

## 단기숙성 살라미의 냉장 및 실온저장 중 품질 특성 변화

이근택\* · 이연규<sup>1</sup> · 손세광<sup>2</sup> · 최석호<sup>3</sup> · 이승배<sup>3</sup>

강릉대학교 식품과학과, <sup>1</sup>(주)농심, <sup>2</sup>(주)에쓰푸드, <sup>3</sup>상지대학교 생명공학과

## Changes in Various Quality Characteristics of Short-ripened Salami During Storage at Chilled or Room Temperatures

Keun Taik Lee\*, Youn Kyu Lee<sup>1</sup>, Se Kwang Son<sup>2</sup>, Suk Ho Choi<sup>3</sup>, and Seung Bae Lee<sup>3</sup>

Department of Food Science, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

<sup>1</sup>Nongshim Co., Ltd., Seoul 156-010, Korea

<sup>2</sup>S-Food Co., Ltd., Ansong 456-843, Korea

<sup>3</sup>Division of Animal Resources and Life Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

### Abstract

This study investigated the microbial contamination levels of raw meats used for short-ripened salami and changes in the microbial and physico-chemical properties of the product during storage at 10 and 25°C for up to 120 days. The microbial counts of raw meats ranged between 2 and 4 Log CFU/g. Frozen-thawed sow meat showed higher total aerobe and *Enterobacteriaceae* counts than fresh chilled pork and pork back fat. *Staphylococcus aureus* was found in all raw materials except fresh chilled pork samples, and *Clostridium perfringens* was detected in a sample stored for 21 days at 25°C. The counts of total aerobes, lactic acid bacteria and *Staphylococcus* spp. decreased more rapidly at 25°C than at 10°C when the storage time was extended. The growth of *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp., *Clostridium* spp., yeast, and mold were restricted to levels below 2 Log CFU/g during storage. The contents of salt, water, crude protein, crude fat, and ash of salami samples were 3.4, 33.4, 30.8, 32.7, and 4.3%, respectively, which were not affected by storage time or temperature. The pH value of the salami was initially 4.79 and increased to 5.02 and 5.26 after 120 days of storage at 10 and 25°C, respectively, whereas the water activity values decreased from an initial value of 0.91 to 0.90 and 0.88 after 120 days at 10 and 25°C, respectively. The TBA and VBN values increased slowly during storage. The redness value of the salami samples stored at 25°C decreased more significantly than the samples stored at 10°C. With increased storage time, the values for the rheological characteristics of the salami in terms of hardness, brittleness, elasticity, cohesiveness, gumminess, and adhesiveness tended to decrease more remarkably at 25°C than at 10°C. Based on sensory evaluation scores, it appears that short-ripened salami is no longer acceptable after 90 days at 10°C and 30 days at 25°C.

**Key words :** salami, microbial counts, quality, shelf-life

### 서 론

건조발효소시지(dry-fermented sausage)는 냉동 또는 냉장육을 만육 후 식염, 설탕, 향신료, 스타터 미생물 등을 첨가하고 케이싱에 충전한 후(훈연), 발효 건조 및 숙성시켜 제조된다. 이러한 건조발효소시지는 원료육의 구성, 육입자의 크기, 향신료의 배합비, 케이싱의 굵기, 훈연처리

실시 여부, 그리고 건조, 숙성 및 발효 조건과 방법에 따라 종류가 다양하다. 이러한 건조발효소시지는 Italian salami, German salami, Hungarian salami, Pepperoni나 hard salami 등 전통적인 유럽제품들이 유명하며 현재 전세계 많은 나라에서 생산 판매되고 있다. 독일에서는 약 160여년전부터 건조발효소시지가 생산되어 현재 그 종류가 약 300여종에 이를 정도로 다양한 제품이 생산되고 있다(Linke, 1985). 살라미와 같은 건조발효소시지는 돼지의 비인기부위인 등심이나 후지를 고부가가치화시킬 수 있는 델리카(delicatessen) 육제품이며 최근 식생활의 다변화에 따른 고품질 육제품의 선호에 따라 국내에서도 건조발효육제품의 수요가 증가하는 추세이다.

\*Corresponding author : Keun Taik Lee, Department of Food Science, College of Life Science, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea. Tel: 82-33-640-2333, Fax: 82-33-647-4559, E-mail: leekt@kangnung.ac.kr

건조발효소시지는 제조방법이 다양하고 이에 따라 저장 수명도 차이가 나는데 3개월 이상 숙성시킨 장기숙성제품과 1-2주일 사이에 제조가능한 단기숙성제품으로 구분된다. 장기숙성제품은 최종 pH가 높은 편이나, 수분활성도가 0.86이하로 낮아 상온에서도 3개월 이상 저장이 가능하다. 이에 반하여 단기숙성제품은 22-25°C에서 제조되며 pH는 4.8-5.2, 수분활성도는 0.90-0.95 수준을 나타낸다(Prändl *et al.*, 1988; Wirth *et al.*, 1975). 이러한 건조발효소시지는 지방함량이 높아 저장 중 산패가 일어나기 쉬우므로 진공포장하면 저장수명을 연장시킬 수 있다(Gobling *et al.*, 1982).

Kunz와 Lee(2003)는 대량생산체제하에서 일률적이고 병원성 미생물에서 안전한 고품질의 발효건조소시지를 제조하기 위해서는 신선한 재료를 사용하여 공정과정 중 적절한 내, 외부적 허들조건을 동원하며 효과가 뛰어난 스타터를 사용하는 것이 중요하다고 하였다. 건조발효소시지는 일반적으로 가열조리하지 않고 섭취되기 때문에 소비자의 건강과 안전성 확보 차원에서 규정된 위생적인 기준을 충족시켜야 한다. 하지만 현재 국내에서는 건조발효소시지에 대한 개별 위생기준이 없어 일반 육제품의 공통기준이 적용되고 있으며 이는 외국과 비교하여 매우 엄격한 실정이다. 즉, 축산물에 대한 공통 기준 및 규격 중 제6장 축산물의 성분규격 (5)항을 보면 “식육(제조·가공용 원료를 제외한다), 살균 또는 멸균처리하였거나 더 이상의 가공, 가열조리를 하지 않고 그대로 섭취하는 가공품에서는 특성에 따라 *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*와 *Escherichia coli* O157:H7 등 식중독균이 검출되어서는 안 된다”라고 명시되어 있다(국립수의과학검역원, 2007). 그러나, 비가열제품인 살라미에 대하여 상기 6가지 식중독균의 음성 기준은 비현실적으로 설정된 측면이 있어 현장에서 이를 충족시키기 쉽지 않을 것으로 판단된다. 그러므로 미국, 유럽연합 및 일본 등 대부분의 외국 국가들에서는 살라미를 비롯한 육제품의 식중독균에 대하여 음성기준이 아닌 정량기준을 적용하고 있다.

지금까지 국내에서는 건조발효소시지에 관한 연구로서 유산균주 이용(Kim *et al.*, 2008; Park *et al.*, 1997), 김치 스타터 첨가(Han *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2001), 곰팡이발효소시지의 품질 특성(Kim *et al.*, 1998a, b) 등의 분야에 대하여 이루어져 왔다. 그러나 건조발효소시지의 저장 특성에 대한 연구는 임과 이(2007)의 연구 이외에는 거의 찾아보기 힘들며 이들의 연구도 전자선조사한 살라미를 냉장저장 중 품질특성을 조사한 것이다. 따라서 본 연구에서는 살라미 원료육의 미생물 수준을 파악하고 단기간 숙성된 살라미 제품의 냉장 및 실온 저장 중 미생물의 변화양상을 조사하여 국내 위생기준에 적합 여부를 판단함으로써 살라미의 개별 위생기준을 마련하는데 기초 자료로 활용하고자 하였다. 그리고 같은 조건에서의 제반 물리화

학적 품질 요소들과 관능학적 변화를 조사하여 위생적이고 고품질의 제품을 생산하기 위한 기초 자료를 제공하기 위하여 연구를 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 제조

Fig. 1과 같이 냉장돈육, 등지방 및 냉장돈육을 정형 후 분쇄한 다음 스타터, 향신료와 NPS(nitrite pickling salt) 등의 부재료를 넣고 세절기에서 입자 크기가 약 3 mm가 되게 세절하였다. 사용된 스타터는 독일 Chr. Hansen 사의 *Staphylococcus carnosus*와 *Lactobacillus curvatus*의 혼합 균주로서 g당 약 10억마리 수준이었다. 세절육을 45 mm 직경의 fibrous casing에 충전하고 약 25°C로 유지되는 훈연기(Climat cold smoke KKRI 60000 B ND, NESS Wärme Technik GmbH, Germany)내에서 3일간 냉훈하였다. 그 후 15°C와 상대습도 80%로 유지되는 숙성실에서 3주간 건조 숙성한 제품을 nylon/low density polyethylene 필름에 진공포장한 후 표면 오염 미생물의 살균 목적으로 90°C 열탕에서 1분간 가열하였다.

### 원료육과 제품의 저장 중 일반 미생물 함량

살라미 제조에 사용된 원료육으로서 냉동 후 해동된 돈육, 냉장후지육 및 돈지방 등 개별 원료와 이들을 세절 후 케이싱에 충전하기 전 혼합된 원료 중 총균(St-I agar, Merck), 유산균(MRS agar, Merck), *Enterobacteriaceae* (DHL agar, Merck), 효모와 곰팡이(MAL agar, Merck), *Clostridium* spp.(SPS agar, Merck)와 *Staphylococcus*(MAN agar, Merck)의 균수와 대장균군수에 대하여 조사하였다. 미생물 실험을 위한 구체적인 시료 준비와 실험 절차는 국립수의과학검역원(2007)과 Lee 등(2007)의 방법에 따랐다. 제조된 살라미 시료는 10과 25°C에서 각각 120일간 저장하면서 미생물 함량의 변화를 조사하였다.

### 원료육과 제품에서의 식중독균 파악

원료육과 저장제품에서 *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* 및 *Vibrio parahaemolyticus*에 대한 식중독균 검사는 국립수의과학검역원(2007)의 방법에 따라 각 균에 대한 선택배지(Oxoid)를 사용하여 증균배양, 분리배양 및 확인시험을 통해 실시하였다.

### 물리화학적 특성 측정

pH는 시료 절단면과 수평방향으로 약 2 cm 간격으로 절단한 후 시료 당 3곳에서 각각 5 g을 채취하여 증류수 45 mL에 넣고 균질기(ABM, Nissei, Japan)로 균질 시킨 다음 pH 측정기(720A, Orion, USA)를 이용하여 측정하였다. 수

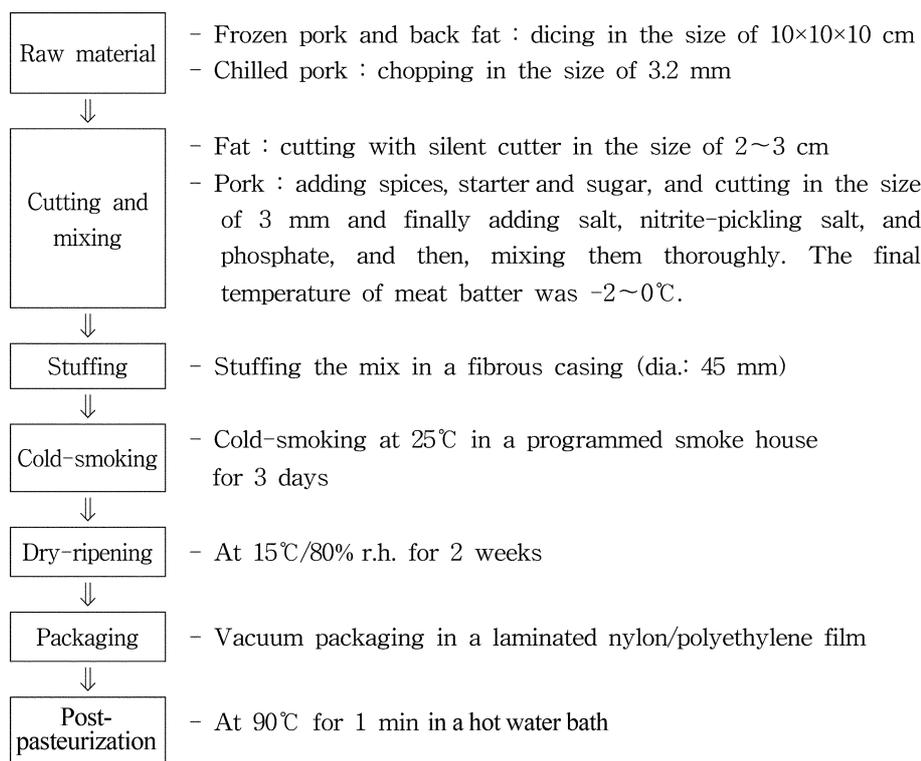


Fig. 1. Schematic procedure of salami production.

분활성도는 시료를 pH 측정과 동일한 방법으로 채취한 후 마쇄하여 수분활성도 측정 컵에 약 2/3가량 채워 head space를 남긴 후 실온에서 10분간 방치한 다음 수분활성도 측정 장치(Aqua Lab CX-2, Decagon Device Inc., USA)를 이용하여 측정하였다. 일반성분, 식염함량, TBA, 그리고 VBN값의 공시시료는 포장된 시료 전체를 bio-mixer로 마쇄하여 준비하였다. 살라미의 수분, 조단백질, 조지방과 회분 등의 일반성분은 AOAC(1990) 방법에 따라 분석하였다. 그리고 식염함량은 Mohr 법(Aurand *et al.*, 1987)법을 이용하여 정량하였다.

지방산패도 지표로서 TBA값은 Witte 등(1970)의 방법에 따라 spectrophotometer(UV-1601PC, Shimadzu, Japan)로 530 nm에서 흡광도를 측정하여 1 kg 시료 당 mg malonaldehyde(MA)의 양으로 표시하였다. 저장 중 단백질 분해 정도를 파악하기 위하여 VBN값을 Conway 미량확산법으로 측정하였다(高坂, 1975). 색은 포장개봉 후 즉시 시료의 절단면을 육색계(Minolta CR-300, Japan)을 사용하여 측정하였다. 이때 Hunter L(백색도)=+95.91, a(적색도)=0.09, 그리고 b(황색도)=2.02인 백색 표준판로 표준화한 다음 Hunter 값으로 측정하였다. 이 때 초기값을 각각  $L_0$ ,  $a_0$ ,  $b_0$ , 그리고 저장 중 측정값을  $L_1$ ,  $a_1$ ,  $b_1$ 로 보고  $\Delta E = \sqrt{(L_0 - L_1)^2 + (a_0 - a_1)^2 + (b_0 - b_1)^2}$ 을 구하여 이를 변색도로 보았다.

물성은 절단면과 수평 방향으로 가로 2.5 cm, 세로 2.5 cm, 높이 2 cm로 자른 시료를 침입거리가 1.2 cm가 되도록

록 하여 측정하였다. 이 때 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Rheometer, Japan)의 adapter 7번(원뿔형, 상단의 직경 1 cm)으로 경도(hardness), 부서짐성(brittleness), 탄성(elasticity), 점착성(cohesiveness), 검성(gumminess)과 부착성(adhesiveness)을 측정하여 숙성에 따른 물성 변화의 판단 자료로 삼았다. Rheometer의 기타 측정 조건으로는 maximum load는 10 kg, test speed는 5 cm/min이었으며, 반복수는 3회였다.

#### 관능검사

미리 제품의 특성 및 변패 과정 등에 대하여 사전에 교육된 6-9명의 관능검사 요원이 냉장고에서 꺼낸 후 실온에 약 30분간 방치하였던 제품에 대하여 포장 개봉 전 육즙의 삼출 정도, 변색이나 가스 발생등과 같은 외양, 포장 개봉 후 세절기(182 Master, Graef, Germany)로 약 0.5 mm 두께로 슬라이스한 후 냄새(이취), 향미, 조직감 등의 요소에 대하여 각각 5점 채점표에 따라 판정하였다. 이 때 육즙의 이취는 5점이 '전혀 없다', 1점이 '매우 심하다'로 평가되었고 나머지 항목들은 5점이 '매우 좋다', 1점이 '매우 나쁘다'로 평가되었다. 이 때 3점 미만의 점수는 상품성이 결여된 상태로 간주하였다.

#### 통계처리

본 실험은 개별적으로 제조된 3번의 반복에 대하여 각각 반복되었다. 저장 기간 중 유의차 검정은 one-way

ANOVA 분석을 실시하고 Duncan의 다중검정법으로 5% 수준에서 확인하였다. 또한 저장 온도별 유의차는 5% 수준에서 독립표본 T 검정을 실시하였다. 이 때 사용된 통계프로그램은 SAS Package(SAS, 2001)이었다.

## 결과 및 고찰

### 살라미 제조에 사용된 원료육의 미생물 오염도

Table 1은 살라미의 원료로 사용된 냉동 후 해동된 암돼지육, 돼지 등지방, 냉장후지육과 이들을 각각 분쇄한 후 합친 원료들에 대한 미생물 오염도를 조사한 결과이다. 등지방과 냉장원료육에서의 미생물 오염도는 총균수가 2.00-3.41 Log CFU/g 범위였고 기타 미생물수도 대체적으로 2.0 Log CFU/g 미만으로 낮은 편이어서 살라미 제조에 적합한 수준으로 판단되었다. 그러나 암돼지 원료육에서의 총균수는 3번 반복 실험 결과 각각 3.11, 4.77과 3.46 Log

CFU/g(평균 4.32 Log CFU/g)이었고 *Enterobacteriaceae*와 효모/곰팡이수도 3.0 Log CFU/g 이상으로 나타나 등지방이나 신선냉장후지육보다 높은 편이었다. 이는 암돼지 원료를 생산한 도축장의 위생 상태가 불량하였고 냉동과 해동 과정 중 미생물이 증식한데 기인한 것으로 추측된다. 각 원료육을 합친 혼합원료육에 대하여 첫 번째 실험에서는 조사가 이루어지지 못하였다. 두 번째 실험시 혼합육의 총균수는 4.76 Log CFU/g 수준이었다. 한편 3번째 반복 실험시 혼합된 원료의 총균수가 각 원료에서의 미생물 수준에 비하여 6.45 Log CFU/g으로 높았던 이유에 대하여는 설명할 수 없었다.

### 살라미 원료육과 제품에서의 식중독균의 존재 유무 파악

Table 2는 국내 축산물 공통 기준으로 명시된 *Salmonella* spp.를 비롯한 6가지 식중독균에 대하여 각 원료육과 이를 이용하여 제조된 살라미의 저장 기간 중 검출되는 지

Table 1. Microbial counts of raw materials used for the manufacture of salami

(Unit : Log CFU/g)

Raw material	Replicate	Microbial type					
		Total aerobes	Lactic acid bacteria	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Clostridium</i> spp.	Yeast & Mould
Frozen-thawed sow meat	1	3.11	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	2	4.77	<2.00	3.81	<2.00	<2.00	3.38
	3	3.46	3.30	3.08	<2.00	<2.00	3.38
Pork back fat	1	2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	2	2.60	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	3	3.18	<2.00	2.85	<2.00	<2.00	<2.00
Fresh chilled pork round meat	1	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
	2	3.41	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	2.48
	3	2.60	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Mixture of above three raw materials	1	-	-	-	-	-	-
	2	4.76	3.88	3.30	<2.00	<2.00	<2.00
	3	6.45	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00

- not determined.

Table 2. Detection of pathogens in raw materials and salami products

Sample		<i>Salmonella</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>E. coli</i> 0157:H7	<i>C. perfringens</i>
Raw materials	Frozen-thawed sow meat	-	-	+	-	-	-
	Pork back fat	-	-	+	-	-	-
	Fresh chilled pork round meat	-	-	-	-	-	-
	Mixture of chopped meats of above three raw materials	-	-	+	-	-	-
Salami	0 day	-	-	-	-	-	-
	21 days/25°C	-	-	-	-	-	+
	42 days/25°C	-	-	-	-	-	-
	62 days/25°C	-	-	-	-	-	-
	28 days/10°C	-	-	-	-	-	-
	90 days/10°C	-	-	-	-	-	-

+, positive; -, negative.

여부를 파악하였다. *S. aureus*는 냉동-해동된 암태지육과 등지방 및 이들 원료의 최종 혼합육에서 검출되었다. 그 외 균들은 원료육에서 발견되지 않았다. 이러한 원료육을 이용하여 제조된 살라미 제품 중 *C. perfringens*는 25°C에서 21일간 저장된 시료에서 검출되었다. 그리고 *C. perfringens*균은 건조숙성을 거친 후 25°C에서 저장 0일째에는 발견되지 않았으나 21일째 발견되었다. 그러나 62일 까지 저장기간을 연장시켰을 때는 더 이상 발견되지 않았다. 한편 10°C에서 28일과 90일간 저장하였을 경우 *C. perfringens*균은 검출되지 않았다. 살라미 원료육에서는 발견되지 않았던 *C. perfringens*균이 25°C에서 21일간 숙성한 살라미제품에서 검출되었던 이유는 살라미 원료육이나 향신료와 같은 부재료에 낮은 수준에서 오염되었던 *C. perfringens*가 수분활성도가 비교적 높은 상태로 상온에서 숙성하는 동안 증식함에 따라 검출될 수 있었던 것으로 사료된다. 그러나 숙성기간이 진행됨에 따라 수분활성도가 점차 감소하여 *C. perfringens*가 사멸하게 된 것으로 사료된다. 따라서 살라미 원료육의 취급과 향신료와 같은 부재료의 미생물학적 품질을 강화할 필요가 있고 아울러 살라미에 아질산염을 반드시 첨가함으로써 *Clostridium*의 생육을 억제시킬 필요가 있다. 한편, *S. aureus*는 건조숙성 과정을 거친 후 25°C에서 62일간, 그리고 10°C에서 90일간 저장하는 동안 발견되지 않았다.

일반적으로 건조발효소시지는 구미 각국에서 상용되고 있으며 일반적으로 저장성이 있고 식중독 위험성이 거의 없는 안전한 육제품으로 간주된다. 이는 건조 숙성과정중에 병원성균이 존재한다하더라도 낮은 pH와 수분활성도에 의하여 생장이 저지되기 때문이다(Barbuti, 2002). 그럼에도 불구하고 외국에서 판매되는 건조발효육제품에서 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*나 *Salmonella*등의 식중독균이 검출되는 위험성에 대한 보고들이 있었다(Centers for Disease Control, 1995; Goepfer and Chung, 1970; Pontello et al., 1998; Tilden et al., 1996). 그리고 Incze(1998)는

몇 주 정도 단기 숙성되는 건조발효소시지에 식중독균의 수는 1-2 Log CFU/g 정도 감소할 뿐이라고 하였다. 그러나 Barbuti(1998)는 *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus xylosus* 스타터를 첨가한 후 *Salmonella*를 10<sup>5</sup> CFU/g 수준으로 접종하였을 때 14일 숙성발효시킨 이태리 살라미에서 58일 저장 후 *Salmonella*균이 검출되지 않았다고 보고한 바 있다. 건조발효소시지의 숙성 과정 중 *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes*가 첨가된 스타터에 의하여 성장저해를 받아 그 수가 급격히 감소되며 그 정도는 첨가된 스타터의 종류에 따라 차이가 난다고 보고된 바 있다(Lahti et al., 2000). 그러나, 본 실험에서 여러 식중독균들이 실제로 스타터에 의하여 사멸되었는지에 대하여는 향후 추가적인 확인 실험이 필요할 것으로 판단된다.

본 실험에서 일부 시료에서 *C. perfringens*균이 발견되었으나 저장기간 중 지속적으로 생장이 확인된 것이 아니었고 *S. aureus*는 일부 원료육에서는 발견되었으나 제품에서는 발견되지 않는 등 일관된 생장이 확인된 것은 아니었다. 그럼에도 불구하고 건조발효 육제품의 특성상 이들 미생물들이 원료육과 환경을 통하여 제품에 잔존할 가능성은 높다고 판단된다. 그러나 이러한 균들이 설사 제품에 몇 마리 또는 몇 십마리가 오염되어 있다 하더라도 식중독이 발생하는 것은 아니므로 우리나라에서와 같이 '음성'의 정성적 기준에 의하여 관리하는 것은 상기 미생물들에 대한 외국에서의 정량적 기준에 비하여 너무 엄격한 측면이 있다고 판단되며 관련기준을 개정할 필요성이 요구된다.

### 살라미의 저장 중 미생물수 변화

살라미 제품에서의 총균수는 최초에 7.99 Log CFU/g이었으나 120일 후 10과 25°C 저장 시료에서 각각 7.54와 3.89 Log CFU/g으로 점차 감소함으로써 10°C에서보다 25°C에서 더 급격히 감소하는 경향을 보였다(Table 3). 이러한

Table 3. Changes in microbial counts of Salami during storage at 10 and 25°C

(Unit : Log CFU/g)

Micro- org.	Total aerobes		Lactic acid bact.		<i>Enterobac- teriaceae</i>		<i>Pseudomonas</i> spp.		<i>Clostridium</i> spp.		Yeast & mold		<i>Staphylo- coccus</i> spp.	
	10	25	10	25	10	25	10	25	10	25	10	25	10	25
1	7.99 <sup>a1)</sup>	7.99 <sup>a</sup>	7.99 <sup>ab</sup>	7.99 <sup>a</sup>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	6.13 <sup>a</sup>	6.13 <sup>a</sup>
15	8.01 <sup>a</sup>	6.86 <sup>b</sup>	7.78 <sup>bc</sup>	7.04 <sup>b</sup>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	5.60 <sup>b</sup>	3.64 <sup>b</sup>
30	8.08 <sup>a</sup>	5.45 <sup>c</sup>	8.08 <sup>a</sup>	5.94 <sup>c</sup>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	5.87 <sup>abc</sup>	3.69 <sup>bc</sup>
45	7.83 <sup>ab</sup>	5.11 <sup>cd</sup>	7.87 <sup>bc</sup>	5.18 <sup>cd</sup>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	5.78 <sup>abcd</sup>	3.05 <sup>d</sup>
60	7.67 <sup>b</sup>	4.75 <sup>cde</sup>	7.76 <sup>c</sup>	5.19 <sup>cde</sup>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	4.97 <sup>bcde</sup>	3.04 <sup>de</sup>
75	7.99 <sup>a</sup>	4.91 <sup>cdef</sup>	8.00 <sup>ab</sup>	5.11 <sup>cdef</sup>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	4.98 <sup>bcdef</sup>	3.02 <sup>def</sup>
90	7.72 <sup>b</sup>	4.52 <sup>defg</sup>	7.82 <sup>bc</sup>	4.52 <sup>defg</sup>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	4.91 <sup>bcdefg</sup>	2.74 <sup>defg</sup>
120	7.54 <sup>b</sup>	3.89 <sup>gh</sup>	7.57 <sup>c</sup>	4.05 <sup>gh</sup>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	4.80 <sup>bcdefgh</sup>	2.50 <sup>defgh</sup>

<sup>a-h</sup> Means with different superscripts in the same column represent significant difference at  $p < 0.05$ .

<sup>1)</sup> Means in the same storage period underscored by a common line do not differ ( $p > 0.05$ ).

경향은 유산균과 *Staphylococcus* spp.에서도 유사하게 나타났다. 즉, 유산균수는 10과 25°C 저장 시료에서 최초 7.99 Log CFU/g였으나 120일 후 각각 7.57과 4.05 Log CFU/g로 감소하였다. 그리고 *Staphylococcus* spp.수는 최초 6.13 Log CFU/g에서 저장기간이 연장될수록 낮아지는 경향을 보여 10°C 시료에서는 120일 저장 후 4.80 Log CFU/g 수준으로 감소하였고 25°C 저장된 시료에서는 저장 15일 이후부터 급격히 감소하여 120일 후에는 2.50 Log CFU/g 수준으로 낮아졌다. 그 외 *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp., *Clostridium* spp.와 효모 및 곰팡이등의 미생물들은 전 저장기간 중 2 Log CFU/g 미만으로 성장이 낮게 나타났다. 따라서 살라미 제품 중 주종균은 스타터로 첨가된 *Staphylococcus carnosus*와 *Lactobacillus curvatus*균이 주종균으로 자리잡은 때문으로 추정된다.

한편 *S. carnosus*는 살라미 저장 중 유산균에 의하여 생성된 저해 물질과 영양성분의 고갈 등 여러 요인에 의하여 성장이 저해됨으로서 저장기간이 연장될수록 10과 25°C 저장시료에서 모두 그 숫자가 감소된 것으로 추정된다. 그리고 조사된 모든 시료들에서 저장 기간 중 *Enterobacteriaceae* 균은 검출되지 않았다. 그러나 본 실험에서 이러한 현상이 살라미 제품을 포장후 살균한 효과에 기인한 것인지 또는 유산균에 의하여 성장저해를 받은 것인지를 규명하기 위해서는 추가 실험이 필요할 것으로 사료된다.

#### 일반성분 및 식염 함량

저장 온도와 기간에 따른 살라미 시료의 소금 함량과 일반성분 조성비를 비교한 결과는 다음 Table 4와 같았다. 식염함량은 10과 25°C에서 각각 1일과 120일간 저장된 살라미 제품에 대하여 조사되었다. 식염 함량은 저장 온도와 기간에 상관없이 3.3-3.4% 수준으로 거의 변화가 없었다( $p>0.05$ ). 최초 1일째 수분, 조단백, 조지방 및 회분 함량은 각각 33.4, 31.1, 33.9 및 4.2%였다. 이러한 일반성분 함량도 식염함량과 마찬가지로 저장 온도와 기간의 차이에 유의적으로 변화되지 않았음이 확인되었다( $p>0.05$ ).

#### pH, 수분활성도, TBA와 VBN 값

10과 25°C에 저장된 살라미의 pH, 수분활성도, 지방산패 지표로서 TBA값과 단백질 분해도로서 VBN값에 대하여 각각 조사하였다. 건조숙성이 끝나고 저장이 시작되던

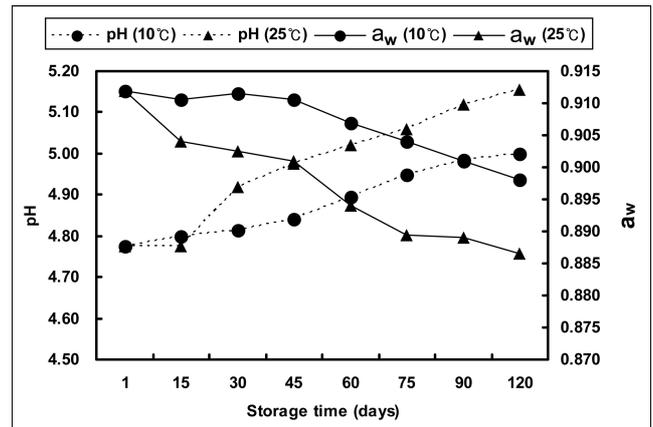


Fig. 2. Changes in pH and a<sub>w</sub> value of salami during storage at 10 and 25°C.

시점에서 살라미 제품의 pH는 4.79였다(Fig. 2). 살라미 제품의 pH가 5.0 이하로 떨어지는 것은 제조시 스타터로 사용되는 유산균의 첨가에 의한 것이다(Hammes *et al.*, 1990). 소시지의 발효 초기에 유용한 젖산균 수가 6-7 Log CFU/g 이상일 경우에는 이보다 낮은 균수가 존재할 때보다 빠르고 확실하게 낮은 pH에 도달할 수 있다. 그리고 이와 같이 낮아진 pH는 소시지의 발색을 돕고, 조직 발달 및 건조를 촉진하는 효과를 가져와 숙성에 걸리는 시간을 줄여준과 동시에 부패미생물의 성장을 억제시켜 제품의 저장안정성을 증가시키는 역할을 한다(Leistner, 1995).

pH는 이와 같이 10과 25°C의 저장 온도에서 저장 기간이 연장될수록 증가하여 120일후에는 각각 5.02와 5.26으로 증가하였으며, 10°C에서보다 25°C에서 pH 상승이 더 두드러졌다. Goßling 등(1982)도 진공포장된 살라미에서의 본 연구 결과와 유사한 pH의 증가 추세가 이루어졌다고 보고한 바 있다. 이와 같은 살라미 제품에 있어서 저장기간 중 pH가 증가하는 것은 유산균에 의한 산 생성은 미약한 대신 단백질 분해에 의한 염기 물질의 축적에 기인한 것으로 판단된다. 건조발효소시지의 가공과정에서 pH는 4.8-5.2 정도, 그리고 수분함량이 50% 이하가 되게 제조되면 일반적으로 상온에서 유통이 가능하다고 보고된 점을 감안하면(Park *et al.*, 1997), 본 제품은 25°C에서도 유통이 가능한 상태의 제품으로 판단된다.

수분활성도 값은 저장 기간 중 최초 0.91에서 120일 후 10°C 시료에서는 0.90, 그리고 25°C 시료에서는 0.88까지

Table 4. Sodium chloride content and approximate composition of salami after 1 and 120 days stored at 10 and 25°C

Storage time (day)	Storage temp. (°C)	Sodium chloride (%)	Approximate composition (%)			
			Water	Crude protein	Crude fat	Ash
1	10	3.3	33.4	31.1	33.9	4.2
	25	3.3	33.4	31.1	33.9	4.2
120	10	3.3	33.2	30.6	33.9	4.4
	25	3.4	33.2	31.1	34.0	4.3

계속 감소하였다. 수분활성도의 감소는 10°C에서보다 25°C에서 더 크게 일어났다. 저장기간이 연장될수록 수분활성도값이 미약하게 감소경향을 나타낸 것은 Table 4에서 나타난 바와 같이 포장재를 통한 수분 함량의 감소가 거의 나타나지 않은 점에 비추어 지방이나 단백질 등 고분자 물질의 저분자 물질화에 따른 물 농도의 증가에 기인하는 것으로 추측된다.

한편 살라미의 저장 중 TBA값과 VBN값의 변화는 Fig. 3과 같이 나타났다. 일반적으로 건조소시지를 숙성하는 과정 중 첨가된 향신료, 염지제와 훈연 성분등에 의하여 지방 산패가 상당히 알려져 있다(Gökalp, 1986; Dominguez and Zumalacárregui, 1991). Aguirrezábal 등(2000)에 따르면 건조소시지에서 파프리카와 마늘은 항산화제로, 그리고 식염은 산화제로 작용하는 것으로 알려졌다. TBA값은 최초 0.55 mg MA/kg에서 10과 25°C 저장시 120일 후 각각 2.67과 2.95 mg MA/kg으로 증가하였다. 즉 살라미제품에서 TBA값은 저장기간 중 지속적으로 증가함으로서 지방질의 분해가 진공포장한 상태에서도 미약하나마 지속적으로 이루어졌다는 것을 알 수 있었다. 그럼에도 불구하고 Ansorena와 Astiasarán(2004)의 연구에서 나타난 바와 같이 올리브유와 항산화제가 첨가된 스페인 Chorizo de Pamplona 건조발효소시지를 저장 시 호기적 조건에서는 진공포장시보다 휘발성 지질산화물의 생성이 높아졌다고 보고된 점에 비추어 살라미의 진공포장은 산패 방지 차원에서 바람직할 것으로 판단된다.

한편 VBN값은 최초 4.67 mg%에서 10과 25°C에서 120일간 저장 시 각각 18.90과 29.54 mg%로 지속적으로 증가하였다. 高坂(1975)에 따르면 육제품에서 VBN값은 30 mg% 이상이 될 경우 단백질 분해에 의한 이취가 감지된다고 하였다. 이러한 점을 감안하면 본 실험에서 조사된 살라미는 단지 25°C에서 120일간 저장된 시료의 경우에만 이취가 발생할 수 있는 한계점에 도달한 것으로 추측

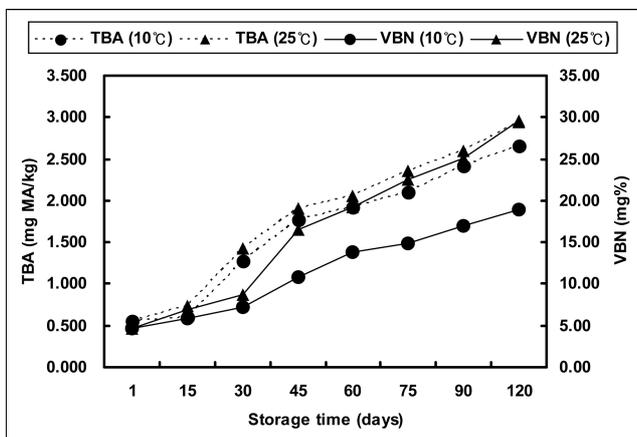


Fig. 3. Changes in TBA and VBN value of salami during storage at 10 and 25°C.

된다. 따라서 진공포장은 살라미 제품을 10°C뿐 아니라 25°C에서 120일 가까이 장기 저장하여도 단백질 부패가 상당 수준 억제된다는 것을 알 수 있었다.

그리고 본 연구에서 조사된 pH, 수분활성도, TBA와 VBN값 등의 변화는 10°C보다 25°C에 저장된 시료에서 더 크게 일어난 것으로 확인되었다.

### 색도 변화

살라미 시료의 저장 중 색의 변화를 살펴 본 결과는 Fig. 4와 같다. 색의 측정은 살라미의 절단면에 대하여 이루어졌기 때문에 표면에 비하여 색의 변화가 크지 않은 편이었다. 일반적으로 25°C에 저장된 시료는 10°C 시료에서보다 저장 기간이 연장될수록 'L'값이 낮아지고 'a'와 'b'값이 높게 나타나는 차이를 보였다. 이러한 결과에 따라 장기 저장된 시료에서의 E(색차)값도 크게 나타나 색의 변화가 진행되었음을 나타냈다. 'L' 값은 최초 31.3에서 120일 후 33.7(25°C 시료)과 32.9(10°C 시료)로, 그리고 'b'값은 최초 7.2에서 8.9(25°C 시료)와 8.1(10°C 시료)로 각각 약간 증가하는 경향을 나타내었고 이는 Rubio 등(2008)의 결과와 유사하였다. Harms 등(2003)은 건조발효제품의 저장 중 'b'값의 변화는 지방산화와 관련이 있다고 하였는데, 이는 제품에 첨가된 아질산염이 nitrosyl myoglobin을 형성함으로써 이러한 구조하에서는 마이오글로빈이 지방산화의 촉매제 역할을 하지 못한다고 하였다. 한편 'a'값은 최초 13.4에서 120일 저장 후 10°C에서는 13.5로 거의 차이가 없었으나 25°C 시료에서는 9.4로 감소하여 대조를 이루었다.

### 물성 변화

10°C와 25°C에서 저장된 살라미 시료에서의 물성학적 변화를 살펴 본 결과는 다음 Table 5와 같다. 120일까지 저장되는 동안 경도, 부서짐성, 탄성, 점착성, 검성과 부착성 등 모든 물성 측정값들은 계속 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 10°C에서보다 25°C에서 더 심하게

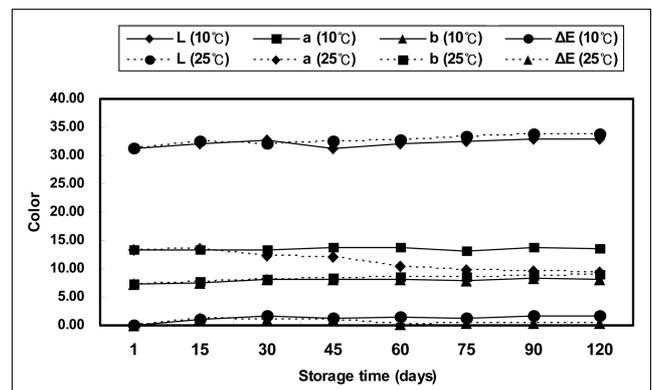


Fig. 4. Changes in color of salami during storage at 10 and 25°C.

**Table 5. Changes in rheology characteristics of salami during storage at 10 and 25°C**

Parameter days	°C	Hardness (kg)		Brittleness (kg)		Elasticity (mm)		Cohesiveness		Gumminess (kg)		Adhesiveness (sp cm)	
		10	25	10	25	10	25	10	25	10	25	10	25
1		1.7 <sup>a1)</sup>	1.7 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	84.0 <sup>a</sup>	84.0 <sup>a</sup>	81.2 <sup>a</sup>	81.2 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	19.7 <sup>a</sup>	19.7 <sup>a</sup>
15		1.6 <sup>ab</sup>	1.6 <sup>b</sup>	1.2 <sup>ab</sup>	1.0 <sup>b</sup>	83.8 <sup>ab</sup>	79.7 <sup>b</sup>	80.2 <sup>ab</sup>	79.1 <sup>b</sup>	1.5 <sup>ab</sup>	1.3 <sup>b</sup>	18.7 <sup>ab</sup>	18.3 <sup>ab</sup>
30		1.6 <sup>c</sup>	1.4 <sup>c</sup>	1.0 <sup>c</sup>	0.8 <sup>c</sup>	83.1 <sup>abc</sup>	79.4 <sup>bc</sup>	79.9 <sup>abc</sup>	79.0 <sup>bc</sup>	1.2 <sup>c</sup>	1.1 <sup>c</sup>	18.7 <sup>ab</sup>	16.7 <sup>bc</sup>
45		1.5 <sup>cd</sup>	1.3 <sup>d</sup>	1.0 <sup>d</sup>	0.8 <sup>d</sup>	82.8 <sup>abcd</sup>	78.7 <sup>bcd</sup>	78.8 <sup>bcd</sup>	76.1 <sup>d</sup>	1.1 <sup>cd</sup>	1.0 <sup>d</sup>	17.0 <sup>bc</sup>	15.3 <sup>cd</sup>
60		1.4 <sup>e</sup>	1.2 <sup>e</sup>	0.8 <sup>de</sup>	0.7 <sup>e</sup>	81.1 <sup>abcde</sup>	76.9 <sup>de</sup>	77.6 <sup>de</sup>	75.0 <sup>de</sup>	1.0 <sup>de</sup>	0.9 <sup>e</sup>	15.7 <sup>cd</sup>	14.7 <sup>cde</sup>
75		1.3 <sup>ef</sup>	1.2 <sup>f</sup>	0.8 <sup>ef</sup>	0.7 <sup>f</sup>	80.6 <sup>def</sup>	76.7 <sup>def</sup>	76.6 <sup>ef</sup>	74.5 <sup>def</sup>	0.9 <sup>ef</sup>	0.8 <sup>ef</sup>	16.0 <sup>cde</sup>	14.7 <sup>cde</sup>
90		1.3 <sup>efg</sup>	1.1 <sup>fg</sup>	0.7 <sup>efg</sup>	0.6 <sup>g</sup>	80.1 <sup>defg</sup>	74.6 <sup>fg</sup>	76.0 <sup>efg</sup>	72.7 <sup>fg</sup>	0.9 <sup>efg</sup>	0.8 <sup>fg</sup>	15.3 <sup>def</sup>	12.7 <sup>ef</sup>
120		1.3 <sup>efg</sup>	1.0 <sup>gh</sup>	0.7 <sup>efg</sup>	0.5 <sup>gh</sup>	80.0 <sup>defgh</sup>	73.4 <sup>gh</sup>	75.3 <sup>gh</sup>	70.8 <sup>h</sup>	0.9 <sup>gh</sup>	0.7 <sup>h</sup>	14.7 <sup>defg</sup>	11.3 <sup>fg</sup>

<sup>a-h</sup> Means with different small letter superscript in the same column represent significant difference at  $p < 0.05$ .

<sup>1)</sup> Means in the same storage period underscored by a common line do not differ ( $p > 0.05$ ).

나타났는데 이는 아마도 저장기간이 연장될수록 살라미 제품에서의 지방과 단백질 분해에 의한 조직 붕괴 현상이 진전되어 경도 등 물성이 열화된 것에 기인한 것으로 추측된다.

#### 관능학적 품질 변화

Table 6은 살라미 시료의 외양, 이취, 향미 및 조직감에 대한 관능검사 결과이다. 본 실험에 사용된 살라미는 단기 숙성 제품으로서 저장 초기 매우 신선하고 깨끗한 맛과 냄새를 나타내었고 조직감은 적당한 탄력성과 저작력 등 발효제품으로서의 특성을 충분히 나타내었다. 본 실험에서 스타터로 첨가된 *S. carnosus*균은 *Micrococcaceae* 균과 비교하여 methyl butanal, methyl ketones, 또는 ethyl esters와 같은 휘발성 성분들이 생성되어 향미가 좋다고 보

**Table 6. Sensory evaluation scores of salami during storage at 10 and 25°C**

Parameter days	°C	Appearance <sup>1)</sup>		Off-odor <sup>2)</sup>		Flavor <sup>1)</sup>		Texture <sup>1)</sup>	
		10	25	10	25	10	25	10	25
1		5.00 <sup>a1)</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>
15		4.60 <sup>b</sup>	4.41 <sup>b</sup>	4.55 <sup>b</sup>	4.39 <sup>b</sup>	4.50 <sup>b</sup>	4.30 <sup>b</sup>	4.45 <sup>b</sup>	4.23 <sup>b</sup>
30		3.91 <sup>c</sup>	3.48 <sup>c</sup>	3.95 <sup>c</sup>	3.66 <sup>c</sup>	3.90 <sup>c</sup>	3.62 <sup>c</sup>	3.93 <sup>c</sup>	3.54 <sup>c</sup>
45		3.78 <sup>d</sup>	2.75 <sup>d</sup>	3.66 <sup>d</sup>	3.07 <sup>d</sup>	3.66 <sup>d</sup>	2.86 <sup>d</sup>	3.59 <sup>d</sup>	2.70 <sup>d</sup>
60		3.47 <sup>e</sup>	2.38 <sup>e</sup>	3.29 <sup>e</sup>	2.76 <sup>e</sup>	3.26 <sup>e</sup>	2.48 <sup>e</sup>	3.31 <sup>e</sup>	2.41 <sup>e</sup>
75		3.14 <sup>f</sup>	2.18 <sup>ef</sup>	3.11 <sup>ef</sup>	2.18 <sup>f</sup>	3.10 <sup>ef</sup>	2.20 <sup>f</sup>	3.08 <sup>ef</sup>	2.18 <sup>ef</sup>
90		3.09 <sup>fg</sup>	2.07 <sup>fg</sup>	3.06 <sup>fg</sup>	1.88 <sup>g</sup>	3.09 <sup>efg</sup>	2.10 <sup>g</sup>	2.89 <sup>fg</sup>	1.95 <sup>fg</sup>
120		2.91 <sup>h</sup>	1.77 <sup>h</sup>	2.85 <sup>h</sup>	1.64 <sup>h</sup>	2.91 <sup>h</sup>	1.80 <sup>h</sup>	2.78 <sup>gh</sup>	1.75 <sup>h</sup>

<sup>a-h</sup> Means with different small letter superscript in the same column represent significant difference at  $p < 0.05$ .

<sup>1)</sup> Means based on a 5 - point scale (1, extremely undesirable; 5, extremely desirable).

<sup>2)</sup> Means based on a 5 - point scale (1, abundant off-odor; 5, no off-odor).

<sup>3)</sup> Means in the same storage period underscored by a common line do not differ ( $p > 0.05$ ).

고된 바 있다(Berdagué *et al.*, 1993; Montel *et al.*, 1996). 그러나 이러한 관능학적 품질은 10과 25°C 저장 시료에서 모두 저장 기간이 연장될수록 낮게 평가되는 경향을 보였다. 이 현상은 10°C에서보다 25°C에서 더 심하게 나타났다. 특이한 것은 살라미 시료가 오래 저장될수록 조직이 상당히 연하고 조직이 와해된다는 것이다. 조직감의 붕괴는 근육 조직뿐 아니라 지방 조직에서도 발생하였다. 이러한 현상은 Table 5의 물성실험 결과에서 확인된 바 있다.

관능학적 결과로 3.0 이상의 점수를 상품성이 유지되는 기준으로 판단하였을 때 10°C에 저장되었던 살라미 시료는 조직감에서 가장 먼저 90일째부터 상품성을 잃었던 것으로 확인되었다. 외관, 이취 및 향미와 같은 그 외의 지표에서는 120일째 3.0 미만의 점수로 평가되었다. 반면에 25°C에 저장되었던 시료는 지표에 상관없이 모두 45일 후 3.0 미만의 점수로 평가되었다. 따라서 관능학적 검사에 기준한 살라미의 저장 수명은 10과 25°C 저장 시 각각 75일(최장 90일)과 30일로 예상되었다.

#### 요 약

본 연구는 살라미의 냉장 및 실온 저장 중 미생물의 변화 양상과 물리화학 및 관능학적 품질 변화를 조사하여 국내 위생기준에 적합 여부를 판단하고 살라미의 개별 위생기준을 마련하는데 기초 자료로 활용하고자 수행되었다. 살라미와 원료학적 미생물 오염 수준을 살펴보고 이 원료로 제조된 제품을 각각 10과 25°C에 120일 동안 저장하면서 미생물, 물리·화학 및 관능학적 품질 변화를 조사하였다. 살라미 시료의 10과 25°C 저장 중 초발 총균수는 7.99 Log CFU/g이었으며 저장기간의 연장에 따라 변화하여 120일째에는 7.54 Log CFU/g으로 감소하였다. 유산균은 120일째 10과 25°C에서 각각 7.57 Log CFU/g과 4.05 Log CFU/g으로 변화하여 *Staphylococcus spp.*와 함께 살라미의 주종균 임이 확인되었다. 기타 균종들은 두 온도

에서 성장이 억제되는 경향을 보였다. 25°C 저장 시료의 경우 유산균과 *Staphylococcus* spp.의 군수가 감소하는 경향을 보였다. 원료육의 미생물은 2-4 Log 수준이었으며, 냉동/해동육, 특히 늙은 암태지 돈육의 경우 총균 및 대장균의 오염이 심하였다. 원료육에서는 *S. aureus*가, 저장 중 육제품에서는 *Clostridium perfringens*가 발견되었다. 살라미 제품의 식염, 수분, 조단백, 조지방 및 회분 함량은 각각 약 3.4, 33.4, 30.8, 32.7 및 4.3% 수준이었으며 저장 기간과 온도에 따른 차이를 나타내지 않았다. 살라미 시료의 pH는 4.79에서 5.02(10°C)와 5.26(25°C)로 저장 기간 중 각각 증가하는 대신 수분활성도는 0.91에서 0.90(10°C)와 0.88(25°C)로 각각 감소하는 경향을 보였다. TBA값과 VBN값은 저장 기간에 따라 점차적으로 증가하였으나 10°C 저장 살라미의 VBN값은 120일째 18.90 mg%로 부패 단계인 20 mg%까지 도달하지는 않았다. 육색 측정 결과 25°C 시료는 10°C 시료에서보다 'a'값(적색도)이 45일째부터 뚜렷하게 감소되었다. 저장 기간이 연장될수록 경도, 부서짐성, 탄성, 응집성, 검성 및 점착성 등이 저하되는 조직감을 보였으며 10°C 시료에서 보다 25°C의 시료에서 더 빨리 연화되었다. 관능검사 결과에 근거한 살라미제품의 저장 수명은 10과 25°C에서 저장할 경우 각각 최장 90일과 30일로 추정되었다.

### 감사의 글

본 연구는 (주)에쓰푸드의 지원을 받아 수행된 것이므로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Aguirrezábal, M. M., Mateo, J., Domínguez, M. C., and Zumalacárregui, J. M. (2000) The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Sci.* **54**, 77-81.
2. Ansorena, D. and Astiasarán, I. (2004) Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Sci.* **67**, 237-244.
3. AOAC (1990) Official methods of analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, pp. 25-36.
4. Aurand, L. W., Woods, A. E., and Wells, M. R. (1987) Food composition and analysis. An AVI Book Publ., Van Nostrand Co., NY, pp. 608.
5. Barbuti, S. (1998) Utilizzo del Microbial challenge testing per la validazione dei processi di trasformazione degli insaccati stagionati. Proceed. of La sicurezza microbiologica degli alimenti conservati, 12 November 1998, Parma, Italy, pp. 61-65.
6. Barbuti, S. and Parolari, G. (2002) Validation of manufacturing process to control pathogenic bacteria in typical dry fermented products. *Meat Sci.* **62**, 323-329.
7. Berdagué, J. L., Monteil, P., Montel, M. C., and Talon, R. (1993) Effects of starter cultures on the formation of flavour compounds in dry sausage. *Meat Sci.* **35**, 275-287.
8. Centers for Disease Control (1995) *Escherichia coli* O157:H7 outbreak linked to commercially distributed dry-cured salami Washington and California. *Morb. Mortal Wkly. Rep.* **44**, 157-160.
9. Dominguez, M. C. and Zumalacárregui, M. C. (1991) Lipolytic and oxidative changes in "chorizo" during ripening. *Meat Sci.* **29**, 99-207.
10. Goepfer, J. M. and Chung, K. C. (1970) Behavior of *Salmonella* during the manufacturing and storage of a fermented sausage product. *J. Milk Food Microbiol.* **33**, 185-191.
11. Gößling, U., Höpke, H. U., and Gerigk, K. (1982) Einfluß der Vakuumverpackung auf Qualität und Haltbarkeit von Rohwürsten. *Fleischwirtschaft* **62**, 1090-1096.
12. Gökalp, H. Y. (1986) Residual NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, and TBA values of Turkish soudjouk manufactured by adding different starter cultures and using different ripening temperatures. *J. Food Technol.* **21**, 615-625.
13. Hammes, W. P., Bantleon, A., and Min, S. (1990) Lactic acid bacteria in meat fermentation. *FEMS Microbiol. Rev.* **87**, 165-174.
14. Han, K. H., Park, J. K., and Lee, C. H. (2006) Manufacture and product evaluation of fermented sausages inoculated with freeze-dried *Kimchi* powder and starter culture (*Lactobacillus plantarum*). *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 486-490.
15. Harmsa, C., Fuhrmann, H., Nowack, B., Wenzel, S., and Sallmann, H. P. (2003) Effect of dietary vitamin E supplementation of the shelf life of cured pork sausage. *Meat Sci.* **63**, 101-105.
16. Incze, K. (1998) Dry fermented sausages. *Meat Sci.* **49**, 169-177.
17. Kim, Y. J., Lee, H. C., Park, S. Y., Oh, S. J., and Jin, K. B. (2008) Utilization of probiotic starter cultures for the manufacture of low-fat functional fermented sausages. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **28**, 51-58.
18. Kim, C. H., Ko, M. S., Lee, K. H., Park, W. M., and Yoo, I. J. (1998a) Changes of palatability traits of mold fermented sausages during ripening. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **18**, 57-62.
19. Kim, C. H., Ko, M. S., Lee, K. H., Park, S. J., Kim, J. H., Lim, D. S., Park, W. M., Yoo, I. J., and Lee, C. H. (1998b) Volatile flavor compounds and sensory evaluation of mold fermented sausages. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **18**, 255-260.
20. Kunz, B. and Lee, J. Y. (2003) Production and microbiological characteristics of fermented sausages. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 361-375.
21. Lahti, E., Johansson, T., Hill, P., and Nurmi, E. (2000) Survival and detection of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* during the manufacture of dry sausage using two different starter cultures. *Food Microbiol.* **18**, 75-85.
22. Lee, K. T., Lee, Y. K., Lee, J. P., Lee, J. W., Son, S. K., Choi,

- S. H., and Lee, S. B. (2007) Determination of the prevalence of pathogenic bacteria and the changes in microbiological growth pattern of cured and short-ripened raw ham during storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 127-131.
23. Lee, S. H., Seong, S. K., Kim, S. M., and Choi, W. J. (2001) Physiological characteristics of lactic acid bacteria isolated from *Kimchi* to select starter of fermented sausage. *J. Anim. Sci. Technol.* **43**, 393-400.
24. Leistner, L. (1995) Stable and safe fermented sausages world-wide. In: *Fermented Meats*. Campbell-Platt, G. and Cook, P. E. (eds.), Blackie Academic & Professional, Glasgow, pp. 160-175.
25. Lim, D. G. and Lee, M. (2007) Combination effect of packaging and electron beam irradiation on quality traits of fermented sausages during storage. *J. Anim. Sci. Technol.* **49**, 539-548.
26. Linke, H. (1985) Qualitätsnormen für Rohschinken und Rohwürsten. In: *Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken*. Kulmbacher Reihe Band 5, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, pp. 30-59.
27. Montel, M. C., Reitz, J., Talon, R., Berdagué, J. L., and Rousset, A. S. (1996) Biochemical activities of Micrococaceae and their effects on the aromatic profiles and odours of a dry sausage model. *Food Microbiol.* **13**, 489-499.
28. Park, W. M., Choi, W. H., Yoo, I. J., Ji, J. R., and Jeon, K. H. (1997) Effects of mixed starter cultures on the physicochemical properties of fermented sausages. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **17**, 91-99.
29. Pontello, M., Sodano, L. Nastasi, A., Mammina, C. Astuti, M., Domenichini, M., Gerosa, E., and Montagna, A. (1998) A community-based outbreak of *Salmonella enterica* serotype typhimurium associated with salami consumption in Northern Italy. *Epidemiol. Infection* **120**, 209-214.
30. Prändl, O., Fischer, A., Schmidhofer, T., and Sinell, H. J. (1988) *Fleisch Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, pp. 518-549.
31. Rubio, B., Martinez, B., M Dolores, G.C., Rovira, J., and Jaime, I. (2008) Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry fermented sausage salchichon manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. *Meat Sci.* **80**, 1182-1187.
32. SAS (2001) *SAS User's Guide*. SAS Institute, Gary, NC, USA.
33. Tilden, J. Jr., Young, W., McNamara, A., Custer, C., Bosesel, B., Lambert-Fair, M. A., Majkowski, J., Vugia, D., Werner, S. B., Hollingsworth, J., and Morris, J. G. (1996) A new route of transmission for *E. coli*: Infection from dry fermented salami. *Am. J. Public Health* **86**, 1142-1145.
34. Wirth, F., Leistner, L., and Rödel, W. (1975) Richtwerte der Fleischtechnologie, Verlagshaus Sponholz, Frankfurt am Main, pp. 78-91.
35. Witte, V. C., Krause, G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-585.
36. 高坂和久 (1975) 畜産物の鮮度保持と測定. *食品工業* **18**, pp. 105.
37. 국립수의과학검역원 (2007) 축산물의 가공기준 및 성분규격. 국립수의과학검역원고시 제2007-20호(2007. 6. 5).

(Received 2008.11.12/Revised 2008.12.17/  
Accepted 2008.12.24)