에서 저장한 경우에 혐기성 미생물과 내냉성 미생물의 결정계수는 0.543~0.8445로 나타난 데 반해, 총균수의 결정계수는 0.8624~0.9515로 높은 수준이었다. 2℃에서 저장한 시료는 총균수, 내냉성 미생물, 혐기성 미생물에서 모두 0.7914 이상으로 나타났다. 등심과 비교하여 볼 때, 전체적으로 유통기한이 짧게 평가되어 졌는데, 이는 가공공정에서 뒷다리육을 네 개의 수출용 부분육으로 분할하기 위해서 더 많은 작업자의 손을 거치기 때문에 이 과정에서 미생물의 오염이 더 있을 것으로 추정되어 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. TBA는 0.192~0.264로 저장 전 기간 동안 큰 차이가 나타나지 않았다. VBN은 50일째에 0℃에서 저장한 시료는 12.14~14.01mg/100g으로 낮았으나, 2℃에서 저장한 시료는 산패기준인 20mg을 모두 넘어 섰다($P<0.01$). VBN을 기준으로 하여 유통기간을 평가할 수 있도록 회귀방정식 및 회귀곡선을 산출한 결과 결정계수는 0℃에서 저장한 시료는 0.3822~0.6555로 미생물을 기준으로 한 경우보다 상대적으로 낮았으며, 등심의 경우보다도 낮은 것으로 나타났다. pH는 등심부위보다 높은 수준인 5.71~6.50으로 나타났다. 뒷다리육의

밝은 부위와 어두운 부위의 색차분석(total color difference, ΔE^*)을 수행한 결과, 전체적으로 B회사의 뒷다리육이 낮은 색차이를 보였지만, 관능검사 결과 중 색깔항목에서 D회사 제품이 저장 0일과 20일에 각각 6.67, 8.40으로 가장 좋은 점수를 얻었기 때문에 D회사 시료의 색차이(ΔE^*)조건이 가장 바람직한 것으로 사료되었다. 육즙손실에서 purge loss는 초기에 1.23~1.98%이었으나, 50일째에는 2.83~10.59로 시료간 편차가 컸다. 조리감량은 33.86~56.24%로 나타났다. 관능검사 결과, 조리육의 경우 0일째에는 B회사 뒷다리육이 모든 항목에서 우수한 점수를 받아 가장 기호성이 좋았고, 20일째에는 전 시료에서 기호성의 차이가 크게 나지 않았다.

IV. 참고문헌

- 1.AOAC. 1995. Standard Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- 2.APHA. 1985. Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 15th ed., Richardson, G. H.(eds). Am. Pub. Health Assoc., Washington, D.C.
- 3.Lowry, P. D. and Gill, C. O. 1985. Microbiology of frozen meat and meat products. Robinson, R. K.(eds), Elsevier Applied Science Publishers. London and NY, p. 128
- 4.Park, P. W. and Goins, R. E. 1994. In *나서* preparation of fatty acid methyl ester for analysis of fatty acid composition in foods. J. Food Sci. 59:1262
- 5.Robinson, R. K. 1985. Microbiology of frozen foods. Elsevier Applied Science Publishers. London and NY, p. 109
- 6.SAS. 1995. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.
- 7.Taylor, A. A and Dant, S. J. 1971. Influence of carcass cooling rate on drip loss in pig meat. J. Food Tech. 6:131
- 8.Witte, V. C., Krause, G. F. and Bailey, M. E. 1970. A new extraction for determining 2-thioarbituric acid values of pork and beef during storage. J. Food Sci. 35:582
- 9.이유방, 성삼경, 1986. 식육과 육제품의 분석실습. 선진문화사
- 10.厚生省, 1996. 食品等日付係表示基準改正伴期限設定方法. 衛乳第262號