

고품질 돈육 생산을 위한 고온증기세척수의 최적 조건 설정

양한술 · 정진연 · 문상훈 · 박구부 · 주선태

경상대학교 동물자원과학부, 경상대학교 농업생명과학연구원

Establishment of an Optimal Washing Condition of a High Temperature Steaming System for the Production of High Quality Pork

H. S. Yang, J. Y. Jeong, S. H. Moon, G. B. Park and S. T. Joo

Department of Animal Science, Gyeongsang National University,
Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the efficacy of different water temperatures and time of spray-washing on the removal of bacteria contamination from surface of pork carcass and to obtain better meat quality with high temperature steam between 60 to 90°C for the time ranged from 10 to 60 sec. Results showed that total plate counts were significantly decreased with increasing steam temperature (P<0.05). Similar results were found with the spray time (P<0.05). The lightness (CIE L*) value was significantly increased in both loin and ham cuts over 80°C (P<0.05). Ultimate pH of muscle and water-holding capacity were decreased with increasing steam temperature (P<0.05). There was a significant difference in solubility of sarcoplasmic protein between 70°C and 80°C of the steam treatments with higher value at 70°C (P<0.05). Again, longer than 30 sec spray at 70°C steam, the lightness value of pork was significantly increased (P<0.05), while pH and water-holding capacity of muscle were significantly decreased (P<0.05). Therefore, a desirable pork quality would be achieved with spray-steam washing at 70°C for 20 sec on pork carcass.

(Key words : Pork quality, Washing condition, Hot steam water, Total plate count)

I. 서 론

우리나라는 위생적인 냉장돈육 가공기술의 부족으로 인한 한국산 돈육은 미생물학적 안전성이 확보되지 않아 대일돈육 수출량의 대부분이 냉동육으로 수출되었을 만큼 저품질로 인식되어 국제시장에서 낮은 가격에 유통되고 있는 실정이며, 국내의 영세한 돼지 도축장의 열악한 도축가공으로 수출냉장돈육의 유통기간이 짧은 것이 현실이다(한국육류유통수출입협회, 2000). 육의 유통기간과 품질에 영향을 미치는 복잡한 미생물들을 발견 이후 도축과정이나 해체과정

동안의 초기 미생물의 오염 범위는 육의 저장성에 영향을 미치며(Lambert 등, 1992), 인체에 들어가는 식중독의 원인이 됨을 확인하였다(Kilsby와 Pugh, 1981).

식육에서는 여러 가지 미생물들이 발견되는데, 도축과정이나 해체과정 동안 오염된 초기 미생물의 정도는 식육의 저장성에 영향을 미치며, 식육에서 가장 많이 발병하는 식중독의 유발은 *Escherichia coli* O157:H7 같은 병원성 미생물로 도축과정 및 해체과정 동안 내장 또는 가죽으로부터 도체에 오염된다(Reagan 등, 1996). 이러한 병원성 미생물의 오염을 방지하기 위해

Corresponding author : Seon-Tea Joo, Department of Animal Science, College of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, 900 Gajwa-dong, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea. Tel : 82-55-751-5511, Fax : 82-55-756-7171, E-mail: stjoo@gnu.ac.kr

도체 및 식육의 살균을 위한 장비의 설치가 미생물학적 안전성과 관련하여 끊임없이 연구되어 왔으며, 도축 공정에서 식육의 안전성에 대하여 오염원을 제거시킬 수 있는 다양한 물리·화학적 처리기술이 제안되었다(USDA, 1996). 즉, 도체의 오염을 감소시킬 수 있는 물리적인 방법으로 도축공정에서 털, 내장적출시 진공온수와 증기를 이용하면 미생물의 성장을 억제시킬 수 있으며(Gill과 Bryant, 1997), 고압 세척, 저압 세척 및 병행하여 사용할 경우, 미생물 오염을 줄일 수 있다고 보고하였다(Biss와 Hathaway, 1995). 또한 많은 수의 미생물을 접촉한 도체나 부분육에 고온이나 증기($\geq 80^{\circ}\text{C}$, 10 sec)를 처리할 경우 3중 또는 그 이상의 미생물을 줄일 수 있다(Dorsa 등, 1998).

그러나 Gill과 Bandoni(1997)은 소 도체에 고온 살수의 경우, 처리하지 않은 대조구와 비교하여 관능적 육색의 평가에서 밝아지거나 어두어지는 것을 확인하였으며, 사후 24시간 저장 후 빠른 변색을 보여 육질에 나쁜 영향을 미친다고 하였다. 또한, 도체 표면에 미생물을 접촉하여 10초 이상의 시간과 83°C 이상의 온도를 처리하면 미생물의 수를 현저히 줄이지 못하며, 80°C 이하의 온수를 살포시 실질적으로 생존한 미생물들이 증가시키는(Smith와 Davey, 1990) 등 미생물학적 또는 육질에 부정적인 면들도 보고되고 있다.

따라서, 고품질의 국내산 돈육 생산을 위하여 도체공정에 있어 육질에 영향을 미치지 않으며, 미생물 오염도를 최소화할 수 있는 최적의 고온증기 세척수의 분무온도 및 처리시간을 설정하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

최적의 고온증기 세척수의 분무온도 및 처리 시간 설정을 위하여 부정양돈농협에서 일일 생산되는 탕박 도체 중 이상육(PSE육)이라 판단되는 도체를 제외한 정상육 70두를 공시하였다. 온도조절이 가능한 고압세척기(KF, Tecnomec, Italy, 노즐압력: 170bar, 토출량: $13\ell/\text{min}$)를 이

용하여 도축 30분경에 좌도체는 세척하여 처리구로, 우도체는 세척하지 않은 대조구로 이용하였다. 이때 고압세척기의 분무압력은 미생물수의 변화에 영향을 미칠 수 있기에 2m의 거리를 유지하여 세척하였다. 먼저 미생물 오염도를 줄일 수 있는 증기온도를 설정하고자 증기온도($60, 70, 80$ 및 90°C)에 20초간 분무한 후 도체표면 및 복강지방쪽 미생물수의 변화를 조사한 다음, 80°C 분무온도에서 처리시간(10, 20, 30 및 60초)별로 도체표면 및 복강내 미생물수의 변화를 측정하였다. 이때 돼지도체 표면 미생물수의 변화는 고온증기 세척수의 분무직후 측정하였다. 미생물오염도 측정이 끝난 돼지 도체는 육질평가를 위하여 도체온도를 낮추기 위하여 급속 냉각터널을 통과후 4°C 예냉실에서 24시간 냉각 후 등심과 뒷다리 부위를 분리하여 육색, pH, 보수력(육즙감량) 및 단백질용해성 등을 측정하였다.

2. 조사항목

돼지도체의 총세균수는 반도체의 체외부에서 복강쪽 및 체외표면 부분을 측정하였다. 미생물 채취는 Swab법을 이용하여 10cm^2 의 template를 대고 멸균시킨 면봉으로 일정한 횡수와 방향으로 문지른 후 멸균 희석수에 넣고 적절한 비율로 희석하였으며, 희석액을 페트리필름 배양지법(Aerobic Count Plate Petrifilm, 3M Health Care, USA)을 사용하여 aerobic pertifilm에 1ml를 접종하여 2일간 배양한 후 균락수를 계수하였다.

육색(CIE value)은 Color-meter(CR-310, Minolta, Japan)를 이용하여 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 사용한 표준판은 $Y = 93.5$, $x = 0.3132$, $y = 0.3198$ 의 백색타일을 사용하였다. pH는 시료 3g을 채취하여 증류수 27ml와 함께 homogenizer(IKT, T25-B, Malaysia)로 14,000 rpm에서 10초간 균질시킨 후 pH-meter(MP230, Mettler, Switzerland)로 측정하였다. 가열감량은 직경 50mm 코어를 이용하여 시료를 채취 후 무게를 측정하고, 지퍼팩($10 \times 15\text{cm}$)을 이용하여 샘플을 담은 후 육심부 온도 70°C 에서 15분간 가열한 다음 냉각시켜 감량된 무게를 측정하였다. 육즙감량은

직경 50 mm 코어를 이용하여 시료를 채취 후 무게를 측정하고, 뚜껑이 있는 플라스틱 상자 (18×15×10 cm)에 매달아 48시간 냉장상태(4℃)에서 저장 후 육즙의 감량을 백분율로 산출하였다. 육즙감량(%)=(A-B)/A×100(A: 처리전 육의 중량, B: 처리 후 육의 중량). 단백질 용해성은 Helander(1957)의 방법을 이용하여 총단백질과 근장단백질 용해성을 측정하였다. 근장단백질은 근육 1g을 0.025 M potassium phosphate buffer (pH 7.2) 10 ml에 넣고 균질하여 4℃에서 24시간 흔들어 준 후, 1,500 g에서 20분간 원심분리를 시전한 다음, 상층액의 단백질 농도를 뷰렛반응에 의해 측정하였다. 총단백질은 근육 1g에 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 7.2)에 1.1 M potassium iodide 혼합용액 20 ml을 사용하여 균질한 후 4℃에서 24시간 흔들어 준 후, 1,500 g에서 20분간 원심분리를 시전한 다음, 상층액의 단백질 농도를 뷰렛반응에 의해 측정하였다. 근원섬유단백질 농도는 총단백질과 근장단백질용해도 차이에 의해 계산하였다.

3. 통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC(1997)을 이용

한 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 처리구에 따른 비교는 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 고온증기 세척수의 분무온도 및 처리시간이 총세균수 감소에 미치는 영향

세척수의 온도가 돼지도체 체외표면 및 복강쪽의 총균수 변화를 Table 1에서 나타내었다. 우리나라 도축장에서 보편적으로 이루어지고 있는 최종 도체 세척과 유사한 일반물(지하수)을 이용하여 10℃ 물로 30초 동안 세척한 결과 분무전과 비교하여 분무후 미생물수가 감소하나, 감소폭이 적으며, 이와 반대로 고온증기 세척수의 분무시 처리전과 비교하여 모든 온도범위내에서 표면미생물 수는 약 2~3 log 정도로 감소하였다. 특히 복강쪽 총균수의 변화는 세척온도가 증가할수록 감소 차이를 보여준다 (P<0.05). 그러나 80℃ 이상의 분무온도에서는 총균수간의 유의적인(P>0.05) 차이를 보이지 않은 것으로 미루어 미생물수의 감소만을 생각한다면 80℃의 분무온도가 적당할 것으로 판단된다. Kochever 등(1996)은 양도체에 고온증기세

Table 1. Effect of washing water temperature on total plate count (log CFU/cm²) of pork carcass surface

Treatments ¹⁾	Total plate count (log CFU/cm ²)	
	Before washing	After washing
Water ²⁾	4.68 ± 0.10	3.53 ± 0.21
Abdominal cavity	60℃	4.69 ± 0.07
	70℃	4.63 ± 0.10
	80℃	4.90 ± 0.43
	90℃	5.02 ± 0.11
Skin fat	60℃	4.27 ± 0.56
	70℃	4.34 ± 0.71
	80℃	4.41 ± 0.64
	90℃	4.55 ± 0.27

Results are expressed as means ± SD.

^{A-C} Means in the same column with different superscript letters are significantly different (P<0.05).

¹⁾ Washing was applied for 20 seconds.

²⁾ Normal water spray washing (10℃, 30 sec).

척수로 세척시 미생물수를 감소시키며, 세척 온도가 증가할수록 감소효과가 크다고 보고하였으며, 소도체에 80℃의 고온 세척시 표면미생물수를 줄일 수 있으며(Barkate 등, 1993) 또한 99%까지 대장균군수를 줄일 수 있다는 보고와 일치하였다(Smith와 Graham, 1978). 고온 증기 세척수의 처리시간에 따른 총균수의 변화는 Table 2에서 나타내었다. 분무전과 비교하여 분무후 미생물 수가 감소하였으며, 세척시간이 증가할수록 낮은 표면미생물 수를 나타내었다 ($P<0.05$). 복강 및 체외지방쪽의 표면미생물 수는 80℃의 고온증기로 20초 세척시 미생물수 감소에 효과적이나($P<0.05$), 30초 이상의 분무 시간에서는 미생물수의 차이가 인정되지 않아 ($P>0.05$), 약 20초 정도의 고온증기처리가 적합할 것으로 판단된다. 따라서 일반적으로 사용되는 세척수는 돼지도체 오염원을 제거시키는데 한계가 있을 것으로 판단되는 바, 고온증기 세척수를 이용한 도체표면 세척시 미생물 오염방지 및 돈육의 저장성에 기여할 것으로 판단된다.

2. 돼지도체의 고온증기 세척수의 분무온도가 돈육질에 미치는 영향

돼지도체에 고온증기 세척수의 분무온도가

돈육의 육색, pH 및 육즙감량에 미치는 영향을 Table 3에서 나타내었다. 일반적으로 도축 후 돼지도체의 온도가 상승하면 근육의 사후대사 속도가 높은 온도에 의해 가속되는 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 그 결과 육단백질의 변성에 기인하여 육색이 창백해지고 조직이 단단하지 못한 것으로 보고되고 있다(Briskey, 1964). 본 실험 결과, 등심과 뒷다리 부위 모두 고온증기 세척수의 분무온도가 증가할수록 명도 값은 증가하였다. 특히 90℃의 고온일 때 유의적으로 높은 명도 값을 보여준다($P<0.05$). 그러나, 80℃의 경우, 비록 명도 값은 60℃ 및 70℃와 차이를 보이지 않으나($P>0.05$), 등심 및 뒷다리 부위에서 적색도 값은 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). Ellebracht 등(1999)은 소 도체에 각각 82℃ 및 95℃의 침지 처리하여도 육색에 영향이 없는 것으로 보고하였으나, Gill과 Badoni (1997)는 세척수의 온도와 분무시간이 증가할수록 높은 명도 및 낮은 적색도 값을 보이며, 85℃에 침지하였을 때 육색의 변화가 있었다는 보고와 유사한 결과이다. pH 측정 결과, 세척수의 온도가 증가할수록 근육의 최종 pH는 감소하였다($P<0.05$). 특히 등심은 90℃ 고온증기 세척시 낮은 pH 값을 나타내며, 뒷다리는 80℃의 고온증기 세척수 분무시 60℃ 및 70℃의 분

Table 2. Effect of washing time on total plate count (log CFU/cm²) of pork carcass surface

Treatments ¹⁾	Total plate count (log CFU/cm ²)	
	Before washing	After washing
Water ²⁾	4.71 ± 0.24	3.29 ± 0.21
Abdominal cavity	10 s	4.24 ± 0.62
	20 s	4.34 ± 0.27
	30 s	4.09 ± 0.33
	60 s	4.21 ± 0.48
Skin fat	10 s	4.21 ± 0.34
	20 s	4.30 ± 0.24
	30 s	4.19 ± 0.36
	60 s	4.47 ± 0.47

Results are expressed as means ± SD.

^{A-B} Means in the same column with different superscript letters are significantly different ($P<0.05$).

¹⁾ Washing was applied at a temperature of 80℃.

²⁾ Normal water spray washing (10℃, 30 sec).

무온도보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다 ($P<0.05$). 이와 같은 결과는 80°C 이상의 고온 증기로 돼지 도체를 세척할 경우, 등심보다 뒷다리 부위가 더욱 사후 해당작용이 빠르게 일어난 것으로 추정되는데, 등심에 비해 뒷다리 부위의 근육이 크고 많아 심부온도가 더욱 높은 것에 기인한 것으로 사료된다. 또한 육즙감량의 경우, 고온증기 세척수의 분무온도가 증가할수록 높은 육즙감량을 보였으나 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 단백질용해성 결과를 Table 4에서 나타내었다. 등심에 있어 고온증기 세척수의 분무온도에 따라 근원섬유단백질 용해성은 유의적인 차이가 나타나지 않았지만($P>0.05$), 근장단백질은 세척수의 분무온도가 증가함에

따라 단백질용해성이 감소하였다($P<0.05$). 이와 같은 결과는 뒷다리 부위에서도 동일하게 확인되었는데, 뒷다리 부위는 80°C의 세척수로 처리한 것이 60°C 및 70°C 처리보다 낮은 근장단백질용해성을 보여준다. 일반적으로 육단백질의 용해성은 단백질 변성이 이루어지면 감소하며(Sayre와 Briskey, 1963), 단백질용해성은 육의 보수력과 밀접한 관련이 있다(Joo 등, 1999). 따라서, 본 실험에서 얻은 이 같은 결과는 돼지 도체를 고온의 증기로 세척하면 돈육단백질의 변성이 초래될 수 있으나, 70°C 이하의 고온증기 세척수로 분무시 육단백질의 변성을 일으키지 않는 범위에서 도체 표면 미생물수를 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

Table 3. Effect of washing water temperature on color (CIE value), pH and drip loss (%) of pork

Treatments	L*	a*	b*	pH	Drip loss	
Loin	60°C	49.33 ± 0.56 ^B	11.25 ± 2.00 ^A	6.51 ± 1.75	5.73 ± 0.04 ^A	3.60 ± 1.08
	70°C	49.85 ± 0.48 ^B	9.64 ± 0.96 ^{AB}	6.79 ± 0.73	5.70 ± 0.06 ^A	3.59 ± 1.17
	80°C	50.19 ± 0.94 ^B	9.09 ± 0.53 ^B	6.40 ± 1.10	5.66 ± 0.03 ^B	4.02 ± 2.36
	90°C	52.87 ± 1.02 ^A	9.11 ± 0.58 ^B	5.39 ± 0.66	5.62 ± 0.04 ^B	4.07 ± 1.84
Ham	60°C	47.66 ± 0.21 ^B	15.36 ± 1.43 ^A	6.01 ± 1.38	5.72 ± 0.16 ^A	2.13 ± 0.97
	70°C	47.89 ± 0.46 ^B	15.46 ± 1.48 ^A	5.94 ± 1.58	5.71 ± 0.06 ^A	2.39 ± 1.49
	80°C	48.29 ± 0.79 ^{AB}	13.31 ± 1.73 ^B	5.67 ± 1.71	5.63 ± 0.04 ^B	2.84 ± 0.46
	90°C	49.69 ± 1.26 ^A	12.79 ± 2.53 ^B	4.92 ± 1.18	5.64 ± 0.08 ^B	3.01 ± 0.58

Results are expressed as means ± SD.

^{A-B} Means in the same column with different superscript letters are significantly different ($P<0.05$).

Table 4. Effect of washing water temperature on protein solubility of pork (mg/g)

Treatments	Total protein solubility	Sarcoplasmic protein solubility	Myofibrillar protein solubility	
Loin	60°C	196.24 ± 1.25 ^A	58.88 ± 3.43 ^A	137.36 ± 2.38
	70°C	193.21 ± 2.53 ^{AB}	53.44 ± 1.85 ^B	139.77 ± 3.06
	80°C	190.65 ± 2.47 ^B	51.26 ± 2.08 ^B	139.36 ± 2.44
	90°C	187.89 ± 2.06 ^C	44.63 ± 2.74 ^C	143.26 ± 3.97
Ham	60°C	196.08 ± 2.07 ^A	59.26 ± 2.96 ^A	136.82 ± 3.04
	70°C	195.32 ± 2.92 ^{AB}	56.41 ± 2.12 ^{AB}	138.91 ± 1.88
	80°C	192.87 ± 1.23 ^B	52.30 ± 2.31 ^B	140.57 ± 1.65
	90°C	189.34 ± 1.15 ^B	47.86 ± 1.26 ^C	141.48 ± 4.01

Results are expressed as means ± SD.

^{A-C} Means in the same column with different superscript letters are significantly different ($P<0.05$).

3. 돼지도체의 고온증기 세척수의 처리시간이 돈육질에 미치는 영향

돼지도체의 고온증기 세척수의 처리시간에 따른 육색, pH 및 육즙감량의 결과를 Table 5에서 나타내었다. 70℃의 고온증기 세척수를 이용하여 처리시간을 달리하였을 경우, 등심의 명도(L*) 값은 처리시간이 길어질수록 증가하였다(P<0.05). 이 같은 경향은 뒷다리 부위에서도 유사하게 나타났는데, 이는 70℃의 세척수를 이용하여 돼지도체를 세척할 경우 20초 이상이 경과하면 돈육의 육색이 부정적으로 변화할 수 있다는 것을 의미한다. 특히 등심의 경우 명도 값의 변화와 같은 경향으로 30초 처리

시 적색도(a*) 값이 유의적으로 감소하였다(P<0.05). pH 및 육즙감량 결과, 등심 부위의 경우 뒷다리 부위와 달리 처리시간에 보다 민감하게 반응하여 60초 처리시 최종 pH가 유의적으로(P<0.05) 낮게 나타났다. 이 같은 결과는 70℃의 고온증기를 이용한 세척시간이 길어지면 사후도체의 등심근육의 온도가 상승하는 것에 기인하여 사후 해당작용 속도와 양이 영향을 받는 것이라 판단된다. 또한 육즙감량은 70℃의 고온증기의 분무온도 조건일 때 처리시간이 길어지면 많은 육즙을 보이나, 뒷다리부위는 20초의 처리시 유의적으로 낮은 육즙감량을 나타내었다(P<0.05). 단백질용해성 결과(Table 6), 등심과 뒷다리 부위에서 근원섬유단백질 용해성은

Table 5. Effect of washing water time on color (CIE value), pH and drip loss (%) of pork

Treatments ¹⁾	L*	a*	b*	pH	Drip loss	
Loin	10 s	50.39 ± 0.66 ^B	10.05 ± 1.63 ^A	5.54 ± 1.71 ^{AB}	5.69 ± 0.04 ^{AB}	3.71 ± 0.09 ^B
	20 s	50.85 ± 0.34 ^B	8.97 ± 0.76 ^{AB}	6.39 ± 1.28 ^A	5.71 ± 0.05 ^{AB}	3.88 ± 0.34 ^B
	30 s	51.13 ± 0.74 ^A	8.06 ± 0.93 ^B	5.90 ± 1.17 ^{AB}	5.73 ± 0.03 ^A	4.00 ± 0.13 ^B
	60 s	52.98 ± 0.92 ^A	7.99 ± 0.88 ^B	4.99 ± 0.86 ^B	5.64 ± 0.02 ^B	4.54 ± 0.09 ^A
Ham	10 s	50.29 ± 0.76 ^B	8.83 ± 1.42	5.48 ± 2.38	5.72 ± 0.07	3.86 ± 0.37 ^B
	20 s	51.87 ± 0.44 ^B	8.19 ± 1.06	6.23 ± 1.48	5.67 ± 0.04	3.37 ± 0.21 ^C
	30 s	52.08 ± 0.49 ^{AB}	7.64 ± 0.93	6.37 ± 1.79	5.73 ± 0.06	3.83 ± 0.37 ^B
	60 s	53.01 ± 1.31 ^A	7.09 ± 2.46	5.82 ± 1.13	5.66 ± 0.08	4.19 ± 0.21 ^A

Results are expressed as means ± SD.

^{A-C} Means in the same column with different superscript letters are significantly different (P<0.05).

¹⁾ Washing was applied at a temperature of 70℃.

Table 6. Effect of washing water time on protein solubility of pork (mg/g)

Treatments	Total protein solubility	Sarcoplasmic protein solubility	Myofibrillar protein solubility	
Loin	10 s	198.08 ± 1.21 ^A	59.81 ± 1.36 ^A	138.26 ± 2.44
	20 s	196.42 ± 0.64 ^B	54.32 ± 2.11 ^B	142.10 ± 1.73
	30 s	190.63 ± 2.04 ^C	51.37 ± 2.56 ^{BC}	139.26 ± 2.36
	60 s	188.59 ± 1.87 ^C	48.76 ± 2.23 ^C	139.80 ± 2.09
Ham	10 s	199.30 ± 1.03 ^A	59.32 ± 2.54 ^A	139.89 ± 2.01
	20 s	196.16 ± 0.85 ^B	57.84 ± 1.28 ^{AB}	142.32 ± 3.08
	30 s	193.32 ± 1.36 ^C	53.39 ± 3.05 ^B	139.93 ± 2.12
	60 s	191.35 ± 1.74 ^C	49.97 ± 0.79 ^C	141.38 ± 1.67

Results are expressed as means ± SD.

^{A-C} Means in the same column with different superscript letters are significantly different (P<0.05).

¹⁾ Washing was applied at a temperature of 70℃.

처리시간이 증가하여도 유의적인 차이가 나타나지 않았으나($P>0.05$), 총단백질용해성 및 근장단백질용해성은 처리시간이 증가할수록 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.05$). 따라서 돈육질에 영향을 미치는 최적 고온증기 세척수의 분무 조건은 70℃에서 20초 동안이 적당할 것이라 판단된다.

IV. 요약

본 실험은 고온증기세척수의 분무가 돼지도체 표면 미생물수의 감소와 돈육품질에 미치는 영향에 대해 알아보고자 실시하였다. 처리전과 비교하여 처리후 복강쪽 및 체외표면에서 표면 미생물수는 감소하며, 분무온도가 증가할수록 총균수의 차이를 보여준다($P<0.05$). 그러나 80℃ 이상의 온도 즉, 90℃의 고온증기 세척시 80℃의 분무온도와 비교하여 미생물수 감소 효과를 보이지 않은 것으로 미루어($P>0.05$) 고온증기 세척수의 분무 온도는 80℃가 적당할 것으로 판단된다. 고온증기 세척수의 처리시간별 돼지도체 표면 미생물수의 변화는, 처리전과 비교하여 처리후 미생물수는 감소하였다($P<0.05$). 그러나 복강쪽 및 체외표면 모두 20초의 분무시간에 비해 30초 및 60초 처리시 총균수 변화에 차이를 나타내지 않아 20초 세척시간이 효과적인 것으로 판단된다. 고온증기 세척수의 분무 온도가 돈육질에 미치는 영향을 구명하기 위한 육질평가에서 80℃ 이상의 온도에서 등심과 뒷다리 모두 높은 명도 값이 나타났다($P<0.05$). 근육의 pH와 보수력은 온도가 증가할수록 감소하며, 특히, pH와 근장단백질용해성은 80℃ 이상의 온도에서 유의적인($P<0.05$)으로 낮게 나타나, 70℃의 고온증기 처리시 돈육질에 부정적인 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 또한 세척시간에 따른 육색의 변화에서 등심과 뒷다리 모두 세척시간이 증가할수록 명도 값은 증가하며, 30초의 증기처리 이후 명도와 적색도에서 유의적인($P<0.05$) 차이를 보여 빠른 pH 감소의 원인으로 돈육의 보수력이 나빠지는 것으로 나타났다. 따라서 70℃의 증기온도와 20초의 처리시간이 돼지도체 표면 미생물수를 감

소시키며 돈육질에 부정적인 영향을 미치지 않는 최적 조건이라 판단된다.

V. 사 사

본 연구는 2004년도 농림부 현장애로기술개발사업 연구 결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

VI. 인용 문헌

1. Barkate, M. L., Acuff, G. R., Lucia, L. M. and Hale, D. S. 1993. Hot water decontamination of beef carcasses for reduction of initial bacterial numbers. *Meat Sci.* 35:397.
2. Biss, M. E. and Hathaway, S. C. 1995. Microbiological and visible contaminants of lamb carcasses according to preslaughter presentation status: Implications for HACCP. *J. Food Prot.* 58:776-783.
3. Briskey, E. J. and Wismer-Pedersen, J. 1961. Biochemistry of pork muscle structure. 1. Rate of anaerobic glycolysis and temperature changes versus the apparent structure of muscle tissue. *J. Food Sci.* 26:2970305.
4. Dorsa, W. J., Cutter, C. N. and Siragusa, G. R. 1998. Bacterial profile of ground beef made from carcass tissue experimentally contaminated with pathogenic and spoilage bacteria before being washed with hot water, alkaline solution, or organic acid and then stored at 4 or 12℃. *J. Food Prot.* 61:1094-1118.
5. Ellebracht, E. A., Castillo, A., Lucia, L. M., Miller, R. K. and Acuff, G. R. 1999. Reduction of pathogens using hot water and lactic acid on beef trimming. *J. Food Sci.* 64:1094-1099.
6. Gill, C. O. and Bandoni, M. 1997. The hygienic and organoleptic qualities of ground beef prepared from manufacturing beef pasteurized by immersion in hot water. *Meat Sci.* 46:67-75.
7. Gill, C. O. and Bryant, J. 1997. Decontamination of carcass by vacuum-hot water cleaning and steam pasteurizing during routine operations at a beef packing plant. *Meat Sci.* 47:267-276.

8. Helander, E. 1957. On quantitative muscle protein determination. *Acta Physiologica Scandinavica* 41(Suppl.), 141.
9. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Park, G. B. 1999. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in *porcine longissimus* muscle. *Meat Sci.* 52:291-297.
10. Kilsby, D. C. and Pugh, M. E. 1981. The relevance of the distribution of micro-organisms within batches of food to the control of microbiological hazards from foods. *J. Applied Bacteriol.* 51:345-354.
11. Kochevar, S. L., Sofos, J. N., LeValley, S. B. and Smith, G. C. 1996. Effect of water temperature, pressure and chemical solution on removal of fecal material and bacteria from lamb adipose tissue by spray-washing. *Meat Sci.* 45:377-388.
12. Lambert, A. D., Smith, J. P., Dodds, K. L. and Charbonneau, R. 1992. Microbiological changes and shelf life of MAP, irradiated fresh pork. *Food Microbiol.* 9:231-244.
13. Reagan, J. O., Acuff, G. R., Buege, D. R., Buyck, M. R., Dickson, J. S., Kastner, C. L., Marsden, J. L., Morgan, J. B., Nickelson, R., Smith, G. C. and Sofos, J. N. 1996. Trimming and washing of beef carcasses as a method of improving the microbiological quality of meat. *J. Food Prot.* 59:751-756.
14. Sayre, R. N. and Briskey, E. J. 1963. Protein solubility as influenced by physiological conditions in the muscle. *J. Food Sci.* 28:675-679.
15. Smith, G. C. and Davey, K. R. 1990. Destruction of *Escherichia coli* on sides of beef by a hot water decontamination process. *Food Australia.* 42:195-198.
16. Smith, G. C. and Gorman, B. M. 1978. Destruction of *Escherichia coli* and *Salmonella* on mutton carcasses by treatment with hot water. *Meat Sci.* 2:119-128.
17. SAS. 1997. SAS/STAT Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
18. Stivarius, M. R., Pohlman, F. W., McElyea, K. S. and Waldroup, A. L. 2002. Effects of hot water and lactic acid treatment of beef trimmings prior to grinding on microbial, instrumental color and sensory properties of ground beef during display. *Meat Sci.* 60:327-334.
19. USDA. 1996. US Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. Pathogen reduction; hazard analysis and critical control point (HACCP) systems; final rule. *Federal Register.* 61:38805-38989.
20. 한국육류수출입협회. 2000. 한국산식육품질개선 세미나.
(접수일자 : 2006. 11. 27. / 채택일자 : 2007. 2. 13.)