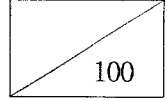


61.7
2732

G 1231-0894



19804652

최 종
연구보고서

상온유통 가능한 발효육제품의 농가형 제조기술 개발

Development of Farm-type Manufacturing Technology
of Fermented Meat Marketed in Ambient Temperature

발효육

1980.12.15

연구기관
한국식품개발연구원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “상온유통 가능한 발효육제품의 농가형 제조기술 개발”과제의 최종보고서로 제출합니다.

1997년 12월 27 일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 박 우 문

연구 원 : 유 익 중

연구 원 : 전 기 홍

연구 원 : 지 중 룡

연구 원 : 김 윤 숙

연구 원 : 최 원 희

연구 원 : 이 희 애

연구 원 : 김 현 수

협동연구기관명 : 건 국 대 학 교

협동연구책임자 : 김 창 한

이 치 호

요 약 문

I. 제 목

상온유통 가능한 발효육제품의 농가형 제조기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

최근 소득의 증대와 이로 인한 입맛의 고급화 및 다양화 추세에 대처하기 위하여 소비자 기호도 및 금후 식생활의 변화를 감안한 한국인의 입맛에 맞는 독창적인 육제품의 개발이 필요하며 현재 우리나라 유통구조의 취약과 식품의 보존 및 안전성에 관한 관념이 희박하여 소시지, 햄 등 저온유통 제품들의 반품율이 약 5%(손실액:약 200억원/년)에 달하기 때문에 상온유통이 가능한 제품의 개발, 그리고 소자본의 중소규모 공장으로서 산지에서 농민들이 직접 생산, 가공하여 농협, 축협 등 농어민 생산자 단체등을 통하여 판매를 함으로써 과다한 유통비용을 줄일 수 있는 방안 등이 우선적으로 검토되어야 할 것이다. 이러한 점을 감안하여 가열처리에 의하여 생산되지 않고 발효 및 건조후 날것의 상태로 소비되어지는 발효육제품의 제조기술 개발이 가장 시급하다고 판단되어 진다. 하지만 독일의 경우 육제품의 25%를 발효육으로 소비하고 있는데 반하여 우리나라 발효육 시장은 아직까지 걸음마 단계에 있는 점을 감안 할때 우리 국민들의 입맛에 맞는 독창적인 발효육제품을 개발함으로써 육제품의 다양화 및 고급화를 통한 양축농가의 수익성 제고 뿐만 아니라 발효육제품의 수입에 대처하는데 능가 또는 생산자 단체에서 직접 제조가 가능한 한국형 발효육제품 개발의 중요성이 있다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (1994)	발효소시지 제조를 위한 최적 조건의 설정	<ol style="list-style-type: none"> 1. 원료육 및 첨가제가 발효소시지에 미치는 영향 2. 적절한 상업용 starter culture의 선택 3. 숙성 조건 및 casing의 차이가 발효소시지에 미치는 영향
2차년도 (1995)	유통기한 설정을 위한 발 효소시지의 제조시험	<ol style="list-style-type: none"> 1. 개발균주와 상업용 균주를 이용한 발효소시지의 제조 및 발효실험 2. 저장시험(24℃, 35℃)을 통한 적절한 유통기한 설정
3차년도 (1996)	한국형 발효소시지의 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 국내산 향신료를 첨가한 발효소시지의 개발 2. 훈연 및 보존제의 첨가로 유통기한 연장 3. 자재관리 및 공정관리 기법연구

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

본 연구에서는 상온에서 유통가능하며 한국인의 입맛에 적합한 발효육 제품의 개발과 그 결과를 농가형 또는 중소규모형 가공 공장에서 생산하여 농수축협 등 농어민 생산자 단체들을 통하여 시중에 유통시킴으로서 농어민의 소득증대 및 육가공 산업의 균형있는 발전을 도모하고자 함에 있으며 목적을 달성하기 위하여 실시한 연구결과는 다음과 같다.

1) 발효소시지 제조를 위한 최적 조건의 설정

발효소시지를 제조함에 있어서 PSE육으로 제조할 때 제품의 pH가 매우 낮는데 이러한 측면에서 PSE육을 첨가하여 발효소시지를 제조할 때에는 GdL 등의 첨가량을 줄이는것이 좋을 것으로 사료된다. 또한 PSE 처리구에서 적색도가 극히 낮게 관찰되었다. pH 저하 속도의 관점에서 GdL의 첨가량은 0.75% 이상이 적합한 것으로 판단된다. 적당한 NaCl의 첨가량은 2.7% 이하로 첨가하는 것이 바람직하고 당의 첨가량을 1% 까지 점차적으로 높여 줌으로 pH는 유의적으로 감소하였으며 비교적 lactose를 첨가한 처리구에서 pH의 저하속도가 가장 늦는 것으로 관찰되었다. ISP는 nitrite등의 색도를 증진시킬 수 있는 물질을 첨가할 경우 5% 까지의 첨가는 무난할 것으로 사료된다.

CHR. HANSEN'S 상업용 starter culture인 FloraCarn SP(*Staphylococcus carnosus* + *Pediococcus pentosaceus*) , SPX(*Staphylococcus xylosus* + *Pediococcus pentosaceus*) 및 SL (*Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus*)의 혼합 culture를 사용하

여 발효소시지를 제조할 때 SL culture 처리구에서 pH와 Aw가 가장 낮게 측정이 되었다. 모든 처리구에서 발효 2일째 젓산균이 우세균으로 성장(g당 10^8 이상)하여 pH와 Aw를 효과적으로 저하시켰으며 장내세균은 일반적으로 숙성 14일째 부터 검출되지 않았으며 Listeria spp.는 비교적 전 실험일동안 10^1 수준을 유지하여 위생상 문제가 되었으나, SL culture 처리구의 경우 장내 세균은 7일째 부터 검출되지 않았고 Listeria의 경우도 21일째에는 검출되지 않아 본 실험에서 사용한 상업용 starter culture는 발효소시지를 제조함에 있어서 적합하다고 생각되며 SL culture가 미생물에 대한 안전성 측면에서 가장 우수하다고 사료된다.

발효소시지 제조시 원료육 및 등지방의 적정온도는 0°C 에서 5°C 가 적당 하며 발효소시지의 제조 방법, 숙성, 발효 조건은 각 제품의 특성에 따라 구별 되어질수 있다. 그리고 소시지의 제조후 숙성, 건조시키는 과정에서 항온항습 기 내의 풍속이 과다하면 원활한 수분의 확산이 어려우므로 발효초기의 풍속 은 fan의 회전수를 기준으로 약 1,500rpm 이하로 유지하는 것이 적합한 것으로 조사되었다. 발효소시지의 숙성 조건을 당일 측정된 수분활성도 x 100의 값보다 약 2% 정도 낮게 할 경우 문제가 되었던 case hardening 현상이 크게 줄어들었으며 건조감량이나 pH 및 Aw의 결과로 볼 때 대조구에 비해 발효기간을 7일 정도 줄일 수 있었다. Casing간 수분감량은 건조 14일째 Collagen > Cellulose > Fibrous casing 순으로 높게 나타났고 casing별 Aw는 collagen의 경우 가장 낮았다. pH의 저하로 제조 후 2일째에 4.68 - 4.80의 범위로 신속 하게 저하되었다. 그러나 collagen casing의 경우에는 비교적 표면 건조가 심 했다.

2) 유통기한 설정을 위한 발효소시지의 제조

자연발효식품으로부터 분리한 개발균주(NFS #6-6, S #3 ; *L. plantarum*)와 상업용 starter culture(SL, *S. carnosus* + *L. pentosus*)로 제조한 발효소시지의 12일간 발효중 특성을 관찰한 결과에 의하면 개발균주 보다는 상업용 starter culture가 pH 저하면에서는 더욱 우수하였고 수분활성도 역시 상업용 starter culture가 가장 낮았다. 발효소시지의 색도를 관찰한 결과 개발균주인 #6-6과 S #3 균주 처리구의 적색도가 더 높아 상업용 starter culture에 비해 손색이 없고 색도면에서 볼 때 오히려 더 우수하였으나 조직감, 유리지방산 및 유리 아미노산 함량등에 있어서는 처리구간 큰 차이가 없었다. 최종제품에 대해 관능검사를 실시한 결과, 당 연구원에서 개발한 starter culture인 NFS #6-6의 경우 수입 starter culture인 SL에 못지 않게 기호도가 높았다. 또한 모든 처리구에서 유산균수는 발효 2일째 급격히 증가하였고 특히 자연발효식품으로부터 분리한 균주가 더욱 우수한 것으로 나타났다. 장내세균의 경우 SL culture 처리구에서는 8일째 부터 급격히 감소하여 12일째에 검출되지 않았다. 그러나 S #3, NFS #6-6 처리구에서는 SL 처리구에 비해 pH가 높았으나 오히려 장내세균의 억제능력은 월등하게 우수하여 S #3 균주 처리구는 3일째, NFS #6-6 균주 처리구는 8일째부터 장내세균이 검출되지 않았다. *Listeria* spp.는 숙성 12일째 위의 3균주들 중에서 S #3, NFS #6-6 처리구의 경우가 SL 처리구에 비해 더 낮은 *Listeria* spp. 수를 나타내어 상업용 starter culture보다 우수한 억제력을 나타내었다. 12일간 발효후 24℃와 35℃에 저장하며 발효소시지의 특성을 관찰한 결과 저장시간이 지나면서 pH가 상승되었고 24℃에 비해 35℃의 경우가 더욱 컸다. 색도에 있어서 35℃에서 보다 24℃에서 적색도(a)의 감소는 더욱 심한 반면에 b 값은 점차로 증가해 소시지의 저장중 약간 갈색화되는 경향을 나타내었다. 일반적으로 적색도는 SL 처리구보다 NFS#6-6과 S #3의 처리구가 다소 우수한 것으로 관찰되었다.

NFS#6-6로 제조한 발효소시지에서의 *Listeria* spp.의 감소속도가 빠른 경향을 보였으며, 24℃에서 4주간 저장하면서 오히려 미생물의 안정성이 더욱 증가되는 것으로 나타났다. 35℃ 저장시 유산균은 저장기간이 지나면서 감소하는 경향을 나타내었으나 그 감소 속도는 상업용 starter culture인 SL 처리구가 훨씬 빨랐다. Data로 나타내지는 않았지만 enterobacteria는 저장기간 중에도 전혀 검출되지 않아 발효소시지 저장시 장내세균에 의한 식중독의 위험성은 거의 없어 발효소시지의 높은 미생물학적 안정성을 입증할 수 있다. 24℃에 4주간 저장한 발효소시지의 TBA 수치는 0.24-0.27을 나타낸 반면에 35℃에 저장 하였을때는 지방산패가 급속도로 진행되어 처리구에 관계없이 식용 허용 범위인 0.46을 초과하였다.

3) 한국형 발효소시지의 개발

본 실험은 발효소시지 제조시 첨가되는 향신료를 마늘, 생강 그리고 산초, 칩분말, 감초, 썩분말, 솔잎분말 등의 국내산 향신료와 한약재 등으로 대체하여 한국형 발효소시지를 제조하기 위하여 진행되었다. 발효가 진행되면서 모든 처리구의 pH가 급격히 저하되었다. 비교적 외국 향신료를 첨가한 control구의 pH 저하속도가 국내산 향신료를 첨가한 대부분의 처리구의 경우보다 빨랐으나 산초, 칩, 썩, 솔잎가루 등을 혼합첨가한 처리구는 오히려 control구 보다 pH 저하능력이 우수하였다. 최종제품에 대하여 색도에 대한 분석결과 control에 비하여 명도나 황색도는 큰 차이가 없었으나 산초, 칩, 썩, 솔잎가루 등을 혼합첨가한 처리구의 적색도는 control보다 높았으며 비교적 첨가물의 함량이 많아질수록 hardness와 chewiness가 높았다. 모든 처리구에서의 유산균의 성장은 활발하여 본 실험에서 사용한 국내산 향신료 및 한약재는 유산균의 성장에 저해요소로 작용하지 않았으며, 장내세균은 산초, 칩, 썩, 솔잎가루

등을 혼합첨가한 처리구에서 10일째부터 검출되지 않아 가장 우수한 효과를 나타내었다.

발효소시지 제조시 혼연액 Pyroligneous을 첨가함으로써 현재 육가공품의 제조시 방부효과를 목적으로 첨가되는 ascorbic acid 및 BHA, BHT의 사용을 줄일수 있는 가능성을 모색코자 본 실험을 진행하였다. 위의 보존제의 첨가로 인한 pH의 차이는 관찰되지 않았으나, 혼연액을 0.5%와 2%로 첨가한 처리구의 pH가 비교적 빠르게 저하되었다. 또한 혼연액 2% 첨가구의 경우 제조 직후의 pH도 5.2의 등전점 이하로 떨어졌으며, Aw 역시 혼연액을 2% 첨가한 처리구에서 가장 낮은 value를 나타냈다. 혼연액을 0.02%와 0.5%를 첨가한 처리구에서의 TBA value는 무첨가구인 대조구와 비교해서 산패억제 효과가 거의 없었으나 2%를 첨가했을 때와 BHA/BHT 0.02%을 첨가한 처리구에서는 산패억제 효과를 관찰할 수 있었다. 그러나 ascorbic acid 0.02%을 첨가했을 때에는 오히려 산패가 촉진되는 결과를 보였다. 혼연액을 첨가한 처리구의 관능검사의 결과는 대조구에 비하여 관능적 특성이 낮은 것으로 나타났는데 color에 대한 점수만 제외하고 혼연액의 농도가 높을수록 더욱 큰 것으로 조사되었다. 젖산균은 모든 처리구에서 활발하게 증식하며 혼연액 및 방부제의 첨가에 영향을 받지 않았으며 장내세균은 12일 이후부터, BHA/BHT 0.02% 첨가구에서는 10일째부터, 목초액 0.5% 첨가구에서는 6일째부터 그리고 목초액 2% 첨가구에서는 4일째부터 검출되지 않았다.

2. 활용에 대한 건의

3차년에 걸쳐 한국형 발효소시지의 개발을 위하여 원료육 및 첨가제의 특성에 의한 영향, 최적 숙성 및 발효조건, starter culture에 의한 영향, 상온유통조건 시험, 안정성연구, 국내산 향신료 이용시험 등에 대하여 연구한 결과, 외국의 유사제품에 못지않은 결과를 얻었다. 더욱이 국내산 돈육만을 100% 사용하고, 첨가되는 향신료의 대부분을 국산화 했다는 측면에서 그 의미는 크다고 사료된다. 그리고 금후에는 본 연구결과 생산된 발효소시지의 상업적 생산을 위한 타당성 검토와 특허를 취득후 적합한 생산업체에 기술을 전수하여 생산토록 할 예정이며 다만, 국내 축산가공산업의 구조적 상황을 감안할 때, 농가에서 직접 제조하기에는 위생적인 안전성, 기술적, 경제적 여건, 판매 및 유통상의 여러 어려움이 있어 기존 육가공 업체에 우선 기술전수가 불가피한 실정이다. 또한 기존 육가공 업체 역시 최근 경기불황 등 어려움이 가중되고 있어 본 제품생산시 필수시설인 향온향습기의 설치에 금융 및 제도상의 지원이 필요하다고 사료됨.

SUMMARY

This work was carried out to make balanced development of meat processing industry and to increase farmer's income through their organization by development of manufacturing technology of farm-type fermented meat products marketed in ambient temperature.

The results were as follows

1. Establish of proper ripening and fermentation condition

Fermented sausages which were manufactured with PSE pork showed significantly bad color and the lowest pH level. The recommended levels of additives were more than 0.75% GdL, less than 2.7% NaCl. Lactose showed the worst utilization rate as seen in pH drop rate. 1% NaCl could be replaced with 5% ISP in the aspect of Aw drop rate providing improvement of color with nitrite. Addition of nitrite had a enough color developing effects, on the other hands, nitrate had no effects in color developing in manufacturing of fermented sausages were manufactured.

Fermented sausage using SL culture(*Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus*) showed the lowest pH and Aw among the 3 commercial starter cultures ; FloraCarn SP(*Staphylococcus carnosus* + *Pediococcus pentosaceus*) , SPX(*Staphylococcus xylosus* + *Pediococcus pentosaceus*) and SL (*Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus*). On the second day of fermentation, lactic acid bacteria were the

predominant flora on all the treatments. The sausage fermented with SL culture did not show any colony of enterobacteriaceae after 7th day of fermentation and also did not show any colony of Listeria after 21th of fermentation. Therefore, SL culture among the 3 commercial starter cultures was the most proper culture for the fermented sausage production in the safety aspects.

Optimum temperature of raw materials including meat and back fat for manufacturing fermented sausages was in a range of 0-5°C and the other condition of manufacturing process including ripening and fermentation can be defined by kinds of products. Air velocity in the fermentation chamber must be controlled bellow 1,500 rpm to help moisture diffusion throughout the fermentaion chamber. Case hardening and fermentation day were reduced by the modified ripening condition.

2. Production of fermented sausage for the establish of shelf- life

Quality changes of fermented sausages with developed starter cultures (NFS #6-6 and S #3) and selected commercial starter culture (SL) during fermentation and ripening period were no difference in weight loss among starter cultures, with final loss of 43~45% due to moisture evaporation. SL inoculated sausages exhibited the lowest pH and Aw(pH 4.3 and Aw 0.882). NFS #6-6 and S #3 treated sausages had higher redness value than that of SL treated samples. There were no significant difference in textural properties, fatty acid and free amino acid composition among treatments. Sensory tests showed that SL was preferred to NFS #6-6 for color, but

NFS #6-6 had similar preference with SL for flavor, taste and acceptability. During fermentation and ripening period, lactobacilli increased rapidly from first period of ripening and reached 10^8 cfu/g after 2 days of ripening and count of S #3 and NFS #6-6 treated samples increased faster than that of SL treated samples. Enterobacteriaceae were not detected after 3, 8 and 12 days of fermentation with S #3, NFS #6-6 and SL. *Listeria* were effectively inhibited in samples with S #3, NFS #6-6.

Sausages with 3 starter cultures (SL, NFS #6-6 and S #3) were vacuum packaged after drying process and stored at 24°C and 35°C and evaluated for their properties. There was slight increase in pH for all treatments. TBA values were 0.24~0.27 mg/Kg at 24°C, and 0.49~0.52 at 35°C after 4 weeks storage and did not show any difference among treatments. Lactobacilli counts of samples treated with S #3 and NFS #6-6 stored at 24°C, maintained 10^7 cfu/g during storage, but SL treated samples had 10^6 cfu/g of lactobacilli after 1 week storage and it was reduced to 10^5 cfu/g after 4 week storage. The counts of lactobacilli at 35 °C were reduced during storage and it were reduced fastly in the case of SL treated samples after 4 weeks storage. *Listeria* were effectively inhibited with NFS #6-6 and were not detected after 4 week storage in all treatments

3. The Development of Korean style fermented sausage

This work was carried out to produce the Korean style fermented sausage by addition of Korea native spices and medical plants. pH of all treatments was reduced rapidly during ripening. pH reduction of foreign

spices treated sausages was rapid than with Korea native spice and medical plants, respectively. But pH reduction activity of mixed Korea native spice and medical plants(Mugwort, *Artemisaia asiatica* ; Pine needles, *Pinus thunbergii* ; Japanese pepper, *Zanthoxylum piperitum* ; Arrowroot, *Pueraria hirsuta*) treated sausages was superior to that of foreign spices treated sausages. The "a" value among Hunter Color Value in mixed Korea native spice and medical plants treated sausages was higher than in foreign spices treated sausages. Korea native spice and medical plants used to this work did not inhibit the growth of lactic acid bacteria in fermented sausages and enterobacteria did not show after 10 days of fermentation in the sausage treated with mixed Korea native spice and medical plants.

pH in sausages treated with 0.5% and 2% liquid smoke(pyroligneous) was reduced rapidly, repectively. Sausage treated with 2% liquid smoke showed the lowest Aw value. Antioxidant activity of sausages treated with 0.02% and 0.5% liquid smoke was negligible but rancidity was inhibited in the sausages treated with 2% liquid smoke and 0.02% BHA/BHT(1:1). Sensory tests showed that sausages treated with liquid smoke had lower score than control except for color score. The growth of lactic acid bacteria was not affected by liquid smoke. But enterobacteria was not showed after 10 days in the sausages treated with 0.02% BHA/BHT, 6 days in the 0.5% liquid smoke, and 4 days in the 2% liquid smoke.

CONTENTS

SUMMARY

Chapter I.	Introduction	19
Chapter II.	Effect of raw meat and additives on the quality of fermented sausage	20
Section 1.	Introduction	20
Section 2.	Material and methods	21
Section 3.	Results and discussion	29
Chapter III.	Effect of starter cultures on the quality of fermented sausage	49
Section 1.	Introduction	49
Section 2.	Results and discussion	50
Chapter IV.	Proper ripening and fermentation condition	70
Section 1.	Introduction	70
Section 2.	Examination of optimum ripening condition	70
1.	Effect of raw meat and back fat temperature	70
2.	Proper ripening condition by species of microorganisms and sausage product	71
3.	Proper ripening condition by different casing	74

Chapter V.	Production of fermented sausage for the establishment of shelf-life	80
Section 1.	Introduction	80
Section 2.	Characteristics of fermented sausage with commercial starter cultures and strains isolate from fermented food	81
1.	Physico-chemical properties	81
2.	Microbiological properties	95
3.	Sensory evaluation	101
Section 3.	Characteristics of fermented sausages during storage	102
1.	Physico-chemical properties	102
2.	Microbiological properties	119
Chapter VI.	Development of Korean style fermented sausage	127
Section 1.	Characteristics of fermented sausages treated with Korean native spice and medical plants	127
1.	Introduction	127
2.	Material and methods	128
3.	Result and discussion	128
Section 2.	Effect of liquid smoke and preservatives on the quality of fermented sausages	138
1.	Introduction	138
2.	Material and methods	139

3. Result and discussion	139
Section 3. Research on the material and processing control of fermented sausages	148
1. Introduction	148
2. Material control	150
3. Processing control	161
4. A manufacturing system and lay out in small-scale plants	170
Appendix I. Microbiological properties of mold fermented sausages	171
II. Physico - chemical properties of mold fermented sausages	189
III. Volatile flavor components and sensory evaluation of mold fermented sausages	202
Reference	214

목 차

요 약 문	1
제 1 장 서 론	19
제 2 장 원료육 및 첨가제가 발효소시지에 미치는 영향	20
제 1 절 서설	20
제 2 절 재료 및 방법	21
제 3 절 결과 및 고찰	29
제 3 장 Starter culture가 발효소시지에 미치는 영향	49
제 1 절 서설	49
제 2 절 결과 및 고찰	50
제 4 장 발효소시지 제조를 위한 최적조건	70
제 1 절 서설	70
제 2 절 최적 숙성 및 발효조건 검토	70
1. 원료육 및 등지방의 온도에 의한 영향	70
2. 미생물의 종류별, 제품별 최적 발효조건	71
3. Casing의 재질에 따른 최적 발효 조건	74
제 5 장 상온유통 조건 설정을 위한 발효소시지의 제조	80
제 1 절 서설	80

제 2 절	상업용 균주와 개발 균주로 제조한 발효소시지의 특성	81
1.	이화학적 특성	81
2.	미생물적 특성	95
3.	관능검사	101
제 3 절	발효소시지의 저장중 특성	102
1.	이화학적 특성	102
2.	미생물적 특성	119
제 6 장	한국형 발효소시지의 개발	127
제 1 절	국내산 향신료를 첨가한 발효소시지의 제조	127
1.	서설	127
2.	재료 및 방법	128
3.	실험 결과	128
제 2 절	훈연액 및 보존제 첨가가 발효소시지의 품질에 미치는 영향	138
1.	서설	138
2.	재료 및 방법	139
3.	실험 결과	139
제 3 절	발효소시지의 자재 및 공정관리 기법 연구	148
1.	서설	148
2.	자재관리	150
3.	공정관리	161
4.	적정 중소형 제조 system 및 lay out	170
부록 I.	곰팡이 발효소시지의 미생물적 특성	171

Ⅱ. 곰팡이 발효소시지의 물리,화학적 특성	189
Ⅲ. 곰팡이 발효소시지의 향기성분 분석 및 관능검사	202
참고문헌	214

제 1 장 서 론

최근 소득의 증대와 이로인한 입맛의 고급화 및 다양화 추세에 대처하기 위하여 소비자 기호도 및 금후 식생활의 변화를 감안한 한국인의 입맛에 맞는 독창적인 육제품 개발의 시급함과 현재 우리나라 유통구조의 취약과 식품의 보존 및 안전성에 관한 관념이 희박하여 소시지, 햄등 저온유통 제품들의 반품율이 약 5%(손실액:약 200억원/년)에 달하기 때문에 상온유통이 가능한 제품의 개발, 그리고 소자본의 중소규모 공장으로서 산지에서 농민들이 직접 생산, 가공하여 농협, 축협 등 농어민 생산자 단체등을 통하여 판매를 함으로써 과다한 유통비용을 줄일 수 있는 방안등이 우선적으로 검토되어야 할 것이다. 이러한 점을 감안하여 가열처리에 의하여 생산되지 않고 발효 및 건조후 날 상태로 소비되어지는 발효육제품의 제조기술 개발이 가장 시급하다고 판단되어 진다. 과거 수년간 우리나라 육제품 생산량은 꾸준히 증가되고 이에 따라 육제품은 더욱 고급화, 다양화 되어가고 있으며 이러한 추세는 계속될 것이다. 하지만 독일의 경우 육제품의 25%를 발효육으로 소비하고 있는데 반하여 우리나라 발효육 시장은 아직까지 걸음마 단계에 있는점을 감안 할때 우리국민들의 입맛에 맞는 독창적인 발효육제품을 개발함으로써 육제품의 다양화 및 고급화를 통한 양축농가의 수익성 제고 뿐만 아니라 발효육제품의 수입에 대처하는데 우리나라 국민들의 입맛에 맞고 농가 또는 산지조합에서 직접 제조가 가능한 한국형 발효육제품의 개발은 필수적이라 하겠다.

본 연구는 상온에서 유통가능하며 한국인의 입맛에 적합한 발효육 제품의 개발과 그 결과를 농가형 또는 중소규모형 가공 공장에서 생산하여 농수축협 등 농어민 생산자 단체들을 통하여 시중에 유통시킴으로서 농어민의 소득증대 및 육가공 산업의 균형있는 발전을 도모하고자 함에 있다.

제 2 장 원료육 및 첨가제가 발효소시지에 미치는 영향

제 1 절 서 설

Fermented Sausage는 세절한 육과 등지방, 식염, 발색제, 당류 및 향신료 등을 혼합하여 유산균에 의하여 숙성시킨 육제품의 일종이다. 이러한 육제품은 식염 첨가와 건조에 의하여 수분활성도가 저하되고(Baldini 등, 1983), 육자체의 당과 첨가한 당이 젖산균에 의하여 유산 등의 유기산으로 분해되어 pH가 낮아져(Coretti 등, 1966) 부패성 미생물의 성장을 억제하므로 미생물에 대해 안전한 식품이 된다(Klettner 등, 1980 : Metaxopoulous, 1981). 발효소시지의 제조시 첨가되는 당이나 GdL(Glucono-delta-Lacton)은 숙성초기 pH를 급격히 저하시켜 미생물에 대해 안전성에 기여할 뿐만 아니라 원료육과 지방 입자간의 결합력을 생성시키고 발색을 증진시킨다(Coretti, 1966). 또한 식염은 맛을 부여하고 수분 활성도를 낮추어 줌으로써 미생물의 증식을 억제하며, 식염에 의하여 염용성 단백질이 육 입자의 외부로 삼출되어 나오고, 낮아진 pH로 염용성 단백질이 지방입자와 육입자 표면에 고화되어 건조기간 중 결합력이 증진된다(Fischer, 1982). 발효소시지 제조시 첨가한 nitrate는 micrococci 및 Staphylococci 등의 질소환원균에 의해 nitrite로 분해되고 다시 nitrite는 nitric oxide로 분해되는데, 이때 생성된 nitric oxide가 myoglobin과 결합하여 염지육제품에 색택을 부여한다(Zaika 등, 1976 : Smith 등, 1978). 이외에 nitrite는 *Staphylococcus aureus*의 증식을 억제하는 데에도 관여를 한다(Metaxopoulous, 1981 : Marcy 등, 1985). 발효소시지 숙성 중 단백질과 지방

은 육 자체의 효소와 미생물에 의하여 분해되어 발효소시지의 독특한 맛과 풍미를 부여하며(Coretti, 1977), 식염 및 GdL의 첨가로 생성된 결합력은 발효소시지에 바람직한 육 조직을 부여한다(Coretti, 1966 : Fischer, 1982). 한편 PSE(Pale, Soft, Exudative)육은 외부의 자극이나 운송 및 도살시 부주의에 의하여 비 정상적인 호르몬 분비로 육 자체의 glycogen이 신속히 분해되어 육의 pH가 정상육 보다 훨씬 낮아지게 되고(Moss 등, 1978), 보수력 및 유화력이 떨어져 식육으로서 뿐만 아니라 가공육으로도 적합하지 않지만 PSE육으로 발효소시지를 제조하면 보수력이 나빠 건조가 용이하며(Townsend 등, 1980), 낮은 pH는 최종 발효소시지 제품에 미생물에 대한 안전성을 더 좋게 할 수 있으리라 사료된다. 이러한 발효소시지의 제조에 있어서 품질의 일관성을 유지하기 위하여 도입된 것이 인공발효를 위한 starter culture이다. 따라서 본 연구는 원료육 및 첨가제가 발효소시지에 미치는 영향을 검토하여 발효소시지의 생산에 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 공시재료

도축후 6시간 이내 돈육의 Ham부위를 선별하여 원료육으로 이용하였으며 PSE육은 pH가 5.5 이하인 육색이 창백하고 조직이 연한 육을, 정상육은 pH가 6.0 이상이고 육색이 밝은 선홍색을 띠며 조직이 좋은 육을 원료육으로 사용하였다. 그리고 GdL, NaCl, ISP 및 당류는 (주) 태원으로 부터 구입하였으며 casing은 Securex-fibrous casing(5.5cm, Teepak, 벨기에)을, starter culture는 CHR. HANSEN'S의 혼합 culture인 FloraCarn SL(*Lactobacillus pentosus* + *Staphylococcus carnosus*)을 구입하여 사용하였다. 동결건조되어

있는 이들 균주는 -5°C 로 냉동보관하였으며 매 실험때마다 소시지 g당 10^7 이 되도록 멸균 증류수에 현탁시켜 접종하였다.

2. 처리방법

(1) 원료육의 첨가수준에 의한 영향

정상육, PSE육 그리고 정상육과 PSE육의 혼합(50 : 50)등 3가지 처리구로 구별하였다.

(2) GdL의 첨가수준에 의한 영향

GdL(Glucono-delta-Lacton)을 첨가하지 않은 처리구를 대조구로하여 0.25%, 0.5% 및 0.75%의 GdL을 첨가하였다.

(3) NaCl의 첨가수준에 의한 영향

1.7%의 NaCl 첨가시와 2.7%의 NaCl 첨가시를 상호 비교하였다.

(4) 당의 첨가수준에 의한 영향

당을 첨가하지 않은 무첨가구를 대조구로 하여 0.3% Glucose 첨가구와 1.0% Glucose 첨가구를 비교하였다.

(5) 당의 종류에 의한 pH의 영향

각각의 당(lactose, sucrose, starch syrup 및 dextrose)을 소시지의 중량당 1%가 되도록 첨가하여 발효를 관찰하였다.

(6) ISP의 첨가수준에 의한 영향

ISP(Isolated Soy Protein)을 첨가하지 않은 처리구를 대조구로 하여 각각 2%, 3%, 4% 및 5%의 ISP를 첨가하여 비교하였다.

(7) 염지제의 첨가에 의한 영향

Nitrite 0.001% 처리구 및 Nitrite 0.001% + Nitrate 0.001% 혼합 처리구의 육색 비교 조사

3. 소시지 제조 및 숙성조건

Table 2-1과 같은 배합으로 silent cutter(Seydelmann, Germany)에서 세 절, 혼합된 소시지 mix에 준비한 starter culture를 접종시키고 stuffer에서 casing에 각각 200-300g씩 충전시킨 다음 3주간 숙성 및 건조를 실시하였으며 그 제조방법 및 숙성 조건은 Fig.2-1 및 Table 2-2와 같다

Table 2-1. The fomular of fermented sausage(/10Kg)

Composiotion	Contents(%)	Amount(g)
Pork(Ham)	80.00	8,000
Speck	20.00	2,000
Sodium chloride	2.8	280
Dextrose	1.0	100
NaNO ₂	0.001	1
White pepper	0.25	25
Corriander	0.050	5
Starter culture		
- <i>Lactobacillus pentosus</i>		10 ⁷ cells/g
- <i>Staphylococcus carnosus</i>		10 ⁶ cells/g

Table 2-2. Ripening condition of fermented sausage during ripening

Days of ripening	Humidity(%)	Temperature(°C)
0 - 1	94 - 96	22 - 24
1 - 2	90 - 92	20 - 22
2 - 3	85 - 88	18 - 20
4 - 21	75 - 80	12 - 15

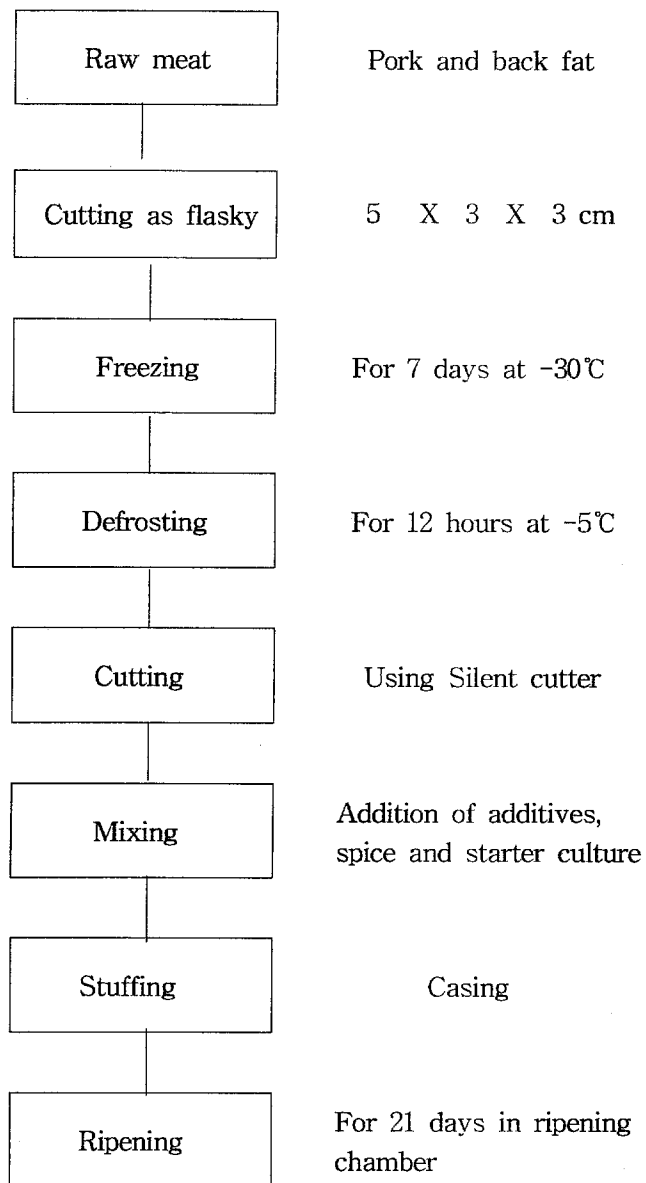


Fig.2-1. Schematic diagram showing the processing of fermented sausage

4. 검사항목

(1) pH

시료 10g에 10ml의 증류수를 넣고 2분간 균질한 후 pH meter(Orion 520A)로 측정하였다.

(2) 수분활성도

Aw측정기(Novasina Co., Switzerland)로 25℃에서 수분 분압에 의한 향량이 도달될시 상대습도 값으로 측정하였다.

(3) Color value

세절한 시료를 Color difference meter(Yasuda Seiki Co., UC 600-IV)를 이용하여 L, a, b값을 측정하였다. 이때 표준색은 L=89.2, a=0.921, b=0.783이었다.

(4) Weight loss

소시지 제조 직후의 중량과 경시적 측정시의 중량차를 백분율로 계산하여 산출하였다.

(5) Pannel test

최종제품에 대하여 훈련된 25명의 관능검사요원을 대상으로 6-point scale (1=worst to 6=prime)로 색, 맛 및 조직감에 대하여 실시하였다.

(6) 일반 성분

AOAC(1990)법에 의거 측정

(7) Texture

Texture Analyser(TA-XT₂, Stable Micro System Co, USA)를 이용하여 시료를 1cm두께로 자른다음 Springness, Cohesiveness, Hardness, Chewness 등을 측정하였다.

(8) 지방산

지방산의 분석은 Morrison 과 Smith(1964) 및 AOAC(1990)의 방법에 의하여 분석하였다. 즉, 시료 g당 혼합추출유기용매(chloroform:methanol, 2:1) 60ml을 가한 후 homogenizer로 3분간 교반하고 여과하여 지질을 추출하였으며 이를 3회 반복하였다. 본 연구에서는 시료 5g을 정확히 취하여 혼합 유기용매 300g을 사용하여 지질을 추출하였다. 이렇게 하여 추출된 여액의 1/3에 해당하는 증류수를 가한 다음 3,000rpm으로 30분간 원심분리한 후 상등액을 제거하고 하층용액을 취하여 40℃ 이하에서 증류하여 잔류 용매를 제거하였다. 이때 N₂ gas를 계속 주입시켜 농축과정 중 불포화지방산의 산화를 방지하였다. 이렇게 하여 얻은 순수한 지방 4-10mg을 검화용 반응용기에 취하여 0.5N methanolic NaOH (2g NaOH/100ml methanol) 용액 1ml을 가한 후 15분간 가열하여 냉각하였다. 냉각 후 BF₃-Methanol 용액 2ml을 가하고 다시 15분간 가열한 후 실온까지 완전히 냉각한 다음 여기에 1ml의 heptane과 NaCl 포화용액 2ml을 가해 1분간 혼합하여 30분간 정치하였다. 30분간 정치 후 상등액 1-2μl를 취하여 GLC에 주입, 지방산을 분리, 정량하였으며 이때 기기분석의 조건은 Table 2-3과 같다.

(9) 유리아미노산

시료 1g을 정확히 취하여 75% ethanol 용액 100ml에 넣고 30분간 진탕한 후 7000 x g에서 15분간 원심분리하여 상정액을 취하였다. 남은 잔사는 다시 2회에 걸쳐 75% ethanol 용액 50ml을 넣고 원심분리하여 상정액을 취하였다. 상정액을 모두 합하여 45℃ 이하의 온도에서 감압건조한 후 증류수로 10ml로 정용하고 이를 membrane filter(0.2 μm)로 여과하였다. 여액 10μl를 취하여 건조 튜브에 넣고 유도체 시약(methanol : water : triethylamine : PITC = 7 :

Table 2-3. Conditions for GC analysis of fatty acid

Item	Condition
Instrument	Hewlett Packard 5890
Detector	Flame Ionization Detector
Column	BP-20(30m x 0.5mm)
Carrier gas	He gas
Split ratio	60 : 1
Temperature	Column 170(5)-2.5-230 Injector : 230°C Detector : 250°C
Injection volume	0.2µl injection
Chart speed	0.5cm/min.

Table 2-4. Conditions for HPLC analysis of free amino acid

Item	Condition
Instrument	JASCO HPLC System(Japan)
Column	Pico - Tag
Column temp.	40°C
Eluent	Pico Tag Eluent A, B
Flow rate	1.0 m/min
Chart speed	1.0 cm/min
Detector	UV (250 nm)
Injection volume	10 µl

1 : 1 : 1 혼합시약, v/v) 30 μ l를 첨가하여 유도체화하고 이를 감압건조하였다. 건조물을 시료 회석제(Waters사, P/N 88119, U.S.A) 2 ml에 용해한 후 10 μ l를 취하여 Table 2-4와 같은 조건에 따라 분석하였다(허 등, 1993).

(10) 핵산관련물질

핵산관련물질의 분석은 北田善三 등(1983)의 방법을 약간 변형하여 다음과 같이 분석하였으며 측정된 값의 회수율은 91.8%로 나타내었다.

시료 5g을 정확히 정량하여 냉장 보관된 10% perchloric acid 용액 25ml을 가한 후 균질화 하여 원심분리(4,000rpm, 10 min.) 하였다. 상등액을 분취하고 침전물은 앞과 동일한 과정을 2회 이상 반복처리하여 상등액을 모두 모아 냉각된 Potassium hydroxide 5N 용액으로 pH 6.5로 조절한 다음 이것을 중화된 perchloric acid로써 100ml로 정용하였다. 30분 방치 후 1ml을 취하여 10,000 rpm에서 원심분리하고 상등액을 0.45 μ l milipore filter 여과후 HPLC(영인 910, Korea)에 주입하여 정량하였다. μ -Bondapak C₁₈(3.9mm ID x 30cm) column을 이용하였고 mobile phase는 pH 6.5로 조절된 1% TEA용액으로 사용직전에 degasing하였다. Isocratic operation program을 이용하였고 0.2 AUFS, UV detector 254nm, flow rate 1.0 ml/min.로서 high pressure 2500, low pressure 0 limit로 set up하였다. 표준물질은 0.001 mole을 주입하였으며 peak area로써 환산하였다.

(11) Microbiological change

매 실험시에 시료 10g을 무균적으로 취하여 90ml의 멸균 생리식염수(0.85% NaCl)에 넣고 stomacher(Lab-Blender 80, England)에서 2분간 균질시

킨 다음 10배 희석법으로 단계 희석하여 실시하였다. Starter culture로 사용한 lactic acid bacteria수는 희석시료 1ml을 MRS agar(Difco)에 혼합하여 35℃에서 48시간 배양한 후 출현한 colony 수를 측정하였으며, staphylococci의 수는 미리 준비하여 놓은 Baird-parker agar에 0.1ml씩 도말하여 35℃에서 48시간 배양후 검정색으로 출현한 colony 수를 측정하였다. 이때 Baird-parker agar에서 출현한 검정색의 colony 중에서 검정색의 투명환을 형성하는 colony를 분리하여 coagulase test에서 응고되는 균을 *S. aureus*로 간주하였다. Coagulase test는 투명환을 형성하는 colony를 순수분리하여 BHI broth에 접종한 후 37℃에서 24시간 배양한 다음 BHI broth 배양액 0.2ml 씩을 취하여 시험관에 넣고 여기에 0.5ml의 coagulase plasma를 가하여 35℃에서 배양하면서 4시간 이후 부터 24시간 까지 응고여부를 관찰하였다. 장내세균(Enterobacteriaceae) 수는 희석액 1ml을 VRBG(Difco) agar 15ml와 혼합하여 균현 후 다시 VRBG agar 10ml을 넣어 고화시켜 35℃에서 24시간 배양하여 출현한 colony의 수를 측정하였다. *Listeria* spp. 는 균질액 1ml을 MOX(Difco) agar와 혼합하여 35℃에서 48시간 배양한 다음 출현한 colony중에서 흑변된 colony를 *Listeria* spp.로 간주하였다.

제 2 절 결과 및 고찰

1. 원료육의 특성이 발효소시지에 미치는 영향

(1) pH

각 처리구 별 발효소시지의 pH는 발효기간중 급격히 감소하였고 건조기간중 약간 증가하는 경향이있으며(Fig 2-2), 이러한 결과는 Italian dry salami의 숙성중 pH 변화와 일치하였다(Genigeorgis 등, 1976). 그러나 본 실험에서

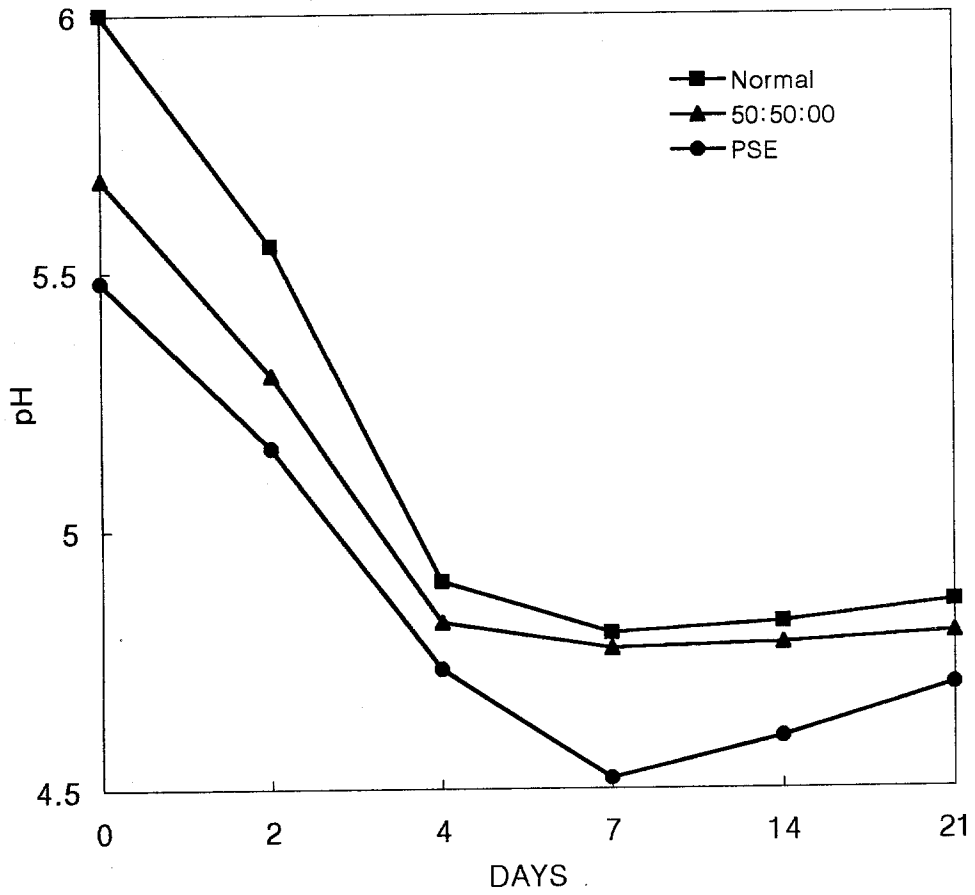


Fig. 2-2. Changes of pH in fermented sausage with different meat quality during ripening

숙성 7일째 최저 pH가 4.52-4.80 인데 비하여 Genigeorgis 등(1976)은 최저 pH가 4.4 - 4.5까지 도달한 것에 비하여 약간 높은 수치였으며 숙성 종료시 각 처리구 별 pH는 4.86(정상육), 4.80(혼합육), 4.70(PSE육)이었다. Wirth 등(1976)은 4-8주의 장기숙성 발효소시지에서 최종제품의 pH를 5.3-5.8로 추천하고 있으나 Roedel(1975)는 유럽시장에서 유통되고 있는 salami의 pH를 조사하였던 바 평균 4.92라고 보고하였다. 따라서 본 실험의 각 처리구 별 pH에서 볼때 혼합처리구와 PSE육 처리구로 다소 낮은 편이므로 이러한 측면에서 PSE육으로 발효소시지를 제조시 GdL의 첨가량을 줄이거나 아니면 첨가하지 않는 것이 좋을 것으로 사료된다.

(2) 수분활성도(Water activity)

숙성초기 Aw는 0.96-0.98이었으나 숙성중 점차 감소하였고 특히 건조기간 중에는 급격히 감소하였다(Fig 2-3). 숙성 종료시 PSE육 처리구가 가장 낮았고(0.878), 혼합육 처리구가 정상육 처리구 보다 약간 낮았다(0.890). Leistner 등(1981)은 발효소시지의 미생물에 대한 안전성에 기여하는 가장 중요한 요소는 pH와 Aw이며, 이러한 육제품의 저장 안전성을 위해서는 육제품의 pH가 4.8-5.2인 경우에 Aw는 0.90-0.95, 그리고 pH가 5.3-5.8인 경우에는 Aw가 0.85-0.92정도가 바람직하다고 보고하였다. 따라서 본 실험의 최종제품은 미생물의 안전성에 크게 기여할 것으로 사료된다.

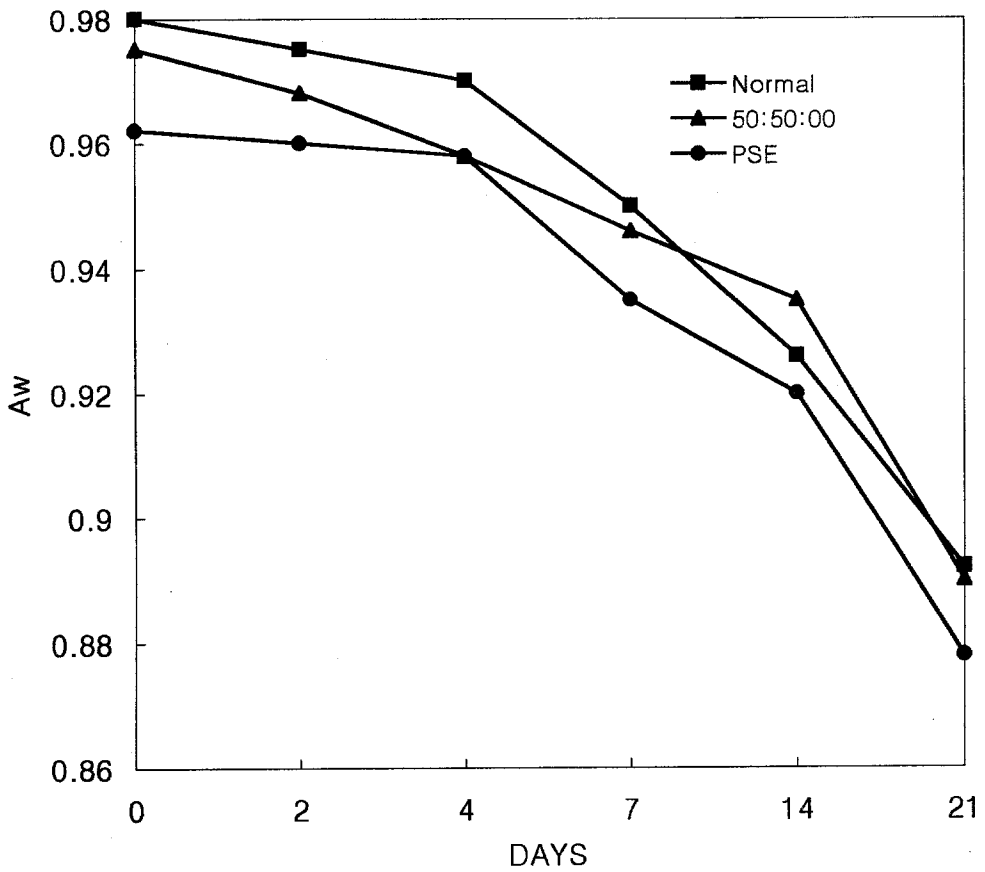


Fig.2-3. Changes of Aw in fermented sausage with different meat quality during ripening

(3) Color value

발효소시지의 숙성중 발색도는 Table 2-5와 같다. Redness를 나타내는 Hunter a value에서 정상육과 PSE육 사이에 숙성초기에는 큰 차이를 보이고 있으나, 숙성이 진행되면서 점점 그 차이가 줄어들어 최종제품에서는 정상육 처리구가 11.8, PSE육 처리구가 9.0으로 나타났다. 또한 Lightness를 나타내는 Hunter L value는 각 처리구 모두 숙성 중 감소하였고, PSE육 처리구가 53.0으로 가장 높은 수치를 보였다. 특히 PSE육 처리구에서 redness가 극히 낮은 것은 도살 후 낮은 pH와 신속한 ATP분해에 의해서 생성되는 고온으로 단백질이 변성되며(Staburvik, 1984) 따라서 nitrite의 분해에 의해서 생성되는 nitric oxide가 결합할 수 있는 myoglobin의 양이 적으므로 PSE육으로 발효소시지 제조시 바람직하지 못한 색택을 나타낸 것으로 사료된다.

Table 2-5. Hunter color value in fermented sausage during ripening with differnt meat quality

Color value	Group	Days		
		7	14	21
Hunter L (Whiteness)	PSE	64.8	57.3	53.0
	50:50	56.2	53.5	49.6
	Normal	53.8	50.5	47.9
Hunter a (Redness)	PSE	6.5	8.3	9.0
	50:50	9.1	10.1	10.6
	Normal	10.3	11.0	11.8
Hunter b (Yellowness)	PSE	6.8	8.3	9.0
	50:50	8.6	8.7	8.9
	Normal	8.3	8.2	8.3

2. 첨가제가 발효소시지에 미치는 영향

(1) GdL의 첨가수준에 의한 영향

1) pH

GdL은 물에 쉽게 용해되며 가수작용에 의하여 gluconic acid로 되어 pH를 순식간에 낮추어 주므로 발효소시지의 제조시 pH 조절제로써 거의 필수적으로 사용되어 진다. 그러므로 GdL은 발효초기에 증식하기 쉬운 gram negative bacteria의 생육억제를 위해 첨가되어진다. Fig. 2-4는 GdL의 첨가수준이 pH에 미치는 영향을 나타낸 것인데 발효 2일째 pH는 급속히 저하되어 21일째 까지 그 수준이 유지되었으며 적정 첨가수준은 0.75% 이상이 적합한 것으로 판단된다.

2) Aw

GdL의 첨가량에 따라 Aw는 처리구별 유의차를 보이지 않았다(Fig. 2-5). pH가 육 단백질이 등전점으로 떨어지면 육단백질의 보수력이 낮아져 숙성 중 탈수가 용이하여 pH가 낮은 처리구일수록 Aw가 빨리 떨어지나 본 실험결과에서는 pH에 따른 차이는 그다지 크지 않았다. 모든 처리구에서 원료 혼합직후 Aw가 0.98 내외였으나 숙성 21일 이후에는 0.90-0.91 수준으로 나타났다.

(2) NaCl의 첨가수준에 의한 영향

1) pH

소금의 첨가수준이 (1.7%, 2.7%) pH에 미치는 영향은 Fig. 1-6과 같다. pH는 두 처리구 별 큰 차이는 보이지 않았지만 1.7% 처리구가 2.7% 처리구 보다는 조금 낮게 나타났다. Marcy 등(1985)은 발효 소시지의 숙성 중 소금의 함량이 높을 수록 pH가 완만하게 떨어진다고 보고했는데 이는 낮은 Aw에 의해서 lactic acid bacteria의 증식이 상대적으로 억제됨에 기인한다. 이처럼 높은 염농도는 lactic acid bacteria의 증식을 저해하여 *S. aureus*의 증식이 오히려 촉진될 수 있기 때문에(신 등, 1991) 발효소시지 제조시에는 2.7% 이하의 NaCl을 첨가하는 것이 바람직하다고 사료된다.

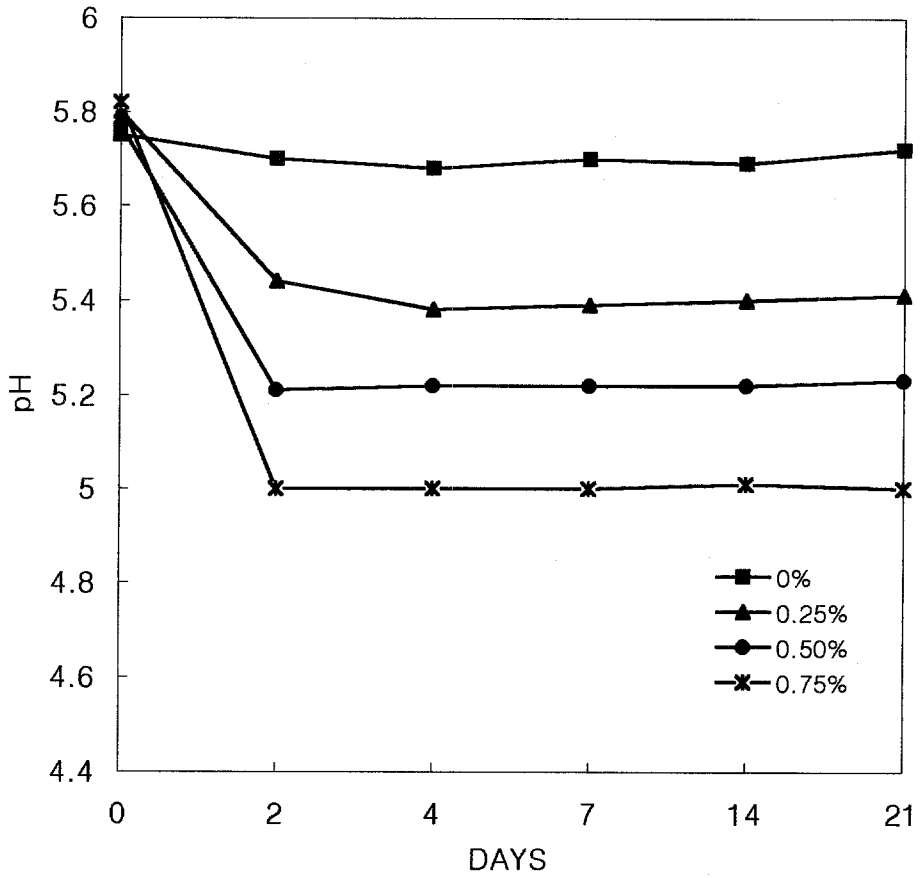


Fig. 2-4. Changes of pH in fermented sausage with different levels of GdL during ripening

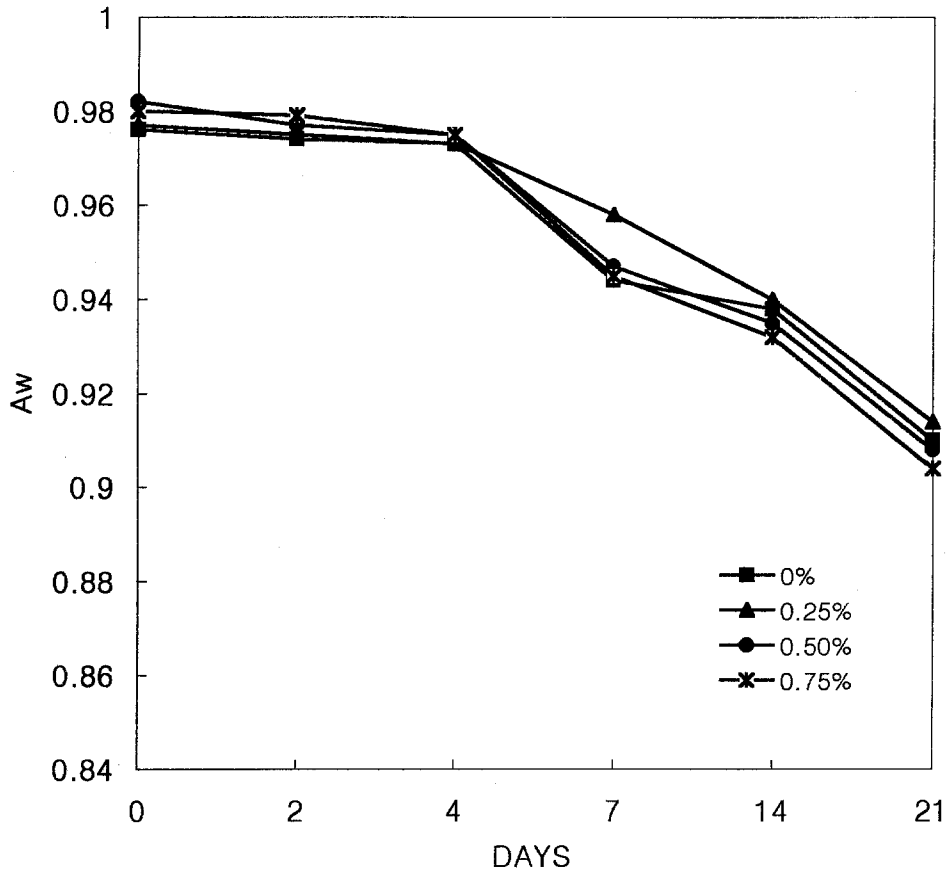


Fig.2-5. Changes of Aw in fermented sausage with different levels of GdL during ripening

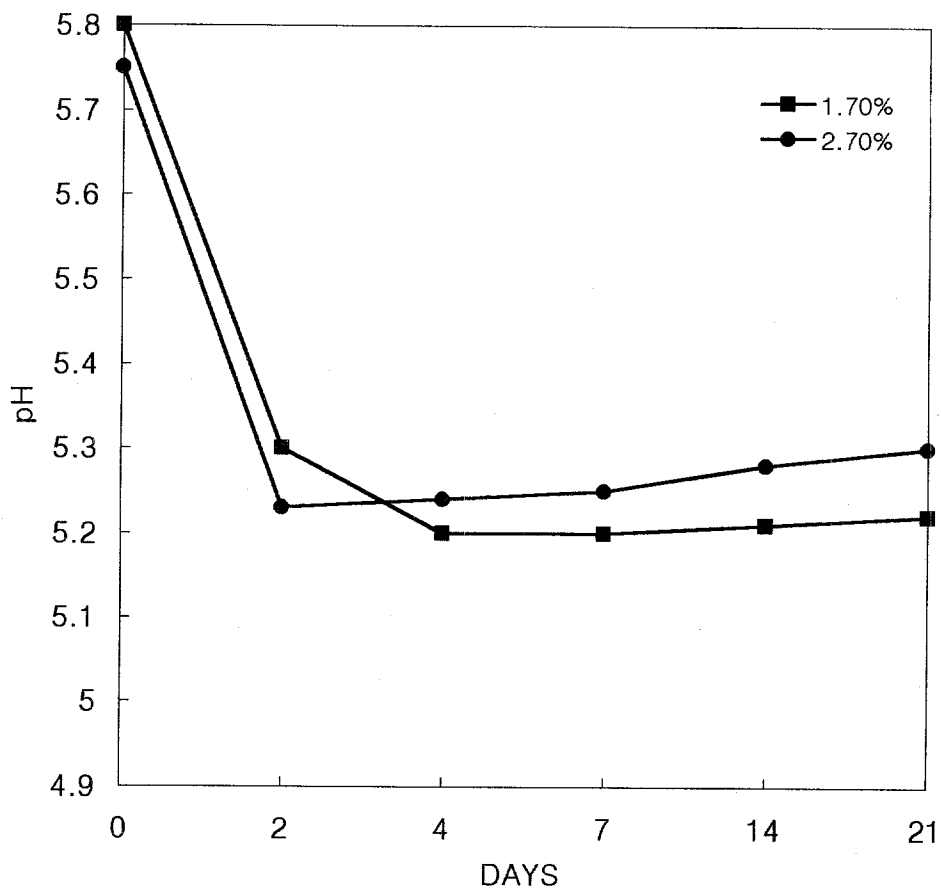


Fig. 2-6. Changes of pH in fermented sausage with different levels of NaCl during ripening

2) Aw

소금의 첨가량에 따른 Aw의 변화는 Fig. 2-7에 나타난 바와 같이 2.7% NaCl 첨가구의 Aw가 1.7% 첨가구에 비하여 0.03 정도 낮게 나타났으며 이러한 차이는 숙성이 끝날 때까지 비슷하였다.

(3) 당의 첨가수준에 의한 영향

1) pH

당의 첨가량을 1%까지 점차적으로 높여 줌으로 pH는 유의적으로 감소하였다(Fig. 2-8). 특히 무첨가구의 경우 발효초기에 pH가 떨어지지 않아 발효가 순조롭게 이루어 지지 않았으므로 제품완성도 뿐 아니라 미생물의 안전성에도 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 0.3% 처리구의 경우 pH가 발효 7일째 5.00까지 떨어졌으나 적정 발효에는 다소 어려움이 있었다. 따라서 1.0% 당의 첨가수준이 가장 적절할 것으로 사료된다. 이는 Bacus(1984)가 적절한 pH를 떨어뜨리기 위해서는 최소 0.75% 이상의 포도당을 넣어야 한다는 보고와 Acton 등(1977)이 1%의 포도당으로 pH 6.0인 초기배합육을 적절히 발효시킬수 있다는 보고와 일치한다 할 수 있다.

(4) 당의 종류에 의한 영향

1) pH

첨가한 당의 종류에 따른 pH는 발효 2일째까지 종류별 큰 차이가 없었으나 2일 이후 부터 차이가 나기 시작하였다(Fig.2-9). 특히 lactose 첨가구에서 pH 저하의 속도가 가장 둔화되었다. 일반적으로 당의 종류에 따라 젖산 생성량은 달라지게 되는데 다당류보다 단당류가 젖산을 생성하기에 더 용이한데에 기인하며(Tandler, 1963), Pyrcz와 Pezacki(1975)는 젖산균이 당을 이용하여 충분한 산을 형성하는 데 걸리는 시간은 첨가한 당의 분자량과 관계가 있어서 분자량이 커질수록 산 생성량의 최대치에 도달하는데 오랜 시간이 걸린다고 보고하였다.

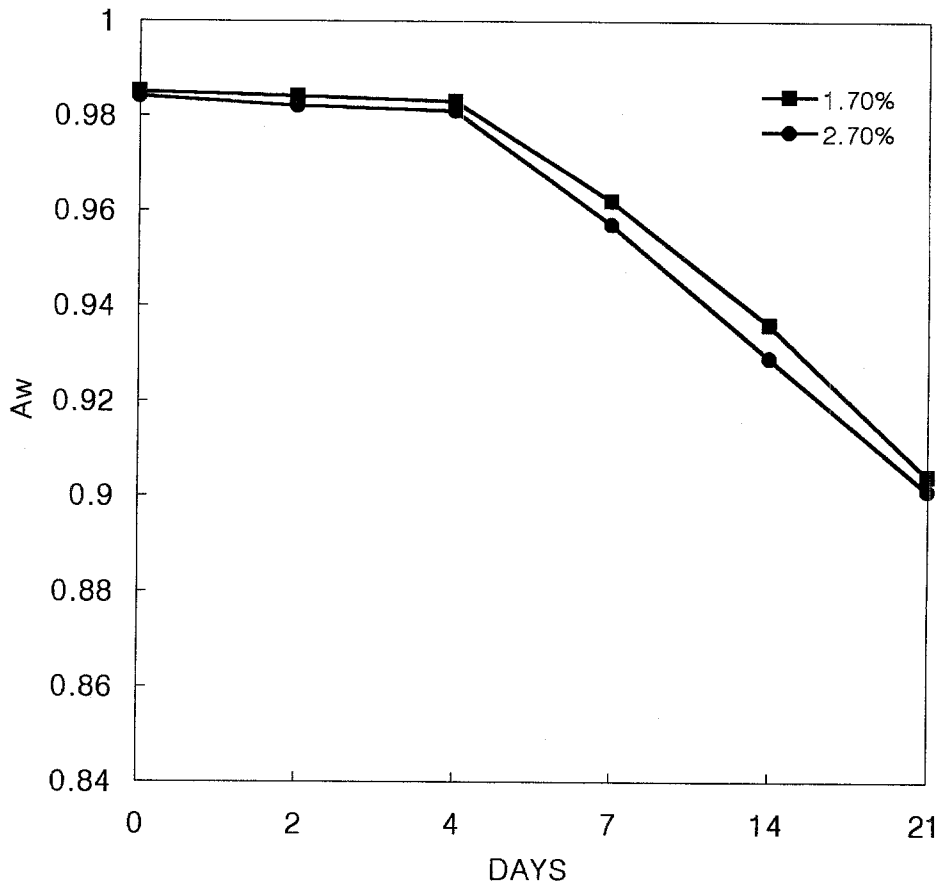


Fig.2-7. Changes of Aw in fermented sausage with different levels of NaCl during ripening

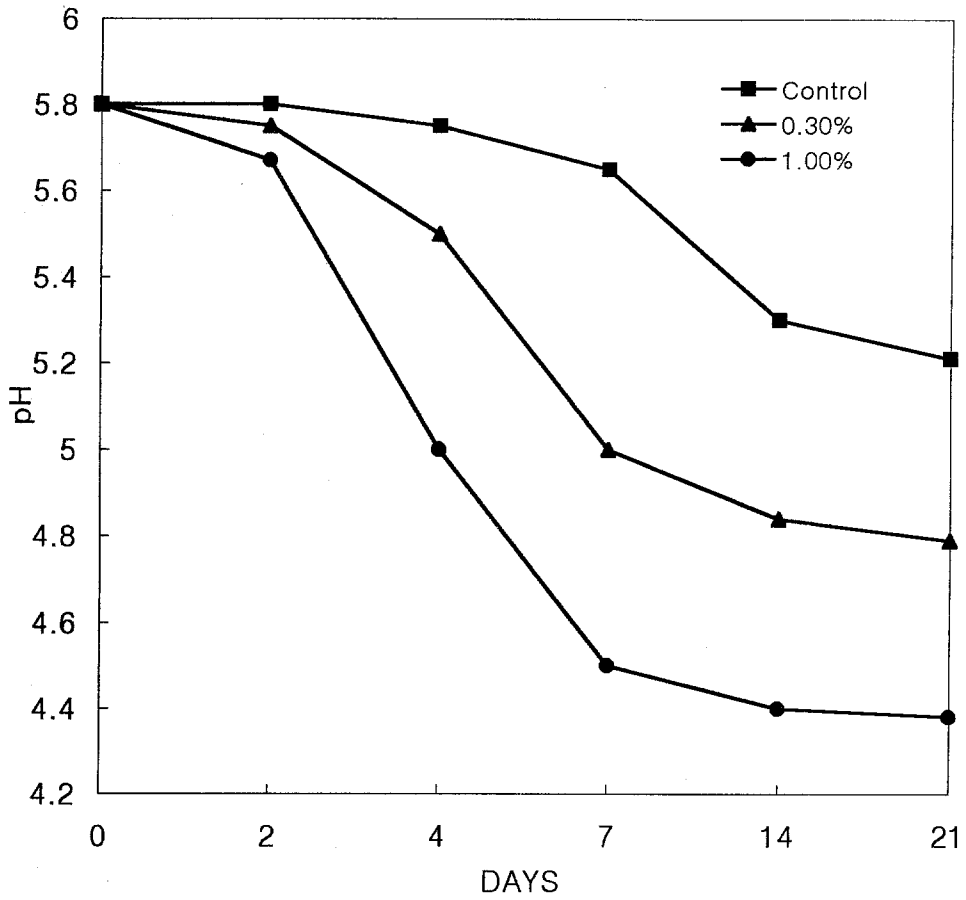


Fig. 2-8. Changes of pH in fermented sausage with different levels of sugar during ripening

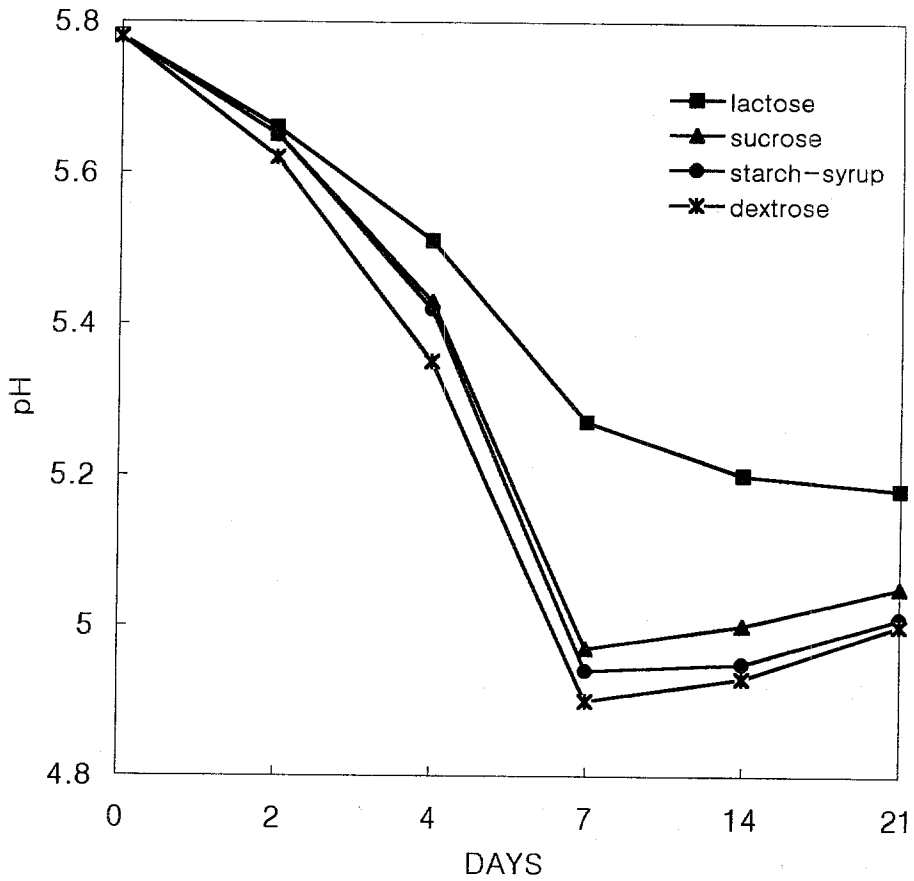


Fig. 2-9. Changes of pH in fermented sausage with different sugar during ripening

(5) ISP(Isolated Soy Protein)의 첨가수준에 의한 영향

1) pH

ISP는 소시지 제조시 원료육에 첨가하여 소금의 첨가량을 줄이고 또한 육보다 값이 싼 ISP를 이용하여 경제적으로도 유리한 제품을 생산할 수 있는데(서, 1991) ISP의 첨가량을 달리하여 발효소시지를 제조시 첨가량이 증가할 수록 pH도 따라서 증가하였으나 각 처리구간의 유의차는 인정되지 않았다. 숙성 종료시 최종 제품의 pH는 대조구의 경우는 4.82, 5% 처리구는 5.01을 나타내었다(Fig. 2-10). 즉 소시지 제조시 ISP를 5%까지 첨가하여도 제품의 pH첨가수준에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

2) Aw

Fig. 2-11은 ISP를 첨가했을때 발효소시지의 숙성중 Aw의 변화를 나타내었다. 숙성기간 중 Aw는 점차 감소하여 숙성 종료시 0.883에서 0.895로 나타났으며 ISP의 첨가수준이 높을 수록 Aw가 높은 것으로 나타났다. Leistner 등(1981)은 1%의 NaCl로 0.0062의 Aw를 감소시킬 수 있지만 본 실험에서는 그 이상의 Aw를 감소시켜 약 0.4% 와 1%의 NaCl을 대체할 수 있었다.

3) Weight loss

ISP의 첨가량을 달리하여 발효소시지를 제조하였을 때의 건조 중 weight loss를 관찰하였다(Fig. 2-12). 숙성 마지막 단계에서 대조구와 5% 처리구간에 수율에 있어서 큰 차이가 나는데 위의 실험결과에 나타난 대로 ISP의 첨가수준이 높을수록 수율이 좋았다.

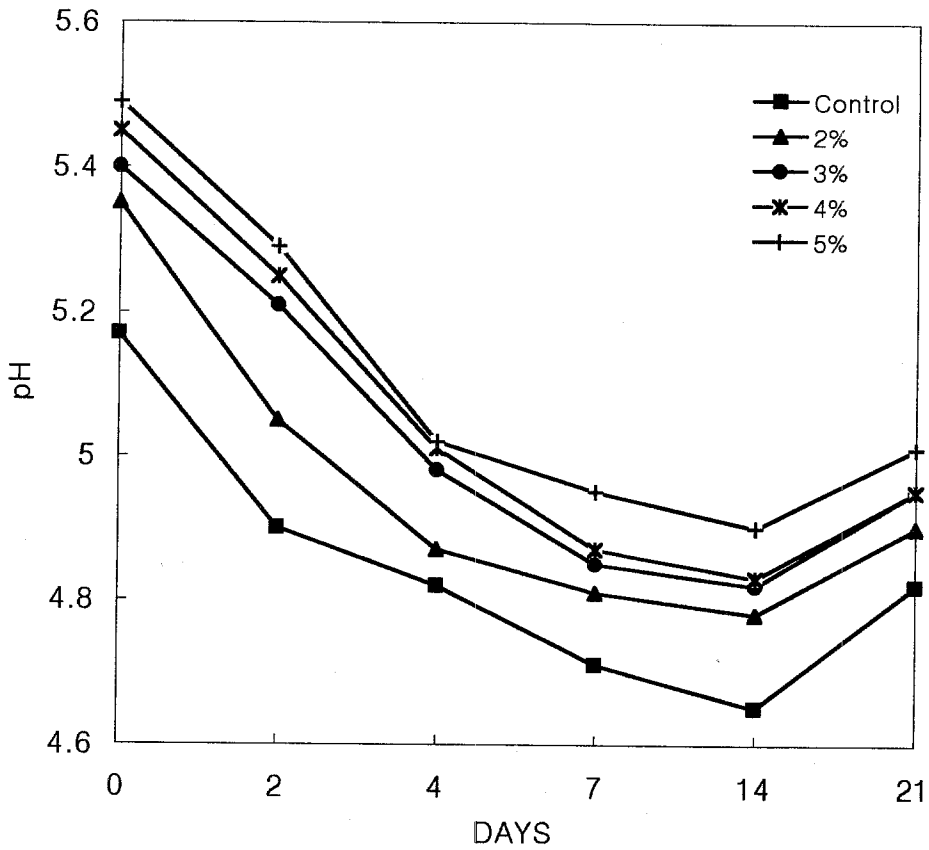


Fig.2-10. Changes of pH in fermented sausage with different levels of ISP during ripening

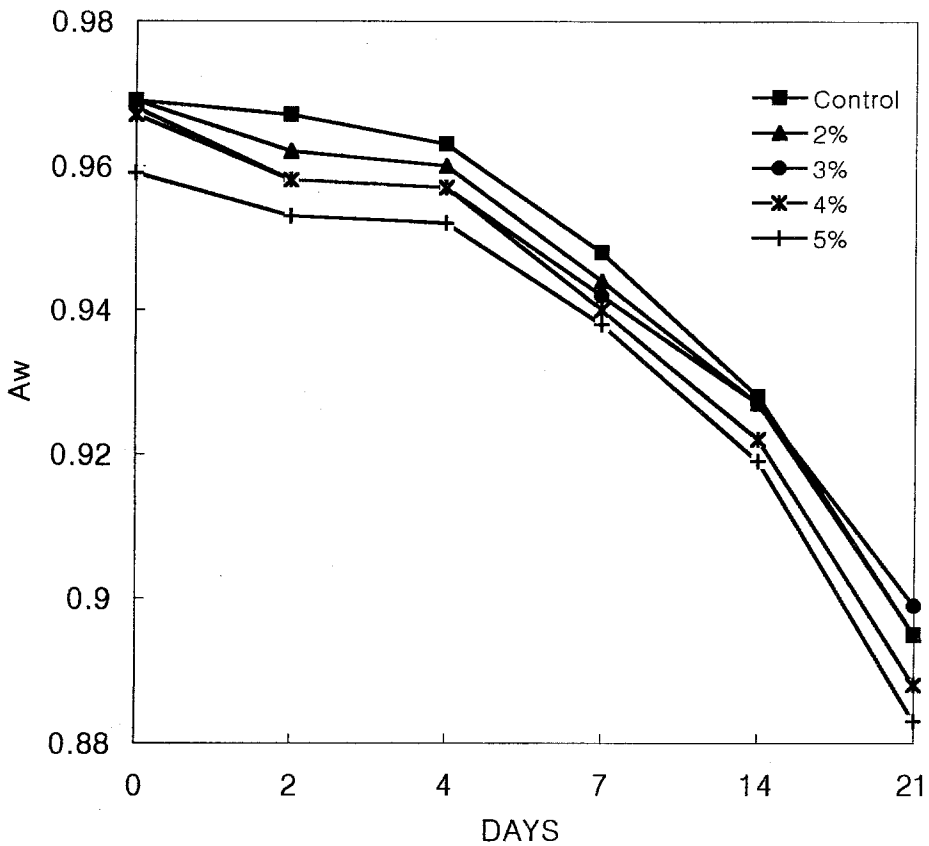


Fig. 2-11. Changes of Aw in fermented sausage with different levels of ISP during ripening

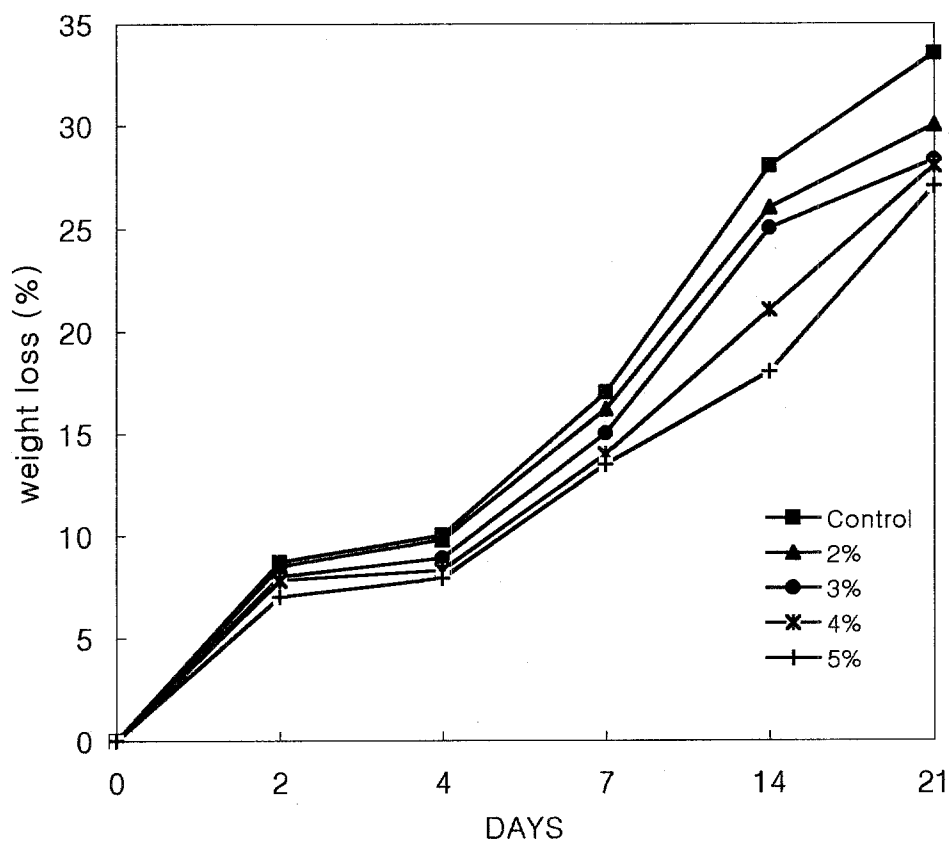


Fig. 2-12. Changes of weight loss in fermented sausage with different levels of ISP during ripening

4) Color value

Hunter color value에서 숙성 종료시 b value(yellowness)는 각 처리구간 ISP의 함량이 증가할수록 높게 나타났다. Redness를 나타내는 a value는 숙성 초기에는 대조구와 5% 사에는 많은 차이를 보였으나 숙성이 진행되면서 점차 그 차이가 줄어들어 최종제품에서 대조구가 10.5, 5% 처리구가 9.8을 나타내었다. L value는 ISP의 첨가에 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단된다 (Table 2-6).

Table 2-6. Changes of Hunter color value in fermented sausage during ripening with differnt levels of ISP

Color value	Group	Days			
		0	7	14	21
L	Control	53.2	49.3	48.3	44.5
	2%	52.7	49.4	48.1	45.1
	3%	52.7	49.2	47.9	45.4
	4%	53.0	50.0	48.1	45.8
	5%	52.6	49.8	48.4	46.2
	a	Control	4.74	9.20	10.1
2%		4.73	9.00	10.1	10.3
3%		4.73	8.90	9.80	9.90
4%		4.70	9.00	9.50	9.80
5%		4.70	9.10	9.40	9.80
b		Control	13.12	8.65	9.96
	2%	13.27	8.90	9.33	10.23
	3%	13.18	9.05	10.10	10.37
	4%	13.20	9.30	10.20	10.42
	5%	13.24	9.70	10.46	10.65

5) Pannel test

최종제품에 대하여 25명의 훈련된 관능검사요원을 대상으로 6-point scale(1=worst to 6=prime)로 color, taste와 texture에 대하여 실시하였다. Color에서는 ISP를 첨가하지 않은 경우가 가장 우수하였으나 taste와 texture는 각 처리구간 유의차가 없었다(Table 2-7). 따라서 nitrite등 색도를 증진시킬 수 있는 물질을 약간 첨가할 경우 5% 까지의 ISP 첨가는 무난할 것으로 사료된다.

Table 2-7. Sensory pannel score of fermented sausage with different levels of ISP

Testment	Treatment				
	Control	2%	3%	4%	5%
Color	4.12	3.40	3.42	3.45	3.42
Taste	4.24	4.24	4.10	4.05	4.07
Texture	4.25	4.25	4.27	4.52	4.36

(6) 염지제에 의한 영향

1) 색도의 변화

발효소시지 제조시 첨가한 nitrate는 micrococci 및 Staphylococci 등의 질소환원균에 의해 nitrite로 분해되고 다시 nitrite는 nitric oxide로 분해되는데, 이때 생성된 nitric oxide가 myoglobin과 결합하므로 염지육제품의 색택을 부여한다(Zaika 등, 1976 : Smith 등, 1978). 본 실험에서 사용한 starter

culture에 있어서 nitrite 단독 혹은 nitrate와 혼합 사용시 color에 있어서 큰 차이점이 나타나지 않았다(Table 2-8). Nitrite 대신에 nitrate를 사용하는 것은 nitrite의 농도를 낮게 하는 것 이외에는 color에 아무 영향도 미치지 않으며 또한 소시지 kg당 74mg의 nitrite를 첨가함으로써 소시지의 surface color를 효과적으로 증진시키나 148mg의 과다한 양을 첨가했을 때에는 오히려 과다한 metmyoglobin의 형성으로 greysh하게 되어 악영향을 미치므로 적정농도의 nitrite를 사용하는 것이 적합하다(Alley 등, 1992).

Table 2-8. Changes of Hunter color value in fermented sausage during ripening with differnt curing mixtures

Color value	group	Days			
		0	7	14	21
L	Nitrite	59.0	46.6	44.7	34.5
	Mixture	60.8	47.6	45.2	35.7
a	Nitrite	4.83	9.94	8.62	12.1
	Mixture	5.79	10.5	8.24	11.8
b	Nitrite	12.5	7.85	8.92	8.70
	Mixture	12.5	8.31	8.55	9.30

제 3 장 Starter culture가 발효소시지에 미치는 영향

제 1 절 서설

발효육제품에 있어서 젖산균은 발효과정의 성공을 위한 가장 중요한 요소로써 거의 모든 발효소시지에 이용되고 있다. 이러한 젖산균은 소시지내의 당을 분해하여 젖산을 생성시킴으로써 소시지내의 pH를 저하시킴과 동시에 육단백질의 변성을 초래하여 수분이 용출되어 소시지의 Aw를 감소시키며 이로 인해 소시지 특유의 조직감과 향을 갖게 하며 아울러 다른 부패미생물의 성장을 억제시켜 제품에 안전성을 증가시킨다(Hammes 등, 1994 : Bacus 등, : 1988). 이러한 발효소시지의 제조에 있어서 품질의 일관성을 유지하기 위하여 도입된 것이 인공발효를 위한 starter culture이다.

본 실험에서는 CHR. HANSEN'S 상업용 starter culture인 FloraCarn SP(*Staphylococcus carnosus* + *Pediococcus pentosaceus*) , SPX(*Staphylococcus xylosus* + *Pediococcus pentosaceus*) 및 SL (*Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus*)의 혼합 culture를 사용하여 발효소시지를 제조하였다.

제 2 절 결과 및 고찰

1. pH

상업용 starter culture를 사용한 발효소시지의 pH 변화는 Lactobacilli가 혼합된 SL처리구가 Pediococci의 SP 및 SPX 처리구보다 월등하였다 (Fig.3-1). 즉, 상업용 culture SL은 발효 2일째 pH 4.76으로 급속히 저하하여 전 실험일 동안 비슷한 level을 유지하였다. 그러나 실험 말기에는 3가지 처리구 모두 유사한 결과를 나타냈다. Wirth 등(1976)은 4-8주의 장기숙성 발효소시지에서 최종제품의 pH를 5.3-5.8로 추천하고 있으나 Rodel(1975)는 유럽시장에서 유통되고 있는 salami의 pH를 조사하였던 바 평균 4.92라고 보고하였다. 이처럼 본 실험에서 사용한 starter culture로 발효소시지를 제조하였을때의 pH는 시중의 발효소시지의 pH와 비교하여 뒤떨어지지 않으며 오히려 더 우수한 것으로 관찰되었다.

2. Aw

발효소시지의 건조가 진행되면서 육중의 수분 함량의 감소와 젖산생성으로 Aw가 낮아지게 된다. Aw 역시 pH가 가장 낮았던 SL처리구에서 발효 및 숙성 전 단계에 걸쳐서 가장 낮게 나타났다(Fig. 3-2). 이는 pH가 육의 등전점 가까이로 떨어짐에 따라 육의 보수력이 낮아져 더욱 건조가 용이하므로 pH가 낮은 제품의 Aw가 낮게 나타난 것으로 사료된다. Aw 0.962 에서 부터 숙성 마지막 21일째에는 SL, SP 및 SPX 각각 Aw 0.832, 0.849 그리고 0.864로 나타났다. 육 및 육제품의 부패를 일으키는 대부분의 미생물들은 Aw 0.95 이하에서는 거의 증식이 정지되나, *S. aureus*의 경우 Aw 0.86에서도 생

존이 가능한 것으로 알려져 있다(Leistner, 1981). 그러므로 본 실험의 결과로 위의 starter culture를 사용함으로써 소시지에 발생할 수 있는 다른 부패성 미생물 뿐만 아니라 *S. aureus*의 증식 또한 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 사료된다.

3. Weight loss

발효소시지의 건조중 낮아진 pH에 의하여 보수력이 떨어지고 아울러 건조실의 온도와 습도 조건이 수분의 증발을 용이하게 하므로 weight loss는 증가되는데 본 실험에서는 pH와 A_w 가 가장 낮은 SL처리구에서 수분의 증발감량이 가장 심하였으나 비교적 사용한 starter culture의 종류에 관계없이 최종 40 - 41%의 수분이 증발되었다(Fig. 3-3).

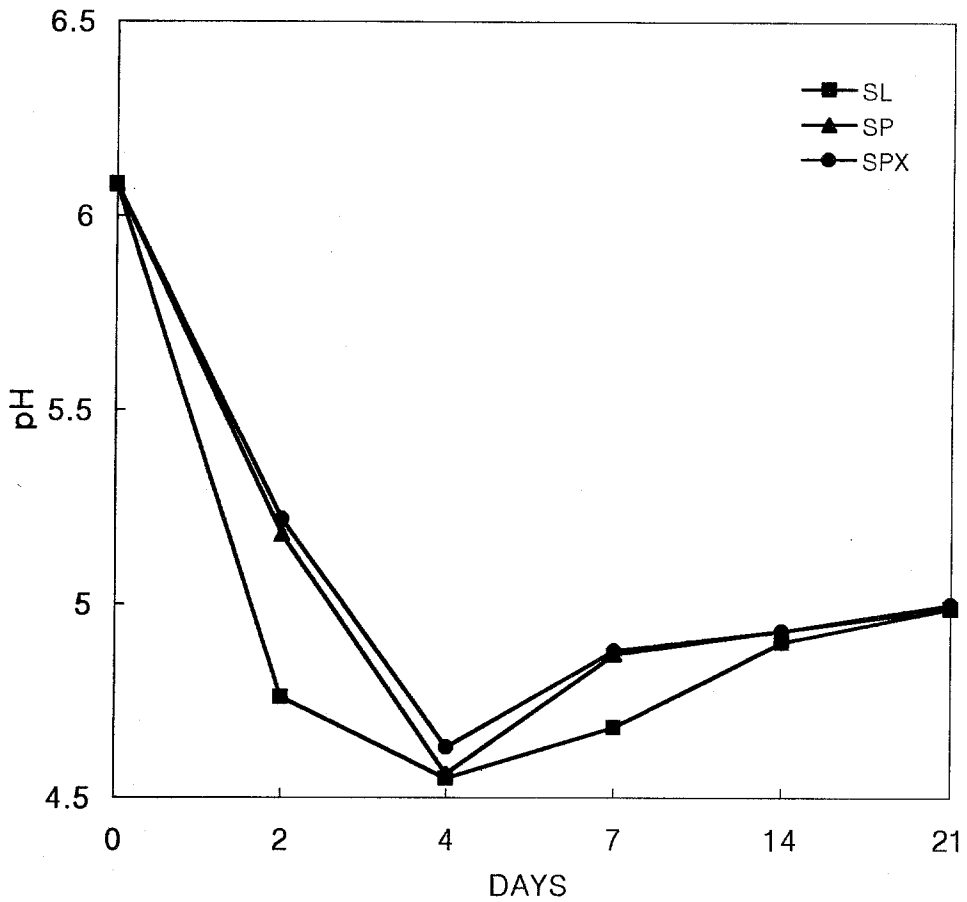


Fig. 3-1. Changes of pH in fermented sausage with different starter cultures during ripening

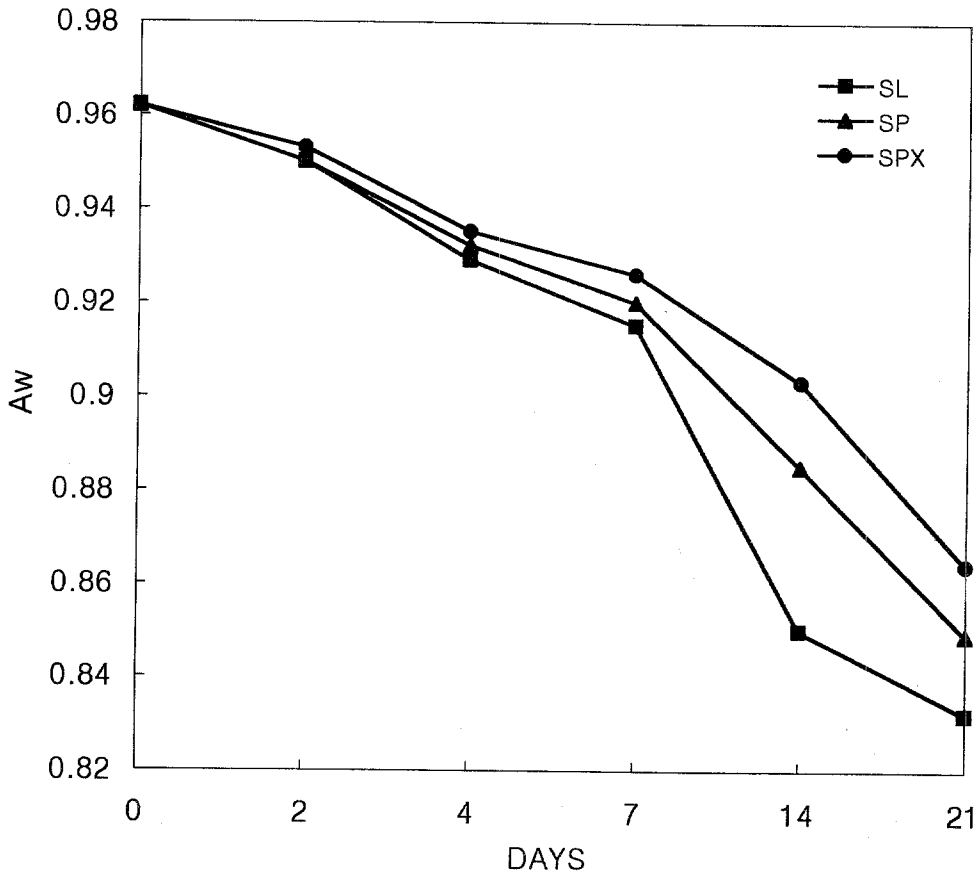


Fig.3-2. Changes of Aw in fermented sausage with different starter cultures during ripening

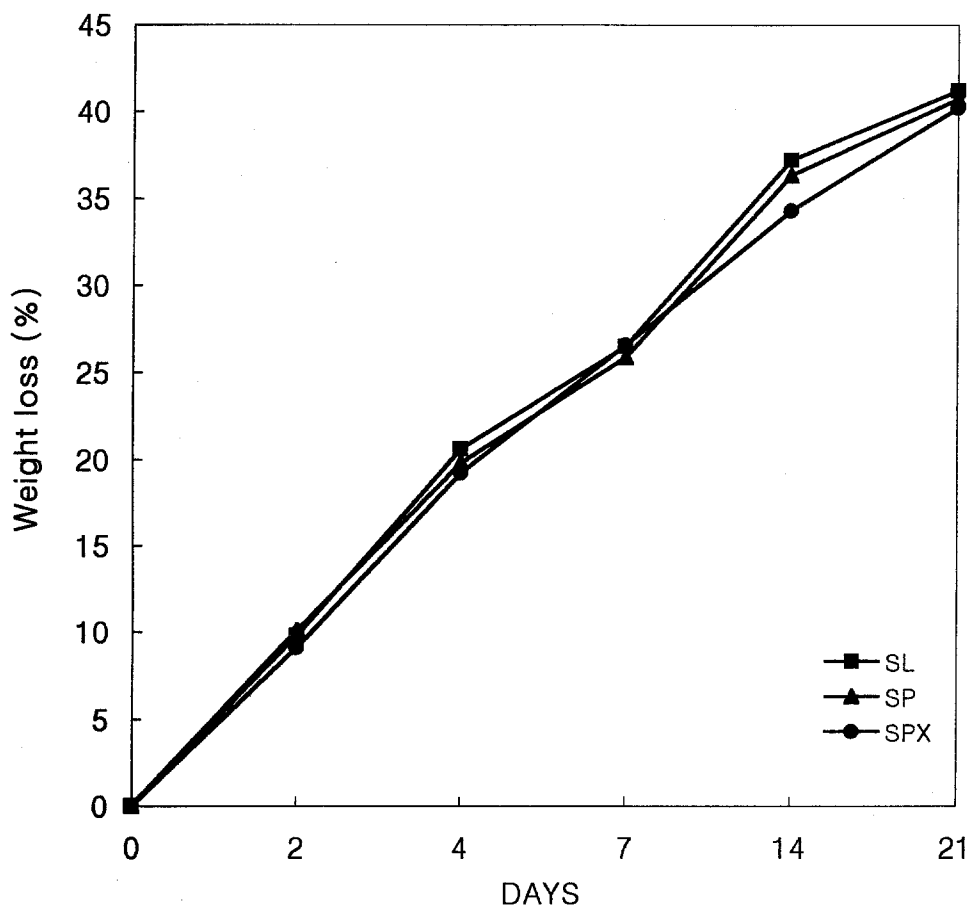


Fig. 3-3. Changes of weight loss in fermented sausage with different starter cultures during ripening.

4. Chemical composition

Table 3-1은 각 starter culture로 발효소시지를 제조하였을 때 숙성중 일 반성분의 변화를 나타내고 있다. 초기 배합육이 발효되어 건조소시지가 되는 동안 육내 수분함량은 계속적으로 감소되었다. 건조 21일째 수분함량은 SP 44.7%, SL 42.5% 그리고 SPX 41.9% 이었으며, 수분함량은 건조기간, 온도, 상대습도 및 물과 단백질의 비율 등에 따라 영향을 받는다고 Rodel 등(1982) 이 이미 지적한 바 있다. 단백질 함량은 초기배합육의 약 17.5% 에서 18.0인 수치가 건조 21일째 SPX 31.2%, SL 29.8% 그리고 SP 27.8%로 그 비율이 증가하였다. 지방함량은 건조 21일째 약 24% 정도를 함유하고 있으며 SL 처리구가 21.4%로 가장 낮게 나타났다. Rozier 등(1981)에 의하면 근래에 프랑스에서 시판되는 건조소시지의 지방 함량은 1970년대의 47.8%에 비해 40.5% 로 감소하였고 이에 반해 단백질 함량은 22.7%에서 26.1%로 증가하여 전체적 품질이 향상되고 있다고 보고하였다.

5. Color Value

초기 배합육은 발효과정을 거치면서 육색이 변하게 된다. Table 3-2에서 보는 바와 같이 L(lightness)과 a(redness)값은 발효중 증가하였고 b (yellow-ness)는 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 발효초기의 L, a 및 b 값은 starter culture의 종류에 관계없이 큰 차 이가 없었으나 숙성 종료시는 L, a 값에 있어서 SPX 처리구가 각기 39.8, 12.14로 가장 밝고 붉은 것으로 조사되었다. 발효중 적색도의 증가는 육내 pH 의 저하와 수분의 감소로 인해 육색의 농도가 진하여졌으며 첨가한 nitrite가 분해하여 육색을 고정시켰을 것으로 사료된다. 본 실험에서 사용한 starter culture는 질소환원균으로써 nitrate를 nitrite로 환원시킴으로 육색을 발전시킬 것으로 예상하였으나 nitrate를 첨가하지 않아도 효과적으로 육색을 나타낼 수 있었다.

Table 3-1. Chemical composition of fermented sausage with different starter cultures during ripening

Days	Starter culture	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	NaCl (%)
0	SL	66.9	17.6	12.7	2.5
	SP	68.3	17.5	11.4	2.5
	SPX	67.5	18.0	12.0	2.5
7	SL	62.5	19.4	14.8	2.9
	SP	63.2	19.6	14.6	2.9
	SPX	63.6	19.7	16.4	3.0
14	SL	55.4	23.0	17.8	3.9
	SP	55.6	22.7	18.2	3.7
	SPX	57.2	23.2	18.0	4.0
21	SL	42.5	29.8	21.4	4.6
	SP	44.7	27.8	24.2	4.4
	SPX	41.9	31.2	24.3	5.0

Table 3-2. Comparison of colour value in fermented sausage with different starter cultures during ripening

Starter culture	Day						
	0	2	4	7	14	21	
L	SL	53.9	49.3	47.1	45.4	44.0	43.2
	SP	52.7	48.4	42.0	43.2	42.0	41.5
	SPX	53.0	48.7	43.9	41.0	40.3	39.8
a	SL	3.91	8.40	10.20	10.45	10.70	10.75
	SP	3.80	9.72	10.48	10.72	10.92	11.02
	SPX	3.81	9.19	11.10	11.52	12.00	12.14
b	SL	13.04	9.80	8.41	8.05	7.97	7.89
	SP	12.97	9.87	8.64	8.16	8.10	8.09
	SPX	13.03	10.20	8.78	8.08	8.07	8.05

Standard : L = 89.2, a = 0.921, b = 0.78

6. Texture

Table 3-3은 건조중 물성변화를 나타낸 것이다. hardness와 chewness는 건조기간에 따라 증가하고 있다. 접종한 starter culture의 종류에는 크게 영향을 받지 않는 것으로 조사되었으나 비교적 lactobacilli를 첨가한 SL처리구가 pediococci를 첨가한 SP와 SPX 처리구의 경우에 비해 hardness가 증대된 것으로 관찰되었는데 이것은 사용한 lactobacilli가 발효 및 건조중 젖산 생성능력이 다소 좋았던 것에 기인한다고 사료된다. 이것은 Klettner와 List(1980)의 보고에 의하면 발효초기의 산도증가가 hardness의 향상에 기여한다는 사실과 일치하고 있다. 또한 Acton과 Dick(1975)이 발효소시지에서 지방의 함량이 적을수록 전단력이 높았다고 보고한 바와 같이 본 실험에서도 SL처리구의 지방 함량이 가장 낮았으므로 이로써도 설명을 할 수 있겠다.

7) Fatty acid

발효소시지의 숙성중 지방분자들간에 발생하는 가장 중요한 변화는 triglyceride의 가수분해에 의하여 유리지방산(free fatty acid)을 생성함으로 제품에 독특한 향을 부여하는 것이다(Zalacain 등, 1995). Micrococci와 본 실험의 사용균주인 *S. xyloso*와 *S. carnosus*는 지방을 분해시키는 lipase를 생산할 수 있는 균으로 알려져 있다. 이 효소에 의해 지방은 유리지방산 및 케톤, 알데하이드, 알콜류로 변하여 향과 맛의 증진에 기여한다(Bacus, 1986 : Johansson 등, 1994). Stahnke(1994)는 *S. xyloso*를 사용하였을때 향, 맛 등의 관능적인 품질이 크게 증가한다고 하였는데, 이러한 ester에 의해 산패취가 약해지기 때문이라고 보고하였으며, 이러한 lipolysis는 micrococci의 경우 호기적인 조건에서, staphylococci의 경우는 혐기적, 혐기적 조건에서 활발해진다고 보고하였다(Simonetti, 등). 본 실험결과에 있어서 발효 초기와 숙성 말기에 있어서 starter culture의 종류에 따른 지방산의 조성 및 함량에는 큰 변화가 없는 것으로 조사되었다(Table 3-4).

Table 3-3. Comparison of texture in fermented sausage with different starter cultures during ripening

Days	Starter culture	Hardeness (Kg)	Springiness (mm)	Cohesiveness	Chewiness
4	SL	4.97	0.81	0.51	2061
	SP	6.31	0.83	0.53	2791
	SPX	4.70	0.89	0.55	2351
7	SL	6.71	0.75	0.53	3274
	SP	7.52	0.77	0.54	4036
	SPX	5.09	0.75	0.56	3986
14	SL	9.52	0.59	0.50	6754
	SP	9.85	0.74	0.53	7002
	SPX	8.94	0.63	0.55	6900
21	SL	12.36	0.47	0.52	8750
	SP	13.27	0.49	0.51	7803
	SPX	13.46	0.46	0.55	7600

Table 3-4. Comparison of fatty acid in fermented sausage with different starter culture during ripening (Unit : %)

Starter culture*	SL		SP		SPX	
	0	21	0	21	0	21
F.A \ Days	0	21	0	21	0	21
14:0	1.41	1.57	1.43	1.39	1.26	1.34
15:0	0.61	0.19	0.04	0.22	0.11	0.34
16:0	22.03	21.20	20.73	21.68	20.58	21.03
16:1	2.43	2.38	2.41	2.54	2.41	2.56
18:0	14.30	13.17	13.08	13.39	12.78	12.17
18:1	42.34	39.60	41.81	40.35	41.31	41.75
18:2	13.54	13.85	12.54	13.17	11.31	12.93
18:3	1.72	0.20	0.67	1.01	0.32	1.03
18:4	ND	ND	0.11	0.46	ND	0.12
20:1	1.61	0.64	1.79	2.04	1.84	1.86
20:4	ND	2.49	3.41	0.97	1.20	0.90
22:0	ND	1.97	ND	ND	ND	ND
23:0	ND	ND	ND	0.72	2.27	2.99
22:5	ND	1.98	ND	2.06	ND	0.98
24:0	ND	ND	1.98	ND	4.62	ND
22:6	ND	0.75	ND	ND	ND	ND
SFA ¹⁾	38.35	36.13	37.26	37.40	41.62	37.87
USFA ²⁾	61.65	63.87	62.74	62.60	58.38	62.13

1) SFA(Saturated fatty acid)

2) USFA(Unsaturated fatty acid)

ND = Not detected

8) Free amino acid

발효소시지 숙성중 단백질은 prorease에 의해 유리아미노산, 핵산 물질 등의 향미성분으로 변하고 향과 맛의 증진에 기여하며 특히 micrococci와 분실협의 사용 균주인 *S. xyloso*와 *S. carnosus*는 단백질을 분해시키는 prorease를 생산할 수 있는 균으로 알려져 있다.(Bacus, 1986 : Johansson 등, 1994). Table 3-5는 각 starter culture 처리구간의 유리아미노산 변화를 나타낸 것이다. 이와같이 대부분 유리아미노산은 건조기간이 지날수록 증가하는 경향을 나타내고 있으며 특히 pediococci를 함유한 SP culture처리구에서 가장 많은 유리아미노산을 함유하고 있다. 그리고 함유된 유리아미노산 중 가장 많은 유리아미노산은 His으로 건조기간에 걸쳐서 전체의 20% 이상을 함유하고 있다. Dierick 등(1974)는 건조초기에는 Glu, His, Tyr 등이 압도적으로 많다가 건조가 진행되면서 감소하였으며 Pro도 초기에 생성되지 않다가 건조가 진행된 후에 생성되었다고 하였다.

9) Nucleotides

동물의 근육은 고기로 변화되면서 즉시 핵산물질이 분해된다. Table 3-6은 starter culture에 따른 핵산관련 물질의 변화를 나타내고 있다. 초기 배합육에 있어서 ATP와 AMP는 이미 소실되어 소량만 존재하였다. 반면에 IMP, Inosine 및 Hx는 비교적 많이 존재하여 이미 많은 핵산관련물질이 분해되었음을 알 수 있다. 접종 starter culture간에는 건조 중 전체적 변화에 큰 차이가 없었다. 그러나 Inosine과 Hypoxanthin함량은 *S. carnosus*를 함유한 SP 나 SL 처리구에 비해 *S. xyloso*를 함유한 SPX 처리구에 비교적 많이 존재하였다.

Table 3-5. Comparison of free amino acid in fermented sausage with different starter cultures during ripening. (단위:mg/100g D.M)

Starter culture*	SL		SP		SPX	
	0	21	0	21	0	21
Aspartic acid	20.0	32.2	19.7	33.3	20.0	38.0
Glutamic acid	36.8	59.9	59.9	34.7	62.1	36.2
Serine	7.5	12.4	12.4	12.6	8.0	14.6
Glycine	6.6	11.5	6.4	11.3	7.50	11.6
Histidine	15.8	22.8	15.5	22.7	16.5	27.8
Arginine	20.9	34.2	20.6	13.6	22.0	38.3
Threonine	9.5	15.7	9.3	15.7	9.7	19.3
Alanine	10.5	16.7	9.0	16.6	10.6	19.1
Proline	8.1	14.5	14.5	14.1	9.0	15.7
Tyrosine	16.1	22.3	16.1	22.5	16.5	24.8
Valine	10.6	17.8	10.6	17.2	11.1	19.9
Methionine	9.6	15.5	9.3	15.4	9.7	17.3
Cystine	3.1	5.8	3.4	5.8	3.6	7.2
Isoleucine	10.5	18.9	10.5	18.5	11.3	21.9
Leucine	19.4	33.9	19.0	34.5	20.1	39.6
Phenylalanine	8.8	17.9	9.3	16.9	9.8	19.7
Lysine	16.2	51.5	29.4	51.9	31.7	62.1
Total	229.2	403.5	274.9	357.3	279.2	433.1

Table 3-6. Nucleotides of fermented sausage with different starter cultures during ripening. (단위: μ mol/g D.M)

Starter culture	Days	ATP	ADP	AMP	IMP	Inosine	Hx
SL	0	0.40	1.63	0.06	3.55	7.70	1.11
	21	0.10	12.14	0.02	0.18	0.05	7.52
SP	0	0.42	1.44	0.09	3.84	10.14	1.78
	21	0.08	14.75	0.01	0.21	0.08	8.65
SPX	0	0.38	1.25	0.06	3.55	7.70	1.11
	21	0.09	11.03	0.02	0.13	0.09	12.05

10. Starter culture의 종류별 미생물 변화

발효 및 숙성기간 중에 나타난 젖산 생성균의 각 starter culture 별 성장 변화는 Fig. 3-4와 같다. 모든 처리구에서 g당 10^7 으로 첨가한 lactic acid bacteria는 초기부터 급격히 증가하여 2일째 g당 10^8 으로 성장하여 숙성중 젖산균이 대부분 유세균으로 작용함을 알 수 있었고, 이러한 수치를 거의 일정하게 유지하였다. 이러한 lactic acid bacteria의 우세균으로서의 성장은 다른 연구결과에서도 많이 발견되어지고 있다(Conventry 등, 1991 : Vignolo 등, 1989 : 이 등, 1987).

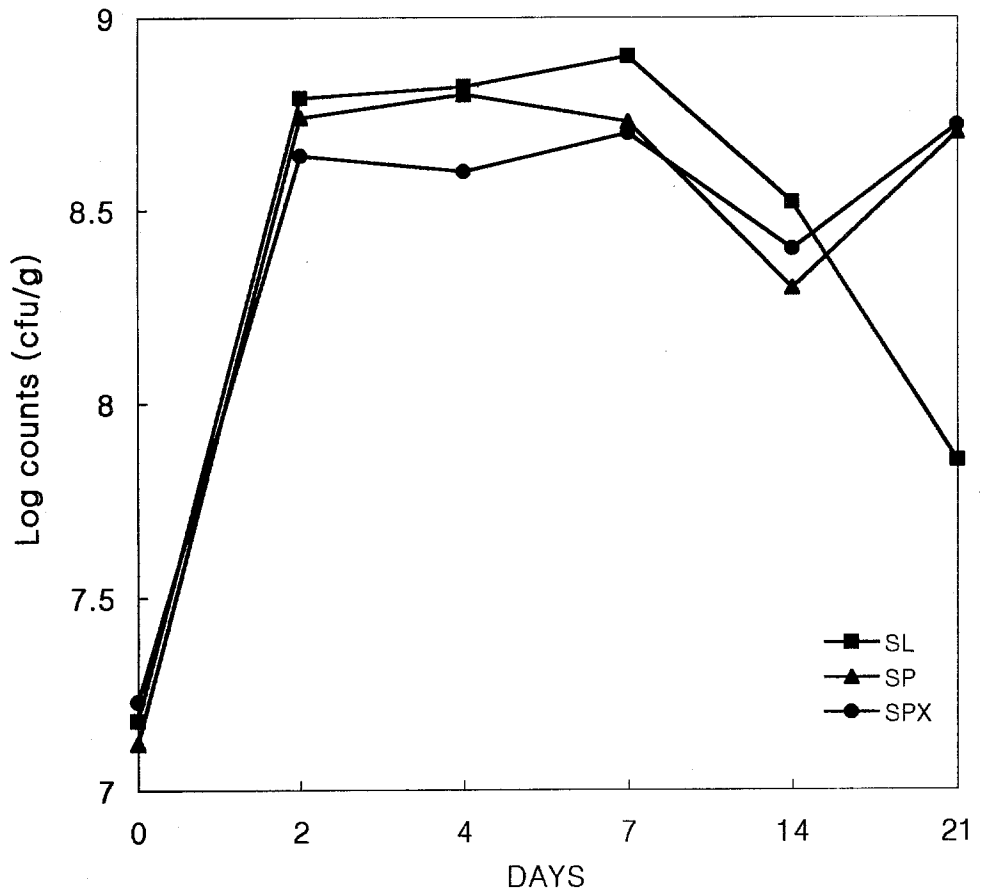


Fig. 3-4. Changes in number of lactic acid bacteria in fermented sausages with different starter cultures during ripening

또한 starter culture로 사용한 staphylococci는 초기 g당 10^{6-7} 으로 첨가되어졌는데 발효와 숙성기간 중 각 starter culture 처리구별 staphylococci의 변화는 Fig. 3-5와 같다. 숙성기간 중 SL culture 처리구에서의 staphylococci의 수는 증가하지 않는 경향을 보였으며 SP culture 처리구에서는 숙성 7일째 까지 다소 증가하다가 그 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 SPX culture 처리구에서는 숙성 21일째 10^4 cfu/g 수준으로 감소하였다. 이러한 결과는 staphylococci의 생육이 숙성기간중의 낮은 pH 환경에서 억제된 것으로 사료된다. 그리고 이 결과는 혐기적 조건에서 *S. carnosus*의 생육 최저 pH는 4.2 - 4.8 이며, *S. xylosus*는 pH 4.9 - 5.6으로 *S. xylosus*가 낮은 pH의 환경에 더욱 민감하다는 사실을 입증해 준다고 할 수 있다(Schleifer, 1983). 또한 본 연구결과는 발효소시지 숙성중 pH가 낮아지면서 *S. carnosus*의 성장이 lactobacilli에 비하여 매우 낮고 전 실험일 동안 처음 접종수준과 거의 비슷한 수치를 유지했다는 Coventry와 Hickery(1991)의 보고와 일치하였다. 이로써 발효소시지 제조시 staphylococci의 첨가는 산의 생성보다는 풍미와 색의 개선 등 다른 이유로 첨가한다는 것을 재확인 할 수 있었다(Lücke, 1985).

장내세균인 enterobacteriaceae 역시 발효소시지의 낮은 pH 조건에서는 그 활성이 거의 불가능하기 때문에(Glass 등, 1992), 본 실험에서 사용한 젖산균에 의해 장내세균은 일반적으로 14일째 부터 검출되지 않았으며 특히 SL 처리구에서는 7일째 부터 검출되지 않아 Roca 등(1989), Unluturk 등(1991)의 경우와 일치하였다(Fig. 3-6). 이러한 효과는 젖산균이 형성한 젖산(lactic acid)과 그로 인해 pH가 낮아져서 나타난 효과라고 할 수 있다(Hains 등, 1973). 본 실험의 경우 장내세균의 초기오염도는 g당 10^4 수준으로 14일째 완전히 소멸하였으나, 같은 수준으로 오염된 발효소시지의 숙성, 건조기간 중에도 살아남을 수 있다는 Glass 등(1992)의 연구결과보다 본 실험결과가 더욱 우수하였으며 아울러 원료육의 위생적인 처리가 매우 중요하다고 할 수 있겠다.

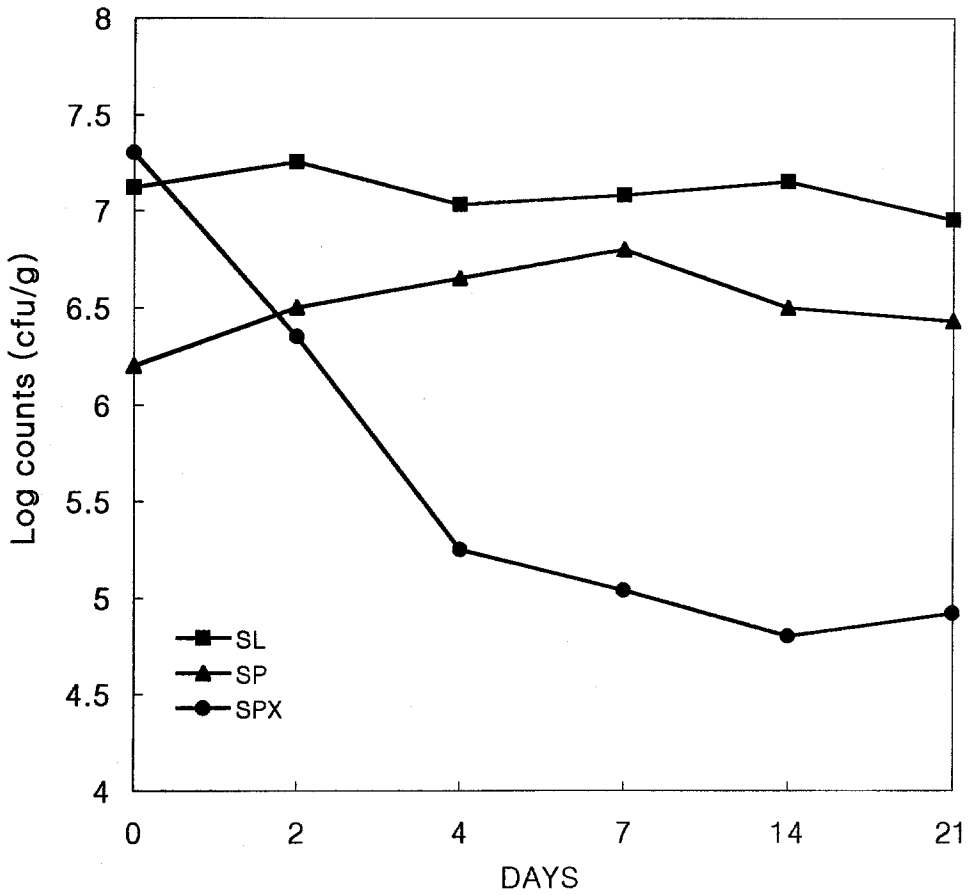


Fig. 3-5. Changes in number of staphylococci in fermented sausages with different starter cultures during ripening

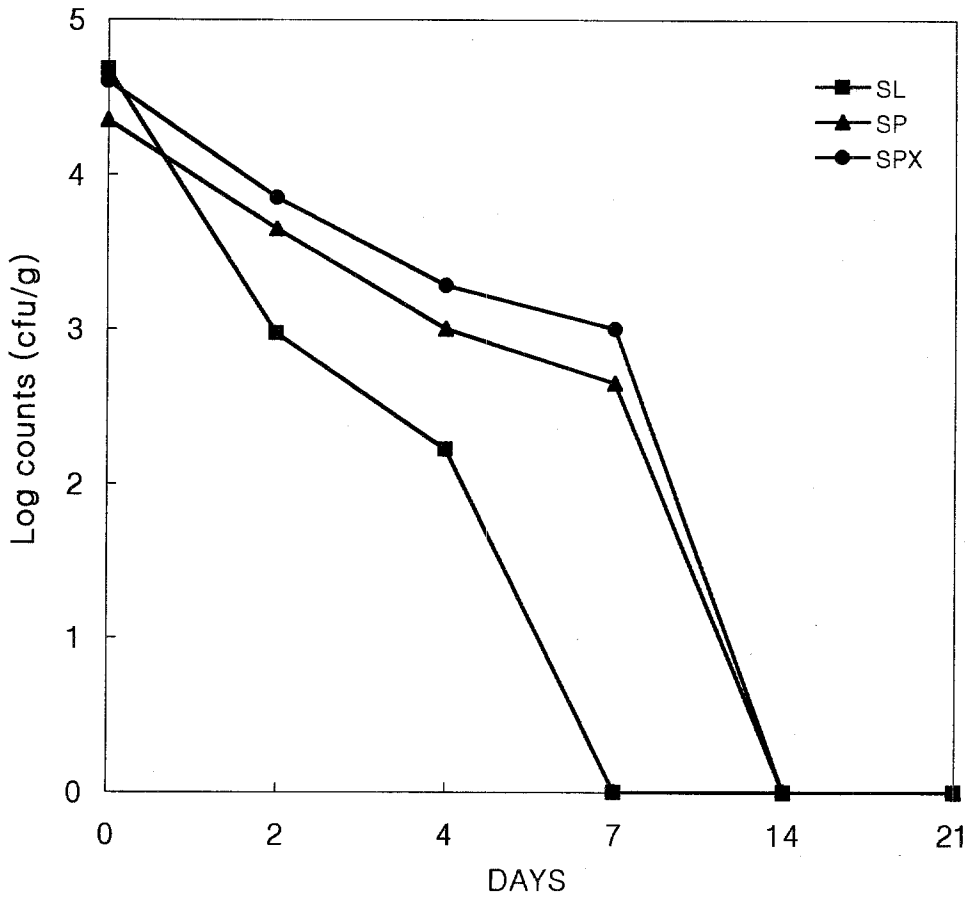


Fig. 3-6. Changes in number of enterobacteria in fermented sausages with different starter cultures during ripening

낮은 pH와 Aw, 높은 염농도 및 비교적 저온에서도 성장이 가능하며 발효육에서 많은 문제를 일으킬 위험이 있는 *Staphylococcus aureus*에 관한 연구는 매우 많이 이루어졌다(Raccach, 1986 : Bartholomew 등, 1980). 이렇게 발효소시지 제조에 있어서 가장 문제시 될 것으로 예상되었던 *S. aureus*는 전 실험일 동안 검출되지 않아 본 발효소시지 제조시 원료육의 처리와 제조공정이 매우 위생적으로 이루어 졌음을 알 수 있었다. 그러나 date로 나타내지는 않았지만 간혹 원료육에 오염되었던 *S. aureus*는 14일째로 접어들면서 완전히 소멸되었다. 즉 본 실험에서 사용한 각종 starter culture의 *S. aureus*에 대한 antibacterial effect는 매우 효과적이라고 할 수 있겠다.

각각 starter culture를 사용한 발효소시지 중에 경시적으로 *Listeria* spp.의 수를 측정된 결과는 Fig.3-7과 같다. 각 처리구 간의 초기 오염도는 2.0×10^2 - 3.0×10^2 으로 낮은 오염도를 보이고 있으나 SP와 SPX 처리구에서는 총 실험일 21일째 까지도 10^1 수준을 꾸준히 유지하는 경향을 나타내었다. 이들 결과는 오늘날 육제품의 제조에 일반적으로 이용되고 있는 염지제의 첨가수준 (120ppm NaNO₂, 3.0% NaCl)으로 제조한 발효소시지의 숙성중에 이 균이 생존할 수 있다는 Junttila(1989)의 보고와 일치하고 있다. 그러나 SL 처리구에서는 21일째 균이 검출되지 않아 다른 어떤 starter culture 보다 *Listeria*에 대한 억제효과가 우수하다고 생각되어지며 아울러 bacteriocin을 형성하는 균을 사용함으로써 이러한 균에대한 억제효과를 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다

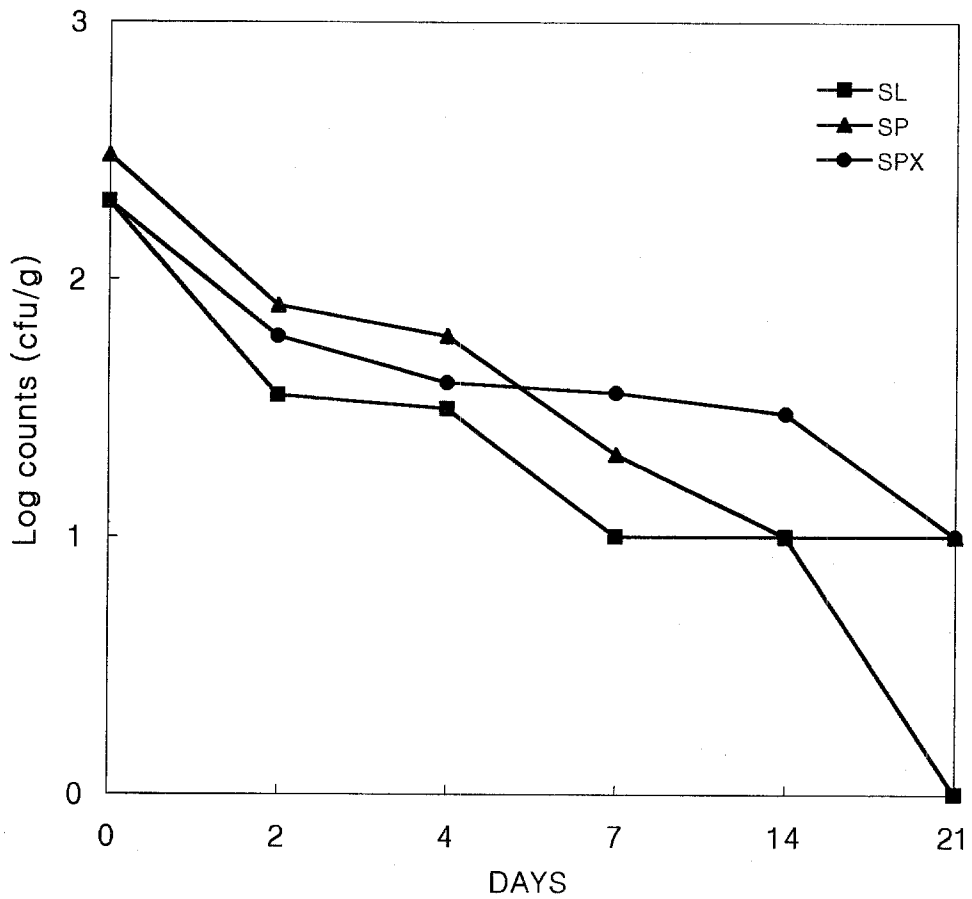


Fig. 3-7. Changes in number of listeria in fermented sausages with different starter cultures during ripening

제 4 장 발효소시지 제조를 위한 최적조건

제 1 절 서 설

발효소시지의 숙성의 가장 중요한 목적은 향미를 부여하고, 발색을 좋게 하며, 또 아울러 미생물에 대한 안전성을 좋게 함이다. 숙성은 그 방법에 따라 크게 자연숙성과 인공숙성으로 나눌 수 있다. 기계적인 항온항습조절 system 이 없었던 과거에는 늦가을 부터 초봄까지 자연상태에서 오랫동안 숙성, 건조 시킴으로 발효소시지를 제조하는 자연숙성을 실시하였다. 이 방법에서는 특별한 숙성조건이 주어질 수 없으나, 숙성 온도는 대개 12-18℃가 바람직하다 (Coretti, 1971 : Polymenedis, 1978). 일반적으로 자연숙성에 의해서 생산된 제품이 인공숙성 시킨 제품보다 발색과 향미가 좋다(Coretti, 1971). 인공숙성은 낮은 온도의 자연숙성조건에 비하여 18-25℃의 높은 온도에서 행하여 지는데 대개 1주일 안에 완제품이 생산되어 진다. 인공숙성 방법에 의해서 육제품을 빠른 시일내에 생산할 수 있을 뿐만 아니라, 연중 질이 균일한 육제품을 생산할 수 있기 때문에 근래에 이르러서는 거의 대부분의 육가공 공장에서는 이 방법에 의하여 발효소시지를 생산하고 있다. 그리고 발효소시지 제조시 원료육과 지방을 짓이기지 않고 바르게 세절하기 위해서나, 또 원료지방이 세절 중에 용해되는 것을 방지하기 위해서 원료육이나 등지방을 동결상태로 세절, 혼합하여 casing에 충진을 실시하여야 한다(Koch, 1982 : Wirth 등 : 1976).

제 2 절 최적 숙성 및 발효조건 검토

1. 원료 및 등지방의 온도에 의한 영향

원료육 및 등지방의 온도를 -5℃, 0℃, 5℃ 및 10℃의 조건일때 silent cutter에서 세절한 다음 fibrose casing에 충전 후 외관을 경시적으로 조사한 결과 5℃이상의 온도조건 하에서 처리할 경우 fat smear 현상으로 인하여 육 색유지가 곤란하였으며 -5℃의 경우 너무 단단하여 세절시 knife의 손상우려가 있었으며 충전시에도 결합력이 낮아 입자간에 산소가 존재하여(Coretti, 1966 : Frey, 1983) 숙성 14일 전후로 지방의 색이 변하여 산패의 원인이 되는 것으로 조사되었다. 지방산화에 의해서 생성하는 산패취의 원인이 되며 산화에 의해서 생성되는 peroxide(H₂O₂)는 발효소시지의 제품을 변색시킨다(Frey, 1983). 따라서 원료육 및 등지방의 적정 온도는 0-5℃가 적당한 것으로 나타났다.

2. 미생물의 종류별, 제품별 최적 발효조건

Staphylococcus carnosus + *Lactobacillus pentosus* 의 혼합 culture, *Staphylococcus carnosus* + *Pediococcus pentosaceus* 의 혼합 culture 그리고 *Staphylococcus xylosus* + *Pediococcus pentosaceus* Mixed culture group의 경우에는 다음 Table 4-1의 조건에서 발효시키는 것이 일반적이다.

Table 4-1. Manufacturing condition for German style salami.

Days	Temp.(℃)	RH(%)	Product(Nation)
1	22 - 24	92 - 95	German salami
2 - 3	20 - 22	86 - 88	
4 - 5	18	82 - 84	
over 6	14 - 16	76 - 78	

Staphylococcus carnosus + *Pediococcus pentosaceus* 의 혼합 culture와 *Staphylococcus xylosus* + *Pediococcus pentosaceus* 의 혼합 culture를 사용하고 또한 *Penicillium nalgiovense* 나 *Penicillium candidum* 등의 mould를 사용하여 발효소시지를 만드는 방법은 주로 France 등의 국가에서 널리 알려진 제품으로 곰팡이 특유의 향을 부여하며 아래의 조건(Table 4-2)에서 발효를 시행한다.

Table 4-2. Manufacturing condition for French style moulded sausage

Days	Temp.(°C)	RH(%)	Product(Nation)
1	room temp.	-	moulded sausage
2 - 3	28 - 30	85	(France)
5 - 6 week	12 - 14	60 - 65	

Italia식 *peppeoni* 발효소시지는 주로 *Staphylococcus carnosus* 와 *Lactobacillus pentosus* 의 혼합 culture를 사용하는데 다음 Table 4-3의 조건에서 발효시킨다

Table 4-3. Manufacturing condition for Italian Pepperony

Temp.(°C)	RH(%)	Product(Nation)
24 (pH 4.70될때 까지)	85 - 90	Pepperoni (Italy)
15 (weight loss 35% 될때 까지)	78	

Spain에서 *Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus* 의 혼합 culture와 *Staphylococcus xylosus* + *Pediococcus pentosaceus* 의 혼합 culture를 주로 사용하여 제조하는 Chorizo는 다음 Table 4-4의 조건에서 발효를 시킨다

Table 4-4. Manufacturing condition for spanish Chorizo

Days	Temp.(°C)	RH(%)	Product(Nation)
1	room temp.	-	Chorizo
2 - 3	22 - 24	90	(Spain)
over 4	12 - 14	78	

Staphylococcus carnosus + *Lactobacillus pentosus*의 혼합 culture를 사용하여 Turkey에서는 Sojak이라는 turkey 전통 발효소시지를 제조한다. Table 4-5의 조건에 의한다.

Table 4-5. Manufacturing condition for Turkey style Sojak

Days	Temp.(°C)	RH(%)	Product(Nation)
1 - 2	20 - 22	95	Sojak
3 - 4	18 - 20	90	(Turkey)
over 5	16 - 18	80 - 85	

고온성 lactic acid bacteria인 *Pediococcus acidilactici*를 starter culture로 사용하여 비교적 고온에서 단시간 발효시키는 미국식 발효소시지 Summer sausage는 Table 4-6의 조건에서 발효를 시킨다.

Table 4-6. Manufacturing condition for American style Summer sausage

Time	Temp.(°C)	RH(%)	Product(Nation)
19 hours	40	82	Summer sausage
3 hours	60	60	(USA)
3 minites	60°C Hot water (Sprinkle) Cooling		

공기의 흐름 즉, 풍속의 경우 경시적인 실험결과 발효초기에 풍속이 과다하면(3,000 rpm) 소시지 표면이 급격히 건조하여 내부의 수분이 외부로 확산되지 못하기 때문에 불균일한 제품이 되기 쉬우므로 발효초기의 풍속은 가능한 한 1,500 rpm 이하로 유지하는 것이 적 합한 것으로 조사되었다.

3. Casing의 재질에 따른 최적 발효 및 숙성조건 설정 시험

1) 실험내용 및 방법

Fibrous casing, collagen casing 및 cellulose casing을 이용하여 발효소시지 제조하였다. Formula와 제조방법은 앞의 방법을 적용, 발효 및 숙성조건은 앞의 숙성조건을 대조구로 하고 처리구는 습도의 범위를 당일 측정된 수분

활성도 값보다 2% 정도 낮게 조절하면서 실험하였다.

2) 실험 결과

대조구에 비하여 발효초기에 pH가 신속히 저하되어 발효기간 단축 및 유해 미생물의 생육억제효과가 크며(Fig. 4-1) 특히, 발효소시지의 건조시 대조구에 문제가 되었던 case hardening 현상이 크게 줄어들었으며 건조감량이나 pH 및 Aw의 결과로 볼 때 대조구에 비해 발효기간을 7일 정도 줄일 수 있었다. 발효 및 건조시의 감량은 1차년도와 실험결과와 큰 차이가 없었으며 casing간 수분감량은 건조 14일째 Collagen > Cellulose > Fibrous casing 순으로 높게 나타났다(Fig. 4-3). 건조 14일째에 *S. aureus*의 생육최저 Aw인 0.860 이하로 저하됨으로써 건조기간을 크게 단축할 수 있었으며(Fig. 4-2) casing별 Aw는 collagen의 경우 가장 낮았다. 초기 유해 미생물 억제를 위하여 가장 중요한 요인이 되는 pH의 저하로 제조 후 2일째에 4.68 - 4.80의 범위로 지난해의 실험결과에 비하여 신속하게 저하되었다. 따라서 pH의 저하를 위하여 GdL 등의 산성제를 첨가하지 않아도 무관할 것으로 사료된다. 또한 casing에 따른 소시지의 품질은 큰 차이가 없었으나 collagen casing의 경우에는 비교적 표면 건조가 심해 발효소시지 제조시 만족할 만한 결과를 나타내지는 못했으며 모든 처리구가 발효 2일째 redness가 크게 증가하였고 casing의 종류, 발효 및 숙성조건에 따른 color의 변화는 나타나지 않았다.(Table 4-7)

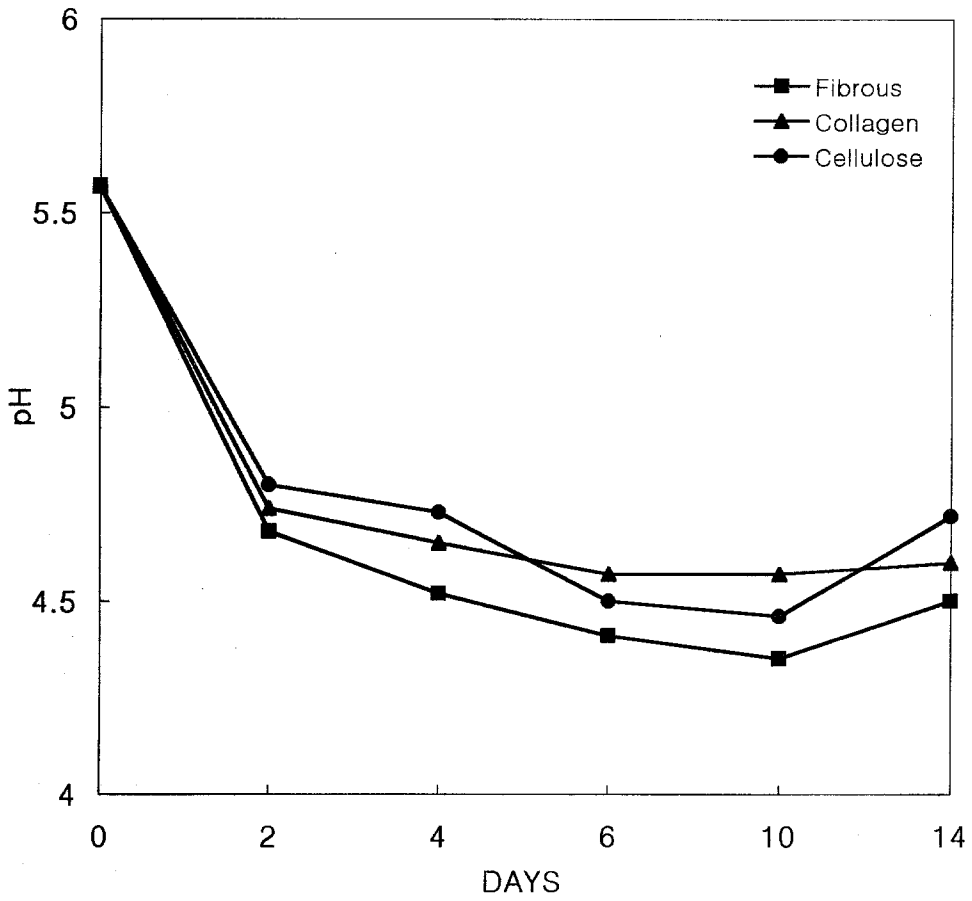


Fig. 4-1. Changes of pH in fermented sausage with different casings during ripening

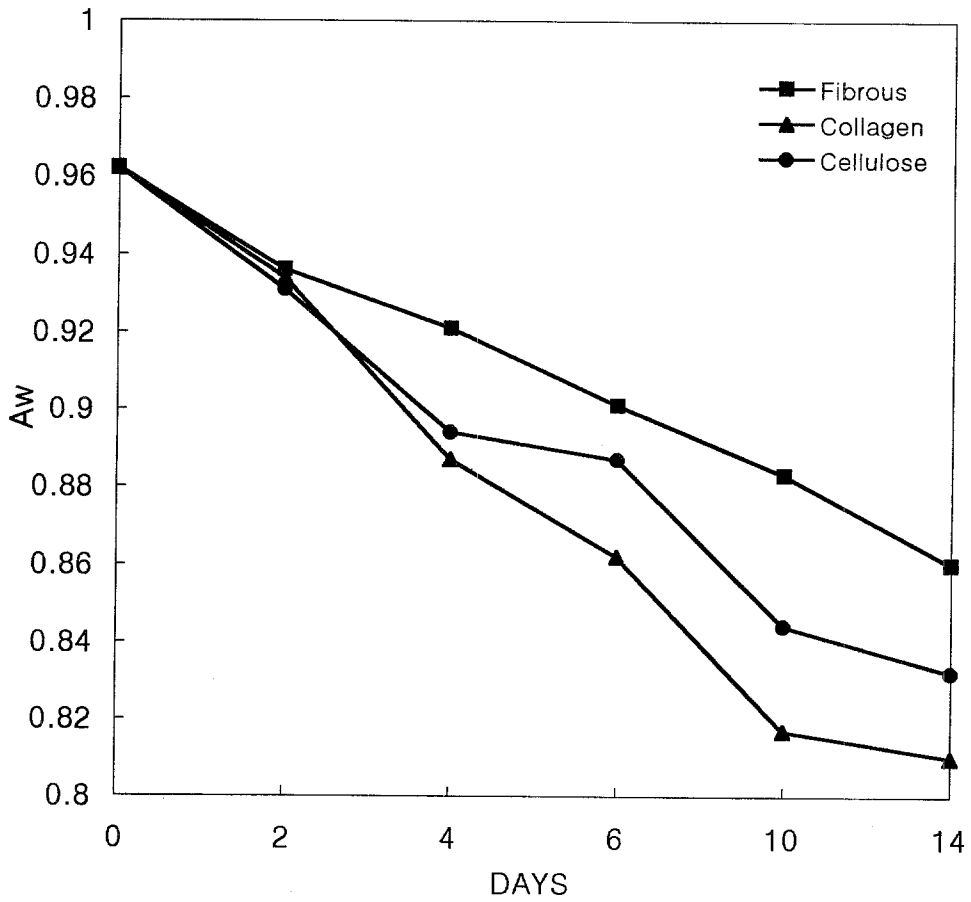


Fig.4-2. Changes of Aw in fermented sausage with different casings during ripening

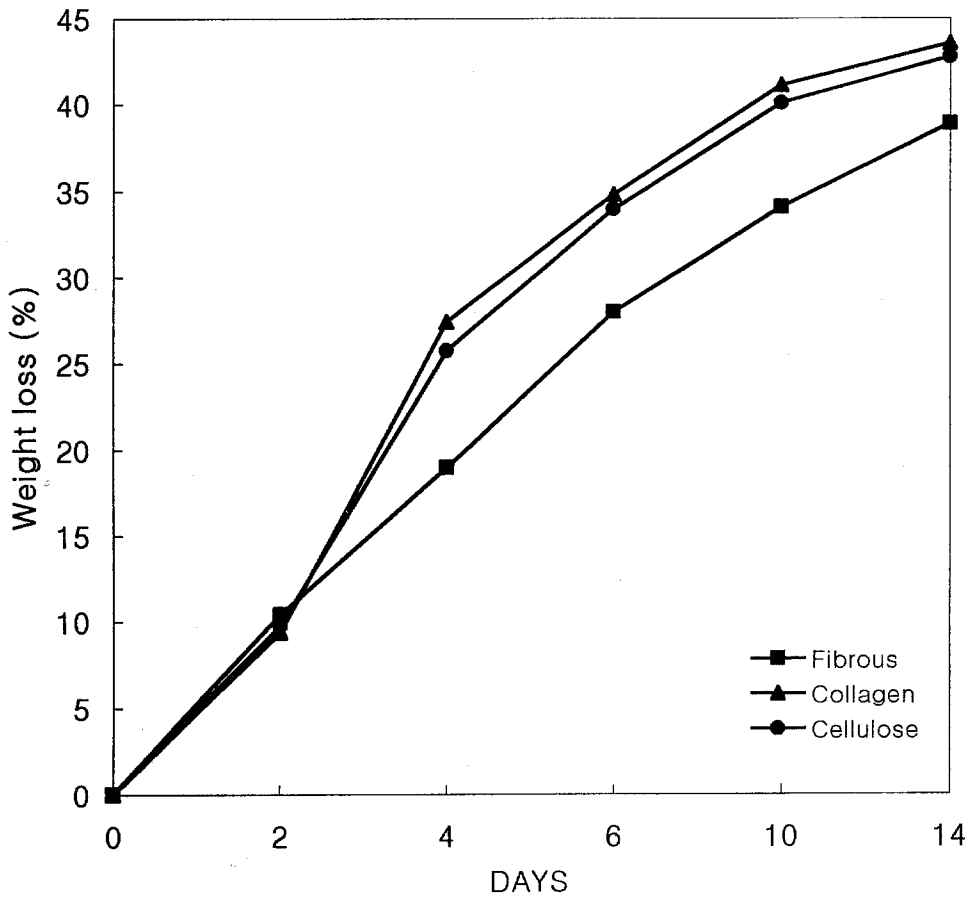


Fig. 4-3. Changes of weight loss in fermented sausage with different casings during ripening

Table 4-7. Color Value of fermented sausage with different casings during ripening

Color value	Group	Days				
		0	2	6	10	14
L	Fibrous	44.14	53.76	48.73	42.67	41.82
	Collagen	46.82	54.00	37.47	33.70	32.73
	Cellulose	43.24	49.40	43.03	36.43	34.61
a	Fibrous	3.82	8.44	8.92	7.02	6.82
	Collagen	3.67	8.13	8.76	9.30	8.64
	Cellulose	3.74	8.05	9.37	8.87	8.18
b	Fibrous	10.20	9.84	8.65	5.62	5.45
	Collagen	10.40	10.10	7.84	6.87	5.72
	Cellulose	10.61	9.41	8.21	7.8	6.08

제 5 장 상온유통 조건설정을 위한

발효소시지의 제조

제 1 절 서 설

발효소시지는 지중해 연안 등지의 유럽의 전통식품으로, 우리나라에서의 발효소시지의 품질을 결정하는 starter culture에 대한 연구와 개발 및 발효소시지의 생산은 전무한 실정이다. 그러나 근년에 이르러 국민소득 및 생활수준의 향상에 힘입어 국내에서도 산업화를 위한 연구가 깊이있게 진행중이며 관련 연구결과들도 상당수 발표되고 있다(이, 1987 ; 서, 1988 ; 신 등, 1991 ; 박 등, 1996, 1997).

본 연구에서는 당 연구원의 생물공학부에서 개발한 발효소시지용 젓산균 (*Lactobacillus plantarum* : NFS #6-6, from 자연발효소시지 ; S #3, 가자미식혜)과 선발된 상업용 starter culture (SL, *Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus*)를 사용하여 발효소시지를 제조하였을 때 발효소시지의 숙성 및 저장 중 품질에 미치는 제요인의 비교시험을 통하여 발효소시지의 생산을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

즉, 상업용 starter culture인 SL과 당연구원의 실험으로 자연발효식품에서 분리한 균주인 NFS#6-6과 S #3을 이용하여 제 2 장 제 2 절의 방법에 의하여 발효소시지를 제조하여 12일간 발효 및 건조를 실시한 후 각 starter culture가 발효소시지에 미치는 물리, 화학적 및 미생물학적 검사를 실시하였으며, 12일 간 발효와 건조를 마친후 각각의 소시지를 24℃와 35℃에 저장하면서 유통기한 설정을 위한 저장실험을 실행하였다.

제 2 절 상업용 균주와 개발균주로 제조한 발효소시지의 특성

1. 이화학적 특성

1) 중량감소

선발된 상업용 starter culture와 발효식품으로부터 분리한 균주(S #3, NFS #6-6)로 발효소시지를 제조하였을때의 숙성 중 무게감량의 변화는 Fig. 5-1과 같다. 발효소시지의 건조중 낮아진 pH에 의하여 보수력이 떨어지고 아울러 건조실의 온도와 습도 조건이 수분의 증발을 용이하게 하므로 중량감소는 증가된다. 본 실험에서는 pH와 수분활성도가 가장 낮은 SL처리구가 발효식품에서 분리한 균주의 처리구에 비해 수분의 증발감량이 심하였으나 비교적 사용한 starter의 종류에 관계없이 최종 43 ~ 45%의 수분이 증발되었다.

2) 일반성분

Table 5-1에서 보는바와 같이 초기 배합육이 발효되어 건조소시지가 되는 동안 육내 수분함량은 SL, NFS #6-6 및 S #3 각각 67.1, 68.2 그리고 68.5% 로 부터 건조 12일째의 수분함량은 42.3, 43.2 그리고 43%로 각각 감소하였다. 단백질 함량은 초기배합육의 약 16.8~17.2%인 수치가 건조 12일째 SL과 NFS #6-6은 각각 26.6%와 26.5%였으며, S #3 처리구는 25.7%로 수분함량의 상대적 감소에 따라 그 비율이 증가하였다. 지방함량은 건조 12일째 약 24.2~25% 정도를 함유하고 있으며 SL 처리구가 24.2%로 가장 낮게 나타났으며 NaCl 함량은 최종 건조 후 3.5% 수준을 보였다.

Rödel등은 수분함량은 건조기간, 온도, 상대습도 또한 물과 단백질의 비율 등에 따라 영향을 받는다고 하였으며 Chasco등이 최근에 조사한 chorizo, saucisson과 salami 의 일반성분 분석 결과(수분 26.2~31.8%, 단백질 17.5~

22.3%, 지방 36.3~41.9%, 염도 3.13~4.71)와 비교하여 볼 때 본 실험에서 제조한 발효소시지의 수분과 단백질함량은 높은 반면 지방함량과 식염농도는 낮았는데, 이같은 결과는 발효소시지의 제조 시 적용한 formula에서 지방(20%)과 소금(2%)의 첨가량이 상대적으로 적었기 때문인 것으로 판단된다.

Table 5-1. Chemical composition of fermented sausages with different starter cultures during ripening

Days	Starter culture	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	NaCl (%)
0	SL	67.1	16.8	14.2	2.0
	NFS #6-6	68.2	17.2	13.9	2.0
	S #3	68.5	16.9	14.0	2.1
6	SL	47.5	21.3	20.8	2.7
	NFS #6-6	46.8	22.2	20.6	2.8
	S #3	47.1	22.1	20.6	2.8
12	SL	42.3	26.7	24.2	3.5
	NFS #6-6	43.2	26.5	25.0	3.7
	S #3	43.0	25.7	24.8	3.7

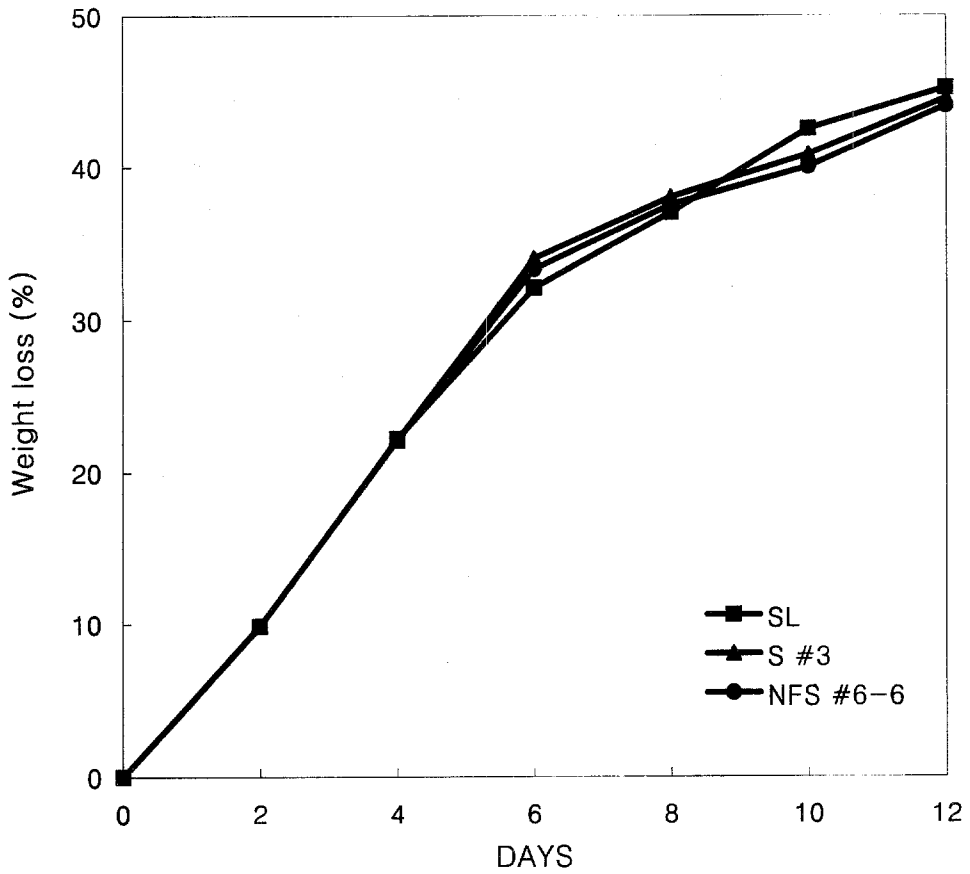


Fig. 5-1 Changes in weight loss of fermented sausages with different starter cultures during ripening

3) pH

소시지 제조직후의 pH는 6.23으로 발효소시지를 제조하기에는 너무 높은 값을 나타냈지만 발효가 진행되면서 pH가 급격하게 저하되었다. SL 처리구는 숙성 6일째까지 계속 저하하여 12일째까지 4.3 수준을 계속 유지하였다. 반면에 S #3, NFS #6-6 처리구는 4일 이후부터 거의 비슷한 pH 경향을 나타내어 4.7 수준을 유지하며 상업용 starter culture 보다 0.4 point가 높게 나타났다(Fig. 5-2). 즉, 본 실험에서는 발효식품으로부터 분리한 균주보다는 상업용 starter culture가 pH 저하면에서는 약간 우수한 것으로 나타났지만 통계적 유의차는 인정되지 않았다. 이같은 결과는 혼합 Starter culture가 단일 starter culture보다 탄수화물의 분해능력이 다소 뛰어난 결과로 사료되며 전체적인 결과로 볼 때 숙성중의 pH 변화는 ± 0.1 pH unit라고 보고한 Palumbo 등의 결과와 크게 다르지 않는 것으로 분석되었다(Palumbo, 1976).

4) 수분활성도

발효식품으로부터 분리한 균주보다 SL 처리구가 발효 및 숙성초기에는 비슷한 경향을 보였으나 6일째부터 비교적 낮은 수분활성도를 나타내었다(Fig. 5-3). 이는 pH가 육의 등전점 가까이로 떨어짐에 따라 육의 보수력이 낮아져 건조가 더욱 용이하게 되므로 상대적으로 pH가 낮은 SL culture를 처리한 제품의 수분활성도가 낮게 나타난 것으로 사료된다. 즉, 각 starter culture별 pH 값과 비교해 볼 때 초기의 수분활성도는 모두 0.98이었으나 숙성 마지막 12일째의 수분활성도는 NFS #6-6, S #3의 경우 0.89 였으나 pH가 가장 낮았던 SL 처리구는 0.88로 가장 낮은 수분활성도를 나타내었다.

육 및 육제품의 부패를 일으키는 대부분의 미생물들은 수분활성도 0.90 이하에서는 거의 증식이 정지된다는 보고와(Leistner 등, 1981 ; Frey, 1983), 본 실험의 결과로 고찰해 볼 때 starter culture간에 약간의 차이는 있다하더라도 소시지에 발생할 수 있는 부패성 미생물의 증식을 억제하는데는 무난할 것으로 사료된다.

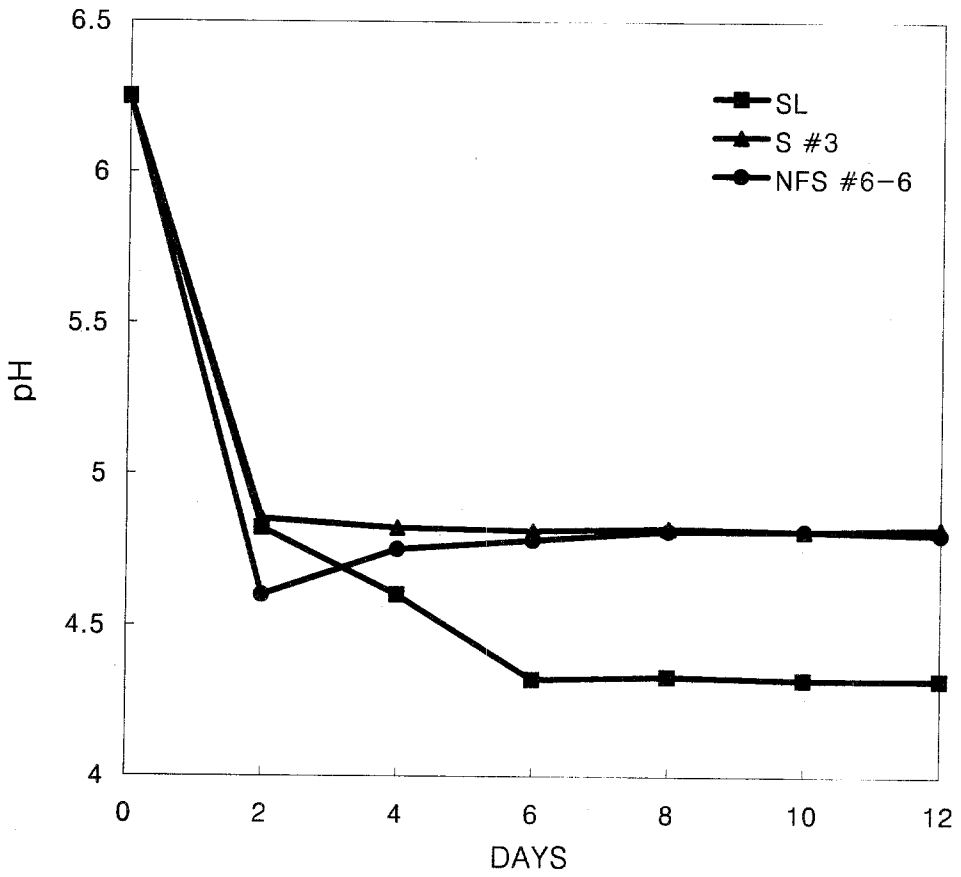


Fig.5-2. Changes in pH of fermented sausages with different starter cultures during ripening

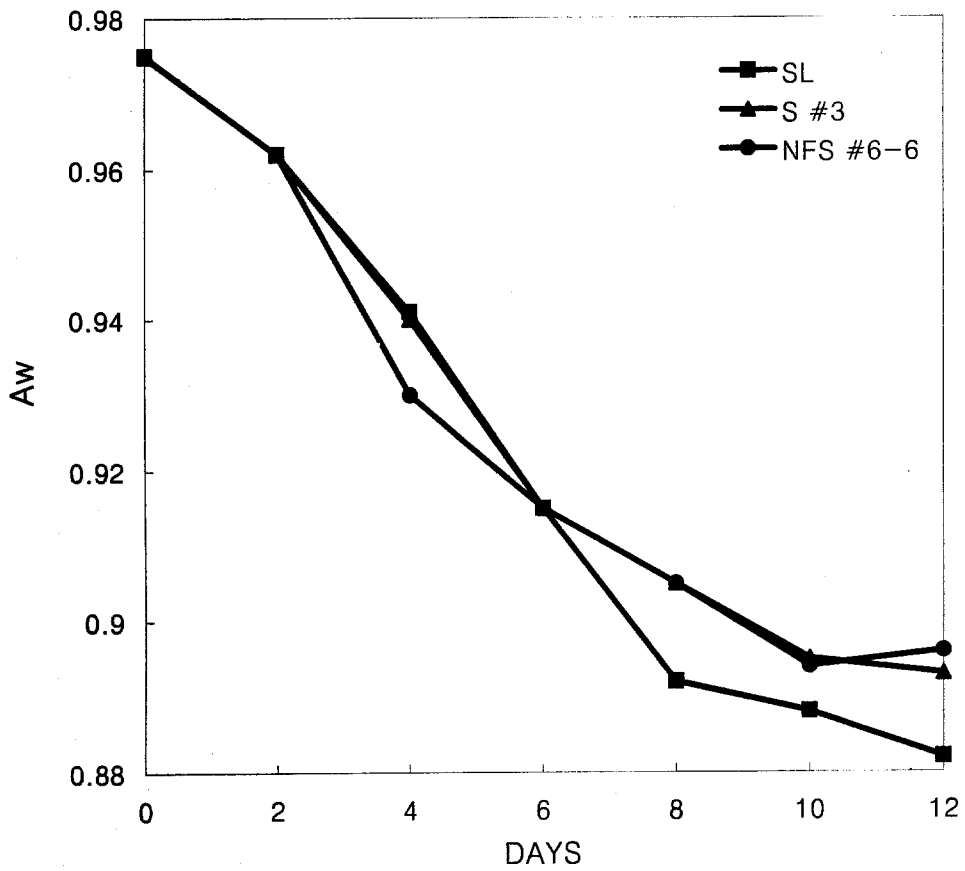


Fig.5-3 Changes in Aw of fermented sausages with different starter cultures during ripening

5) 색깔

초기 배합육은 발효과정을 거치면서 육색이 변하게 되는데 a(redness)값은 발효중 증가하였고 L(lightness)값과 b(yellowness)값은 감소하는 경향을 나타내었다(Table 5-2). 명도는 발효초기에는 NFS #6-6이 가장 낮았으나 6일부터 점차로 상승하여 12일째에는 가장 높은 수치를 나타내었고 적색도는 발효초기부터 상업용 starter culture인 SL 처리구에 비해 발효식품으로부터 분리한 NFS #6-6과 S #3 균주 처리구가 더 높았으나 유의차는 인정되지 않았다. 발효에 의해 증가된 육색의 변화는 숙성 중에서도 고기내에서 계속 젖산이 생성되고 수분이 증발되며 또한 첨가된 아질산염의 영향 등으로 인하여 계속 증가되는 것으로 사료된다(박 등, 1994).

Table 5-2. Comparison of colour values in fermented sausages with different starter cultures during ripening

Color value	Starter* culture	Day						
		0	2	4	6	8	10	12
L	SL	53.90	47.83	45.47	40.13	35.37	35.21	34.83
	NFS #6-6	52.70	44.70	43.87	40.53	35.93	36.02	36.17
	S #3	53.00	47.80	44.63	40.70	45.17	35.33	35.60
a	SL	3.91	7.94	8.40	10.20	10.45	10.75	11.13
	NFS #6-6	3.80	9.72	10.48	10.71	10.76	11.21	11.27
	S #3	3.85	9.54	10.21	10.92	11.17	11.26	11.37
b	SL	13.04	7.90	7.81	7.23	7.48	7.16	7.18
	NFS #6-6	12.97	7.76	8.40	7.58	7.67	7.43	7.32
	S# 3	10.03	8.39	8.75	7.40	7.91	7.37	7.26

Standard : L = 89.2, a = 0.921, b = 0.78

그러나 상업용 starter culture인 SL에는 질소 환원균인 *Stap. carnosus*가 함유되어 다른 균주 처리구에 비해 발효소시지의 적색도가 더욱 높을 것으로 예상되었으나 오히려 질소환원균이 포함되어 있지 않은 발효식품으로부터 분리한 NFS #6-6과 S #3 균주 처리구의 적색도가 더 높아 상업용 starter culture에 비해 손색이 없었다. 이와같은 이유는 nitrite 만으로도 관능적으로 색깔이 적합하여 발효소시지 제조시 질소 환원균이 작용할 수 있는 기질인 nitrate를 첨가하지 않았고, 균주의 특성에 따른 색깔의 영향보다는 nitrite 등 첨가물의 영향이 상대적으로 크기 때문이라고 판단된다.

6) 텍스처

Hardness와 chewiness는 건조가 진행되면서 수분과 수분활성도의 감소에 따라 점차적으로 증가하여 건조말기인 12일에는 hardness는 SL, NFS #6-6 그리고 S #3의 경우 각각 11.02, 10.76 그리고 11.00 Kg을 나타냄으로서 발효초기에 비하여 약 2배의 견고성이 있는 것으로 조사되었으며 chewiness는 2610, 2615 그리고 2710을 나타냄으로서 발효초기에 비하여 약 25%가 증가된 것으로 나타났다(Table 5-3). 한편 springiness는 2일째 0.76(SL), 0.72(NFS #6-6) 그리고 0.79(S #3)이었으나 건조말기인 12일째에는 각각 0.54, 0.50 그리고 0.52로 줄어든 것으로 나타났고 cohesiveness 역시 이와 비슷한 경향을 나타내어 starter culture에 따른 텍스처의 영향은 크지 않은 것으로 판단된다.

발효소시지에서 지방함량이 적을수록 전단력이 높다는 Acton과 Dick의 보고로 미루어 볼 때 본 실험에서 사용된 원재료의 지방함량이 거의 유사하였기 때문에 숙성 중에서도 처리구에 관계없이 텍스처에는 변화가 없는 것으로 사료된다(Acton 등, 1975).

Table 5-3. Comparison of texture in fermented sausages with different starter cultures during ripening

Days	Starter* culture	Hardeness (Kg)	Springiness (mm)	Cohesiveness	Chewiness
2	SL	5.73	0.76	0.49	2182
	NFS #6-6	4.85	0.72	0.47	1890
	S #3	5.64	0.79	0.49	2463
4	SL	7.38	0.64	0.44	2371
	NFS #6-6	7.28	0.62	0.45	2286
	S #3	7.77	0.66	0.44	2533
6	SL	9.60	0.62	0.43	2579
	NFS #6-6	8.82	0.60	0.41	2476
	S #3	9.21	0.62	0.41	2644
8	SL	10.24	0.57	0.39	2590
	NFS #6-6	9.82	0.59	0.35	2614
	S #3	10.01	0.60	0.37	2680
10	SL	10.82	0.55	0.37	2600
	NFS #6-6	10.46	0.50	0.32	2615
	S #3	10.75	0.52	0.35	2700
12	SL	11.02	0.54	0.36	2610
	NFS #6-6	10.76	0.50	0.32	2615
	S #3	11.00	0.52	0.34	2710

7) 지방산

Table 5-4에서 보는바와 같이 SL culture의 경우 oleic acid(C₁₈ : 1)는 건

조가 진행되면서 약간 증가되었으며 docosapentaenoic acid (C₂₂ : 5)는 제조 직후에는 발견되지 않았으나 건조 후에는 2.84%였다. 그 밖의 다른 성분들의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다. NFS #6-6을 이용한 처리구는 제조 직후 oleic acid(C₁₈ : 1)의 함량이 33.3%로 상대적으로 낮았으나 건조 후에는 42.84%로 높게 나타났으며 arachidonic acid(C₂₀ : 4)는 제조 직후 1.82%에서 건조 후에는 소실된 것으로 조사되었다. 특히 docosapentaenoic acid(C₂₂ : 5)는 제조 직후 3.77%에서 건조 후에도 4.61%로 증가함으로써 다른 처리구에 비하여 높은 함량을 보여주었다. 그리고 S #3의 경우 arachidonic acid(C₂₀ : 4)는 NFS #6-6과 마찬가지로 건조직후 소실되었으며 docosapentaenoic acid(C₂₂ : 5)의 경우 처리구중에서 가장 낮은 0.58%를 나타냈다. 전체적으로 SL과 NFS #6-6 처리구의 경우 다중 불포화지방산이 각각 약간씩 증가한 반면 S #3 처리구는 제조직후 63.78%에서 62.24%로 소량 감소하는 것으로 조사되었다.

지방은 ketone, aldehyde, alcohol, hydroxide 등으로 분해되는 생화학적인 변화를 거치게 되며 이들 물질들의 생성기작은 아직 확실히 밝혀지지는 않고 있지만 미생물이나 근육이 지니는 효소반응이나 생화학적 대사산물 등에 의한 것으로 알려지고 있다(Astiasaran 등, 1990 ; Sanz 등, 1988 ; Demeyer 등, 1974). 발효소시지의 숙성중 지방산의 변화에 대한 보고는 많지 않으며 조사 결과 또한 일관된 경향을 나타내지 않고 있다. Jean E. Sander 등(1995)은 젖산균을 이용한 발효소시지의 제조에서 건조 후 linoleic acid (C₁₈ : 2)와 linolenic acid(C₁₈ : 3)는 그 함량이 증가하고 다른 성분은 모두 감소한다고 보고하였다. 한편 Samelis 등(1993)은 palmitic acid(C₁₆ : 1)와 linolenic acid(C₁₈ : 3)는 증가하고 나머지 성분들은 감소 또는 소실된다고 보고하면서, 발효소시지에서 지방산의 종류별 변화에 관한 정확한 메카니즘은 밝혀지지 않았지만 원료육과 첨가물의 종류 그리고 발효에 따르는 조건에 크게 영향을 받는 것으로 추측 보고한 바 있다.

Table 5-4 Comparison of fatty acid composition in fermented sausages
with different starter cultures during ripening (Unit : %)

Starter culture* F.A \ Days	SL		NFS #6-6		S #3	
	0	12	0	12	0	12
14:0	1.18	1.19	1.16	1.19	1.42	1.43
15:0	0.54	0.25	0.58	0.23	0.23	0.06
16:0	22.92	22.16	19.23	19.27	21.32	22.13
16:1	2.26	2.48	2.43	2.07	2.55	2.30
18:0	12.42	12.96	15.05	13.62	13.25	14.14
18:1	40.48	42.23	33.30	42.84	41.62	42.12
18:2	14.01	12.40	13.45	12.71	13.54	14.01
18:3	2.48	0.89	1.63	0.87	1.12	0.40
18:4	ND	0.76	2.71	ND	0.73	ND
20:1	0.89	ND	2.94	2.60	1.94	1.98
20:4	1.47	1.71	1.82	ND	1.07	ND
20:5	1.36	ND	1.94	ND	ND	0.84
23:0	ND	0.13	ND	ND	ND	ND
22:5	ND	2.84	3.77	4.61	1.20	0.58
SFA ¹⁾	37.06	36.69	36.02	34.31	36.22	37.76
USFA ²⁾	62.94	63.31	63.98	65.69	63.78	62.24

1) SFA(Saturated fatty acid)

2) USFA(Unsaturated fatty acid)

ND : Not detected

8) 유리아미노산

Table 5-5에서 보는 바와 같이 starter culture의 종류에 관계없이 건조 직후의 총 유리아미노산 함량은 제조 직후에 비하여 증가하는 것으로 나타났다.

전체적으로 glutamic acid, lysine, leucine 그리고 aspartic acid 등의 함량이 높았으며 cystine의 함량이 1% 미만으로 가장 낮았다. 특히 S #3 균주로 제조된 발효소시지는 초기에 294.9 mg%로 가장 낮았으나 12일째에는 643.7mg%로 가장 높게 나타나 식해에서 분리된 *Lac. plantarum*이 유리아미노산을 가장 많이 생성시키는 것으로 사료된다.

지금까지 발효소시지에서 유리아미노산 함량의 변화에 대한 보고는 많지 않으며 또 연구결과마다 상이한 보고들이 적지 않다. Dierick 등(1974)은 36일간 건조한 발효소시지에서 glutamic acid, histidine, tyrosine과 ornithine 등이 제조직 후에는 많은 함량을 나타낸 반면 건조 후에는 감소 또는 소멸하였으며 proline, alanine, threonin, tyrosine과 leucine 등은 초기에 생성되지 않거나 적었던 양이 건조 후에는 생성되거나 크게 증가하는 것으로 보고한 바 있다. Cantoni 등(1974)은 varzi, salami의 유리아미노산 변화를 조사하였는데 glutamic acid와 glycine 등은 건조기간에 따라 감소하였고 tyrosine과 arginine 등은 모두 소실하였다고 보고하였다. 또한 건조직 후 총합량에 있어서도 Dierick 등(1974)은 131.82 mg%(제조직 후 45.81 mg%)으로 보고한 반면 Cantoni 등(1974)은 1643 mg%로(제조직 후 1227 mg%) 조사되는 등 많은 차이가 있는 것으로 보고하였다. 이같은 차이는 각각의 제품 배합비, 온도, 숙성기간, 혼연여부 등 조건 등에 따라서 단백질이 분해되어 유리아미노산, 암모니아 그리고 펩타이드의 생성 시기와 함량이 일정하지 않기 때문인 것으로 판단된다.

9) Thiobarbituric acid value

Fig. 5-4와 같이 제조 직후에는 SL culture가 가장 낮은 0.07mg을, NFS #6-6과 S #3은 0.08mg을 보였으나 건조가 진행되면서 점차 증가하여 12일 경과 후에는 SL culture 처리구가 가장 높은 0.135mg을 나타냈다. S #3 처리구

Table 5-5. Comparison of free amino acid composition in fermented sausage with different starter cultures during ripening.

(Unit: mg/100g. D.M)

Starter culture*	SL		NFS #6-6		S #3	
	0	12	0	12	0	12
Aspartic acid	33.3	50.6	34.0	45.0	20.0	54.7
Glutamic acid	62.7	94.2	64.7	83.0	62.1	100.8
Serine	11.6	17.9	12.6	15.8	8.0	19.7
Glycine	10.2	15.8	12.0	12.6	7.50	16.7
Histidine	28.9	40.3	31.0	23.9	16.5	44.7
Arginine	27.0	41.8	29.0	34.3	22.0	41.3
Threonine	12.3	21.4	15.5	18.1	9.7	22.6
Alanine	13.0	19.6	14.3	17.8	10.6	21.9
Proline	12.5	23.0	13.0	17.2	9.0	24.4
Tyrosine	21.7	29.0	23.6	26.6	16.5	30.4
Valline	16.0	23.4	16.4	21.0	11.1	25.4
Methione	20.0	23.9	16.4	24.3	9.7	28.2
Cystine	4.8	7.2	4.8	7.2	4.8	9.6
Isoleucine	16.9	24.9	17.1	22.6	11.3	28.0
Leucine	30.2	48.5	32.8	42.6	20.1	53.3
Phenylalanine	26.4	29.7	21.5	28.4	9.8	32.1
Lysine	54.4	87.4	54.1	64.5	31.7	89.9
Total	401.9	598.6	413.4	504.9	294.9	643.7

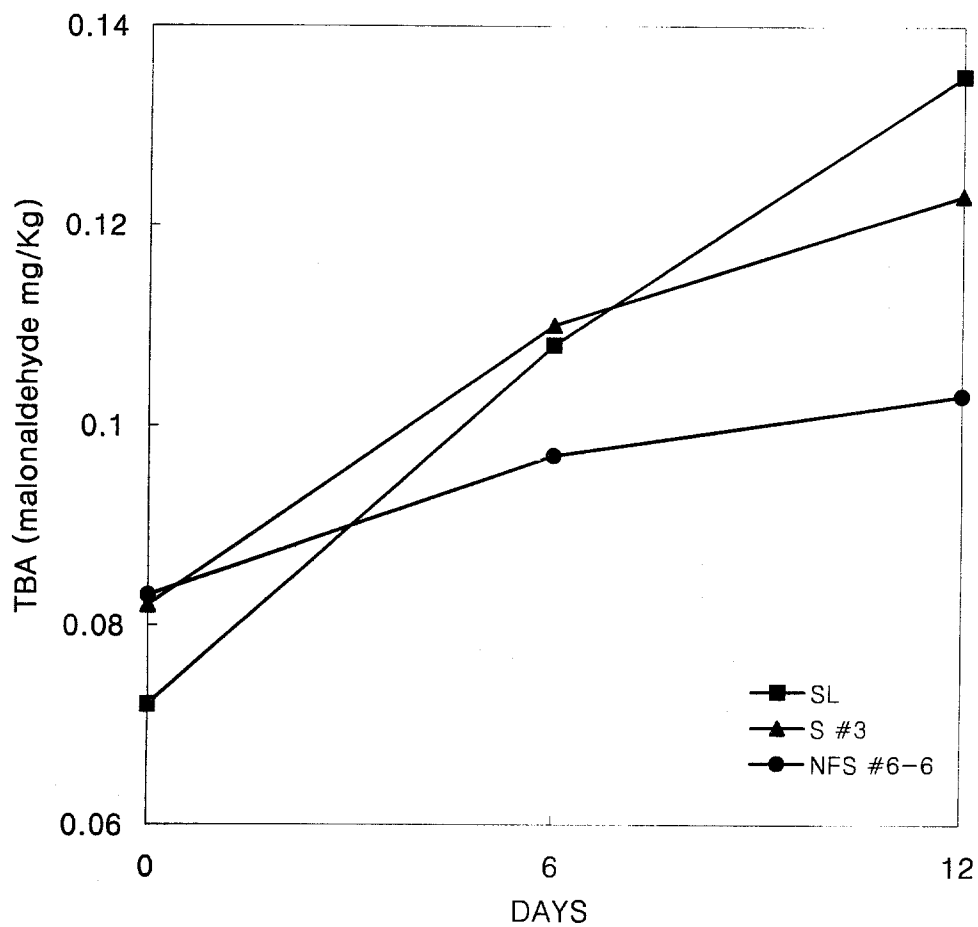


Fig. 5-4. Changes in TBA value of fermented sausages with different starter cultures during ripening.

는 0.12mg, 그리고 NFS #6-6이 가장 낮은 0.10mg을 나타내어 지방산패가 가장 적은 것으로 조사되었다. Domínguez Fernández 등(1991)에 의하면 발효 소시지에서 지방산화의 메카니즘은 아직 밝혀지지 않았지만 원료지방의 품질, 소금, 철분과 향신료 등에 의해서 크게 좌우된다고 밝힌바 있다. 또한 TBA가 고기의 관능평가와 밀접한 관계를 가지고 있으며 0.46mg 까지는 가식용으로 인정된다고 하였다(Turner, 1954). 따라서 본 실험에 사용된 starter culture와 원부재료는 지방산패 억제 기능면에서는 적합한 것으로 사료된다. 또한 국내에서도 우와 멩(1983)의 연구에 의하면 dry sausage를 제조한 후 nitrite 첨가효과를 비교하기 위하여 nitrite 첨가구와 무첨가구를 70일간 상온 저장하여 TBA 값을 측정된 결과 nitrite 첨가구가 2.2mg/kg, 무첨가구가 3.2mg/kg을 나타내어 nitrite가 지방의 산패를 억제하는 항산화제로 작용한다고 보고하였다. 본 실험에서도 발효소시지 제조 중 nitrite 등의 항산화제를 첨가하였기 때문에 TBA 가가 크게 증가하지 않은 것으로 판단된다.

2. 미생물적 특성

유산균수는 발효 2일째 급격히 증가하여 S #3 균주 첨가구에서는 초기 7.5×10^7 cfu/g로부터 2일째 1.4×10^9 cfu/g로 약 1.27 log cycle정도 급격하게 증가하였으며, 이후로는 점차로 감소하여 초기 첨가수준을 나타내었다 (Fig. 5-5). NFS #6-6 처리구역시 2일째 3.5×10^8 cfu/g로 증가하였고 상업용 starter인 SL 처리구에서는 초기 1.41×10^7 cfu/g로부터 2일째 8.0×10^8 cfu/g으로 증가하여 역시 초기 첨가수준을 유지하였다. 상업용 starter의 성장 정도를 발효식품으로부터 분리한 위의 균주와 비교해 볼 때 pH는 SL 처리구가 더 낮았으나 유산균의 성장 정도는 발효식품으로부터 분리한 균주가 더욱 우수한 것으로 나타났다.

숙성초기 빠른 유산균의 증식은 발효소시지 제조에 우려되는 Gram음성 세균의 증식을 억제하므로 육제품의 안정성에 직접적인 영향을 미친다는 보고

로(Leistner, 1981) 미루어 볼 때 숙성초기 더욱 빠른 유산균의 성장을 보인 발효식품으로부터 분리한 균주(S #3, NFS #6-6)로 발효소시지를 제조하는 것이 상업용 starter culture를 이용하는 것보다 더욱 유리할 것으로 사료된다.

Fig. 5-6과 같이 숙성기간중 SL culture 처리구에서의 staphylococci의 수는 2일째 다소 증가하다가 초기의 첨가수준(1.69×10^7 cfu/g)을 유지하며 10일째부터 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 staphylococci의 생육이 숙성기간중의 낮은 pH 환경에서 억제된 것으로 사료된다. 또한 본 연구 결과는 발효소시지 숙성중 pH가 낮아지면서 *Stap. carnosus*의 성장이 lactobacilli에 비하여 매우 낮고 전 실험일 동안 처음 접종수준과 거의 비슷한 수치를 유지했다는 Coventry와 Hickery(1991)의 보고와 일치하였다. 한편 발효소시지중의 *Stap. aureus*에 관한 연구는 많이 보고되고 있으나(Lücke, 1990; Bartholomew, 1980), 본 실험결과에서는 *Stap. aureus*가 검출되지 않았다.

Fig. 5-7과 같이 장내세균은 SL culture 처리구에서는 8일째 부터 급격히 감소하여 12일째에 검출되지 않았으나 bacteriocin을 생성하는 S #3, NFS #6-6 균주로 제조하였을 경우에는 SL 처리구에 비해 pH가 높았으나 오히려 장내세균의 억제능력은 월등하게 우수하여 S #3 균주 처리구는 3일째, NFS #6-6 균주 처리구는 8일째부터 장내세균이 검출되지 않았다. 즉, 부패미생물을 억제하는 효과에 대해서는 낮은 pH나 A_w 도 중요하지만 이러한 환경보다는 위의 균주 등에서 생성하는 bacteriocin이 더욱 중요한 역할을 함을 알 수 있었다.

각 starter culture 처리구의 *Listeria* 수를 측정된 결과는 Fig. 5-8과 같이 각 처리구의 초기 오염도는 10^{2-3} cfu/g 수준으로 낮은 오염도를 보이고 있으나 모든 처리구에서는 숙성 12일째 까지도 10^{1-2} cfu/g 수준을 꾸준히 유지하는 경향을 나타내었다. 그러나 12일째는 위의 3균주들 중에서 S #3, NFS #6-6 처리구의 경우가 SL 처리구에 비하여 더 낮은 *Listeria* 수를 나타내어 상업용 starter culture보다 우수한 억제력을 나타내었다.

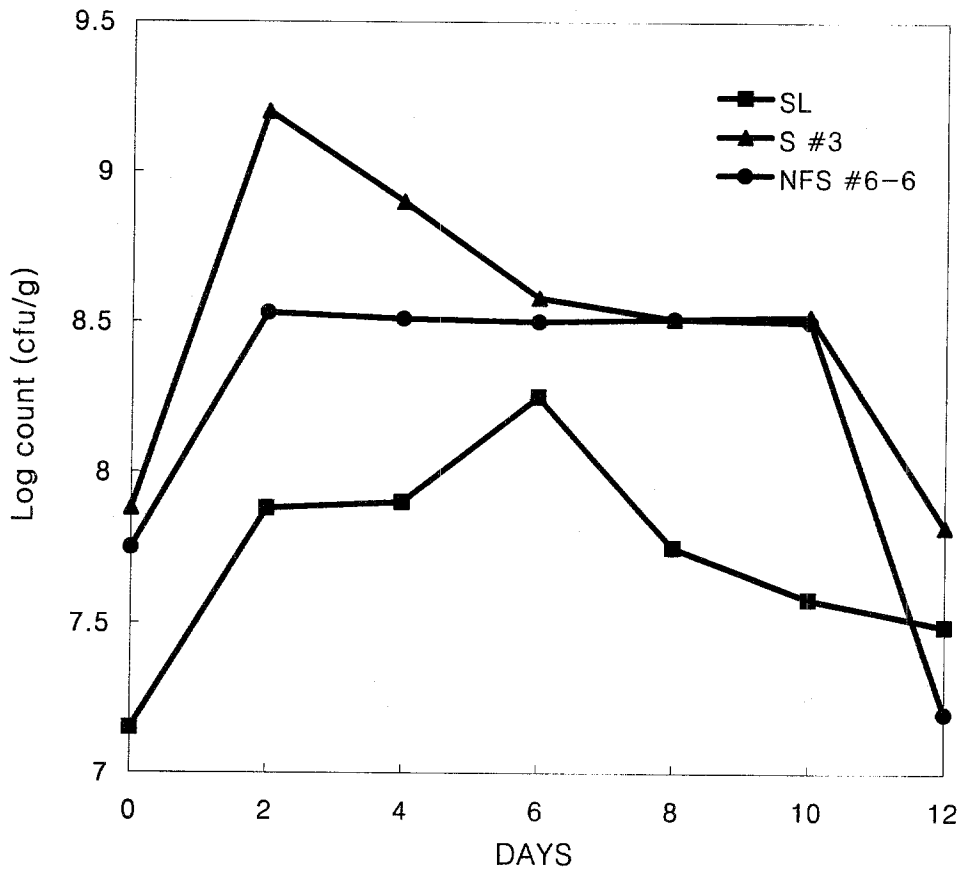


Fig. 5-5. Changes in number of lactic acid bacteria in fermented sausages with different starter cultures during ripening.

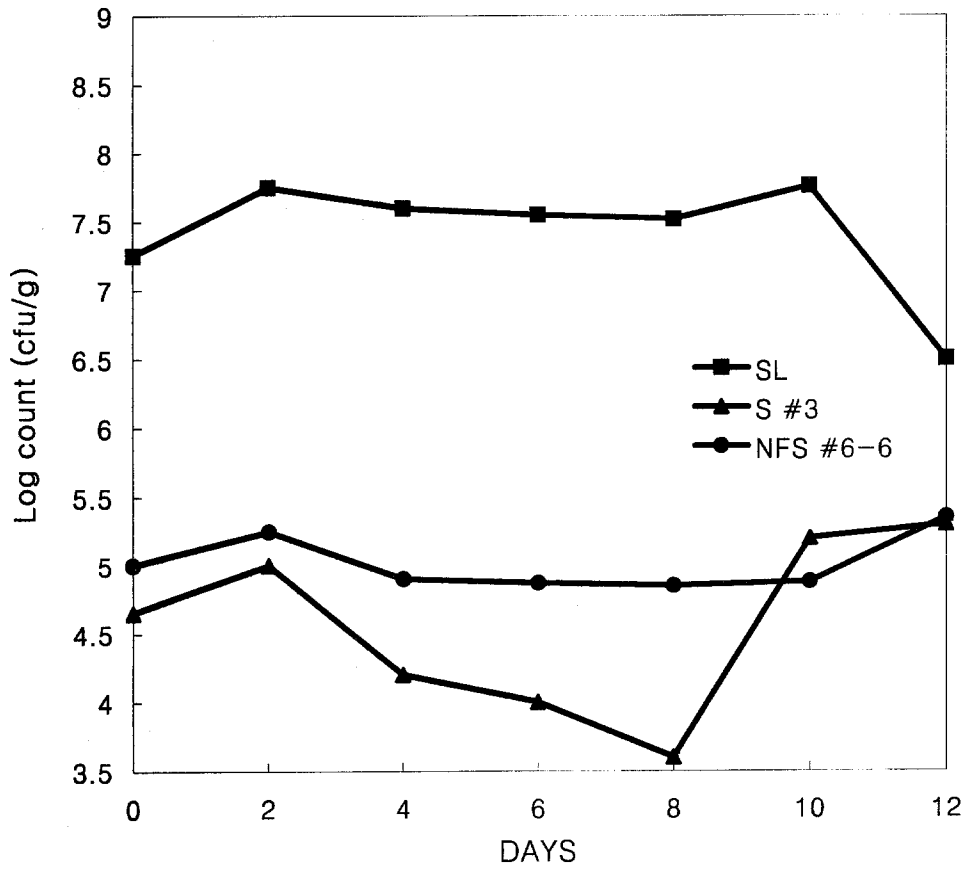


Fig. 5-6. Changes in the number of staphylococci in fermented sausages with different starter cultures during ripening.

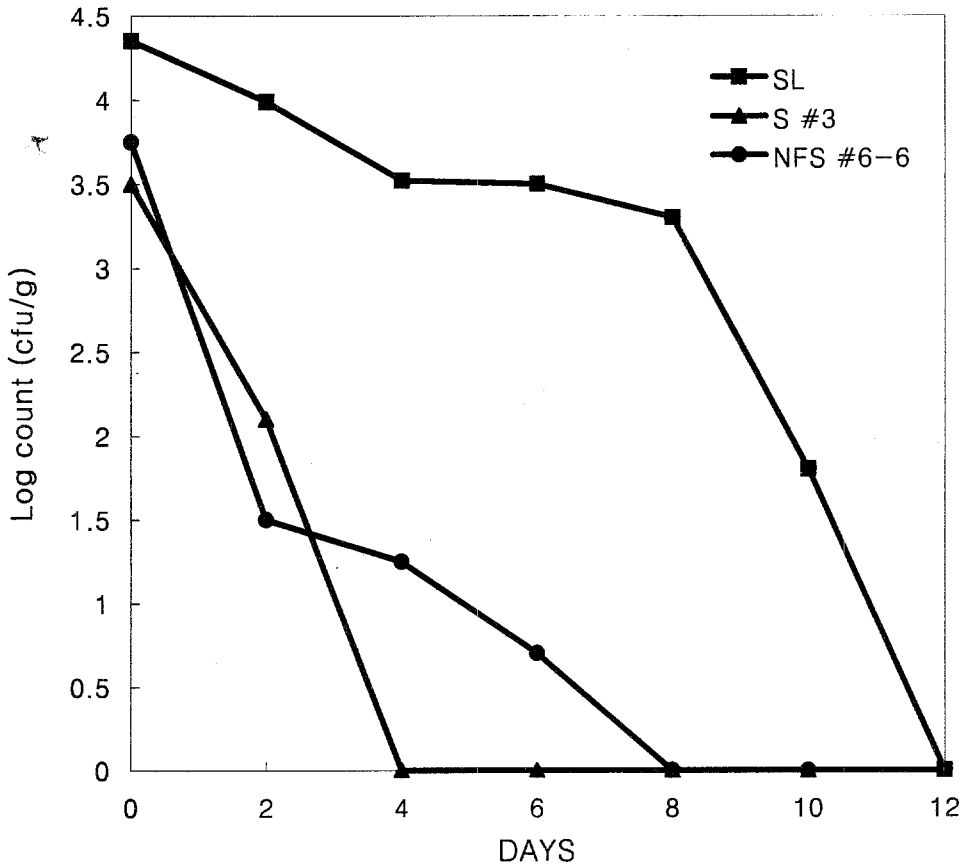


Fig. 5-7. Changes in number of enterobacteria in fermented sausages with different starter cultures during ripening.

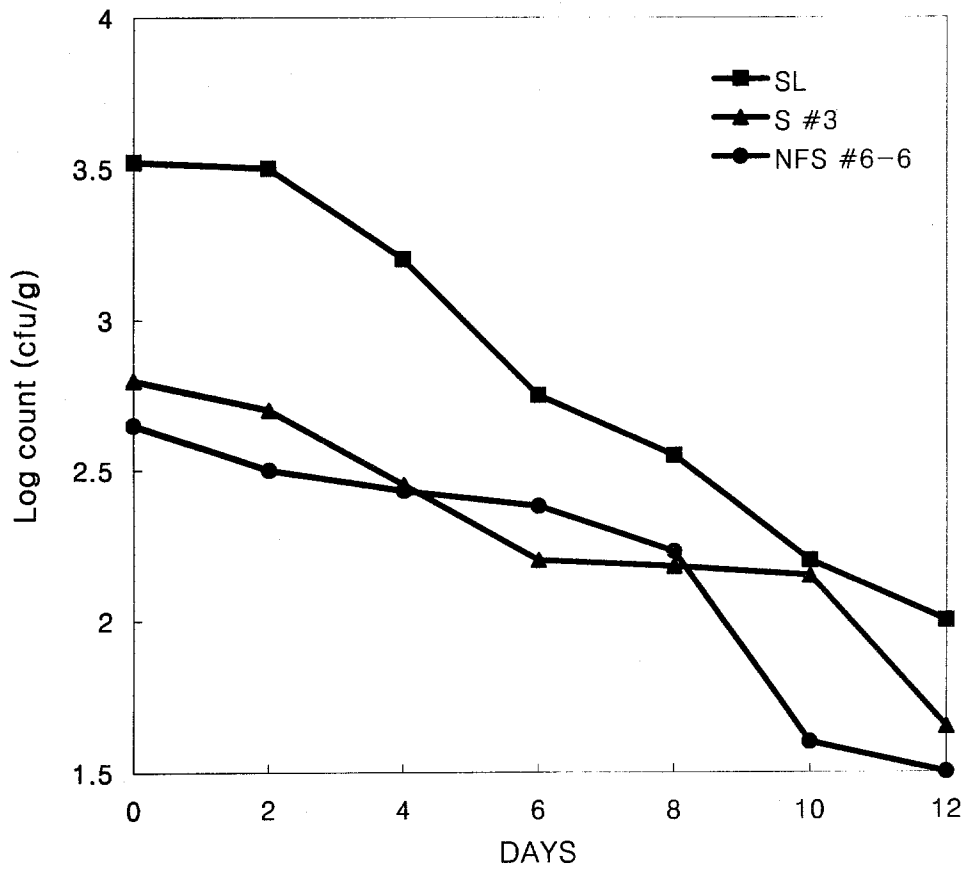


Fig. 5-8. Changes in number of *Listeria* in fermented sausages with different starter cultures during ripening.

3. 관능검사

발효식품에서 분리한 starter culture인 NFS #6-6의 경우 색깔에서는 색차계에 의한 적색도의 측정값은 유사하였으나 관능검사 결과는 SL culture에 비하여 낮게 나타났고, 향기에 있어서는 상업용 starter culture보다 높게 나타났다. 맛, 텍스처 그리고 종합적인 기호도에 있어서는 수입 starter culture인 SL에 못지 않게 기호도가 높은 것으로 조사되었다. 그러나 가자미식해에서 분리한 균주인 S #3의 경우는 3가지 처리구 중 텍스처를 제외한 전 항목에서 가장 나쁜 관능적 기호도를 보였다(Table 5-6). 이상과 같이 3개의 처리구(SL, NFS #6-6 및 S #3)를 이용하여 숙성 중 변화를 살펴본 결과 NFS #6-6 처리구의 경우 이화학적 특성 및 관능검사 결과 상업용 starter culture와 비슷한 경향을 나타내었다. 그러나 장내세균과 *Listeria*에 대한 억제능력은 보다 우수한 것으로 나타나 위생적으로 안전한 발효소시지의 생산에 적합한 starter culture로 판단되었다.

Table 5-6. Sensory quality of fermented sausages with different starter cultures

Starter culture*	Color	Aroma	Taste	Texture	Acceptability
SL	4.5 ^a	3.3 ^b	4.0 ^a	4.6 ^a	4.2 ^b
NFS #6-6	4.2 ^b	3.8 ^a	4.0 ^a	4.6 ^a	4.5 ^a
S #3	4.0 ^c	3.4 ^b	3.6 ^b	4.6 ^a	4.0 ^c

Mean score based on an 6-point scale(1=worst, 6=prime)

a,b,c : Means with same superscripts in the same column are not significantly different($p < 0.05$)

제 3 절 발효소시지의 저장중 특성

1. 이화학적 특성

1) pH

발효소시지를 각각 24℃와 35℃에 저장하였을 때의 pH의 변화는 Fig 5-9, 5-10과 같다. 즉, 상업용 starter culture인 SL과 발효식품에서 분리한 NFS #6-6과 S #3 처리구 모두 저장시간이 지나면서 pH가 상승되는 경향을 보였다. 발효식품에서 분리한 NFS #6-6과 S #3 처리구의 경향은 서로 비슷한 결과를 나타내어 24℃에 4주간 저장하였을 때의 pH는 NFS #6-6 처리구는 4.8을 S #3 처리구는 4.9로 상승하였으며 SL 처리구는 4.6으로 상승하였다. 35℃에 저장한 소시지의 경우도 NFS #6-6, S #3 및 SL 처리구의 pH가 각각 5.0, 5.0 및 4.7로 상승하여 24℃에 비해 35℃의 경우가 약간 높게 상승하는 경향을 보였다.

일반적으로 pH는 발효 중에 약 5% 정도가 감소하며, 60일 정도의 장기 저장시 0.1~0.2 pH unit가 증가하는데 이같은 원인은 nonprotein nitrogen(NPN) 화합물의 출현 및 증가에 기인한다(Wardlow, 1973). 본 연구에서도 저장온도가 높을수록 pH는 약간 증가하였는데 저장 중의 이러한 pH의 증가는 온도가 높을수록 지방의 산패가 심하여 과산화물의 축적량이 많고 단백질 분해에 의한 암모니아의 생성량 등이 크기때문인 것으로 사료된다.

2) 수분활성도

대체로 상업용 starter culture인 SL과 자연발효식품에서 분리한 NFS #6-6과 S #3 처리구 모두 저장시간이 지나면서 수분활성도가 감소되는 경향을 보였다(Fig. 5-11, 5-12). 저장 초기에는 상업용 starter culture와 자연발효

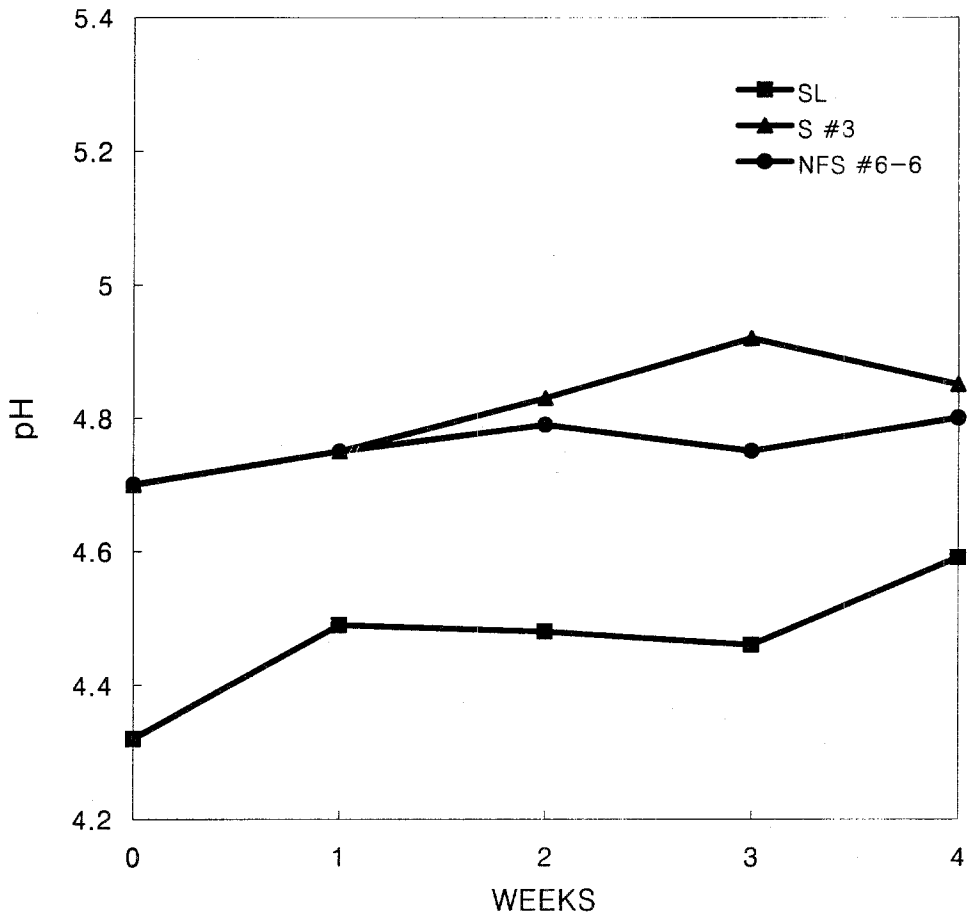


Fig.5-9. Changes in pH of fermented sausages with different starter cultures during the storage at 24°C.

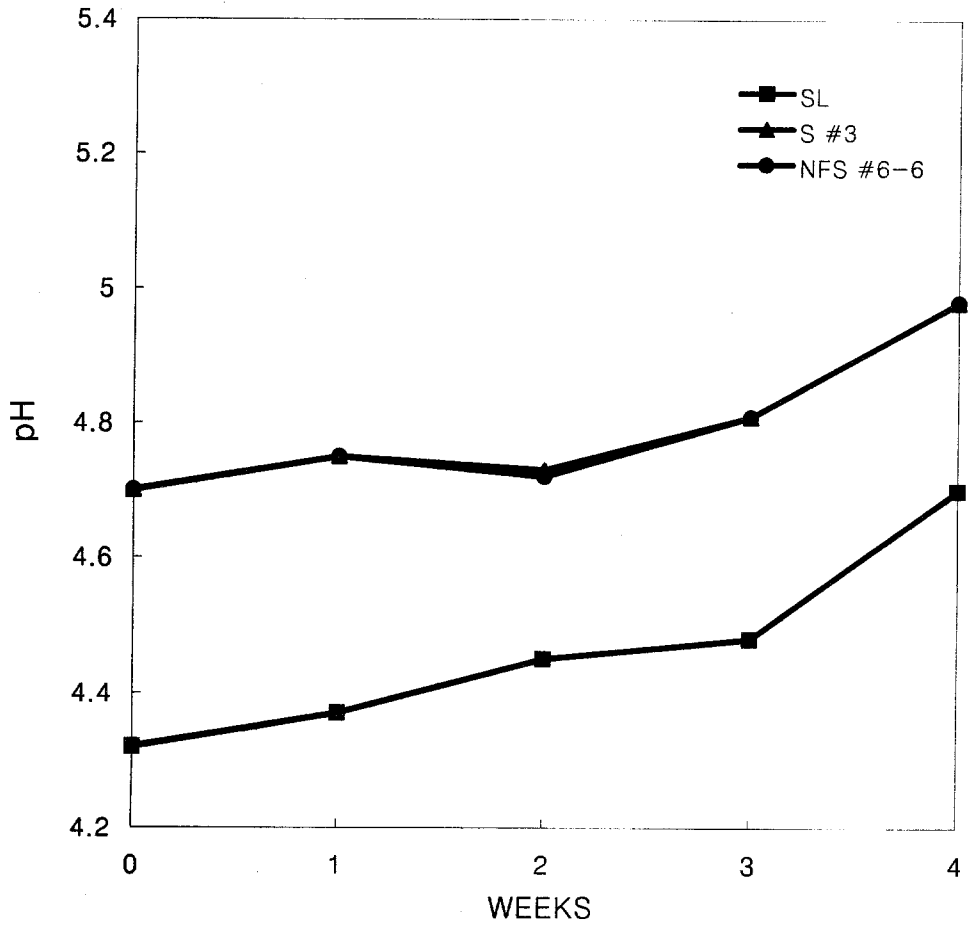


Fig. 5-10. Changes in pH of fermented sausages with different starter cultures during the storage at 35°C.

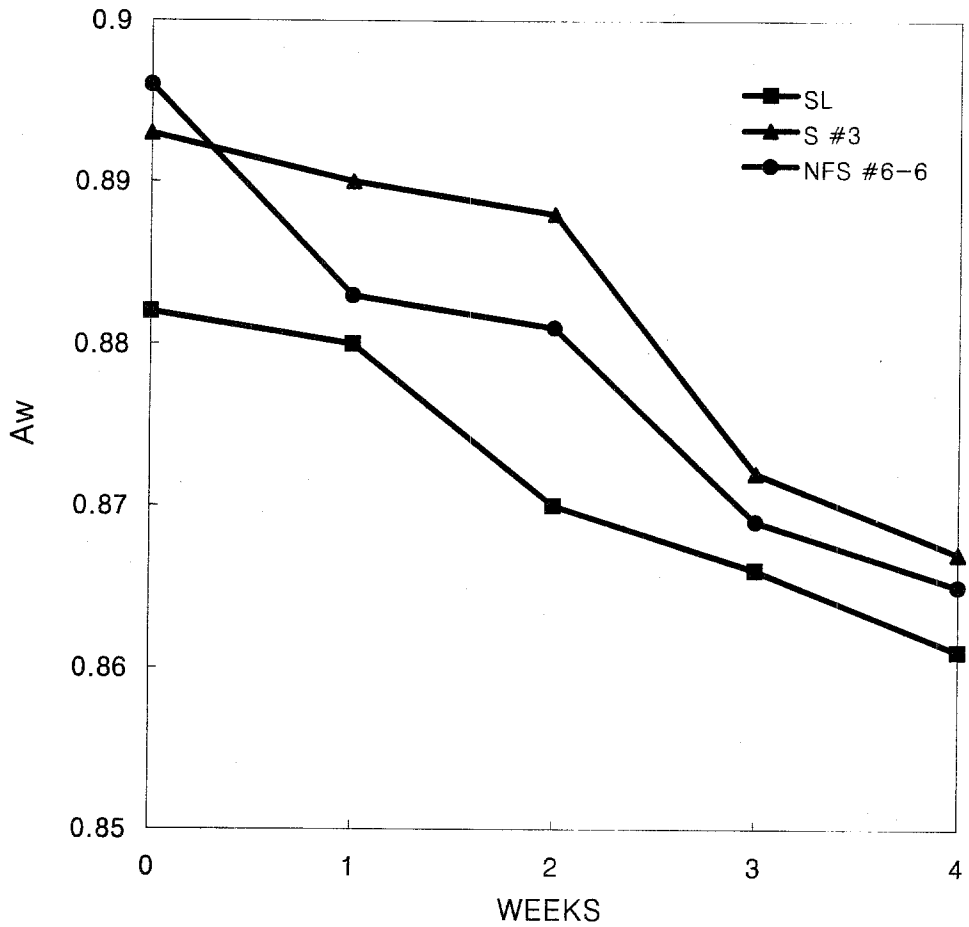


Fig. 5-11. Changes in Aw of fermented sausages with different starter cultures during the storage at 24°C.

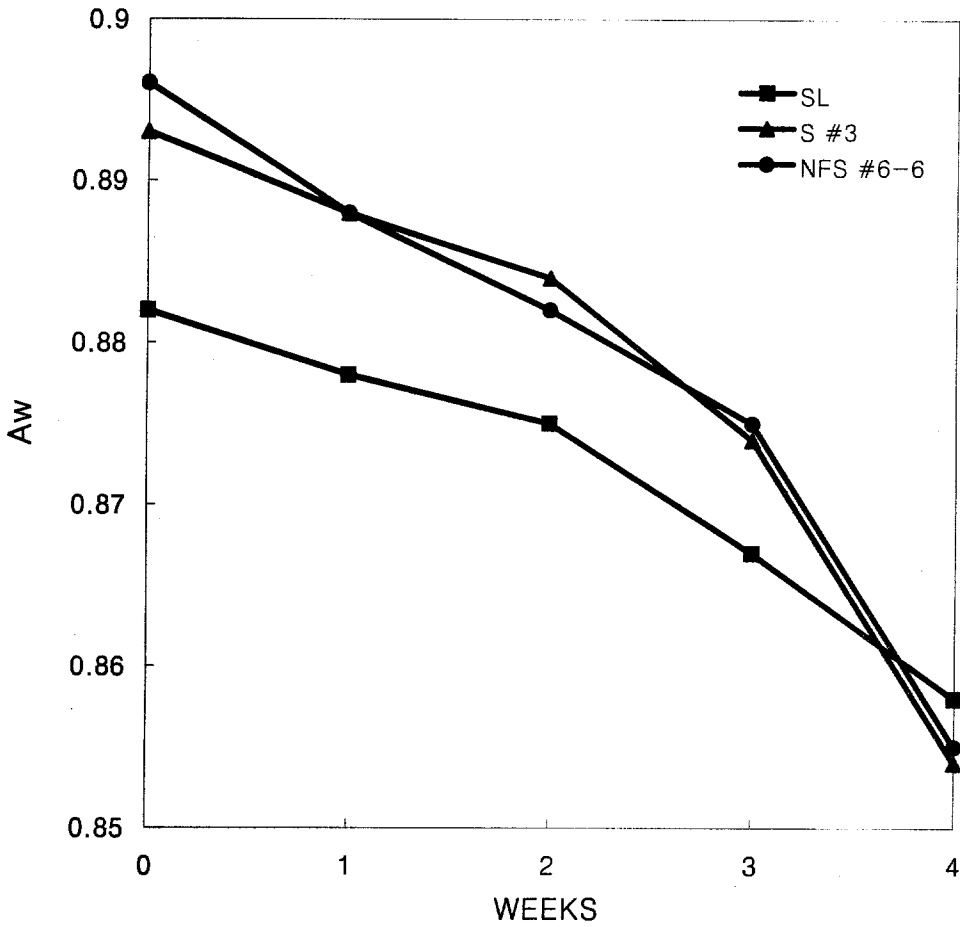


Fig. 5-12. Changes in Aw of fermented sausages with different starter cultures during the storage at 35°C.

식품에서 분리한 균주간의 수분활성도의 차이는 SL culture는 0.882, S #3 균주는 0.896 그리고 NFS #6-6의 경우는 0.898 수준이었으나 저장 기간이 지나면서 culture간 차이는 줄어드는 경향을 보였다. 4주 저장 후에는 24℃ 저장의 경우 최종 수분 활성도가 모든 처리구에서 0.86~0.87 수준을 유지했으며 35℃의 경우는 이보다 낮은 0.86 이하를 나타내었다. 이같은 결과는 starter culture의 특성에 관계없이 저장기간이 길어질수록 유산균의 활력이 저하되며 저장온도가 높을수록 지방과 단백질의 분해산물의 증가로 인하여 보수력이 더욱 떨어진 결과로 판단된다. 발효소시지에서의 수분활성도는 고기내 수분함량, 젖산, 소금, pH, 당, 적정산도, 휘발성 지방산조성 등에 의하여 영향을 받으므로 starter culture간의 직접적인 비교는 어렵다고 이(1986)는 보고하였다.

3) 색깔

24℃와 35℃의 온도에서 상업용 starter culture인 SL과 발효식품에서 분리한 NFS #6-6과 S #3 모두 적색도를 나타내는 a 값은 저장 초기에 비하여 감소하는 경향을 보였다(Table 5-7, 5-8). 35℃에서 보다 24℃에서 적색도의 감소는 더욱 심하였다. 반면에 황색도를 나타내는 b 값은 점차로 증가해 소시지의 저장중 약간 갈색화되는 경향을 나타내었으며 명도를 나타내는 L 값은 저장 2,3주 동안 약간 증가하였으나 이후로 차츰 감소하는 경향을 나타내었다. 처리구간의 통계적 유의차는 없었지만 24℃ 저장의 경우 적색도는 상업용 culture인 SL 보다 자연발효식품에서 분리한 NFS #6-6과 S #3의 처리구가 다소 우수한 것으로 관찰되었으며 starter culture간의 특성은 없는 것으로 조사되었다. 이와같은 결과는 발효소시지를 18℃에서 건조할 경우 9℃에서 보다 적색도가 높게 나타나고 유산균의 활력이 선택항상에 기여한다는 이(1986)의 보고와 그 경향이 일치하였다.

Table 5-7. Comparison of colour values in fermented sausages with different starter cultures during storage at 24°C

Color value	Starter culture	Weeks				
		0	1	2	3	4
L	SL	34.83	38.40	36.37	36.57	35.40
	NFS #6-6	36.17	35.67	37.27	35.10	36.07
	S #3	35.60	33.50	35.43	34.63	34.83
a	SL	11.13	9.22	10.27	9.99	8.65
	NFS #6-6	11.27	9.64	10.38	9.68	9.11
	S #3	11.37	9.14	10.60	8.56	9.50
b	SL	7.18	7.58	7.97	8.47	8.09
	NFS #6-6	7.32	7.57	7.77	7.95	8.10
	S #3	7.26	7.68	7.48	8.07	7.83

Standard : L = 89.2, a = 0.921, b = 0.78

Table 5-8. Comparison of colour values in fermented sausages with different starter cultures during storage at 35°C

Color value	Starter culture	Weeks				
		0	1	2	3	4
L	SL	34.83	36.33	37.60	36.13	35.63
	NFS #6-6	36.17	37.67	35.93	36.50	35.53
	S #3	35.60	37.20	33.43	33.53	34.47
a	SL	11.13	8.30	9.19	9.96	10.46
	NFS #6-6	11.27	9.50	9.22	9.26	10.42
	S #3	11.37	10.10	9.25	9.89	10.93
b	SL	7.18	8.19	8.77	8.36	8.33
	NFS #6-6	7.32	8.19	7.93	8.28	8.67
	S #3	7.26	8.15	7.95	8.57	8.79

Standard : L = 89.2, a = 0.921, b = 0.78

4) 지방산

12일간 발효와 건조를 거친 직후, 그리고 4주간 24℃와 35℃에서 저장하며 지방산의 변화를 관찰한 결과는 Table 5-9, 5-10과 같다. 온도조건에 관계없이 건조 직후에 소량이나마 존재하던 myristic acid(C₁₄ : 0), linolenic acid(C₁₈ : 3), gadoleic acid(C₂₀ : 1), arachidonic acid(C₂₀ : 4) 그리고 docosapentaenoic acid(C₂₂ : 5) 등은 4주 저장기간 동안 모두 소멸되었으며 palmitic acid(C₁₆ : 0), stearic acid(C₁₈ : 0)과 oleic acid(C₁₈ : 1) 등만이 잔존하였다. 그리고 처리구에 관계없이 저장온도가 높아짐에 따라 SFA/USFA(포화지방산/불포화지방산)의 비율은 전반적으로 USFA(불포화지방산)는 감소하지만 상대적으로 SFA(불포화지방산)의 비율은 증가되는 것으로 나타나 온도에 영향은 있을지언정 starter culture에 따른 저장 중 지방산의 변화는 크지 않았다. 그리고 이중결합이 많은 불포화지방산일수록 거의 소멸되고 포화지방산은 증가하는 경향을 보였으나 oleic acid(C₁₈ : 1)만은 저장조건과 starter culture의 특성에 관계없이 50% 이상 잔존한 점은 특이한 결과로 판단된다. 한편 발효육제품의 저장중 변화와 관련하여 POV나 TBA의 변화에 관한 연구 결과는 많지만(Johansson 등, 1994 ; 우 등, 1983 ; Chin 등, 1996), 지방조성의 변화에 관한 보고는 전무한 실정이다. Privett와 Blank(1962)는 각종 불포화 지방산의 methylester 들을 40℃에서 자동산화시켜 각 ester의 유도기간(indication period)을 측정하여 상대적인 자동산화속도를 비교한 바 oleic acid(C₁₈ : 1), linoleic acid(C₁₈ : 2), linolenic acid(C₁₈ : 3), arachidonic acid(C₂₀ : 4), eicosapentaenoic acid(C₂₀ : 5) 그리고 docosahexaenoic acid(C₂₂ : 6)로 표시되는 불포화지방산 ester들에 있어서 자동산화 속도의 상대적인 비율은 1 : 4 : 61 : 82 : 99 : 122로써 이중결합의 수에 따라서 급격하게 증가됨을 보고하였으며 Frankel(1984)은 불포화지방산인 oleic acid(C₁₈ : 1), linoleic acid(C₁₈ : 2) 그리고 linolenic acid(C₁₈ : 3) ester의 동일조건하에서의 자동산화에서 상

대적인 산화속도도 이들의 산소흡수속도에 근거를 둘때 1 : 40-50 : 100과 같은 비율이었다고 보고한 바 있어 약간의 차이는 있을지언정 불포화도가 높을 수록 지방산패의 속도는 기하급수적으로 증가하는 것으로 판단된다. 실제로 Stirton(1955) 등도 포화지방산과 불포화지방산인 stearic acid(C₁₈ : 0), oleic acid(C₁₈ : 1), linoleic acid(C₁₈ : 2) 그리고 linolenic acid(C₁₈ : 3)의 methyl ester 들을 100℃에서 자동산화 시켰을 때 이들 ester의 자동산화속도의 비율이 1 : 11 : 14 : 179였다고 보고한 바 있다. 따라서 본 실험의 결과 상기의 보고들과 일치하지는 않지만 이중결합의 수가 많은 불포화지방산의 산패가 빠르다는 결과와는 유사한 경향을 보여준 것으로 판단된다.

5) 유리아미노산

상업용 starter culture인 SL과 발효소시지에서 분리한 NFS #6-6 및 가자미식해에서 분리한 S #3 균주에 대하여 12일간 발효와 건조를 거친 직후와 진공포장 후 4주간 24℃와 35℃에 저장하며 유리아미노산 함량의 변화는 Table 5-11, 5-12와 같다. 표에서 보는바와 같이 저장온도에 관계없이 전체적으로 저장 중 유리아미노산의 함량은 감소하는 것으로 나타났는데 24℃ 저장의 경우 유리아미노산 함량은 건조 직후 SL culture의 경우 598.6 mg%에서 4주 저장후 417.3 mg%로, NFS #6-6은 504.9 mg%에서 396.8 mg%로, 그리고 S #3은 643.7 mg%에서 394.6 mg%로 감소되었으며 starter culture의 종류에 관계없이 glutamic acid, lysine과 aspartic acid의 함량이 다른 아미노산에 비하여 비교적 많은 것으로 나타났다. 35℃ 저장시에는 SL culture의 경우 4주 저장 후에는 360.5 mg%로, NFS #6-6의 경우 360.7 mg%로 나타나, 24℃ 저장구와 비교할 때(각각 417.3 mg%, 396.8 mg%) 총 유리아미노산 함량은 낮았으나, S #3 균주의 경우는 24℃ 저장구보다(394.6 mg%) 높은 477.1 mg%를 나타내었다. 이같은 결과는 다른 연구결과에서도 나타나지 않은 새로

Table 5-9. Comparison of fatty acid composition in fermented sausages with different starter cultures during storage at 24°C

(Unit : %)

Starter culture	SL		NFS #6-6		S #3		
	F.A \ Weeks	0	4	0	4	0	4
14:0		1.19	ND	1.19	ND	1.43	ND
15:0		0.25	ND	0.23	ND	0.06	ND
16:0		22.16	23.64	19.27	22.15	22.13	25.24
16:1		2.48	0.47	2.07	ND	2.30	0.23
18:0		12.96	14.25	13.62	19.42	14.14	17.24
18:1		42.23	57.20	42.84	54.67	42.12	52.25
18:2		12.40	4.44	12.71	3.76	14.01	5.04
18:3		0.89	ND	0.87	ND	0.40	ND
18:4		0.76	ND	ND	ND	ND	ND
20:1		ND	ND	2.60	ND	1.98	ND
20:4		1.71	ND	ND	ND	ND	ND
20:5		ND	ND	ND	ND	0.84	ND
23:0		0.13	ND	ND	ND	ND	ND
22:5		2.84	ND	4.61	ND	0.58	ND
SFA ¹⁾		36.69	37.89	34.31	41.57	37.76	42.48
USFA ²⁾		63.31	62.11	65.69	58.43	62.24	57.52

1) SFA(Saturated fatty acid)

2) USFA(Unsaturated fatty acid)

ND : Not detected

Table 5-10. Comparison of fatty acid composition in fermented sausages with different starter cultures during storage at 35°C

(Unit : %)

Starter culture	SL		NFS #6-6		S #3	
	0	4	0	4	0	4
F.A \ Weeks	0	4	0	4	0	4
14:0	1.19	ND	1.19	ND	1.43	ND
15:0	0.25	ND	0.23	ND	0.06	ND
16:0	22.16	28.62	19.27	29.04	22.13	28.14
16:1	2.48	ND	2.07	ND	2.30	ND
18:0	12.96	16.25	13.62	17.42	14.14	17.47
18:1	42.23	52.34	35.84	50.40	42.12	51.55
18:2	12.40	2.79	12.71	3.14	14.01	2.84
18:3	0.89	ND	0.87	ND	0.40	ND
18:4	0.76	ND	ND	ND	ND	ND
20:1	ND	ND	2.60	ND	1.98	ND
20:4	1.71	ND	ND	ND	ND	ND
20:5	ND	ND	ND	ND	0.84	ND
23:0	0.13	ND	ND	ND	ND	ND
22:5	2.84	ND	4.61	ND	0.58	ND
SFA ¹⁾	36.69	44.87	34.31	46.46	37.76	45.61
USFA ²⁾	63.31	55.13	65.69	53.54	62.24	54.39

1) SFA(Saturated fatty acid)

2) USFA(Unsaturated fatty acid)

ND : Not detected

Table 5-11. Comparison of free amino acid composition in fermented sausages with different starter cultures during storage at 24°C
(Unit : mg/100g, D.M)

Starter culture	SL		NFS #6-6		S #3	
	0	4	0	4	0	4
Aspartic acid	50.6	37.3	45.0	37.3	54.7	37.3
Glutamic acid	94.2	67.6	83.0	63.3	100.8	63.3
Serine	17.9	9.5	15.8	9.5	19.7	9.5
Glycine	15.8	11.3	12.6	11.3	16.7	12.8
Histidine	40.3	27.9	23.9	26.4	44.7	26.4
Arginine	41.8	33.1	34.3	29.6	41.3	29.6
Threonine	21.4	15.5	18.1	14.3	22.6	14.3
Alanine	19.6	14.3	17.8	14.3	21.9	14.3
Proline	23.0	15.0	17.2	15.0	24.4	15.0
Tyrosine	29.0	21.7	26.6	23.6	30.4	25.4
Valine	23.4	19.9	21.0	17.6	25.4	17.6
Methione	23.9	14.9	24.3	14.9	28.2	14.1
Cystine	7.2	7.2	7.2	7.2	9.6	7.2
Isoleucine	24.9	21.0	22.6	19.7	28.0	19.7
Leucine	48.5	34.1	42.6	28.9	53.3	31.5
Phenylalanine	29.7	23.1	28.4	21.5	32.1	21.5
Lysine	87.4	43.9	64.5	42.4	89.9	35.1
Total	598.6	417.3	504.9	396.8	643.7	394.6

Table 5-12. Comparison of free amino acid composition in fermented sausages with different starter cultures during storage at 35°C
(Unit : mg/100g, D.M)

Starter culture	SL		NFS #6-6		S #3	
	0	4	0	4	0	4
Aspartic acid	50.6	33.1	45.0	32.5	54.7	45.3
Glutamic acid	94.2	57.1	83.0	57.4	100.8	81.2
Serine	17.9	8.4	15.8	8.4	19.7	11.3
Glycine	15.8	10.5	12.6	11.0	16.7	14.4
Histidine	40.3	24.7	23.9	24.8	44.7	31.0
Arginine	41.8	27.2	34.3	24.9	41.3	34.5
Threonine	21.4	12.9	18.1	12.9	22.6	17.5
Alanine	19.6	12.2	17.8	12.8	21.9	17.6
Proline	23.0	13.2	17.2	13.6	24.4	17.9
Tyrosine	29.0	21.6	26.6	23.9	30.4	28.6
Valine	23.4	16.1	21.0	16.2	25.4	22.0
Methionine	23.9	13.9	24.3	13.7	28.2	17.5
Cystine	7.2	7.2	7.2	7.2	9.6	7.2
Isoleucine	24.9	17.5	22.6	17.7	28.0	14.8
Leucine	48.5	28.0	42.6	28.1	53.3	40.3
Phenylalanine	29.7	19.8	28.4	19.5	32.1	27.6
Lysine	87.4	37.1	64.5	36.1	89.9	48.4
Total	598.6	360.5	504.9	360.7	643.7	477.1

운 사실로 판단되었다. 전체적인 아미노산 함량은 24℃ 저장구와 마찬가지로 glutamic acid, lysine, aspartic acid와 leucine 등의 함량이 많은 것으로 조사되었다. Sander(1995) 등이 젖산균을 이용하여 발효소시지의 숙성과 저장 중 유리아미노산 함량을 평가한 결과, 일반적으로 숙성중에는 유리아미노산 함량이 증가하지만 저장기간이 길어질수록 유리아미노산이 분해되어 암모니아 가스 등을 생성함으로써 25% 정도가 감소된다는 보고로 본 실험의 결과와 그 경향을 같이 하는 것으로 분석된다.

6) Thiobarbituric acid value

SL, S #3 그리고 NFS #6-6의 균주를 이용하여 제조한 발효소시지를 12 일동안 건조후 24℃ 및 35℃에서 각각 저장하면서 저장 중 지방산화에 의해 생성된 malonaldehyde의 양을 mg/kg으로 나타낸 결과는 Fig 5-13, 5-14와 같다. 건조직후 처리구에 관계없이 0.15mg 이하를 나타냈으나 24℃ 실온저장의 경우 저장이 진행되면서 지방의 산화도 완만히 진행되어 4주간 저장 후 최종 TBA는 S #3이 0.27, NFS #6-6이 0.25 그리고 상업용 culture인 SL이 가장 낮은 0.24 수준인 것으로 나타나 24℃에서 저장할 경우 항산화제 등을 첨가하지 않더라도 4주까지는 상온유통이 충분히 가능할 것으로 판단된다. 그러나 35℃ 저장의 경우는 지방산패의 속도가 급속도로 진행되어 저장 1주째에 24℃ 처리구의 평균수준인 0.22~0.25를 나타냈으며 저장 3주째에는 0.35~0.38 수준을 보여주었으며 저장 말기인 4주째에는 산화가 급속히 진행되면서 처리구의 종류에 관계없이 먹을 수 있는 범위인 0.46(Turner, 1954)을 초과한 것으로 조사되었다. 따라서 35℃ 저장구는 여름철 등 기온이 높은 조건에서 유통시킬 경우 유기산이나 기타의 항산화물질 등을 첨가하여야 유통기한이 연장될 것으로 사료되었다. TBA 값은 다중 불포화지방산으로부터 산패되어 형성된 malonaldehyde의 양을 측정하는 것이기 때문에 원료육자체의 지방산 조성에 따라 그 수가 크게 달라질수가 있기 때문에 원료육과 지방의 신선도가 제품의 저장성 증대에 큰 영향을 미친다(Chasco, 1993).

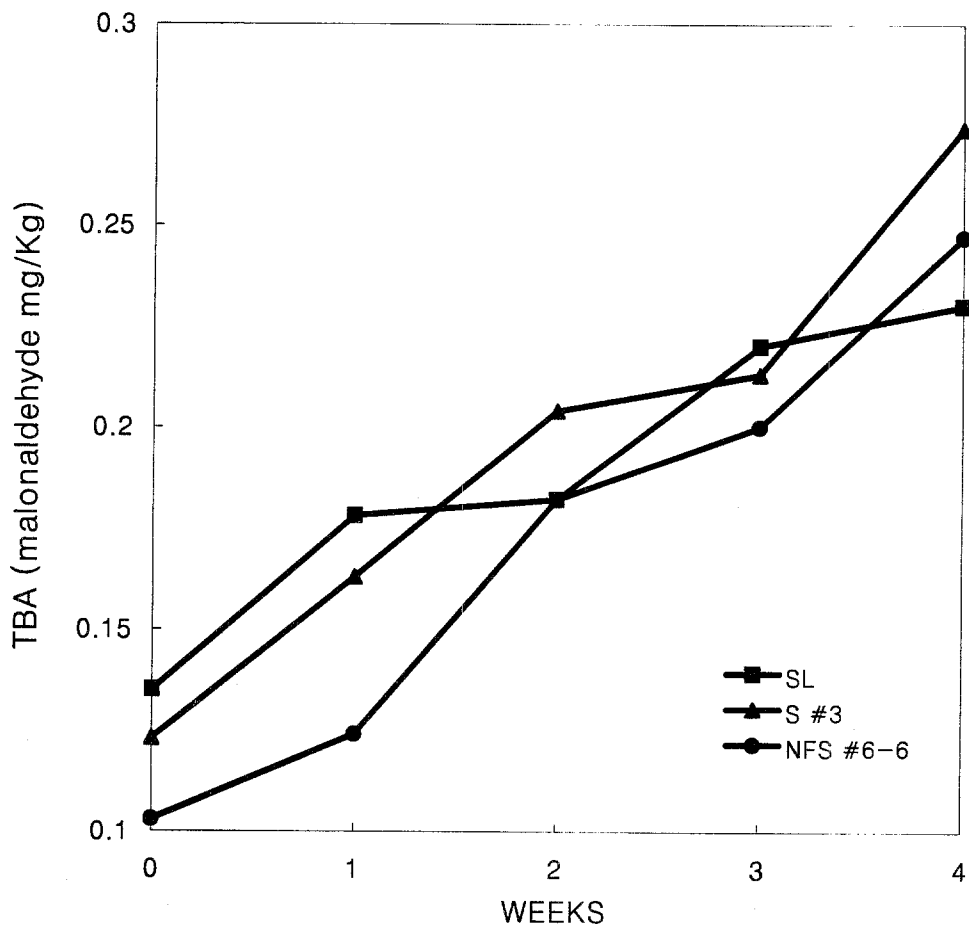


Fig. 5-13. Changes in TBA value of fermented sausages with different starter cultures during the storage at 24°C.

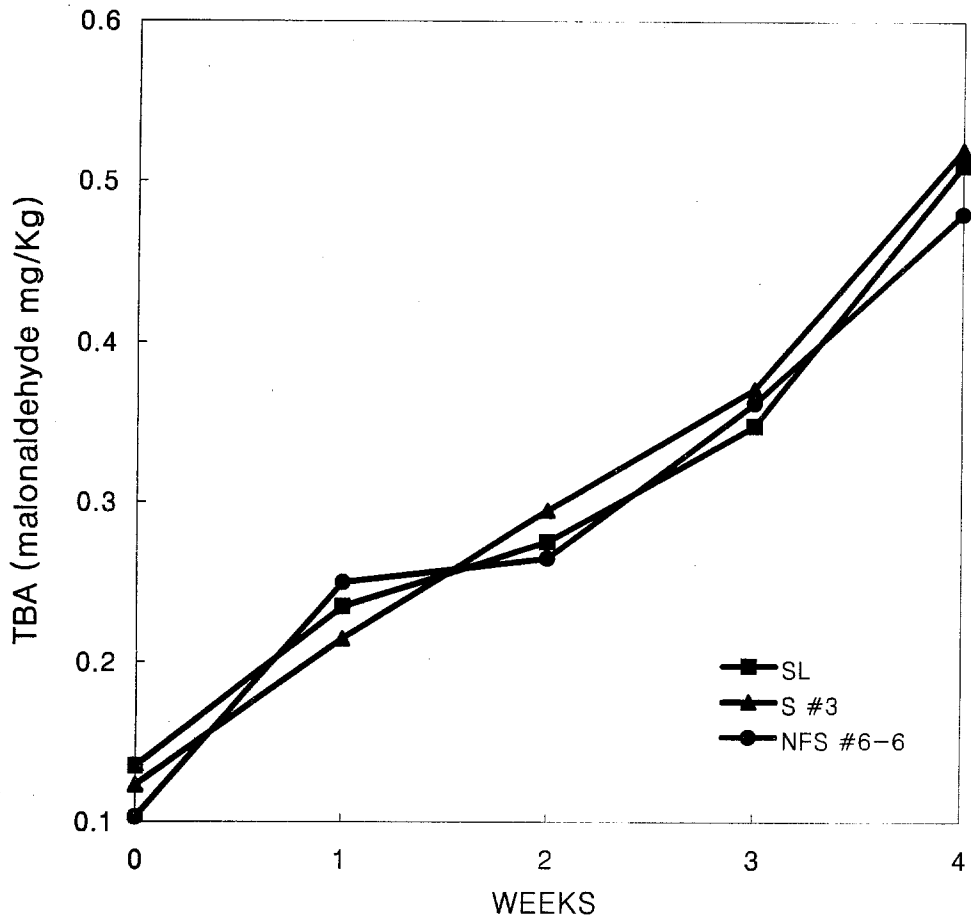


Fig. 5-14. Changes in TBA value of fermented sausages with different starter cultures during the storage at 35°C.

2. 미생물적 특성

발효소시지는 그 물리 화학적 특성으로 상온에서 저장과 유통이 가능한 식품이다. 그러나 이러한 특징은 미생물학적으로도 그 안정성을 보장할 수 있어야 한다. 24°C와 35°C에 발효소시지를 저장하였을 때의 유산균의 변화는 Fig 15, 5-16과 같다. 24°C 저장구의 경우 자연발효식품에서 분리한 균주인 NFS #6-6과 S #3으로 제조한 발효소시지는 저장 초기(건조 12일째) 10^7 cfu/g을 나타내었으며 저장기간 4주동안 위의 수준을 꾸준히 유지하여 발효소시지의 저장중 뛰어난 안정성을 보였다. 반면에 상업용 starter culture인 SL 처리구는 유산균의 수가 급격히 감소하여 저장 1주째부터 10^6 cfu/g을 밑돌다가 계속 감소하여 4주째에는 10^5 cfu/g을 나타내었다. 35°C 저장구의 경우 모든 처리구가 저장기간이 지나면서 감소하는 경향을 나타내었으나 그 감소 속도는 상업용 starter culture인 SL 처리구가 훨씬 빨랐다. 즉, SL 처리구는 저장 1주만에 4 log cycle 이상 감소하여 4주에는 6.2×10^1 /g으로 매우 적은 수로만 생존하였다. 그러나 발효식품에서 분리한 NFS #6-6과 S #3 균주 처리구의 경우에는 저장 3주째부터 급속히 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 감소는 저장중 변화인 Aw의 계속된 감소와 또한 지방의 산패로 인해 과산화물 등이 축적되어 미생물의 감소를 초래하였다고 할 수 있는데 이로써 자연발효식품에서 분리한 NFS #6-6과 S #3 균주가 상업용 starter culture에 비해 낮은 Aw와 지방의 산패로 인한 과산화물의 축적에 대해 훨씬 뛰어난 안정성을 갖는다고 할 수 있다.

각 온도에서의 staphylococci의 변화는 Fig 5-17, 5-18과 같다. 24°C 저장구의 경우 발효식품에서 분리한 균주인 NFS #6-6과 S #3으로 제조한 발효소시지는 저장 초기 10^5 cfu/g을 나타내었으나 점차로 감소하여 4주에는 NFS #6-6 균주 처리구의 경우 약 10^4 cfu/g을 S #3 균주 처리구는 약 2.2×10^3

cfu/g으로 감소하였다. 상업용 starter culture인 SL 처리구의 경우 초기 2.1×10^6 cfu/g 이었으나 4주에는 6.2×10^2 cfu/g으로 발효식품에서 분리한 균주들 보다 더 낮은 수치를 보였다. 35°C 저장구의 경우 발효식품에서 분리한 균주인 NFS #6-6과 S #3으로 제조한 발효소시지는 저장 초기 10^5 cfu/g을 나타내었으나 점차로 감소하여 3주에는 10^1 cfu/g로 감소하여 4주째까지 이 수준을 계속 유지하였다. 반면에 상업용 starter culture인 SL 처리구의 경우 그 감소속도는 더욱 빨라 초기 2.1×10^6 cfu/g 이었으나 저장 1주에는 10^2 cfu/g 수준을 밑돌아 4 log cycle 이상 감소하여 발효식품에서 분리한 균주들 보다 더 빠른 감소속도를 보였다. 또한 *S. aureus*는 24°C와 35°C 모두 저장 동안 전혀 검출되지 않아 위균에 의한 식중독의 위험성은 없다고 할 수 있다.

각 온도에서의 *Listeria*의 변화는 Fig 5-19, 5-20과 같다. 24°C 저장시 NFS #6-6과 S #3으로 제조한 발효소시지는 저장 초기 10^1 cfu/g을 나타내었으나 점차로 감소하여 4주에는 검출되지 않았다. 특히 NFS #6-6의 감소속도가 더욱 빠른 경향을 보였다. 상업용 starter culture인 SL 처리구의 경우에도 4주째에는 전혀 검출되지 않아 숙성 12일 이후 상온의 온도에서 4주간 저장하면서 오히려 미생물의 안정성이 더욱 증가되었다. 그러나 35°C에 저장하였을때는 그 감소정도가 24°C의 경우보다는 완만하여 4주째 10^1 cfu/g 수준을 밑돌며 완전히 소멸되지는 않았는데 *L. monocytogenes*의 경우 최적 성장온도가 30°C~37°C이며 산소가 적은 조건과 이산화탄소가 첨가된 조건에서도 성장이 가능하다는 Shelf(1989)의 보고와 그 경향을 같이하는 것으로 판단된다.

Data로 나타내지는 않았지만 발효시부터 검출되지 않았던 장내세균은 24°C와 35°C 모두 저장기간 중에도 전혀 검출되지 않아 발효소시지 저장시 장내세균에 의한 식중독의 위험성은 거의 없어 발효소시지의 높은 미생물학적 안전성을 입증할 수 있었다.

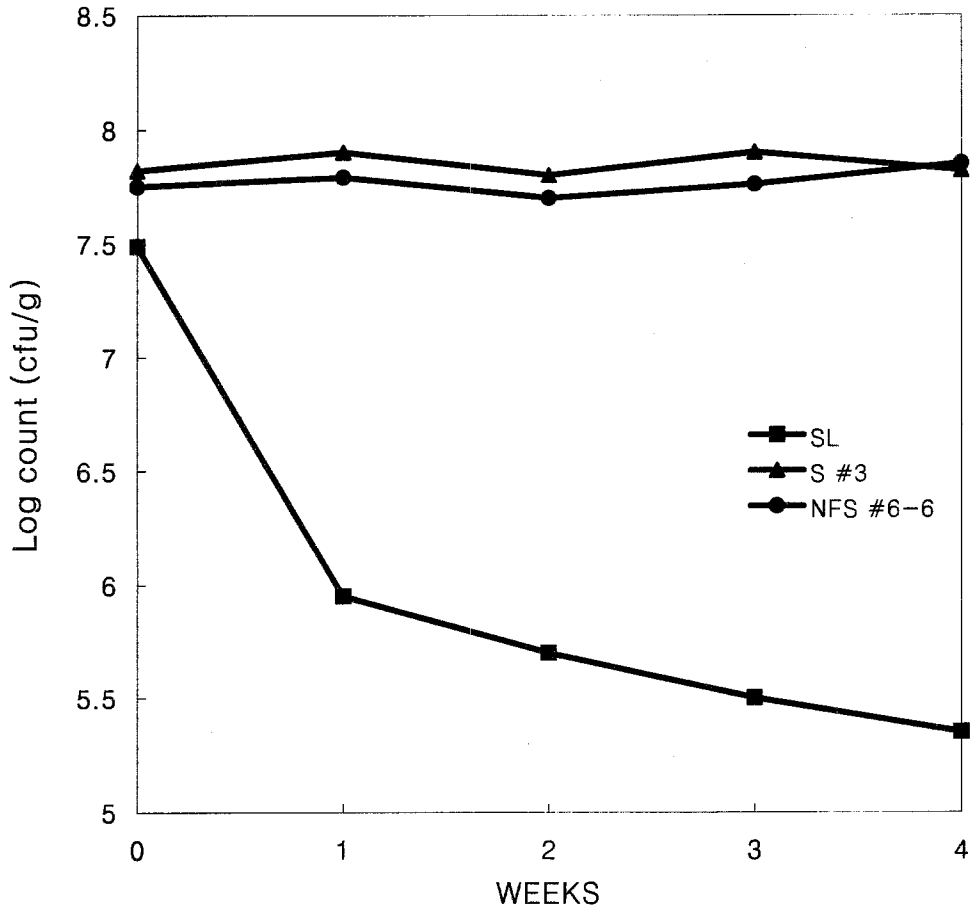


Fig. 5-15. Changes in number of lactic acid bacteria in fermented sausages with different starter cultures during the storage at 24°C.

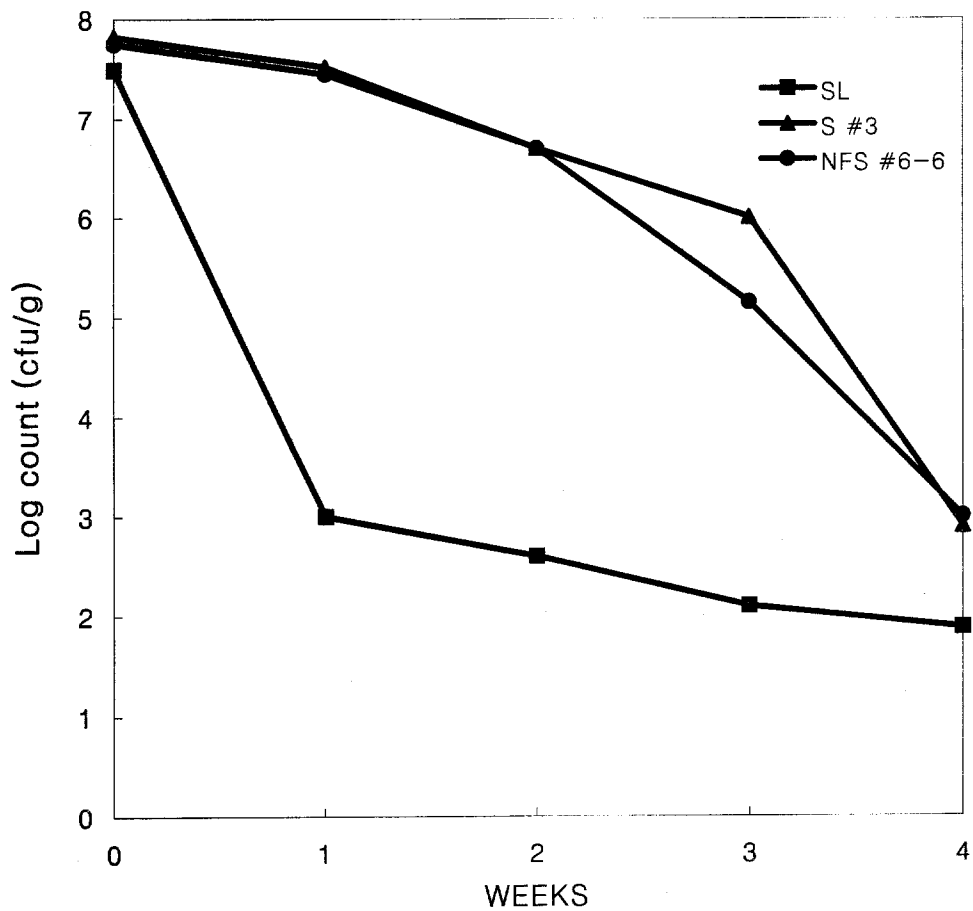


Fig. 5-16. Changes in number of lactic acid bacteria in fermented sausages with different starter cultures during the storage at 35°C.

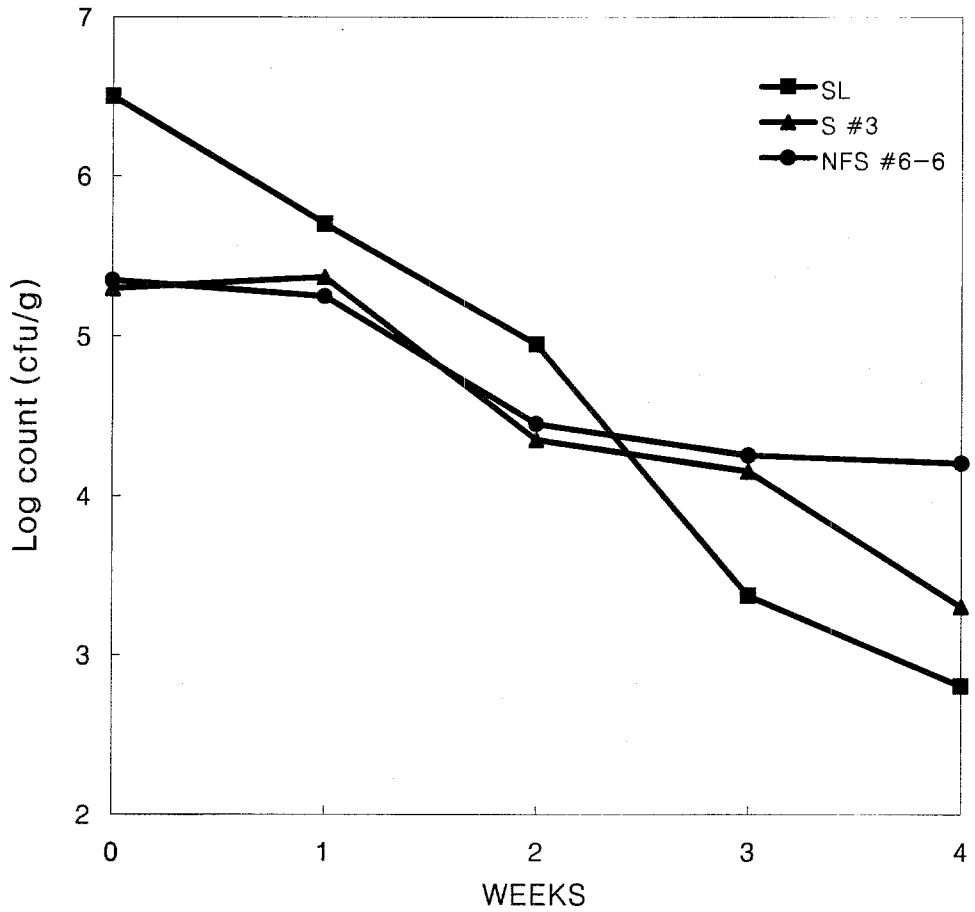


Fig. 5-17. Changes in number of staphylococci in fermented sausages with different starter cultures during the storage at 24°C.

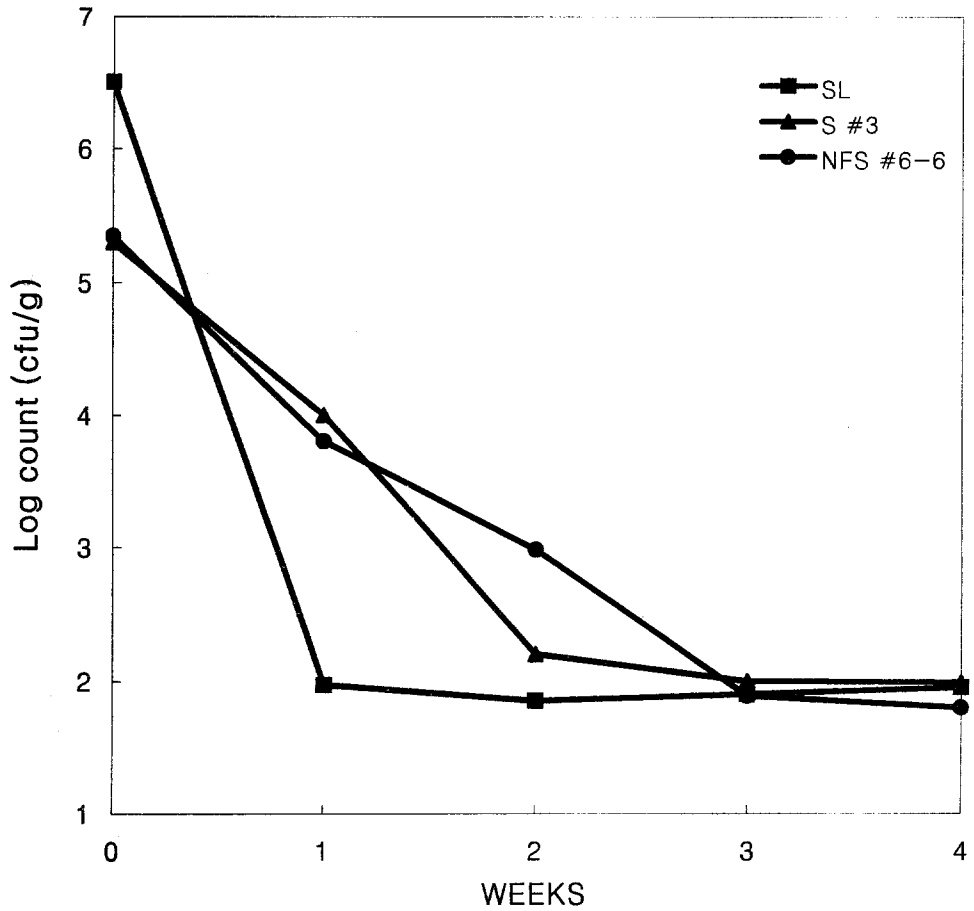


Fig. 5-18. Changes in number of staphylococci in fermented sausages with different starter cultures during the storage at 35°C.

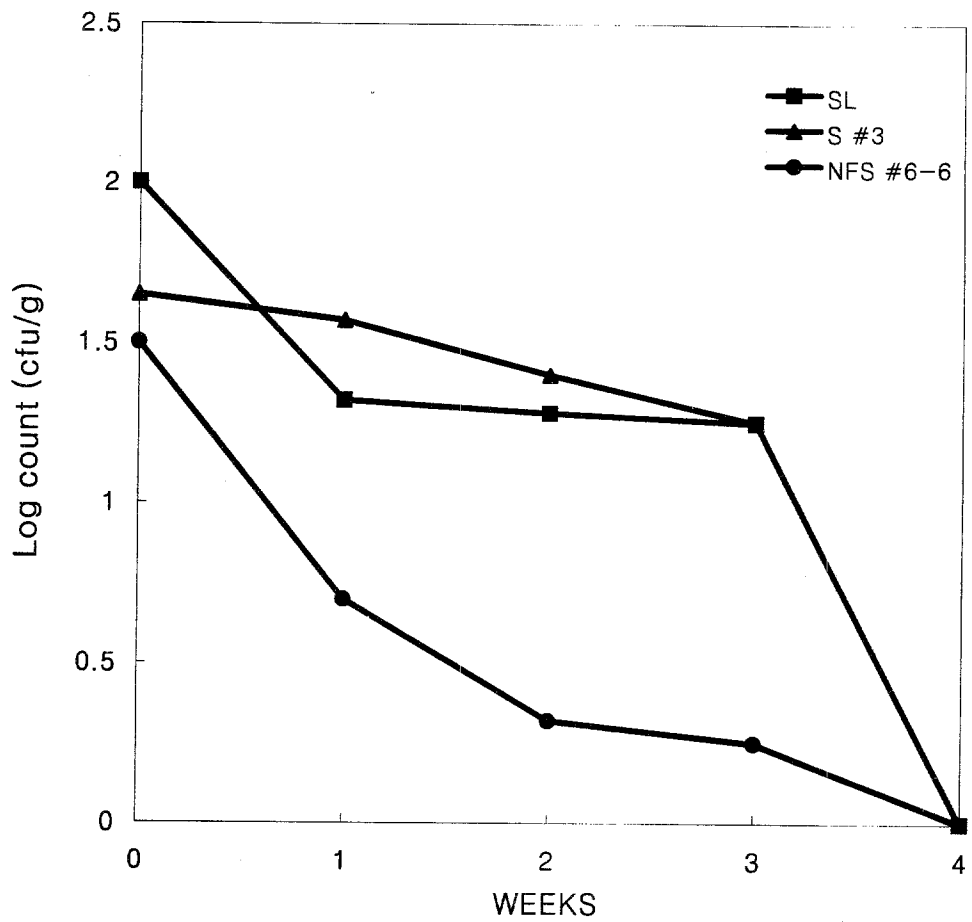


Fig. 5-19. Changes in number of Listeria in fermented sausages with different starter cultures during the storage at 24°C.

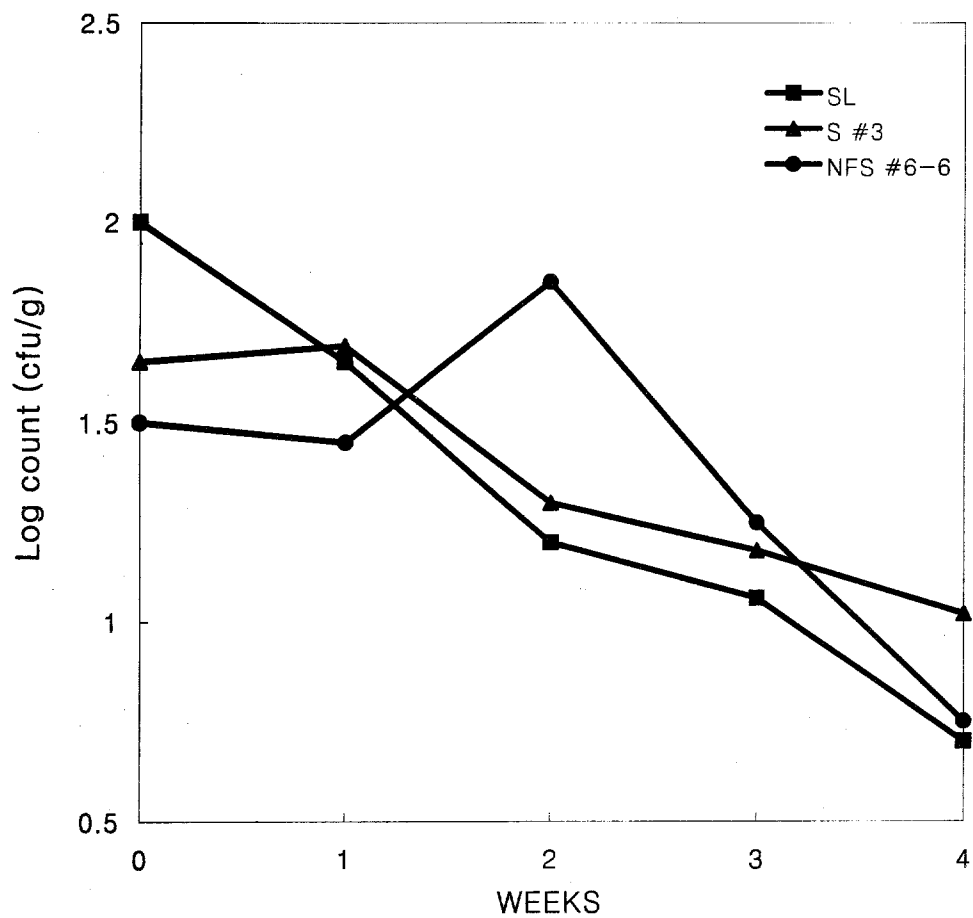


Fig. 5-20. Changes in number of Listeria in fermented sausages with different starter cultures during the storage at 35°C.

제 6 장 한국형 발효소시지의 개발

제 1 절 국내산 향신료를 첨가한 발효소시지의 제조

1. 서 설

발효소시지는 원래 지중해 연안을 비롯한 유럽지역에서 애용되던 식품으로써 소시지 제조시 첨가되는 모든 향신료는 white pepper, coriander, allspice, paprica, Nutmeg, Mustard seed 등의 외국유래의 향신료로 제조되고 있다. 그러나 최근에 들어서 마늘, 생강, 고춧가루, 쪽, 쑥, 칩, 산초, 솔잎 등 우리나라의 향신료 및 한약재는 항균효과, 산화억제 등의 그 기능성과 우수성이 입증되고 있는데 대표적인 예로 구황식품으로도 이용되고 있는 쪽은 소화, 구충 등의 효과와, 천식 등에 효염이 있으며(허, 1978 ; 유, 1994), 쪽의 향기 성분을 포함하는 필수 지방산은 장내세균에 대한 항균효과가 크다는 보고도 있다(Nagy, 1966). 뿐만 아니라 마늘에 대한 약리 효과는 이미 알려진 사실로써 마늘의 allicin은 항미생물 작용이 있어(Cavallito 등, 1994) 대장균 및 *Staphylococcus aureus* 등의 세균에 대한 생육억제효과가 있고(김 등, 1996) 또한 이뇨, 살균, 살충, 강장의 효과가 있고 산초에도 역시 해독작용과 살충효과가 있는 것으로 알려져 있다(유, 1994). 따라서 본 실험은 발효소시지 제조시 기존 외국에서 많이 사용하는 향신료로는 white pepper와 coriander만을 사용하고 항균작용 및 산화억제 등의 기능성있는 마늘, 생강 그리고 산초, 칩분말, 감초, 쪽분말, 솔잎분말 등의 국내산 향신료와 한약재 등을 혼합 사용할 경우, 그 특성을 조사하기 위하여 진행되었다.

2. 재료 및 방법

본 실험을 위하여 첨가한 한약재인 산초, 칩분말, 감초, 솔잎분말은 1997년 3월 서울 경동시장내 한약상가에서 구입하였으며 마늘 및 생강분말은 (주)미원의 조선순마늘, 조선순생강을 구입하여 Table 6-1과 같은 비율로 발효소시지 제조시 첨가하였다. 발효소시지 제조를 위한 starter culture는 CHR. HANSEN'S Co.의 FloraCarn SPX (*Staphylococcus xylosus* + *Pediococcus pentosaceus*)를 소시지 g당 10^7 수준으로 첨가하였으며 실험방법은 제 2 장 제 2 절의 방법에 의하여 실험을 실시하였다.

3. 실험결과

1) pH

초기의 평균 pH는 5.97로써 발효가 진행되면서 모든처리구의 pH가 급격하게 저하되었다(Table 6-2). 비교적 control의 pH 저하속도가 국내산 향신료를 첨가한 처리구의 경우보다 빠르고 더욱 급격하게 저하되어 pH 저하면에서는 국내산 향신료를 첨가하지 않고 외국산 향신료를 첨가하는 것이 더욱 유리한 것으로 관찰되었다. 그러나 T-12의 경우는 control보다 오히려 pH 저하능력이 우수하였다. 또한 국내산 향신료를 첨가한 처리구들 간에 비교를 해 볼 때에 마늘, 생강, 고추가루, 후추등이 혼합된 T-1, T-9, T-10, T-11, T-12의 pH가 다른 처리구들에 비해서 pH의 저하속도가 빨랐으며, 특히 마늘, 생강, 고추가루, 후추 외에 쑥, 칩, 솔잎가루 등이 혼합된 T-10, T-11, T-12의 처리구가 특히 우수하였으며, 반면에 감초가 혼합된 T-5 처리구의 최종 pH는 5.42로 가장 높게 나타났다. 이로써 마늘, 생강, 고추가루, 후추등은 발효소시지에서 산생성을 촉진하며, 국내산 향신료중 쑥, 칩, 솔잎가루등도 혼합처리되었을 때 산생성을 촉진하는 것으로 사료된다

Table 6-1. Classification of fermented sausages treated with different spices

단위 %

조성	Con	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
돼지고기	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
등지방	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
소금	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
당	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
아질산염	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
White P.	0.25												
Cor.	0.05												
생강		0.05								0.05	0.05	0.05	0.05
마늘		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
고춧가루		0.1								0.1	0.1	0.1	0.1
후추		0.1	0.1	0.01	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
산초				0.05						0.05	0.05	0.05	0.05
취					0.05							0.05	0.05
감초						0.05							
쑥							0.05				0.05	0.05	0.05
솔잎가루								0.05					0.05
김치국물									1.0				

Table 6-2. Changes of pH in fermented sausages with different spices during ripening

치리구 days	0	2	4	6	8	10	12
Control	5.80	4.74	4.73	4.83	4.85	4.82	4.80
T-1	5.90	4.84	4.85	4.86	4.87	4.85	4.91
T-2	6.16	5.24	5.14	5.04	5.12	5.22	5.10
T-3	6.06	5.34	5.28	5.00	5.14	5.25	5.25
T-4	5.91	5.46	5.31	5.19	5.16	5.23	5.27
T-5	6.02	5.41	5.45	5.14	5.23	5.43	5.42
T-6	5.99	5.43	5.30	5.20	5.07	5.28	5.27
T-7	5.98	5.30	4.96	5.04	5.04	5.12	5.10
T-8	6.24	5.19	5.06	5.04	5.12	5.10	5.10
T-9	5.83	5.37	4.90	4.94	4.98	4.96	5.01
T-10	6.13	5.53	4.92	4.96	4.99	4.96	4.96
T-11	5.89	5.39	4.88	4.88	4.89	4.86	4.83
T-12	5.81	4.77	4.75	4.73	4.75	4.75	4.74

2) Aw

상대습도 등의 속성조건과 pH 저하 등의 이유로 육중의 수분이 감소되어 발효소시지의 수분활성도가 낮아지게 되나 본 실험에 의하면 발효소시지의 수분활성도는 pH의 저하와 큰 관련이 없는 것으로 나타났다(Table 6-3). 그러나 전 처리구의 최종 수분활성도는 육 및 육제품의 부패를 야기시키는 대부분의 미생물들의 증식이 억제되는 aw 0.95 이하이며, 또한 *S. aureus*의 증식이 억제되는 0.86 이하를 나타내어 국내산 향신료를 첨가하여 발효소시지를 제조하여도 미생물에 의한 부패나 식중독은 안전할 것으로 사료된다.

3) 일반성분

각 처리구별 최종 제품에 대해 일반성분 즉, 수분, 단백질, 지방, 염함량에 대한 분석결과 처리구간의 유의차는 없었으며 외국의 유사제품과 비교시 지방 및 소금함량이 적은 것으로 나타났다.

4) Color

각 처리구별 최종제품에 대하여 색도에 대한 분석결과 control에 비하여 명도나 황색도는 큰 차이가 없었으나, 솔잎, 취 등의 단일 국내산 향신료의 경우 적색도가 낮게 나타났으며(T-3, T-4, T-6, T-7), 복합적으로 혼합하여 사용한 경우는 control 보다 적색도가 높은 것으로 나타났다(T-9, T-10, T-11, T-12)(Table 6-4).

5) Texture

최종제품에 대하여 조직감을 측정된 결과 첨가물의 종류에 따른 특성은 나타나지 않았으나 첨가물의 함량이 많을수록 hardness와 chewiness가 비교적 높은것으로 조사되었다(Table 6-5).

Table 6-3. Changes of Aw in fermented sausages with different spices during ripening

치리구 days	0	2	4	6	8	10	12
Control	0.975	0.956	0.919	0.890	0.882	0.852	0.821
T-1	0.973	0.968	0.934	0.899	0.867	0.841	0.818
T-2	0.973	0.962	0.931	0.900	0.875	0.833	0.814
T-3	0.973	0.967	0.935	0.902	0.882	0.852	0.827
T-4	0.977	0.971	0.929	0.906	0.888	0.842	0.816
T-5	0.977	0.970	0.925	0.916	0.876	0.828	0.811
T-6	0.977	0.962	0.935	0.906	0.899	0.863	0.840
T-7	0.977	0.963	0.944	0.919	0.890	0.866	0.852
T-8	0.977	0.964	0.935	0.915	0.882	0.846	0.839
T-9	0.979	0.948	0.917	0.882	0.846	0.843	0.816
T-10	0.976	0.948	0.920	0.888	0.856	0.853	0.818
T-11	0.979	0.949	0.919	0.894	0.868	0.858	0.839
T-12	0.975	0.950	0.919	0.887	0.883	0.852	0.821

Table 6-4. Hunter Color Value of fermented sausages with different spices

처리구 구분	L	a	b
Control	43.2	11.02	8.07
T-1	42.4	12.09	7.94
T-2	41.5	12.14	8.25
T-3	43.2	10.04	7.63
T-4	42.4	10.10	8.14
T-5	45.0	11.06	8.16
T-6	39.7	9.08	7.93
T-7	40.8	10.12	7.48
T-8	41.4	13.20	9.12
T-9	39.8	12.74	8.06
T-10	42.5	12.95	9.15
T-11	43.2	12.47	9.42
T-12	44.0	12.12	9.36

Table 6-5. Texture of fermented sausages with different spices

처리구 / 구분	Hardness(Kg)	Springiness(m m)	Cohesiveness	Chewiness
Control	12.36	0.46	0.52	7002
T-1	13.27	0.49	0.52	6900
T-2	13.46	0.47	0.52	7134
T-3	12.98	0.46	0.49	6875
T-4	12.45	0.39	0.50	7325
T-5	12.67	0.41	0.50	7148
T-6	12.85	0.42	0.51	7006
T-7	12.69	0.42	0.52	7425
T-8	12.75	0.39	0.52	7328
T-9	13.24	0.42	0.49	7542
T-10	13.62	0.46	0.49	7564
T-11	14.12	0.50	0.50	7643
T-12	14.07	0.47	0.50	7542

6) 미생물의 변화

유산균 수는 숙성 초기부터 급격히 증가하여 숙성 2일 째는 모든 처리구에서 10^8 cfu/g으로 증가하여 본 실험에서 사용한 국내산 향신료는 유산균의 성장에 저해 요소로 작용하지 않음을 알 수 있었으며, 발효가 진행되면서 위의 수준을 거의 일정하게 유지하였다. 그러나 10일 이후의 T-4, T-5, T-6 등의 처리구에서는 약간씩 감소하는 경향을 나타내었다. T-4, T-5, T-6 처리구의 pH도 다른 처리구의 pH에 비하여 높은 수준을 유지하였을 때 발효소시지의 유산균의 성장정도는 pH 저하정도와 관련이 있음을 알 수 있었다(Table 6-6).

본 실험에서 장내세균의 경우 인위적으로 접종한 것이 아니라 원료육 및 첨가제에 자연적으로 오염되어 있는 것을 측정된 것이기 때문에 초기 오염수준이 일정하지 않았다. 초기 오염수준이 비슷한 처리구와 비교하여 불 때 control의 초기 오염수준인 10^4 cfu/g 정도로 오염이 되어 있는 처리구들은 (control, T-7, T-8, T-9, T-10, T-11) 12일 째에도 10^2 cfu/g 수준으로 잔존하였다. 이로써 발효소시지의 제조시에는 원료육의 위생적인 처리가 가장 중요함을 알 수 있었다. 즉, 10^2 cfu/g 정도로 오염되어 있는 처리구의 경우는 12일 째에는 검출되지 않았으며, 10^3 cfu/g으로 오염되어 있던 처리구들(T-2, T-3, T-6, T-12) 중, 마늘, 생강, 고추가루, 후추, 산초, 칩, 속, 솔잎가루 등이 혼합처리된 T-12 처리구의 경우 10일 째부터 장내세균이 검출되지 않아 가장 우수한 효과를 나타내었다(Table 6-7). 김 등(1996)은 1%의 마늘즙액이 대장균의 생육을 효과적으로 억제하지만 10^6 cfu/ml 이상의 높은 농도로 오염되어 있을 경우에는 저해효과가 없다고 보고하였다.

Table 6-6. Changes in number of lactic acid bacteria in fermented sausages with different spices during ripening (cfu/g)

처리구 days	0	2	4	6	8	10	12
Control	1.60 x 10 ⁷	4.20 x 10 ⁸	3.92 x 10 ⁸	5.20 x 10 ⁸	8.21 x 10 ⁸	7.08 x 10 ⁸	8.76 x 10 ⁸
T-1	9.0 x 10 ⁶	1.64 x 10 ⁸	1.80 x 10 ⁸	1.97 x 10 ⁸	2.20 x 10 ⁸	2.24 x 10 ⁸	2.11 x 10 ⁸
T-2	9.58 x 10 ⁶	1.37 x 10 ⁸	1.60 x 10 ⁸	1.83 x 10 ⁸	1.50 x 10 ⁸	1.72 x 10 ⁸	2.10 x 10 ⁸
T-3	9.65 x 10 ⁶	1.34 x 10 ⁸	1.76 x 10 ⁸	2.18 x 10 ⁸	1.59 x 10 ⁸	1.74 x 10 ⁸	1.55 x 10 ⁸
T-4	1.36 x 10 ⁷	1.51 x 10 ⁸	1.69 x 10 ⁸	1.97 x 10 ⁸	1.23 x 10 ⁸	8.30 x 10 ⁷	6.93 x 10 ⁷
T-5	1.77 x 10 ⁷	1.61 x 10 ⁸	1.77 x 10 ⁸	3.54 x 10 ⁸	1.09 x 10 ⁸	7.93 x 10 ⁷	8.27 x 10 ⁷
T-6	1.51 x 10 ⁷	1.79 x 10 ⁸	2.24 x 10 ⁸	2.14 x 10 ⁸	1.60 x 10 ⁸	8.15 x 10 ⁷	7.40 x 10 ⁷
T-7	1.62 x 10 ⁷	2.85 x 10 ⁸	3.43 x 10 ⁸	2.88 x 10 ⁸	1.51 x 10 ⁸	1.21 x 10 ⁸	1.03 x 10 ⁸
T-8	1.68 x 10 ⁷	2.26 x 10 ⁸	3.07 x 10 ⁸	2.20 x 10 ⁸	2.21 x 10 ⁸	6.83 x 10 ⁷	1.08 x 10 ⁸
T-9	1.77 x 10 ⁷	1.16 x 10 ⁸	2.14 x 10 ⁸	1.56 x 10 ⁸	9.80 x 10 ⁷	1.37 x 10 ⁸	4.45 x 10 ⁸
T-10	1.60 x 10 ⁷	1.56 x 10 ⁸	2.95 x 10 ⁸	2.41 x 10 ⁸	1.88 x 10 ⁸	1.68 x 10 ⁸	3.88 x 10 ⁸
T-11	1.59 x 10 ⁷	1.19 x 10 ⁸	2.23 x 10 ⁸	1.59 x 10 ⁸	9.43 x 10 ⁷	1.71 x 10 ⁸	3.92 x 10 ⁸
T-12	1.62 x 10 ⁷	2.32 x 10 ⁸	4.48 x 10 ⁸	3.35 x 10 ⁸	2.20 x 10 ⁸	4.23 x 10 ⁸	6.10 x 10 ⁸

Table 6-7. Changes in number of enterobacteria in fermented sausages with different spices during ripening. (cfu/g)

처리구 days	0	2	4	6	8	10	12
Control	4.40 x 10 ⁴	6.31 x 10 ³	1.70 x 10 ³	8.32 x 10 ²	5.00 x 10 ²	4.65 x 10 ²	2.92 x 10 ²
T-1	1.12 x 10 ³	7.05 x 10 ²	3.07 x 10 ²	5.00 x 10 ¹	1.00 x 10 ¹	ND	ND
T-2	2.18 x 10 ³	1.65 x 10 ³	1.60 x 10 ²	1.81 x 10 ³	3.00 x 10 ²	3.38 x 10 ²	3.76 x 10 ²
T-3	2.69 x 10 ³	1.08 x 10 ³	6.74 x 10 ²	2.68 x 10 ²	2.40 x 10 ²	1.25 x 10 ²	1.00 x 10 ¹
T-4	1.49 x 10 ⁵	1.45 x 10 ⁴	5.83 x 10 ³	5.25 x 10 ³	3.80 x 10 ³	1.90 x 10 ³	6.20 x 10 ²
T-5	4.27 x 10 ³	9.70 x 10 ²	5.10 x 10 ²	1.45 x 10 ²	2.20 x 10 ²	3.07 x 10 ²	ND
T-6	3.70 x 10 ⁴	4.88 x 10 ³	3.68 x 10 ³	3.53 x 10 ³	1.68 x 10 ³	1.30 x 10 ³	2.45 x 10 ²
T-7	1.97 x 10 ⁴	1.53 x 10 ⁴	3.78 x 10 ³	3.10 x 10 ³	1.25 x 10 ³	6.20 x 10 ²	3.80 x 10 ²
T-8	6.57 x 10 ⁴	3.99 x 10 ⁴	6.63 x 10 ³	2.60 x 10 ³	1.85 x 10 ³	1.41 x 10 ³	1.82 x 10 ²
T-9	2.70 x 10 ⁴	1.47 x 10 ⁴	2.43 x 10 ³	1.80 x 10 ³	2.17 x 10 ³	9.15 x 10 ²	2.95 x 10 ²
T-10	3.00 x 10 ⁴	2.28 x 10 ⁴	1.56 x 10 ⁴	9.83 x 10 ³	4.07 x 10 ³	1.95 x 10 ³	8.00 x 10 ²
T-11	2.59 x 10 ⁴	1.42 x 10 ⁴	2.54 x 10 ³	1.62 x 10 ³	7.00 x 10 ²	1.40 x 10 ²	5.25 x 10 ²
T-12	2.00 x 10 ³	1.08 x 10 ³	1.75 x 10 ²	9.60 x 10 ¹	1.75 x 10 ¹	ND	ND

* ND : Not Detected

제 2 절 훈연액 및 보존제 첨가가 발효소시지의 품질에 미치는 영향

1 서 설

발효소시지란 육을 젖산균과 함께 발효시켜 특유의 조직감과 새콤한 맛을 갖는 비가열 소시지이다. 또한 낮은 수분함량, pH, Aw 및 젖산균의 역할로 인해 상온에서 오랫동안 저장할 수 있는 특징을 갖고 있다(Zeuthen, 1995 ; Baldini, 1983). 더우기 그렇기 때문에 발효소시지에 있어서 미생물학적으로 부패를 방지하고 또한 저장중의 산패를 억제하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다. 전통적으로 육제품의 산패와 부패를 방지하여 저장성을 증가시키기 위한 방법으로는 아질산염, ascorbic acid 및 BHA/BHT 등 인공방부제의 첨가 등이 있으며 제조과정 중 훈연을 실시하는 방법도 있다. 그러나 최근들어서 건강에 대한 관심이 높아져 인공방부제의 첨가량을 줄이거나 천연 물질로 대체하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다(Conner 등, 1984 ; Arun 등, 1979 ; Andress 등, 1990). 그리고 육제품에 있어서 훈연은 산화방지 및 저장성의 증진 외에도 풍미와 색의 증진을 위하여 실시되고 있으나 훈연을 실시하기 위해서는 따로 훈연실을 설치해야하는 부담이 있으며 더우기 훈연중 생성되는 phenol류와 hydrocarbons는 실험동물에서 발암성 물질임이 증명되기도 하였다(Daun, 1979 ; Donnelly 등, 1982 ; Hollenbeck, 1987). 그러므로 본 실험은 발효소시지 제조시 관능적 품질 향상과 저장성의 증진을 위해 훈연액 Pyroligneous(미국, KOSHER)을 첨가함으로써 현재 육가공품의 제조시 방부효과 및 산패억제를 목적으로 첨가되는 ascorbic acid 및 BHA, BHT의 사용을 줄일 수 있는 가능성을 모색코자 본 실험을 진행하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험을 위해 사용한 훈연액은 Pyrolygneous(미국, KOSHER)를 사용하였으며 각 첨가 농도별로 0.02%(T-1), 0.5%(T-2) 그리고 2%(T-3)(v/w)로 나누어 소시지 제조시 첨가하였다. Ascorbic acid(T-4)(SHINYO, JAPAN)와 BHT/BHA(1:1)(T-5))는 소시지 제조시 0.02%의 농도로 첨가하였으며 앞선 한국산 향신료와 한약재 실험의 T-12를 비교구(control)로 선택하여 실험하였다. Starter culture는 CHR. HANSEN'S Co.의 FloraCarn SPX (*Staphylococcus xylosum* + *Pediococcus pentosaceus*)를 소시지 g당 10^7 수준으로 첨가하였으며 제 2 장 제 2 절의 실험방법에 의하여 실험하였다.

3. 실험결과

1) pH

Ascorbic acid 및 BHA/BHT 등 보존제의 첨가로 인한 pH의 차이는 관찰되지 않았으나, 훈연액을 0.5%와 2%로 첨가한 처리구의 pH는 비교적 빠르게 저하되었다(Fig. 6-1). 또한 훈연액 2% 첨가시 제조 직후 pH는 5.2의 등전점 이하로 떨어져 극심한 pH 저하가 관찰되었다. Sabel 등(1991)은 starter culture 없이 BHA나 TBHQ를 첨가하여 발효소시지를 제조한 경우 초기 72시간까지는 pH가 증가하다가 그 이후에 5.09-5.19까지 저하하였으나 starter culture를 첨가한 경우에는 초기에 4.7로 급격히 떨어져 발효끝까지 계속 유지하였다고 보고하였다.

2) Aw

Ascorbic acid 및 BHA/BHT 등 보존제는 발효소시지의 숙성중 Aw의 변화에 영향을 주지 못했으나 비교적 pH가 가장 낮은 훈연액을 2% 첨가한 처리구에서 가장 낮은 value를 나타냈다(Fig. 6-2).

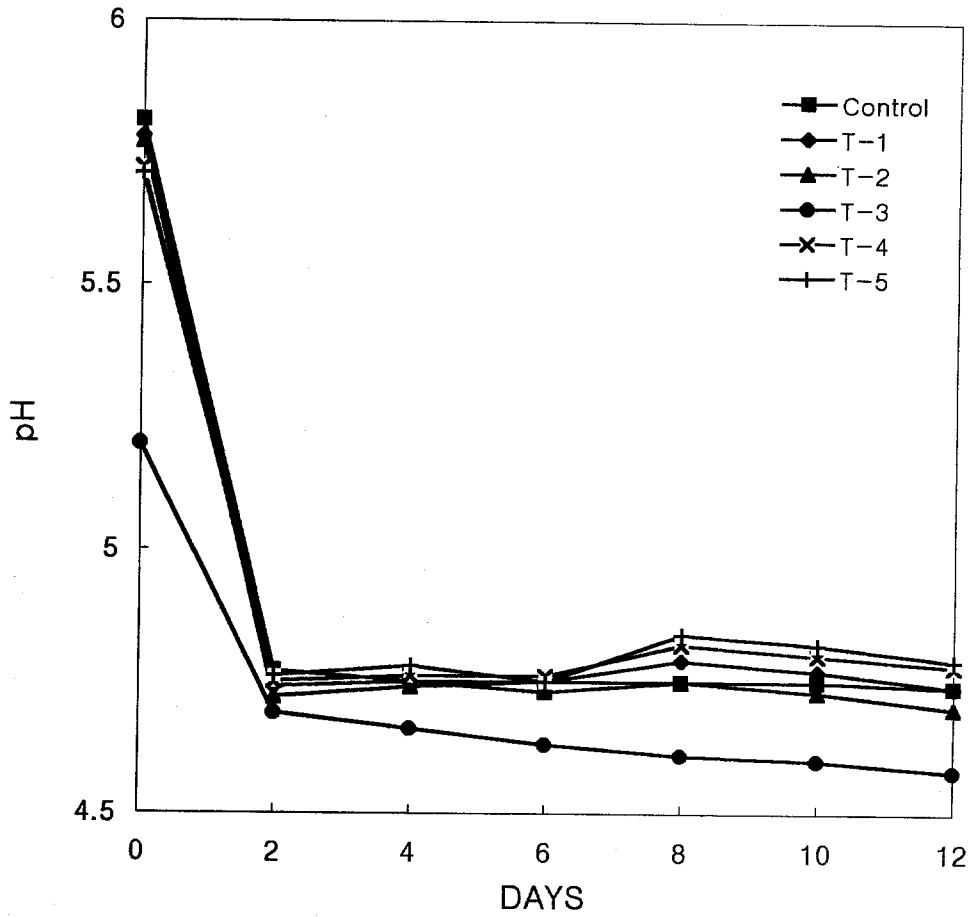


Fig. 6-1. Changes of pH in fermented sausages with various preservatives during ripening

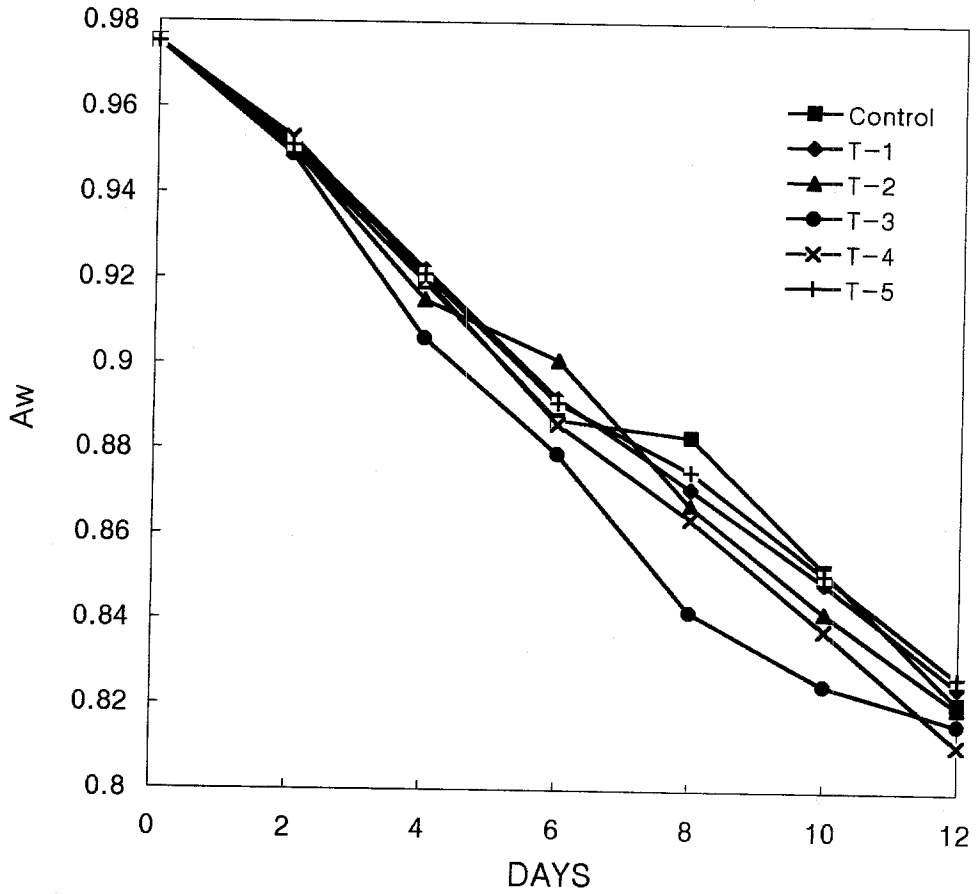


Fig. 6-2. Changes of Aw in fermented sausages with various preservatives during ripening

3) TBA value

발효소시지 제조시 혼연액을 0.02%와 0.5% 첨가할 경우에는 무첨가구인 대조구와 비교해서 산패억제 효과가 거의 없었으나 2%를 첨가했을 때와 BHA/BHT 0.02%를 첨가한 처리구에서는 산패억제 효과를 관찰할 수 있었다 (12일째 대조구의 TBA value는 0.4706, 혼연액 2% 첨가구의 TBA value는 0.3999, BHA/BHT 첨가구의 TBA value는 0.4204). 그러나 ascorbic acid 200ppm 첨가시에는 오히려 산패가 촉진되었다(Fiig. 6-3).

Ogunrinola(1994)는 항산화제중 BHA의 항산화효과가 가장 우수하다고 하였으며, Stree 등(1990)에 의하면 버터제조시 BHA와 BHT의 혼합첨가가 BHT만을 첨가하는 경우에 비해 더 큰 항산화효과를 낼수 있다고 보고하였다.

4) 관능평가

혼연액을 농도별호 소시지 혼합시 첨가하여 제조한 발효소시지의 경우 모든 검사항목에서 대조구에 비하여 관능적 특성이 낮았는데 color만 제외하고 혼연액의 농도가 높을수록 더욱 차이가 큰 것으로 조사되어 혼연액을 사용할 경우에는 0.02% 이하수준이 적당한 것으로 판단된다(Table 6-8).

Donelly 등(1982)은 발효소시지 제조시 0.5%의 혼연액을 사용하는 것이 제품의 색과 향을 증진시키고 또한 저장성을 증진시키는데 알맞다고 발표하였다.

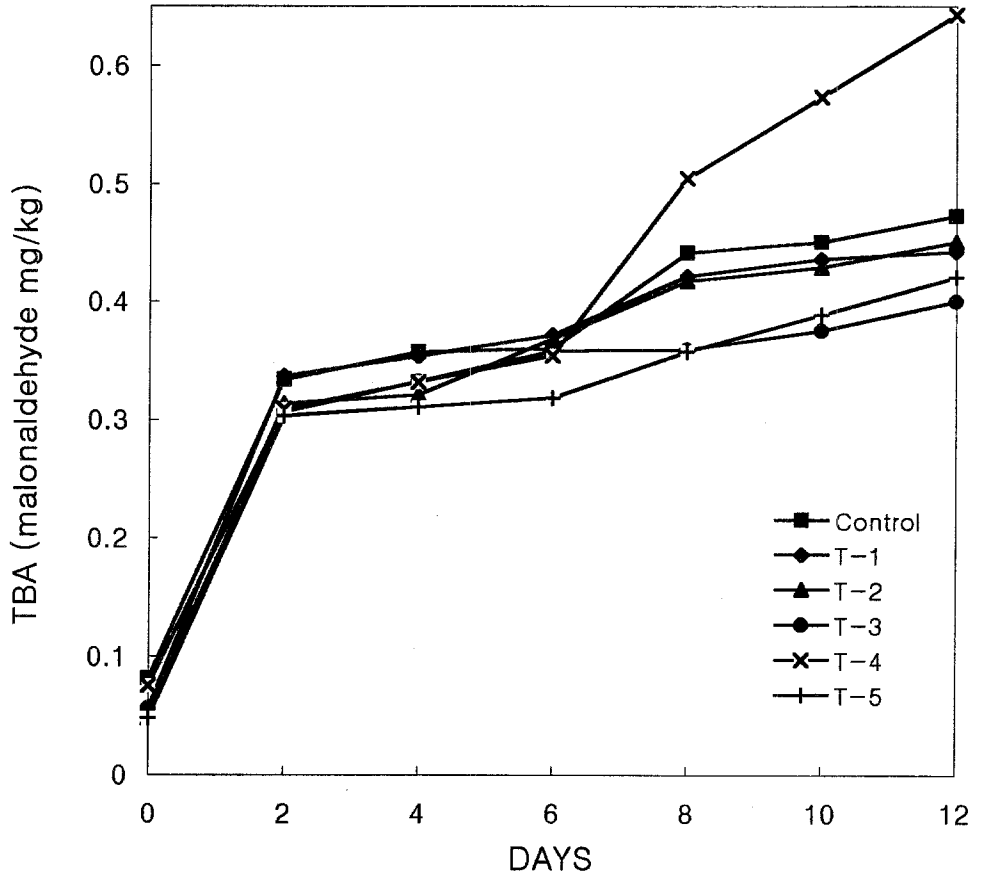


Fig. 6-3. Changes of TBA value in fermented sausages with various preservatives during ripening

Table 6-8. Sensory qualities of fermented sausages with different spices

구분	Color	Aroma	Taste	Texture	Acceptability
Control	4.5 ^a	4.4 ^a	4.5 ^a	4.6 ^a	4.5 ^a
T-1	4.2 ^a	4.0 ^{ab}	4.0 ^b	4.2 ^{ab}	4.1 ^{ab}
T-2	4.0 ^a	3.7 ^b	4.1 ^{ab}	4.0 ^b	4.0 ^b
T-3	4.0 ^a	2.7 ^c	2.0 ^c	2.0 ^c	2.7 ^c
T-4	4.5 ^a	4.0 ^{ab}	4.4 ^a	4.5 ^a	4.4 ^a
T-5	4.3 ^a	4.2 ^a	4.3 ^a	4.5 ^a	4.3 ^a

a-c : mean with different letters within a column differ(P<0.05)

Control : 무첨가구

T - 3 : 훈연액 2%

T - 1 : 훈연액 0.02%

T - 4 : Ascorbic acid 0.02%

T - 2 : 훈연액 0.5%

T - 5 : BHA/BHT(1:1) 0.02%

5) 미생물의 변화

모든 처리구에서 젖산균 수는 숙성 초기부터 급격히 증가하여 숙성 2일 째는 모든 처리구에서 10^8 cfu/g으로 증가하여 혼연액 및 방부제의 첨가에 영향을 받지 않았다(Fig. 6-4). Donnelly 등(1982)은 발효소시지 제조시 0.75%의 농도까지 혼연액을 첨가하였도 pH와 최종 유산균수에는 영향을 미치지 않는다고 보고하였다.

무첨가구와 ascorbic acid 0.02% 첨가구, 혼연액 0.02% 첨가구에서의 장내 세균은 12일 이후에서 검출되지 않았으나 BHA/BHT 0.02% 첨가구에서는 10일째부터, 혼연액 0.5% 첨가구에서는 6일째부터 그리고 혼연액 2% 첨가구에서는 4일째부터 검출되지 않았다(Fig. 6-5). 최근의 보고에 의하면 항산화제인 BHA는 200ppm의 농도로써 *E. coli* O157:H7의 생육을 효과적으로 저해하며(Ogunrinola, 등, 1996), BHT와 sodium ascorbate는 *L. monocytogenes*에 대해 항균효과가 없으나 BHA는 항균효과가 우수하다고 하였다(Mackey 등, 1995). 또한 Ogunrinola(1994)는 항산화제의 항균효과는 초기미생물의 농도에 많은 영향을 받게되어 초기오염도가 높을수록 미생물의 생육을 억제하는데에는 고농도의 항산화제가 필요하게 된다고 하였다. 그리고 BHA는 곰팡이에 대해서도 항균효과를 나타냈지만 BHT와 DDG(dodecyl gallate)는 오히려 곰팡이의 성장을 촉진했으며 afatoxin도 생성하는 역효과를 나타낸다는 보고도 있다(Farag 등, 1989). 또한 BHA와BHT는 *L. monocytogenes* 성장의 유도기(lag period)와 세대시간(generation time)을 증가시키고 최대성장도를 감소시킴으로 성장을 억제한다. 그러나 실제적인 항균효과는 BHT가 아닌 BHA의 농도에 의해 결정된다(Yousef 등, 1991).

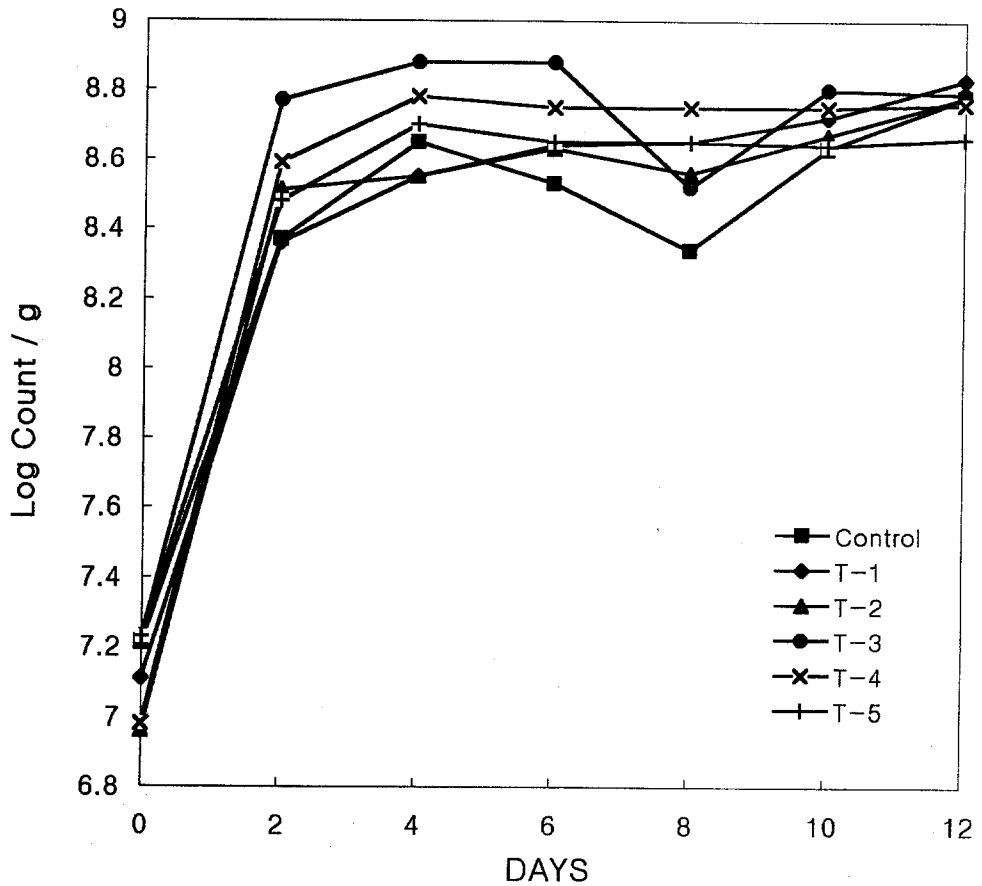


Fig. 6-4. Changes in number of lactic acid bacteria in fermented sausages with various preservatives during ripening

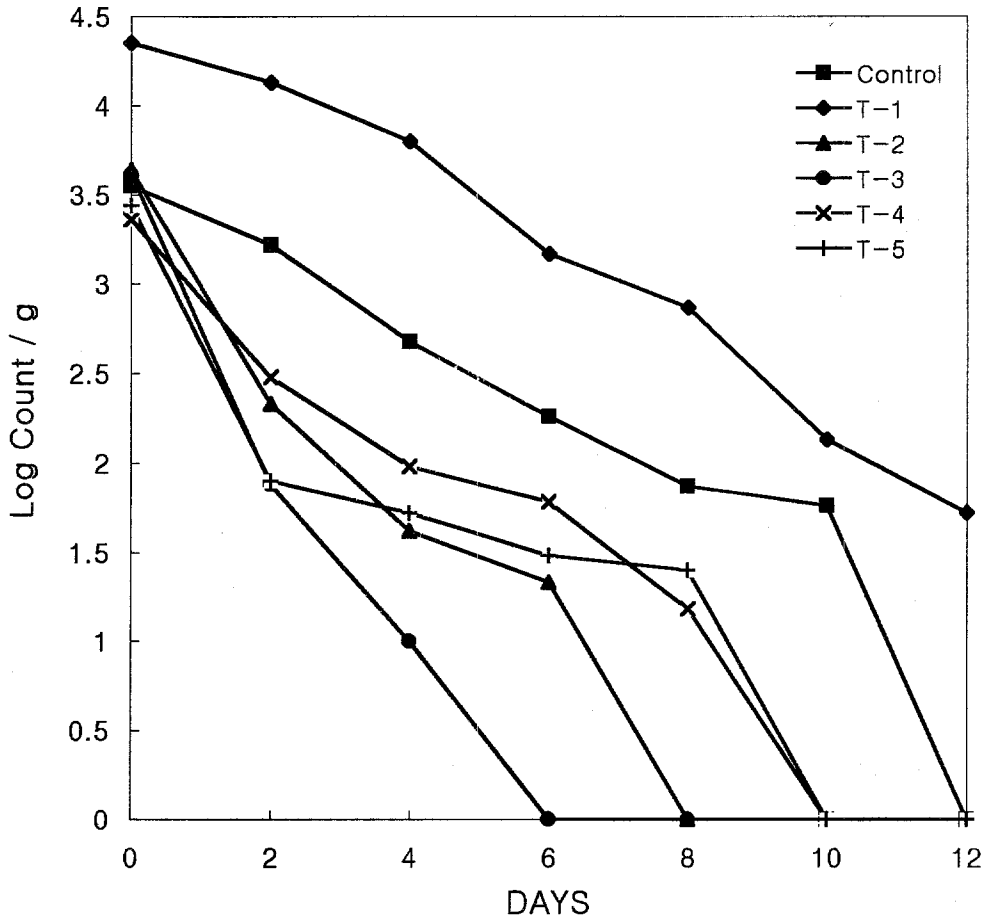


Fig. 6-5. Changes in number of enterobacteria in fermented sausages with various preservatives during ripening

제 3 절 발효소시지의 자제관리 및 공정관리 기법연구

1 서 설

비유화형 소시지의 하나인 발효소시지는 새콤한 맛과 씹는 맛을 그 관능적 특징으로 하고 있다. 이것은 유산균이 소시지 내에 있는 당을 분해하여 제품의 pH가 5.0 이하로 떨어져 새콤한 맛을 내고 육 단백질이 산성에서 응고되어 조직이 굳어지므로 씹는 맛이 생기게 된다. 또한 젖산은 제품의 pH를 육 단백질의 등전점에 가까이 낮춰주므로 쉽게 건조되어 수분함량이 다른 소시지에 비해 낮아진다. pH가 5.0 이하이고 수분과 단백질의 비율이 3:1이하가 되면 냉장시킬 필요가 없어 장기간의 저장이 가능한 특징을 갖고 있다. 이러한 발효소시지는 수분함량에 따라 건조소시지(수분함량 25 - 35%, 페파로니, 살라미류 등)와 반건조소시지(수분함량 50% 정도, 세르벨렛, 섬머소시지 등)로 나눈다. 이같은 발효소시지는 국가별로 배합비와 혼합물의 세절정도, 혼련과 건조방법 및 제품의 형태에 따라 많은 차이를 보이고 있다.

약 40년전부터 과학자들이 건조과정중에 일어나는 생화학적, 물리적 변화와 그 기능에 대하여 연구를 시작하게 되었다. 하지만 아직까지도 온습도 조절하에서 훌륭한 제품을 생산하는 문제 역시 그리 쉽지가 않다. 품질이 뛰어나고 안전성 있는 제품을 생산하기 위해서는 주로 두 가지 요인이 크게 작용하는데 낮은 pH와 수분활성도가 바로 그것이다. 비교적 신속히 제조한 반 발효소시지의 경우 pH가 4.8 - 5.1, 그리고 수분활성도는 0.94 - 0.90으로 유지해야만 품질을 유지할 수가 있다. 알맞게 건조되고, 품질이 우수한 발효소시지는 pH가 5.3 - 5.6이고 수분활성도는 0.91 - 0.85수준인 제품을 말하는데 여기에서 낮은 수분활성도는 품질을 유지하는데 가장 중요한 요소이다. 건조소시

지가 반건조소시지에 비하여 pH가 더 높은 것은 제조후 최초 며칠동안 pH가 급속히 저하되었다가 다시 서서히 증가하기 때문이다. 수분활성도가 높은 상태에서 pH의 급격한 저하는 초기의 제품보호에 매우 중요하고 건조 중에도 가장 중요한 요소이다. 만약 수분활성도는 높은 가운데 pH가 신속히 저하된다면 부패하기 쉽고 건조기간이 길어지는 동안에 pH는 서서히 더 증가하게 된다. 따라서 가능한 한 제조 및 건조공정을 충분히 이해하고 관리할 줄 알아야 한다. 기본적으로 건조과정에서 성공적으로 건조를 시키기 위해서는 소시지 표면에서 증발하는 수분의 양과 내부의 수분이 표면 즉, 케이싱쪽으로 이동하는 수분의 양과 그 비율이 같아야 한다는 점이다. 물론 수분의 증발과 이동의 저제조건은 미생물의 성장이 촉진되면서 독소생성이 불가능한 수준이어야 한다. 육에 자연적으로 존재하는 젖산균은 21℃에서 25℃ 근처에서 잘 자란다. 그러므로 원료육에서 최종제품까지 부단한 관리가 절대적으로 필요하다. 건조 및 반건조 소시지에 이용하는 육의 pH는 쇠소기는 5.8, 돼지고기는 6.0이 바람직하며 단지 혈반이나 힘줄, 내분비선 등이 없는 것이어야 한다.

오늘날 아직까지도 고품질의 제품을 얻기위하여 사용되는 전통적인 제조방법은 뼈를 발라내고 절단후의 육을 세절하여 충전전에 1℃에서 1.6℃에서 어느 정도 탈수가 되도록 방치하는데 이러한 공정의 장점으로는 케이싱에 소시지 혼합물을 충전한 후의 탈수보다는 이 단계에서 수분의 일부가 증발된다는 점이며 단점으로는 충전전 방치에 필요한 공간확보와 방치시의 위생문제이고 주의해야 할 점은 분쇄된 육혼합물을 5인치 이상의 높이로 쌓아서 안된다는 점이다. 이같은 방법으로 처리하면 원료육의 수분활성도는 더 낮아지게 됨으로써 초기건조단계에서 유해 미생물에 대한 안정성은 더 높아지게 된다.

2. 자재관리

1) 원료육

원료육은 원,부재료중 가장 많은 비중(60~80%)을 차지하는 주재료로써 가족의 품종, 부위, 성분조성, 전처리 방법 등에 따라 최종제품에 많은 영향을 끼친다. 원료육은 일반 육제품과는 달리 pH가 가급적 낮은 것이 좋으며 이상적인 원료육의 pH는 5.4~5.8이다. 발효육 생산에 사용되는 원료육으로는 쇠고기, 돼지고기, 양고기 및 가금육 그리고 드물게는 어육이 이용되기도 하지만 대체로 쇠고기와 돼지고기가 혼합 또는 단독으로 이용되어지며 가급적 육색이 적육일수록 최종제품에서 좋은 색택을 유지할 수 있다. 지난 수년동안 발효소시지의 제조에 있어서 원료육의 특성으로는 잘 사육된 소나 돼지로 부터 단단하고 비교적 수분이 적은 부위의 사용이 추천되고 있다. 특히 장기 저장할 수 있는 소시지의 경우 어떤 고기를 사용했느냐가 특히 중요하다. 원료육은 “단단함과 물기가 적은 상태의 두가지 기능” 즉, 적당한 완충능력과 보수력을 가지는 것이 가장 중요한 부분이다. 원료육의 완충능력이 좋다면 소시지의 건조기간에 일어나는 품질상의 결점을 예방하는데 큰 도움을 주는데 반하여 완충능력이 충분치 못하다면 당발효가 이루어진 소시지 혼합물의 산성화가 너무 빨리, 그리고 너무 크게 일어나 육의 붉은 착색을 막게 되므로 질산염이나 아질산염으로의 염지를 필요로 하게 된다. 향미의 생성 또한 소시지 혼합물의 산성화가 지나치면 기대할 수 없다. 따라서 정상육을 사용해야 한다. 그러나 비정상육인 창백하고 물렁물렁한 고기(PSE)는 완충능력이 너무 적고 육색이 짙고 단단한 고기(DFD)는 완충능력이 너무 크다. 즉 DFD육은 산생성이 충분히 이루어지지 않아 부패성 미생물이 증식되기 쉬운데 반하여 PSE육은 최종 pH가 너무 낮게 되고 발색이 좋지 않아 좋은 품질의 제품을 생산할 수 없다. 따라서 DFD육이든 PSE육이든 완충범위가 지나치게 넓으므로 이들 원료육의

적절한 혼합 사용을 통한 pH조절이 필요하다.

발효소시지용 혼합육에 있어서 돼지고기 함량이 쇠고기의 함량보다 많을 경우 발효가 더 빨리 진행되는데 이는 돼지고기가 상대적으로 티아민의 함량이 높고 미생물 오염 가능성이 더 큰데 비하여 쇠고기는 근육 자체의 pH와 완충능력이 높기 때문이다. 한편 발효소시지의 제조시 보수력은 소시지 표면에서 외부로 증발되는 수분의 양과 중심부로부터 가장자리로 확산되는 수분의 양이 동일해야만 좋은 품질의 제품을 얻을 수 있기 때문에 매우 중요한 부분이다. 효율적인 수분확산으로 숙성 중 소시지가 더 작아지게 되고 건조는 역학적으로 점점 더 빨라지는데 고기의 보수력이 높은 수준에서 동시에 건조가 너무 빨리 진행되면 소시지 표면 바로 밑에 딱딱한 층이 생기게 되어 중심부로부터 외부로의 수분확산은 더 이상 진행될 수가 없어 소시지 내부가 썩게 된다. 만일 육의 보수력이 너무 낮고 수분함량이 많다면 수분의 증발과 확산의 수준이 높아 소시지의 껍질부분층은 내부층과 분리되어 결과적으로 더 나은 품질의 소시지를 생산할 수밖에 없다. 그래서 PSE육으로 만든 소시지의 지나친 건조의 결과로 많은 중량감소가 일어나는 것을 주의해야 한다. 따라서 어떤 적당한 측정기기가 없는 경우 수분이 많아보이는 고기는 발효소시지용 원료육으로 적합하지 않다는 사실은 명백하다.

정상적인 육을 사용할 경우 단시간 냉동(갈아서 얇게 깎 형태로 -3°C 에서 1-2일)할 경우 수분의 확산과 증발의 역학사이에 바람직한 평형의 효과를 거둘 수 있다. 그러나 예외적으로 PSE육은 부드럽고, 발라먹을 수 있는 건조소시지(soft, spreadable dry sausage)의 제조에는 가장 적합하다. 즉 이런류의 소시지는 제조 후 바로 소비되므로 원료육의 품질로서 요구되는 것은 매우 유연한 성질이기 때문이다. 앞에서 언급한 pH, 완충능력, 보수력 이외에 원료육의 조건으로서 중요한 것은 미생물의 오염도이다. 원료육에 젖산균이 비교

적 많이 있다면 발효가 빨라지고 반대로 다른 미생물의 오염이 크다면 발효자체의 실패를 초래하게 된다. 특히 자연발효의 경우에는 더욱 그러하다. 또한 초기 원료육에 효모나 곰팡이가 오염되어도 다른 균과 경쟁을 하므로 젖산균의 성장을 막아 발효를 지연시킬 뿐만 아니라 1차 발효가 완료되어 젖산이 생성된 상태에서 오염되었더라도 산 저항성이 매우 강하기 때문에 pH를 증가시키고, 나아가 제품의 향과 맛을 손상시킬 수 있으므로 주의해야 한다.

2) 지방

좋은 품질의 발효소시지를 얻기 위해서는 원료육 못지않게 많이 사용되는 (20-40%) 지방의 선택도 중요한데 이는 저장 중 품질변화에 있어서 가장 큰 요인이기 때문이다. 이 변화의 형태는 장기 저장시 초기엔 자동산화의 단계로 시작하여 소시지 내의 당이 완전히 소모되고 나면 미생물적 산화의 형태로 진행되어 더 저장하게 되면 다시 자동산화가 시작된다. 지방산화는 발효소시지의 품질을 측정하는데 있어서 가장 중요한 부분에 해당된다. 왜냐하면 소시지 혼합물의 화학적 기능은 이들 변화에 대하여 가장 바람직한 조건을 제공하기 때문인데 육 혼합물에서 지방산화의 주요인은 다음과 같다.

- 정상적으로 가공된 돈지방에서 불포화 지방산의 수준이 높은 경우
- 부스러기 지방을 분쇄하여 사용할 경우(전체 표면적의 증가)
- 돈지방을 분쇄했을 때 분쇄된 지방 입자로부터 지방이 녹아 나올 때
- 반 투과성 케이싱을 사용할 경우 소시지 혼합물 내부로 공기의 침투가 많을 경우
- 탈수의 증가(건조)로 인해 염농도가 증가될 경우
- 소시지 혼합물에 당이 더 이상 존재하지 않아 당 발효 미생물에 의한 지방의 동화작용이 진행될 때

이러한 요인들이 복합적으로 적용될 경우에 지방산화는 더욱 급격히 진행된다. 지방산화는 장기간 저장시킬 수 있는 단단한 발효소시지에서는 관능적으로 바람직하지 못한 영향을 끼치며 제조후 바로 먹을 수 있는 소시지인 반건조 소시지나 연질 소시지에서는 향에 큰 영향을 미친다. 이러한 문제점 때문에 일부에서는 항산화제를 사용하고 있으나 안전성 여부의 논란이 끊이지 않고 있는 점을 감안하여 항산화제를 사용하지 않고 장기 저장용 발효소시지를 만든다면 다음과 같은 사항을 고려하여 지방산화가 서서히 진행되도록 해야한다.

- 상대적으로 포화지방산이 많은 등지방 중 살코기 쪽으로 가장 깊은 층의 지방을 선별하여 사용.
- 냉동된 등지방(-12℃ - -8℃)을 세절기가 아닌 분쇄기로 신속하게 절단하여 사용한다. 분쇄기는 모든 지방을 잘게 부수고 부셔진 지방입자들은 지방막으로 덮이지 않게 하여 숙성중 육 및 지방 입자간의 결합력의 생성과 또한 건조를 좋게 하므로 저장 안정성을 높이는 결과가 된다.
- 비타민 E가 풍부한 물질, 예를 들면 밀의 배아 등을 소시지 혼합물 총중량의 1.5% 정도 첨가한다.
- 훈연시킬 경우 냉훈을 실시하면 훈연시 폐놀계 성분들이 육 혼합물 속으로 침투되어 항산화제로서 작용하게 한다.

3) 당(糖)

당은 소시지 혼합물내에 존재하는 젖산균이 이용하여 젖산을 생성하게 하는 가장 기초적인 물질로서의 역할과 바람직한 향과 조직을 얻을 수 있고, 또한 일부 증량효과도 있기 때문에 발효소시지 제조시 없어서는 안될 중요한 원료중의 하나이다.

발효소시지 제조를 위해 초기 육 혼합물내의 당 종류에 따라서 또는 동일한 당일지라도 첨가량에 따라서 각각 발효정도가 현저히 달라진다. 즉, 당 종류에 따라서는 포도당>설탕>말토오스>유당의 순으로 젖산 생성량이 많으며 당의 첨가량에 따라서는 0.75% 이하에서는 발효초기에 원하는 만큼의 pH 저하가 일어나지 않는다. 젖산균에 의해 고기의 pH를 1만큼 저하시키는 데는 보통 1%의 당이 소요된다. 그러나 유당은 값이 싼 장점이 있지만 젖산균의 이용도가 낮아서 충분한 젖산을 생성하지 못하므로 발효소시지 제조에는 사용하지 않는다. 발효는 비록 스타터 미생물의 종류나 접종수준에 의해서 영향을 받지만 당을 발효목적으로 사용할 때는 일반적으로 스타터 미생물이 다당류보다 단당류의 이용도가 더 높아 단당류를 첨가함으로써 발효소시지 제조시 충분한 젖산이 생성될 수 있다. 전통적으로 구입하기 쉽고 값도 저렴할 뿐 아니라 산 및 향 생성에 유리한 포도당을 많이 사용하고 있다. 그러나 당의 첨가량에 따라 pH의 저하정도가 다르기 때문에 발효소시지를 제조하기 위해서는 최저 0.1 - 0.2% 이상의 포도당은 넣어야 한다. 그렇지만 2% 이상의 너무 많은 양을 첨가하게 되면 상대적으로 미생물이 이용할 수 있는 수분이 없어지게 되므로 오히려 발효의 진행이 늦어지게 될 뿐만 아니라 바람직하지 못한 젖산균을 생성시켜 지나치게 강한 신맛을 내게 할 수도 있으므로 주의해야 한다. 첨가할 당류 중에서 밀가루, 전분 등과 같은 다당류는 미생물에 의해 미약하나마 일부 산이 생성되는 것도 있지만, 대부분은 전혀 생성되지 않아 발효용 기질로써 적당하지 않다. 그러나 이들은 숙성기간 중 향미증진에 기여하고 증량제로써 중요한 역할을 하기 때문에 부재료로 폭넓게 이용할 수 있다.

4) 소금

일반적으로 육제품에 있어서 소금을 첨가하는 주된 목적은 맛을 증진시키고 보존성을 향상시키는 물론 염용성 단백질 즉, 미오신을 추출시켜 결합력을 높이기 위함으로 적당량의 소금을 분쇄된 원료육에 첨가하면 염용성 단백질이 추출되어 육편을 서로 결합시키므로 조직을 형성시킨다. 그러나 발효소시지에 있어서는 염용성 단백질이 유화소시지에서처럼 다량 추출되어 결합력이 높을 경우 소시지 내부에 있는 수분이 타갈층으로 빠져나오기가 어려워 건조를 방해하게 되어 최종제품에 악영향을 미칠수 있기 때문에 분쇄기 내에서 소금을 혼합할 경우 염용성 단백질이 지나치게 추출되지 않도록 원료육 및 지방을 원하는 형태로 충분히 분쇄시킨 상태에서 소금과 향신료등을 넣고 골고루 섞어주는 정도에서 혼합을 끝내는 것이 바람직하다. 또한 소금의 첨가로 인하여 숙성초기에 수분활성도를 낮추어 줌으로써 부패미생물의 증식을 억제시켜 결과적으로 육제품의 저장 안정성에 크게 기여하게 된다. 따라서 발효소시지 제조에 있어 소금의 주된 역할은 첫째는 제품의 풍미를 높이고 둘째로 저장성의 증대에 있으며 마지막으로 특히 소금에 민감한 부패성 미생물인 슈도모나스의 발육을 억제하여 고품질의 발효소시지를 제조하는데 있다고 하겠다. 일반적으로 발효소시지는 그 제품의 특성에 따라 2.0-3.5%의 소금을 첨가하며 특히 미생물의 안정성을 위해서는 발효소시지의 제조에 2.6-2.7% 이상의 소금을 첨가할 것을 권장하고 있다. 하지만 수분활성도에 내성이 강하고 발효육 제품에 있어서 가장 위험한 식중독균인 스타필로코코스 아우리우스의 경우에는 동일한 조건에서 젖산균보다는 소금에 대한 저항성이 더 강하기 때문에 염농도를 잘 조절해야 한다. 실제로 4% 이상의 소금을 첨가한 발효소시지에서는 높은 농도로 첨가된 소금으로 인해 젖산균의 성장이 억제되어 상대적으로 식중독균인 스타필로코코스 아우리우스가 잘 자라는 것을 볼 수 있다. 젖산균이 발효를 일으키기 위해서는 소금이 필요하지만 배합비에 있어서 염농도

(소금%/수분%)는 발효의 진행에 직접적인 영향을 미친다. 어느정도의 결착력과 부패균의 성장억제를 위해서는 2% 정도의 소금이 필요하고 3% 정도를 첨가했을 경우에도 발효의 진행에 큰 차이는 없다. 그러나 소금의 첨가량이 2% 미만일 경우에는 소시지의 조직이 연해지고 부패균의 성장으로 악취를 내게 되며 또한 염농도가 3%를 초과하게 되면 발효가 지연되어 원하는 제품의 생산을 기대할 수 없게 된다. 따라서 소금의 적정 첨가량은 제품의 특성 중 최종제품의 수분함량 및 기호도에 따라서 결정되어야 할 것이다.

5) 질산염과 아질산염

아질산염은 전형적인 염지육의 향기와 특징적인 염지육색을 생산하는 유일한 첨가물(최근 천연추출물이 선비고는 있지만)이라 할 수 있다. 이외에 아질산염은 지방색의 안정화에 기여하며 산화를 억제하는데의 보조역할과 식중독균의 일종인 클로스트리듐 보툴리눔의 성장을 억제할 뿐 아니라 이것의 포자가 발아하는 것을 방지할 목적으로 사용된다. 그러나 아질산염을 첨가함으로써 아질산염을 첨가하지 않는 발효소시지에 비하여 발효가 늦게 진행하지만 첨가유무 보다도 어떤 종류의 스타터 미생물을 사용하느냐에 따라 더 큰 영향을 받는다. 한편 질산염은 질산환원균인 마이크로콕사이에 의하여 아질산염으로 환원되어 상기의 목적을 달성하게 되는데 이것은 저장기간동안 아질산염의 공급원으로 사용된다. 따라서 마이크로콕사이 등의 질산환원균이 들어있지 않은 스타터 미생물을 사용할 경우에는 굳이 질산염을 사용할 필요없이 아질산염만 사용하는 것이 바람직하다. 발효소시지에서 총 질산염과 아질산염의 첨가량은 약 20-200ppm 수준으로 매우 다양할 뿐 아니라 국가에 따라서도 허용범위가 일정하지 않다. 미국의 경우 법적허용수준은 156ppm이지만 전통적으로 헝가리안 살라미는 초기에 높은 수준으로 첨가된다. 한편 최

근 독일의 제품동향을 살펴보면 질산염의 사용은 없어지고 아질산염만 소량 사용되는 추세이며 이 또한 논쟁이 자주 대두되어 아질산염 조차도 첨가하지 않는 제품도 생산되고 있다. 하지만 튜링거 소시지의 경우 아질산염 함량이 50ppm 이하일 경우 특유의 향이 생성되지 않는다는 보고가 있는가 하면 아질산염의 유무해 논쟁과 관련하여 인체에 유해하다는 확실한 근거도 없으므로 아질산염의 첨가는 제품의 특성 및 기호에 따라 법적인 한도내에서 선택적으로 사용하는 것이 타당하다고 판단된다.

6) 향신료

향신료의 첨가 목적은 두말할 나위 없이 맛과 향 즉, 기호성을 증대시키기 위한 것이지만 이에 못지 않게 발효에도 중요한 영향을 미친다. 발효소시지에 첨가되는 향신료는 젖산균의 성장에는 영향을 미치지 않지만 대부분이 발효 촉진 작용을 하며 단일 향신료보다는 여러 가지 향신료를 복합적으로 사용하여 발효시키는 것이 더 많은 젖산을 생성하는 것으로 알려져 있다. 향신료가 발효를 촉진시키는 원인은 향신료 자체에 들어 있는 오염 물질이나 미생물에 의한 것이 아니고 향신료 자체가 지니고 있는 망간과 칼슘성분등 무기질의 함량에 크게 영향을 받는다. 특히 망간은 첨가된 당이 생화학적 대사 과정을 통해 젖산으로 분해할 때 촉매 역할을 한다. 그러나 분말을 제외한 액상 향신료를 사용할 때에는 큰 영향을 받지 않으며 또한 일부 향신료 즉, 계피나 정향등은 발효 억제 작용도 하므로 이들을 발효 육제품에 다량 첨가할 경우 스타터 미생물의 성장에까지 영향을 미칠 수 있다. 그러나 실제로는 여러 향신료와 같이 소량 첨가되므로 큰 문제가 되지 않지만 최근 유럽에서는 발효소시지를 제조할 때 가능한 한 첨가하는 향신료의 종류를 적게하는 추세이므로 이같은 경우에는 발효 억제 작용이 있는 향신료는 가급적 사용하지 않아야

할 것이다. 또한 향신료의 사용시 주의해야 할 점으로는 품질이 좋은 원료향신료를 사용해야 한다. 지나치게 오염된 향신료를 사용할 경우 스타터 미생물의 활동이 억제되기 때문이다. 실제로 오염된 고춧가루를 사용하면 스타터 미생물이 부족한 상황에서 대장균군 등에 의한 가스가 생성되고 그 결과 3일 후에는 소시지가 부패하게 되는데 그 오염정도가 g 당 10^8 수준이면 그 같은 현상이 발생한다. 한편 발효소시지에 사용되는 향신료는 후추, 고추, 겨자, 올스파이스, 카르다몬, 로우즈메리, 정향, 마늘, 양파분말, 고수, 아니스, 생강, 꽃박하, 호로파, 라벤더, 카라웨이, 파프리카 등으로써 그 첨가량은 향신료의 특성에 따르지만 대체로 0.1-2% 정도이다.

7) 스타터 미생물

발효소시지에 스타터 미생물을 사용하는 목적은 발효시간을 단축시킴은 물론 제품의 품질을 일정하게 유지하고 다른 오염균의 증식을 억제시켜 제품의 안정성을 도모하여 저장성을 증진시키는데에 있다. 발효소시지를 제조하는데 있어 과거에는 육 자체와 자연 발효에 의존하였으나 근년에 이르러 보다 효과가 좋은 균을 인위적으로 사용하기 시작했다. 그리고 제품의 특성에 따라 단시간 내에 pH를 저하시키는 스타터 미생물이 있는가 하면 향기증진, 산패억제기능 등의 목적에 따라 스타터 미생물을 선택할 수 있으며 이들 균은 단일종으로 이용되거나 2종 이상 혼합하여 발효 육제품에 응용되고 있으며 곰팡이, 효모 등도 폭넓게 사용되어지고 있다. 이같은 스타터 미생물은 동결제품으로 상품화되어 판매되고 있으며 지금도 보다 훌륭한 스타터 미생물의 개발을 위하여 각 나라에서는 많은 노력을 기울이고 있다. 이같은 스타터 미생물의 종류와 특성에 관하여는 자료나 연구결과 등이 너무나 많고 복잡하기 때문에 여기에서는 지면관계상 생략하기로 한다.

8) 기타 부재료

전통적 방법에 의한 발효나 스타터 미생물에 의한 발효를 보조하기 위하여 오래 전부터 산성물질이 첨가되고 있다. 아직도 많은 생산자들이 스타터 미생물을 사용하지 않고 산성물질만을 첨가하여 발효 소시지를 제조하고 있다. 포도당에서 만들어진 GdL이라는 산성물질이 그중 하나이다. 이것은 수용액 상태에서 글루코닉 산으로 가수분해되어 산으로 작용하여 발효 소시지 제조에 pH 조절제로 이용되며 특히 숙성 초기에 증식하기 쉬운 부패성 미생물의 생육억제를 위해 사용한다. 하지만 과다한 첨가는 과산화물을 생성하여 생성된 과산화물에 의하여 발효소시지의 색택이 파괴될 수 있다. GdL의 가수분해는 낮은 온도에서는 느리고 온도가 높아질수록 빨라진다. 따라서 소시지 증진 단계까지의 저온 유지로 GdL에 의한 pH의 저하는 서서히 이루어지게 되고 훈연가열처리 단계에서 급속한 저하를 가져오게 되어 소시지 조직에 크게 영향을 주지 않게 된다. 미국 농무성은 1%의 GdL을 첨가할 수 있도록 허용하고 있고 이 수준으로 pH가 약 0.5 단위가 감소하게 되나 이 정도의 상태에서는 실온에서의 저장성을 보장하기에 불충분하다고 한다. GdL 외에 젖산, 초산, 구연산 등 여러 가지 유기산들의 직접 첨가가 시도되었으나 첨가 즉시 pH가 저하되어 조직이 파괴되고 풍미가 발효 소시지 고유의 것과 상이하기 때문에 잘 이용되지 않고 있다. 유럽에서는 포도주를 첨가하여 조직과 풍미 면에서 만족할 만한 결과를 성취하였는데 이것은 적당량의 알콜이 점차적으로 초산으로 산화됨으로써 점진적 pH 저하를 가져와 조직이 유지되고 풍미는 전형적 발효소시지의 것과는 상이하나 그런대로 특유의 풍미를 갖게 된다. 또한 종종 염지를 가속화 시키고 장기간 저장시 색이 변하고 지방이 산화되는 것을 억제하기 위하여 아스코르베이트와 에리쓰베이트 등이 사용되나 발효소시지에서는 큰 의미가 없는 것으로 알려져 있다. 이외에 분유, 대두단백질,

전분 등 건조분말들은 증량목적으로 첨가되는 경우가 있는데 이들을 첨가하게 되면 미생물이 이용할 수분이 상대적으로 작아져서 발효가 지연될 수 있으므로 주의해야 한다.

9) 케이싱

한편 스타터 미생물을 접종하여 발효시킬 때 소시지의 직경에 따라 발효에 차이가 난다. 보통 직경이 큰 소시지일수록 동일한 발효조건에서도 젖산생성이 늦다. 이것은 젖산균의 성장에 필요한 온도가 직경이 크므로써 서서히 전달되기 때문이다. 직경이 작은 소시지는 발효가 되면서 내부 수분이 외부로 방출되어 상대적으로 균일하게 건조되나, 직경이 큰 소시지는 발효가 지연되고 수분 증발에 어려움이 있기 때문에 건조가 늦어지고 균일하게 되기도 힘들다. 소시지 직경 52mm와 73mm를 이용하여 45일간 건조시킨 결과 케이싱 내 중심부위와 가장자리와의 수분 함량이 5-7% 정도 차이가 난다고 보고된 바 있다. 발효소시지에 사용되는 케이싱은 우선 통기성으로 혼련과 수분의 침투가 가능한 포장재를 사용해야 한다. 그러한 포장재에는 가축의 천연창자나 위, 파이버로즈 케이싱(셀룰로즈가 함유된 특수한 종이)과 콜라겐 케이싱 및 셀룰로즈 케이싱이 있는데 그 중 파이버로즈 케이싱은 콜라겐 케이싱이나 셀룰로즈 케이싱에 비하여 수축성이 뛰어나 소시지가 건조가 일어나면서 육표면과 케이싱이 계속 밀착될 수 있고 또한 기계적 강도가 뛰어나기 때문에 파이버로즈 케이싱이 가장 많이 사용된다. 파이버로즈 케이싱을 사용할 경우 충전시의 유연성을 부여하고 찢어지는 것을 막기 위하여 30-40℃의 따뜻한 물에 30분에서 8시간 정도 담근 후 사용하여야 한다. 그러나 PVDC 필름은 외부로부터 공기 및 습기가 완전히 차단되기 때문에 발효소시지의 포장재료로는 절대 사용할 수 없다. 따라서 케이싱의 선택시에는 케이싱의 종류와 재질

에 따른 기능적 특성, 경제성, 작업능률 등을 종합적으로 고려하여 선택하여야 하며 케이싱의 크기 역시 굵기가 작은 케이싱부터 시작하여 충분히 제조기술을 습득한 다음 사이즈가 큰 케이싱의 제품을 생산토록 하는 것이 바람직하다고 하겠다.

3. 공정관리

1) 원료육 및 지방의 선택

원료육 및 지방은 모든 축육이 그 대상이 되는데 국가적 관습이나 경제성 등을 고려하여 선택한다. 대체로 유럽에서는 우육, 돈육 및 돈지방을 1:1:1로 하여 제조한 제품이 많다. 원료육은 가급적 육색이 적색일수록 최종제품에서 좋은 색택을 유지할 수가 있고 pH는 5.4 - 5.8이 적당한데 이는 pH가 높은 식육을 원료육으로 이용할 경우에 첨가된 당의 분해가 늦어 숙성초기에 부패성 미생물의 증식이 용이하다. 또한 원료육은 돼지고기에서 발생할 수 있는 선모충의 사멸을 위하여 -30℃에서 1주일동안 냉동시킨 육을 사용한다. 또한 지방은 가급적 백색일수록 좋은 색택을 낼수가 있으며 가급적 단단하여 각(角)으로 자를 수 잇스으며 저장중 산화억제를 위하여 불포화도가 낮은 것이 좋다. 일반적으로 원료지방은 도살후 즉시 분리하여 2-3일 동안 냉동시켜 수분함량을 8-10%에서 5%내외로 줄여야만이 세절시에 짓이겨지거나 녹지않아 숙선중 식육과 지방 입자간의 결합력의 생성과 건조에 의한 저장 안정성 부여, 그리고 입자간 좋은 모양의 발효소시지를 얻을 수 있다.

발효소시지의 유통기한은 사용된 지방의 변화에 크게 의존한다.

최종제품의 향과 맛이 장기저장동안 지방의 산화에 가장크게 영향을 받기 때문이다. 따라서 발효소시지를 제조하기위하여 장기간 냉동실에 저장된 지방의 경우 반드시 품질의 이상유무를 확인 후 제조에 사용하여야 한다. 특히 지방

은 도축후 제조직전에 2 - 3일 동안 -12°C - -15°C 에서 냉동시켜야 하고 살코기는 -2.2°C 정도에 보관하여야 한다. 또한 지방의 절단시 칼날이 예리하지 못하거나 원료지방의 온도가 높아서 지방이 날카롭게 절단되지 않으면 지방이 녹아 제품의 외관을 나쁘게함은 물론 녹은 지방으로 인하여 수분이 증발할 수 있는 길을 막아 수분증발의 능력을 감소시킨다. 이러한 문제점을 없애기 위해서는 진공 세절기가 발효소시지의 생산에 필수적이다. 칼날의 새로운 형태와 기계의 고속성은 알맞은 입자형태로 육과 지방을 분명하게 절단하는데 있다. 제품에 육과 지방의 모양이 작으면서도 바람직한 조직감을 부여하기 위해서는 냉동된 원료육을 사용하고 이 때문에 분쇄시간이 다소 길어지게 된다. 분쇄된 원료육의 충전전 온도는 -1.1°C 가 적당하다. 이렇게 하기 위해서는 살코기를 먼저 분쇄하고 지방은 나중에 첨가하여 살코기와 지방의 혼합된 조직이 적당하면 세절기 칼날의 속도를 낮추어 기타 향신료나 스타터 미생물등 첨가물을 넣고 혼합한다. 이같은 방법으로 처리하면 모든 첨가물들이 더 이상 입자 크기의 조정없이 혼합될 수있다. 일부 발효소시지 제조업자들은 절단 및 혼합기에서 원료육과 지방을 함께 넣고 세절한 다음 첨가물을 혼합하기도 하는데 이런 경우에는 마찰열을 줄이기 위하여 가능한 한 큰 칼날을 사용해야 한다. 이를테면 1/8인치 칼날을 5/32인치로 바꾼다면 33%의 마찰을 줄일 수 있고 큰 칼날에서 세절된 입자는 제품적성에도 좋다. 원료육과 지방의 분쇄후 다른 첨가물과의 혼합시간은 가능한 한 짧은 시간내에 혼합이 될 수 있도록 처리하는 것이 대단히 중요하다. 그 이유는 시간이 길면 길어질수록 지방이 많이 녹아내리기 때문이다.

2) 원료 및 지방의 세절과 기타 재료의 혼합

먼저 세절기 내부를 얼음으로 예냉시킨 다음 -1°C 에서 -3°C 의 온도에 보

관중인 원료육 및 지방을 알맞은 형태로 분쇄한다. 이때 입자의 크기는 원하는 제품의 종류에 따라 다른데 살라미류는 직경 2mm 정도로 하고, 세르벨렛은 입자가 작다. 분쇄시 칼날은 매우 예리해야만 세질시 입자가 균일하게 되고 또한 열을 적게 내어 지방이 번지는 현상을 막을 수 있다. 혼합순서는 다양한 의견이 있으나 대체로 원료육 및 지방을 세절기내에 조금씩 서서히 넣어 분쇄한 다음 접종 미생물, 당, 기타 향신료 등의 첨가물과 혼합한 후 마지막으로 흡수효과를 가장 적게하기 위한 목적으로 소금을 첨가한다. 모든 공정에 있어서 혼합물의 온도는 0에서 2℃를 넘지 않도록 주의한다.

3) 충전 공정

혼합된 소시지는 온도를 가능한 낮게 0에서 2℃를 유지하면서 신속하게 케이싱에 충전한다. 케이싱은 수분고 공기의 투과성이 있어야 하는데 유럽에서는 주로 5 - 10cm 직경의 섬유상 케이싱을 많이 사용하며 이외에도 콜라겐 케이싱을 사용하기도 한다. 대체로 건조감량이 많은 제품의 경우 섬유상 케이싱을 사용하지 않는데 기타 케이싱의 경우는 건조가 진행됨에 따라 케이싱이 육표면에서 분리되므로 케이싱 선택시 신중의 기해야 한다. 케이싱에 충전할 때에는 원료중에 존재하는 기공을 없애야 한다. 제품내에 존재하는 기공은 건조가 진행됨에 따라 더 커지게 되고, 이렇게 생성된 큰 기공은 산소의 공급원이 되어 호기성 미생물인 곰팡이의 증식을 야기하게 되며 제품을 부패시키는 주요한 원인이 도니다. 또한 산소는 지방의 산화를 촉진하여 산패취의 원인이 되며 산화에 의해서 생성되는 과산화물은 제품을 변색시킨다. 충전후 소시지는 숙성실에 넣기 전에 온도를 높이기 위하여 상온에서 10시간 정도 매달아 둔다. 그래서 냉축의 형성을 피하고, 매우 차가운 소시지가 건조실에서 따뜻한 공기를 만났을 때 야기될 수 있는 다른 문제점들을 피한다. 이때 케이싱 표면

에 곰팡이가 자라는 것을 방지하기 위하여 2-3% 술빈산 칼륨용액에 담갔다 꺼낼 수도 있다.

발효육제조시 가장 많이 사용하는 화이브리스 케이싱(fibrous)은 최소한 30분 이상 미지근한 물에 수침시켜야 한다. 그래야만 충전시 충분히 늘어나기 때문이다. 과충진이나 충전이 부족하면 최종제품의 품질에 중대한 영향을 초래할 수 있다. 충전이 부족한 경우는 수침이 부족하거나 충전압력이 낮기 때문이다. 이런 경우에 케이싱은 충전후에 팽창되고 결과적으로 제품의 수축은 일어나지 않고 육으로부터 분리될 수 있다. 과충진의 경우는 육혼합물이 팽창되어 케이싱이 터지거나 조여 맨 부분이 빠지는 경우가 생긴다. 이러한 팽창은 곱게 분쇄한 육입자의 지방부분이 흘러나오는 원인이 될 수 있는데 이것은 건조공정을 적절히 조절해야 한다.

앞에서 언급한 것처럼 건조공정에 나쁜 영향을 줄수 있기 때문에 충전동안에도 어떠한 형태의 지방이 녹는 현상은 피해야 한다. 가능한 한 마찰을 줄이기 위해서 충전압력은 충전이 되는 시점에 줄여야 하며 이러한 어려움을 피하기 위해 진공충전기가 적극 권장된다. 또한 이러한 지방이 녹는 현상을 방지하기 위하여 추천되는 적정 충전온도는 -1.1°C 이다. 온도가 너무 높으면 지방이 녹을 수 있고 반면에 너무 낮으면 제품의 표면에 과도한 응축을 일으켜 최악의 경우에 육자체에 수분이 더해지는 결과를 초래할 수 있다. 이것은 육자체의 수분활성도를 증가시키고 이어서 온도저하나 건조의 방해를 불러올 수도 있다. 또한 케이싱의 표면에 수분이 과도하면 실온에서 높은 온도로 온도가 전환되는 시점에서 끈적끈적한 막을 형성할 수도 있다.

충진한 제품은 예비건조실에 옮겨서 습도를 추가하지 않고 진행되는 온도에 가깝도록 4 - 6시간정도 방치한다. 이것은 차가운 제품을 따뜻한 건조실로 갑자기 옮기게되면 노점(이슬이 생기는 점)효과로 인하여 응축이 과도하게 생길

수 있고 그 결과 제품의 표면에 응축이 퇴적되는 것을 방지하기 위해서인데 이러한 응축이 생겼을 경우는 응축을 제거하고 습도를 높여야 한다.

4) 숙성(발효)조건

숙성의 가장 중요한 목적은 향미를 부여하고 발색을 좋게 하며, 또 아울러 미생물에 대한 안정성을 높이기 위함이다. 과거에는 온, 습도 조절장치가 없었던 관계로 자연숙성에 의해 발효소시지를 생산하였으나 현재는 온, 습도 조절이 가능하고, 균일한 제품을 생산할 수 있는 항온항습기에 의한 인공숙성이 대부분이다. 높은 온도에서 숙성시킬 경우에는 미생물의 작용에 의해서 발색 및 산생성이 빠르고 소시지의 조직도 빨리 굳어져 짧은 기간내에 완제품을 생산할 수 있으나 부패를 일으키는 미생물의 증식도 마찬가지로 좋아지고 또한 미생물에 의한 지방산화가 촉진되므로 높은 온도에서 숙성시킨 제품은 장기저장이 곤란하다. 발효소시지는 동일한 원료와 방법을 이용한다고 해서 항상 최종제품의 결과가 동일하지는 않다는 것이다. 항온항습기내의 온, 습도의 영향은 물론 외부의 온, 습도까지 고려되기 때문이다. 따라서 어떤 사람은 발효소시지의 제조기술을 “사랑하는 기술” 이라고 표현한다.

상온에 달한 소시지를 항온항습기에 넣고 가능한 빨리 소시지의 온도가 20℃ 이상이 되도록 하는 것이 중요하다. 이것은 다른 부패미생물이 증식할 기회 없이 접종미생물이 신속하고 효육적으로 증식할 수 있도록 보증해 주는 것이기 때문이다. 접종시킨 미생물에 따라 차이는 나지만 보통 상대습도 80 - 90% , 20℃ 부근에서 온도를 조절하여 원하는 pH가 될 때까지 발효시키는 것이 좋다. 발효소시지의 제조 중 가장 까다로운 단계는 건조공정이다. 이때 건조뿐 아니라 육 성분이 분해되어 숙성이 이루어지므로 아무리 발효가 잘 되었다 하더라도 건조단계에서 실패하게 되면 제품에 치명적인 손상을 입히게 된

다. 불필요한 곰팡이의 번식을 막고 균일하게 건조시키기 위해 초당 5 - 12cm 정도로 매우 느리게 공기를 순환시켜야 한다. 이때 소시지의 무게가 하루에 0.7% 이상 줄어드는 지나친 건조가 일어나지 않도록 조절해야 한다. 만약 초기에 건조가 지나치면 육 표면 단백질이 응고되어 이로 인해 소시지 내부의 수분이 외부로 확산되지 못하여 소시지의 횡단면을 잘랐을 때 바깥부분에 단단하게 원형무늬가 생기게 되며 이어 내부의 수분이 포위되는 현상이 일어나고 다시 육 조직이 허물어져 큰 흠이 생기게 된다. 따라서 성공적으로 건조를 시키려면 소시지 표면에서 증발하는 수분량과 내부의 수분이 표면으로 이동하는 수분량과의 비율을 같게 해 주어야 한다. 특히 건조초기에 많은 수분이 고기속에 들어있기 때문에 매우 서서히 건조를 시켜야 한다. 가장 이상적인 건조실 내의 습도는 제품의 수분활성도 a_w 보다 약 2-4% 정도 낮게 유지시켜 주는 것이다. 예를 들면 제품의 수분활성도가 0.90 이면 항온항습기내의 상대습도를 88 - 86%로 유지시켜야 한다.

공정의 어려운 부분은 실제로 건조공정인데 일반적으로 건조공정은 두가지 단계, 즉 예비건조(실온으로 온도유지)와 실제건조로 수행된다. 가장 중요한 것은 알맞은 장비와 이용가능한 건조실(온습도 조절이 가능한)의 구비이다. 아주낮은 공기속도하에서 일정한 온도와 습도가 유지될 수 있는 건조실이 필요한데 문제는 우선 건조실의 규모(크기)에 있다. 공기의 속도를 아주 낮게 하면서 일정한 흐름을 유지하도록 조절하기란 쉬운일이 아니다. 만일 저속에서 공기가 먼 거리를 순환하려면 이를테면, 건조실의 규모도 크고 몰량도 많은 상태에서 낮은 속도의 공기가 순환하려면 문제는 원하는 공기조건의 변화만큼 복잡해진다. 왜냐하면 수분은 제품의 한 부분으로부터 빠져나오고 다른 부분으로 이행되기 때문이다. 실제로 크기가 동일한 건조실에서 두세가지의 다양한 습도변화를 보았는데 그 결과 밝혀진 것은 동일한 건조실내에서 과도하

게 곱팡이가 자란 제품과 표면이 단단하게된 제품 두가지였다. 따라서 건조실의 크기는 길이가 긴만큼 커야하고 알맞는 배관시설과 일정한 공기의 흐름이 조절되어야 한다는 것이다. 달리 표현하면 거리가 짧으면 공기는 낮은 속도로 진행되어 건조실에서 공기의 흐름을 일정하게 조절하기가 더 쉽다. 반면에 규모가 큰 건조실에서는 공기는 먼거리를 가야하는데 그것은 건조실의 모든부분으로 직접 일정한 공기의 흐름으로 보내기는 점점 더 어려워진다. 일정한 공기의 흐름은 제품으로부터 성공적으로 수분을 빼앗기위해서는 필수적이다. 건조공정에서 기계적공정으로 소시지로부터 수분을 제거하는것과 미생물공정으로 제품을 발효시키는 두가지일을 동시에 이루려고 시도해본 결과 제품을 통과하는 공기가 제품표면으로부터 수분을 빼앗는데 너무 많은양의 수분이 쉽게 증발하면 껍질이 단단해지는 현상이 일어난다. 즉, 제품표면은 밀봉이되고 내부에 있는 수분은 갇히게 된다. 만일 초기 건조단계에서 이러한 현상이 일어나면 그 제품은 높은 수분활성도하에서 제품의 불안정한 미생물적 조건으로 인하여 부패가 일어날 것이다. 만일 건조말기에 그런 현상이 일어난다면 표면은 딱딱해지고 중심부는 썩어가는 열악한 제품이 생산될 것이다. 그러므로 수분의 증발은 표면의 수분이 빠져나가는것만큼 내부의 수분이 바깥쪽으로 빠져나오는 비율이 항상 같도록 이상적으로 조절되어야 한다. 즉, 삼투압현상에 의해 제품의 수분이 모든 부분에서 동등하게 빠져나가도록 해야한다. 적당한 수분감량의 조절은 공기속도의 조절과 상대습도의 조절에 의해 이루어진다. 중간정도의 크기를 지닌(직경 50-60mm) 소시지의 경우 초기의 수분감량은 약 1 - 1.5%(1일당)가 가장 적합하다. 이 때의 공기속도는 보통 초당 0.5 -0.8미터이다. 수분증발의 일정한 비율은 건조실내의 습도와 소시지의 수분활성도 사이에 3 - 5수준의 차이가 있어야 한다. 예를들어 수분활성도가 0.93이면 상대습도는 88 - 90% 정도가 바람직하다는 것이다. 결론적으로 바람직하게 일

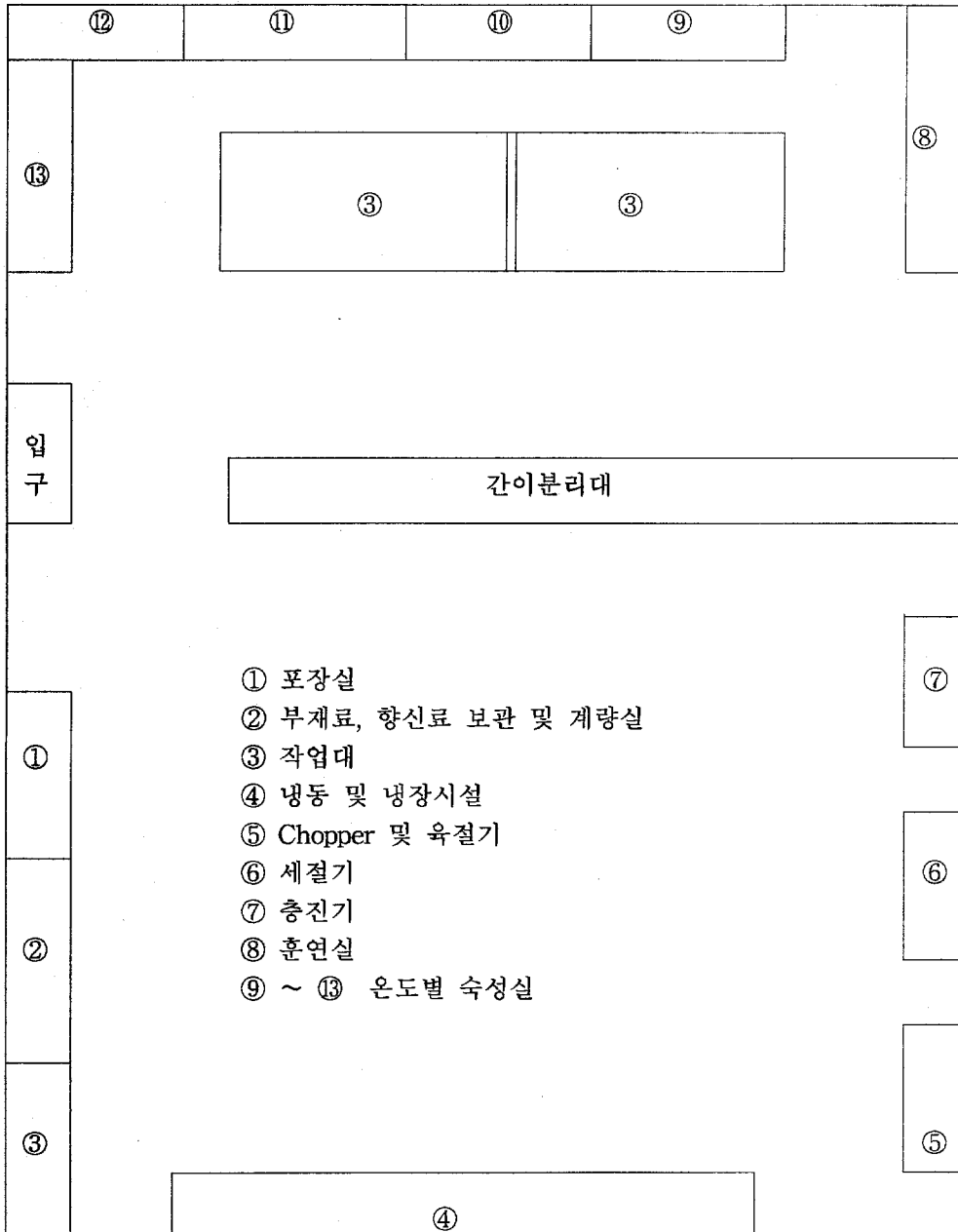
정한 수분손실이 일어난다면 매일 매일 상대습도를 조금씩 아래로 내려서 조절하여야 한다. 그리고 건조공정과 더불어 발효가 진행되는데 여기에서는 부패를 일으키는 균을 억제하고 발효를 일으키는 바람직한 균이 잘 자랄수 있는 조건을 만들어 주어야 한다. 이러한 미생물들은 대부분 젖산형태로 존재하는 탄수화물과 첨가된 설탕 그리고 효소를 통하여 그 기능을 발휘하는데 이로 인하여 제품의 pH를 더욱 낮추고 다시 제품의 안정성을 도모한다. 다행스럽게도 위해성미생물보다 더 낮은 온도에서 개발된 바람직한 미생물은 그들이 증식함으로써 부패성미생물을 파괴하거나 억제할 수 있는 능력을 가지게 되며 아울러 색, 향 그리고 맛에도 영향을 미친다. 그리고 제품의 산성화에 의존하는 또다른 중요한 요인은 소시지 혼합물내의 조직이 결합되는 것이다. 적절한 시간내에 충분히 산성화가 이루어진다면 조직이 알맞게 결합되고 견고해진다. 육을 세절하여 소금과 향신료 등을 첨가하는 동안에 이 형태에서 수용성 단백질은 살코기와 지방입자 사이에 위치한다. pH가 5.3이하로 떨어짐으로써 수용성 단백질은 응고되기 시작하고 결합되며 동시에 육입자는 부풀기 시작하고 수분증발이 계속되기 때문에 소시지의 견고성은 증가한다. 건조소시지나 반건조소시지는 신속한 발효의 진행을 위하여 비교적 높은 온도에서 빨리 진행시키되 초기온도는 25℃를 넘지 않아야 한다. 고품질의 건조소시지 제품은 이탈리아나 헝가리의 경우 저온(15.5℃ - 18.3℃)에서 출발하는 전통적인 자연 건조조건에 가까운 느린 공정으로 만들고 있다. 이런 제품은 새콤한 맛은 다소 덜하지만 더 신선한 향기를 제품에 부여한다.

5) 훈연공정

고대로부터 훈연은 저장의 수단으로 이용되어져 왔다. 오늘날에도 북유럽에는 그런 목적으로 응용되지만 현재의 훈연은 저장효과보다는 향기부여, 색

택증진, 산화방지 등의 중요성이 더 크다고 할 수 있다. 독일에서는 발효소시지의 95%가 훈연을 실시하며 나머지 5%는 곰팡이 발효소시지로 훈연을 하지 않으며, 반면에 이탈리아에서는 거의 훈연을 하지 않는다. 훈연시설은 온습도 조절이 가능하고, 동시에 훈연을 시킬 수 있는 온습도 조절 훈연실의 설치가 필수적이다. 그렇지 않으며 훈연실로 소시지를 옮길 때 미생물의 오염가능성이 크기 때문이다. 훈연시에는 케이싱 표면의 물기를 제거하기 위해 상대습도 75~80%, 20~23℃의 온도에서 일정시간 두거나 6~8℃의 냉장실에서 하룻밤 정도 두기도 하는데 너무 건조되면 훈연 침착이 잘 되지 않으므로 주의해야 한다. 훈연시간 및 방법은 제품의 특성에 따라 다르지만 살라미의 경우는 냉훈법에 의거, 제조 후 2일 뒤에, 세르벨렛은 24℃ 이하에서 하루 정도 실시한다. 그리고 반 건조 소시지의 경우는 비교적 높은 온도인 22~23℃ 또는 그 이상의 온도에서 장시간 동안 많은 양의 연기를 쐬운다. 썸머소시지와 같은 일부소시지는 훈연 중이나 끝난 후에 고기의 내부가 43~74℃가 되도록 가열하기도 한다. 가열에 의해 고기속 미생물의 성장이 억제되고 건조 기간이 단축되며 저장성도 향상된다.

4. 적정 중소형 제조 system 및 lay out



부록 I. 곰팡이 발효소시지의 숙성 중 미생물의 변화

1. 연구목적

발효소시지의 제조시에는 원료육을 살균처리하지 않고 사용하기 때문에 원료육의 처리시에 오염된 미생물이 육속에 그대로 존재하며, 그 오염의 정도는 처리조건이나 방법에 따라 다르지만 일반적으로 $10^3 \sim 10^6$ cells/g 정도인 것으로 알려져 있다. 또한, 그 종류도 매우 다양하여 *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* 및 *Listeria monocytogenes* 등의 병원성 미생물이 오염되어 있는 경우도 있다. 발효소시지에 있어서는 특히 식육에 오염될 기회가 많은 *Staphylococcus aureus*가 발효초기에 주어진 적당한 환경조건에서 급속히 증식하여 enterotoxin을 생성시킴으로써 질환을 일으킬 위험성이 크다. 또한, 최근 들어 전세계에 걸쳐 연속적으로 집단 식중독을 일으킨 바 있는 병원성균인 *Listeria monocytogenes*가 육 및 육제품에서도 검출되고 있다는 보고가 있다. 특히 비가열 육제품인 발효소시지에 있어서는 병원성 미생물의 증식에 의하여 질환을 일으킬 확률이 높으므로 식품 위생상 안전한 제품을 제조하는 것이 무엇보다 중요하다.

한편, 국내에서도 육 및 육제품의 소비가 크게 증가하고 있고 기호성도 다양화되어가고 있으나 아직까지 발효소시지의 제조단계까지는 이르지 못한 실정이다. 따라서 식육에 대한 발효기술을 확립하여 식품위생상 안전성을 가지며, 한국인의 기호에 맞는 새로운 제품을 개발함으로써 양축농가의 소득증대에 기여하고 농축수산물의 수입 개방에 대처하고자 돈육을 이용하여 곰팡이 발효소시지를 제조하였고, 그 숙성 중에 일어나는 미생물학적 변화를 검토하였다.

2. 실험재료 및 방법

1) 사용균주

건국대학교 축산가공학과 미생물 실험실에서 보존하고 있는 *Lactobacillus curvatus* K12-5, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus* 및 *Penicillium nalgiovense*를 본 실험에 사용하였다.

2) Starter culture의 조제 및 접종

Bacterial starter culture는 *L. curvatus* K12-5와 *L. plantarum*을 MRS broth(Difco Co.), *Staph. carnosus*를 GB broth(peptone 1.0 %, meat extract 1.0 %, NaCl 0.5 %, glucose 0.3 %, pH 7.0)에서 각각 배양한 후 3,000 rpm, 15분간 원심분리하여 집균하고 멸균생리식염수로 2회 세정하여 배지성분을 제거한 후 최종 균농도가 1.0×10^{11} cells/ml이 되도록 멸균생리식염수로 현탁시켜 조제하였으며, 소시지 세절혼합육에의 접종은 *L. curvatus* K12-5와 *L. plantarum*을 각각 1.0×10^7 cells/g, *S. carnosus*를 5.0×10^6 cells/g의 균농도가 되도록 하여 원료의 혼합시에 첨가하였다. Mold starter culture는 *P. nalgiovense*를 potato dextrose agar배지에 접종하여 27°C에서 7일간 배양한 후 포자를 멸균생리식염수에 현탁시켜 조제하였으며, 그 포자 현탁액을 증류수 10 l에 희석한 다음 케이싱에 충전된 소시지를 침지시켜 접종하였다.

3) 곰팡이 발효소시지의 제조

선전한 돈육과 등지방을 선별 구입하여 5 x 3 x 3 cm로 절단한 후, -20°C에서 1주일간 동결시켰다가 가공직전 세질이 용이하도록 -1 ~ -3°C에서 해동하여 silent cutter(Seydelmann, Germany)에 돈육과 등지방 순으로 넣어 세절한 후 원료육에 대하여 white pepper 0.25 %, garlic 0.05 %, rosemary 0.05

%, sage 0.05 % 등의 향신료와 식염 2.8 %, 포도당 1.0 %, 아질산염 0.02 % 등의 첨가물 및 bacterial starter culture의 순으로 가하여 혼합하였다. 세절 혼합육은 fibrous casing(Securex, ϕ 45 mm)에 약 200 g씩 충전시킨 후 mold starter culture 현탁액에 30분간 침지한 다음 항온항습 chamber(AE-215, Toyo Seisakusho Co., Humid Test Chamber, Japan)에서 조제직후 부터 3일 동안은 온도와 상대습도를 각각 21 ± 2 %, 93 ± 2 %, 4~5일째에는 각각 18°C, 90 %, 6일째부터 25일째까지는 온도를 15°C, 상대습도를 88 %에서 78 %까지 서서히 낮추면서 숙성시켰다.

4) pH 및 산도 측정

시료 10 g에 증류수 30 ml를 넣어 homogenizer(Nissei, Japan)에서 2분간 균질한 후 증류수로 100 ml로 정용한 다음 pH는 이 균질액을 유리전극 pH meter(Mettler Delta 340, England)로 측정하였고, 산도는 pH 측정 후의 균질액에 0.1N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 총 소비된 0.1N NaOH의 양으로부터 발효전 시료의 적정에 소비된 0.1N NaOH의 양을 감하고 젯산으로 환산하여 나타내었다.

5) 수분활성도 및 감량

수분활성도(water activity, A_w)는 3개의 sensor와 온도조절장치 및 평형상대습도 기록계가 부착된 Novasina electronic hygrometer(EEJA-3, Switzerland)를 이용하여 25°C에서 측정하였다. 이때 측정하고자 하는 A_w 의 범위는 Novasina manual에 따라 미리 sensor를 $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, NaCl 및 $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 등의 특급시약 포화용액으로 표준화한 후 각 시료에 대하여 3회 반복 측정하였다.

감량은 소시지 조제직후의 중량과 경시적 측정시의 중량의 차를 백분율로 계산하여 산출하였다.

6) 잔류 아질산의 정량

잔류 아질산의 양은 세절한 시료 10 g을 정확히 취하여 약 80°C의 증류수 150 ml를 넣어 혼합하고 여기에 0.5N NaOH 용액 10 ml를 넣어 잘 혼합한 후 80°C의 수욕 중에서 20분간 가열한 다음 이 내용물을 냉각시켜 10% ammonium acetate 완충용액(pH 9.1) 20 ml와 증류수를 넣어 200 ml로 정용하고, 이를 건조여지로 여과한 후 그 여액을 시험용액으로 하여 측정하였다. 시험용액 20 ml에 0.5% sulfanylamide 용액 1 ml와 0.12% naphthylethylenediamine 용액 1 ml를 가하고 여기에 증류수를 가하여 25 ml로 정용한 후 잘 혼합하여 20분간 발색시킨 다음 spectrophometer를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아질산의 양은 측정된 흡광도를 미리 작성한 검량선에 대입시켜 산출하였다.

7) Starter의 생육 시험

Starter의 생육 시험은 무균적으로 시료의 케이싱을 제거시킨 후 시료 10 g을 취하여 90 ml의 멸균 peptone수에 넣고 stomacher(Lab-Blender 80, England)에서 2분간 균질시킨 다음 10배 희석법으로 단계희석하여 실시하였다. 유산균 수는 희석시료 1 ml를 MRS agar(Difco Co.) 배지 15 ml 혼합하여 35°C에서 48시간 배양한 후 출현한 colony 수를 측정하였다. Staphylococci의 수는 희석시료 1 ml를 Staphylococcus medium 110 배지 15 ml와 혼합하여 35°C에서 48시간 배양한 후 출현한 colony 수를 측정하였고, catalase test 및 coagulase test에 의하여 확인하였다.

Mold의 수는 무균적으로 시료의 케이싱을 1 cm² 씩 취하여 10 ml의 멸균 peptone수에 넣고 균질시킨 다음 10배 희석법으로 단계희석하여 희석시료 1 ml를 PDA 배지 15 ml와 혼합한 후 27°C에서 72시간 배양한 다음 출현한 colony 수를 측정하였다.

8) 대장균 수의 측정

대장균 수를 시료 10 g을 무균적으로 취하여 90 ml의 멸균 peptone 수에 넣고 stomacher에서 2분간 균질시킨 후 10배 희석법으로 단계희석하여 그 희석액 1 ml와 VRB agar 배지 15 ml를 혼합한 다음 35°C에서 24시간 배양하여 출현한 colony의 수를 측정하였다.

9) *Salmonella* 시험

Salmonella 시험은 시료 10 g을 무균적으로 취하여 90 ml의 유당부이온배지에 넣고 stomacher에서 2분간 균질시킨 것을 시료액으로 하여 pour plate 법과 MPN법을 병행하여 실시하였다. 즉, pour plate법은 시료액 1 ml를 취하여 SS agar 배지 15 ml와 혼합한 후 35°C에서 48시간 배양한 다음 출현하는 colony 중에서 검정색의 colony를 취하여 TSI 배지에서 확인한 후 계수하였다. 또한, MPN법은 시료액 10 ml씩을 5개의 멸균시험관에 취하고 별도로 시료액 1 ml 및 0.1 ml씩을 5개씩의 10 ml의 유당부이온배지를 넣은 시험관에 접종하여 35°C에서 24시간 전증균배양한 후 각 시험관으로부터 전증균배양액 0.3 ml 씩을 취하여 각각을 3 ml의 selecnite cystine broth 배지에 접종하여 35°C에서 24시간 선택증균배양한 다음 각 선택증균배양액 1백금이씩을 SS agar 평판배지에 도말하여 35°C, 24시간 선택분리배양하였다. 선택분리배지 상에서 *Salmonella*로 추정되는 colony를 TSI 반고층배지에 접종한 후 3

5℃에서 24시간 배양하여 확인하였다. *Salmonella*로 확인된 SS agar 평판에 대응하는 각 희석계열의 시험관의 수로부터 MPN표를 사용하여 시료 100 g당의 MPN치를 산출하였다.

10) *Staphylococcus aureus* 시험

시료 10 g을 무균적으로 취하여 90 ml의 멸균 peptone수에 넣고 stomacher에서 2분간 균질시킨 것을 시료액으로 하였다. 시료액 0.4, 0.3 및 0.3 ml 씩을 3개의 Baird Parker agar 평판배지에 도말한 후 35℃에서 48시간 배양한 다음 출현한 colony 중에서 검정색의 투명환을 형성하는 colony를 분리하여 coagulase test에서 응고되는 균을 *S. aureus*로 계수하였다. Coagulase test는 투명환을 형성하는 colony를 순수분리하여 BHI broth에 접종한 후 37℃에서 24시간 배양한 다음 BHI broth 배양액 0.2 ml 씩을 취하여 시험관에 넣고 여기에 0.5 ml의 coagulase plasma를 가하여 35℃에서 배양하면서 6시간 간격으로 응고여부를 관찰하였다.

11) *Listeria monocytogenes* 시험

시료 10 g을 취하여 90 ml의 멸균 UVM에 넣고 stomacher에서 2분간 균질시킨 후 UVM 균질액 1 ml를 MOX agar 15 ml와 혼합하여 35℃에서 48시간 배양한 다음 출현한 colony 중에서 흑변되는 colony를 *Listeria monocytogenes*로 계수하였고, 검정균 *L. monocytogenes*의 colony와 비교 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

1) pH 및 적정산도의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성 중에 경시적으로 pH를 측정된 결과는 Fig.1과 같다. 즉, *L. plantarum*군(이하 대조구)의 경우 소시지 조제직후의 pH 5.8에서 숙성 중에 비교적 완만하게 저하하여 숙성 2일째에 pH 5.3이었고 숙성 14일째에 pH 4.6의 수준으로 최저 pH에 달하였으며, 그 이후 점차 증가하여 숙성말기인 28일째에는 pH 4.85의 수준을 보였다.

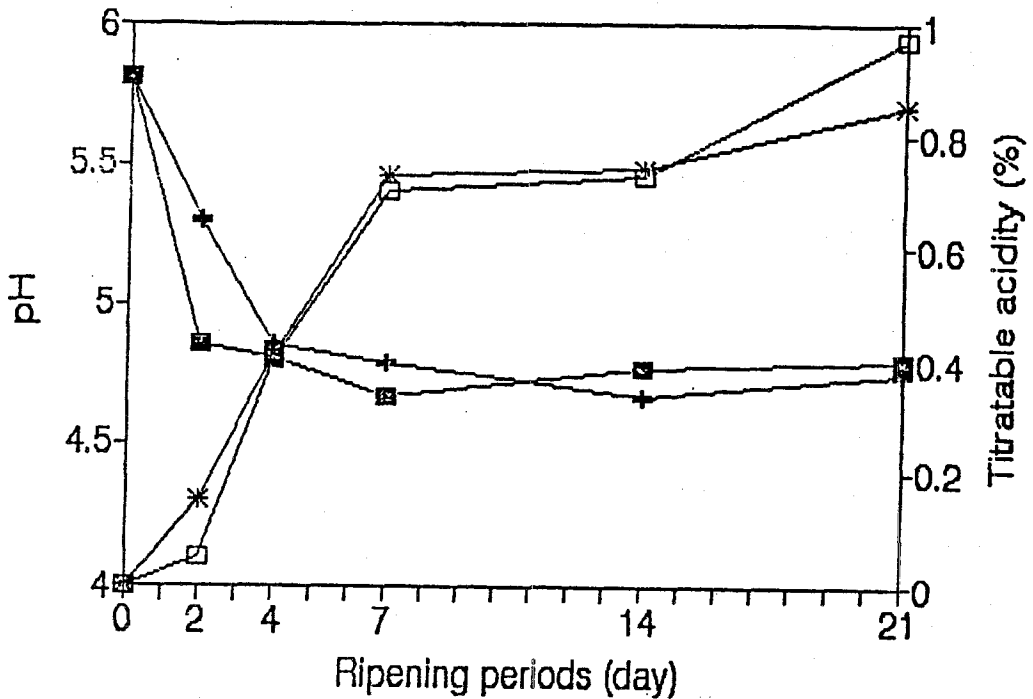


Fig. 1. Changes in pH and titratable acidity during ripening of mold fermented sausages.

symbols: ■; pH of *L. curvatus* groups, ●; pH of *L. plantarum* groups, *; Titratable acidity of *L. curvatus* groups, □; Titratable acidity of *L. plantarum* groups

*L. curvatus*군(이하 시험구)의 경우 숙성이 진행됨에 따라 대조구에 비하여 pH가 급속히 저하하여 숙성 2일째에 pH 4.8의 수준이었고 숙성 7일째에 pH 4.6의 수준으로 최저 pH에 달하였으며, 그 이후 다소 증가하여 숙성말기에는 pH 4.8의 수준으로 대조구보다 약간 낮은 수준을 보였다.

적정산도는 발효전의 자연산도를 발효후의 총산도로부터 제외한 유산발효에 의하여 생성된 산도 즉, 발생산도를 유산으로 환산하여 나타낸 값으로서 그 결과는 Fig. 1과 같다. 즉, 대조구의 경우 숙성 2일째에 0.05%로서 산도가 매우 낮았으나 숙성 4일째 이후 크게 증가한 데 반하여 시험구는 숙성 2일째에 0.15%로서 비교적 높은 수준을 보였고 그 이후 점차 증가하였으며 숙성 28일째에는 대조구와 시험구가 각각 0.92% 및 1.02%로 나타났다. 이와 같이 두 처리구 간에 숙성초기의 pH 저하속도 및 산도에 있어서 차이를 보인 것은 스타아티로 접종된 *L. curvatus*의 경우 생육온도가 비교적 낮기 때문에 21~23°C의 저온 발효에 적합한 반면 *L. plantarum*의 경우 생육온도가 높아서 초기 증식이 다소 지연 되었기 때문인 것으로 생각된다.

2) Aw 및 감량의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 경시적으로 Aw와 감량을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 즉, 두처리구 모두 소시지 조제직후의 0.97에서 숙성이 진행됨에 따라 점차 저하하였고, 숙성 14일 이전에는 시험구가 대조구보다 다소 낮은 수준을 보였으나 숙성말기에는 두처리구 모두 0.8로서 비슷한 수준을 보였다. 이와 같이 숙성 중 Aw의 저하는 주로 발효 단계에서의 pH 저하에 따른 육단백질의 변성과 응고 및 건조 단계에서의 chamber내 상대습도의 저하에 기인한 것으로 사료된다.

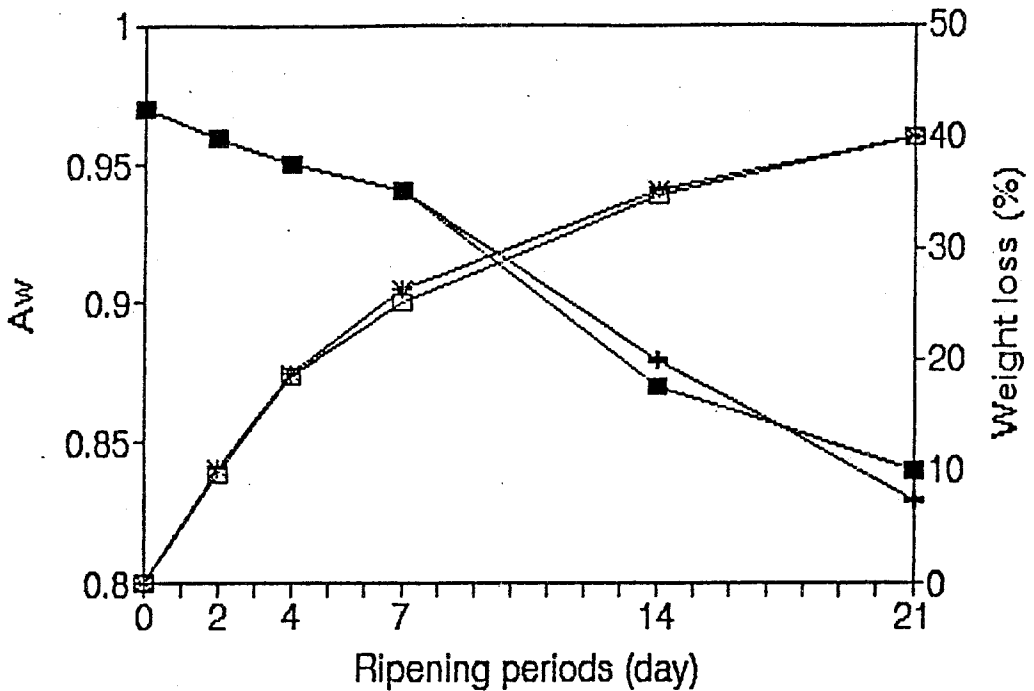


Fig. 2. Changes in A_w and weight loss during ripening of mold fermented sausages.

symbols: ■; A_w of *L. curvatus* groups, +; A_w of *L. plantarum* groups, *; Weight loss: *L. curvatus* groups, □; Weight loss: *L. plantarum* groups

숙성이 진행됨에 따라 두처리구는 비슷한 감량증가 경향을 보였고, 숙성말기인 28일째의 감량은 대조구와 실험구가 각각 43.7% 및 44.1% 였으며 두처리구간에는 숙성전기간 동안 실험구가 대조구보다 약간 높은 수준을 보였다. 이러한 결과는 Gokalp의 발효소시지의 제조 조건인 온도 20~22℃, 상대습도 80~95%에서 숙성 말기의 감량이 38~43% 였다는 보고와 유사하였다.

3) 잔류 아질산 함량의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성 중에 경시적으로 잔류하는 아질산의 함량을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 즉, 아질산염은 소시지의 조제시에 200 ppm 첨가되었으나 숙성초기에 급속히 감소하여 숙성 2일째에 시험구와 대조구는 각각 아질산근으로서 1.23 ppm 및 9.15 ppm의 수준으로 검출되었으며, 숙성 4일째 이후부터 숙성말기까지 두처리구 모두 1 ppm의 수준으로 유지되었다. 이와 같이 발효소시지의 숙성 중에 잔류하는 아질산의 양은 식품위생상 육제품중의 잔류 아질산의 허용량인 70 ppm 보다 매우 낮은 수준을 보였으므로 식품위생상 안전한 제품임이 입증되었다.

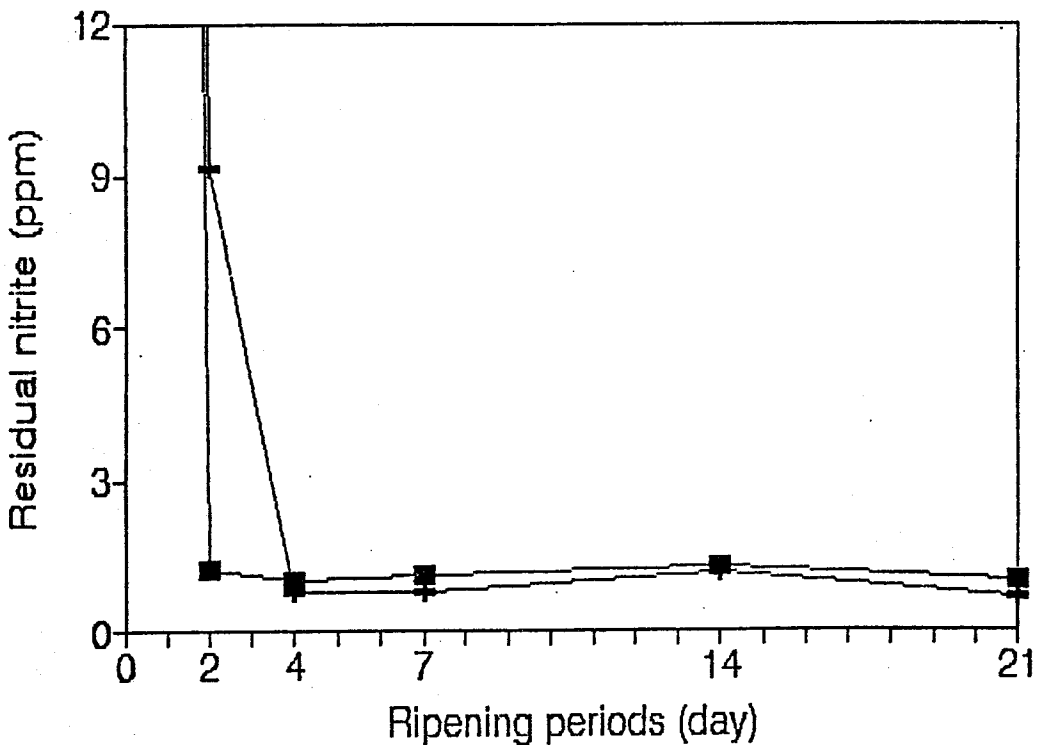


Fig. 3. Changes in nitrite contents during ripening of mold fermented sausages.

symbols: \blacksquare ; Nitrite contents of *L. curvatus* groups, \bullet ; Nitrite contents of *L. plantarum* groups

4) 유산균 수의 변화

유산균 스타아터로서 *L. plantarum*을 1.0×10^7 cells/g의 수준으로 접종한 대조구의 경우 유산균 수는 숙성 2일째에 4.7×10^8 CFU/g였고 숙성 4일째에 5.7×10^8 CFU/g에 도달하였으며 7일째 이후 약간 감소하였으나, 숙성말기인 28일째에는 6.5×10^8 CFU/g의 수준을 보였다. 반면에 *L. curvatus*를 대조구와 같은 수준으로 접종한 시험구의 경우 숙성 2일째에 8.3×10^8 CFU/g로 급속히 증가하였고 그 이후 약간 감소하였으나 숙성 14일째 이후에는 다소 증가하여 1.0×10^9 CFU/g로서 대조구보다 다소 높은 수준을 보였다(Fig. 4).

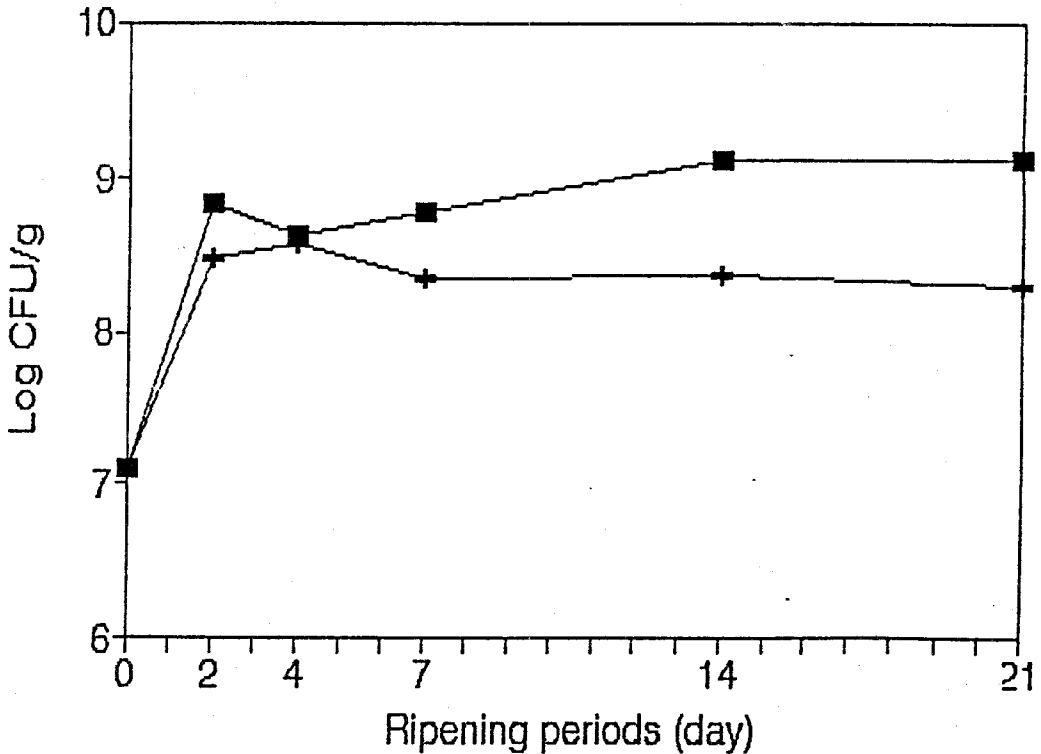


Fig. 4. Changes in lactic acid bacterial counts during ripening of mold fermented sausages.

symbols: \blacksquare ; *L. curvatus* groups, \blacksquare with \times ; *L. plantarum* groups

5) *Staphylococcus carnosus* 수의 변화

5.0×10^6 cells/g의 수준으로 접종된 *Staph. carnosus*는 대조구의 경우 숙성 2일째에는 6.5×10^6 CFU/g로 접종 수준보다 다소 증가 하였으나 숙성 4일째에는 3.2×10^6 CFU/g로 감소하였었고 숙성 7일째 이후에는 접종 수준보다 증가하였으며 숙성말기인 28일째에는 1.6×10^7 CFU/g의 높은 수준을 보였다. 반면에 시험구의 경우 숙성초기에는 $3.1 \sim 4.2 \times 10^6$ CFU/g로 접종 수준보다 다소 감소하였으나 14일째 이후에는 접종 수준보다 크게 증가하였으며 숙성말기에는 대조구와 비슷한 수준을 보였다. 이들 결과는 유산균수, pH 및 산도의 변화 패턴에 상응한 결과는 보이고 있으나 증식에 있어서 크게 영향을 받지 않는 것으로 생각된다(Fig. 5).

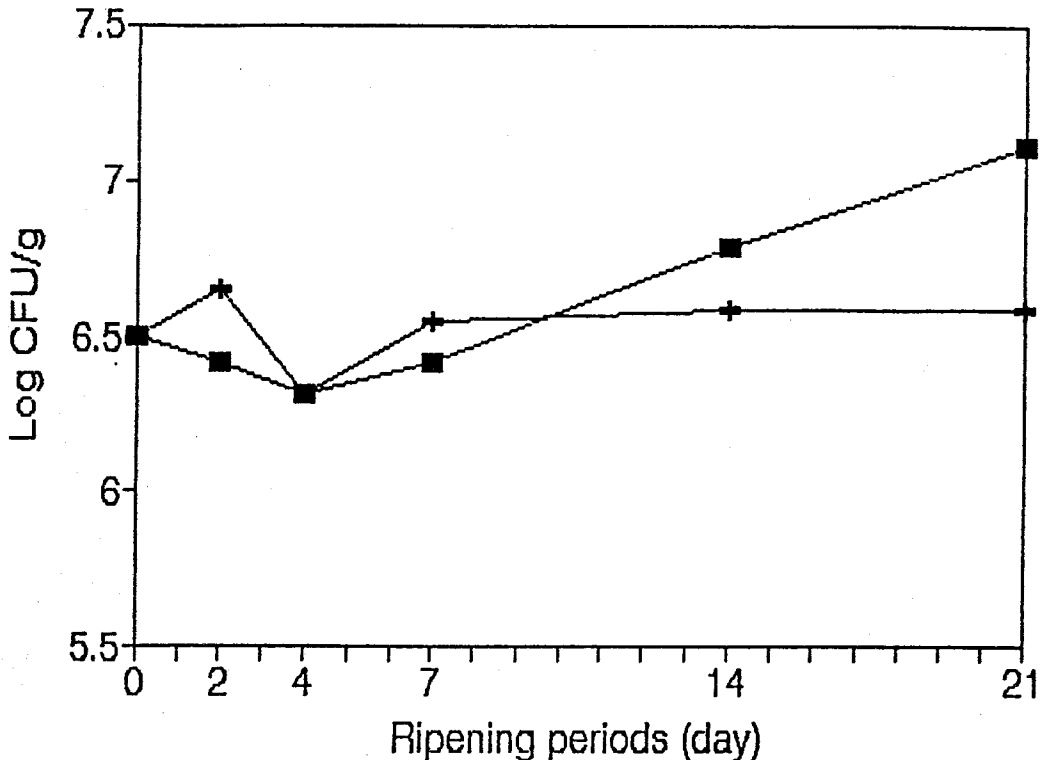


Fig. 5. Changes in numbers of *Staph. carnosus* during ripening of mold fermented sausages.

symbols: ■; *L. curvatus* groups, ●; *L. plantarum* groups

6) 곰팡이 수의 변화

곰팡이 스타아터로서 *P. nalgiovensis*를 1.0×10^{10} spores/ml의 농도가 되도록 조제한 후 증류수 10 l에 침지시켜 곰팡이 스타아터를 접종한 곰팡이 발효 소시지의 숙성 중에 그 수를 경시적으로 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 즉, 두처리구 모두 숙성 2일째까지는 PDA 배지상에 *P. nalgiovensis* 스타아터가 아닌 오염 효모 및 곰팡이가 10^2 CFU/cm²의 수준으로서 검출되었으나, 숙성 4일째에는 $1.1 \sim 1.2 \times 10^5$ CFU/cm²의 수준으로 스타아터로 접종된 *P. nalgiovensis*가 우점하였고, 숙성 7일째에는 소시지 표면 케이싱이 하얗게 피복되어 있었다.

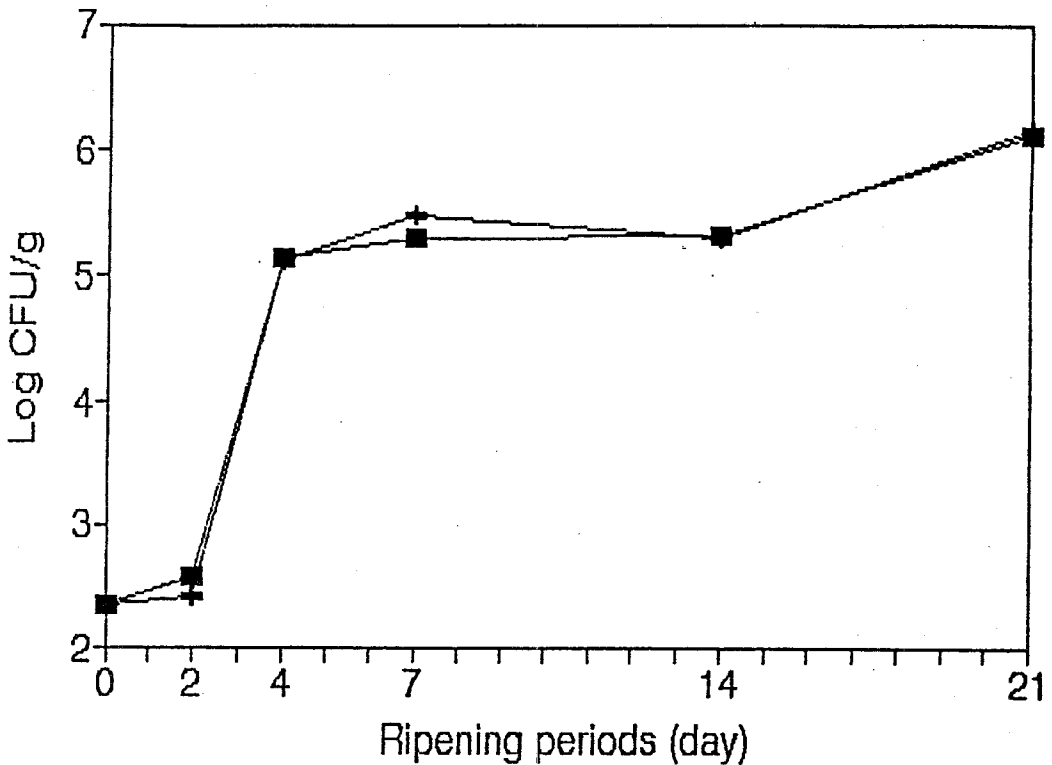


Fig. 6. Changes in mold counts during ripening of mold fermented sausages.

symbols: \blacksquare ; *L. curvatus* groups, \blacksquare \blacksquare ; *L. plantarum* groups

또한, 두 처리구 모두 숙성 4일째의 10^5 CFU/cm²의 수준에서 점차 증가하여 28일째에는 대조구와 시험구가 각각 8.4×10^5 CFU/cm² 및 1.3×10^6 CFU/cm²의 수준을 보였다. 이와 같이 두처리구 모두 숙성 2일째까지의 케이싱 표면에는 원료육의 처리시에 오염된 효모 및 곰팡이가 검출되었으나 숙성 4일째 이후에는 케이싱 표면이 스타아터로 접종된 *P. nalgiovensis* 로 피복되었고, 이들은 소시지의 외관, colony의 형태 및 현미경 관찰에 의하여 스타아터로 접종된 *P. nalgiovensis*임이 확인 되었다. 따라서 본 연구에서는 발효소시지의 제조시에 곰팡이 starter를 접종함으로써 숙성 중에 유해균에 의한 변패를 방지하고, mycotoxin 생성의 예방 및 과도한 건조를 방지할 수 있다는 Lücke와 Hechelmann(1987)의 보고를 뒷받침하였다.

7) 대장균군 수의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성 중에 경시적으로 대장균군 수를 측정된 결과는 Fig. 7과 같다. 즉, 대조구의 경우 소시지 조제직후에 2.4×10^4 CFU/g의 수준으로 검출되었고 숙성 2일과 4일째에는 $2.9 \sim 3.4 \times 10^4$ CFU/g의 수준으로 1대수주기 정도 감소하였으며 숙성 7일째 이후 크게 감소하여 숙성 21일째 이후에는 검출되지 않았다. 반면에 시험구의 경우 소시지 조제직후에 1.3×10^4 CFU/g의 수준으로 검출되었으나 숙성 2일째에 1.8×10^2 CFU/g로 현저히 감소하였고 그 이후 크게 감소하여 숙성 14일째에는 매우 낮은 수준을 보였으며, 역시 숙성 21일째에는 검출되지 않았다. 이와 같이 두처리구간의 차이는 접종된 유산균 starter의 발효온도에서의 활력차이에 따른 pH와 산도의 변화 패턴에 상응한 결과라고 생각된다.

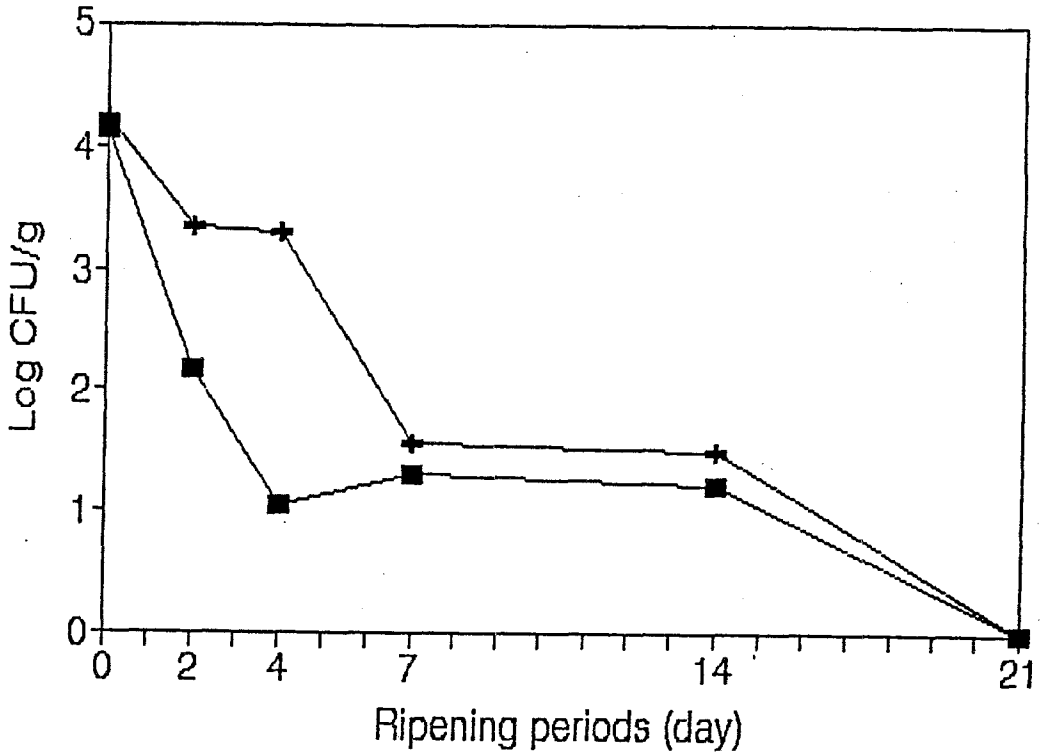


Fig. 7. Changes in numbers of coliform groups during ripening of mold fermented sausages.

symbols: \blacksquare ; *L. curvatus* groups, \blacksquare with cross; *L. plantarum* groups

8) *Salmonella* 수의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성 중에 *Salmonella*의 수는 SS agar 평판상에서 *Salmonella*가 검출되지 않은 시점(< 30 CFU/g)에서 부터 MPN법을 병행하여 측정하였으며 그 결과는 Fig. 8과 같다. 즉, 대조구의 경우 소시지 조제직후에 SS agar 평판상에 2.3×10^2 CFU/g의 수준으로 검출되었고 숙성 2일째에

약간 감소 하였으나 숙성 4일째에는 초기 균수가 그대로 유지되었으며 숙성 7일째 부터 검출되지 않았기 때문에 MPN법으로 측정한 결과 숙성 7일째 0.93/g의 수준이었으나 그 이후 점차 감소하여 28일째에는 검출되지 않았다. 반면에 시험구의 경우에는 조제직후에 3.3×10^2 CFU/g의 수준으로 검출되었으나 대조구와는 달리 숙성 2일째에 3.0×10 CFU/g로 현저히 감소하였고 숙성 4일째 이후에는 검출되지 않았으며 MPN법으로 측정한 결과 숙성 4일과 7일째에 각각 0.23/g 및 0.93/g이었고 숙성 7일째 이후에는 검출되지 않았다.

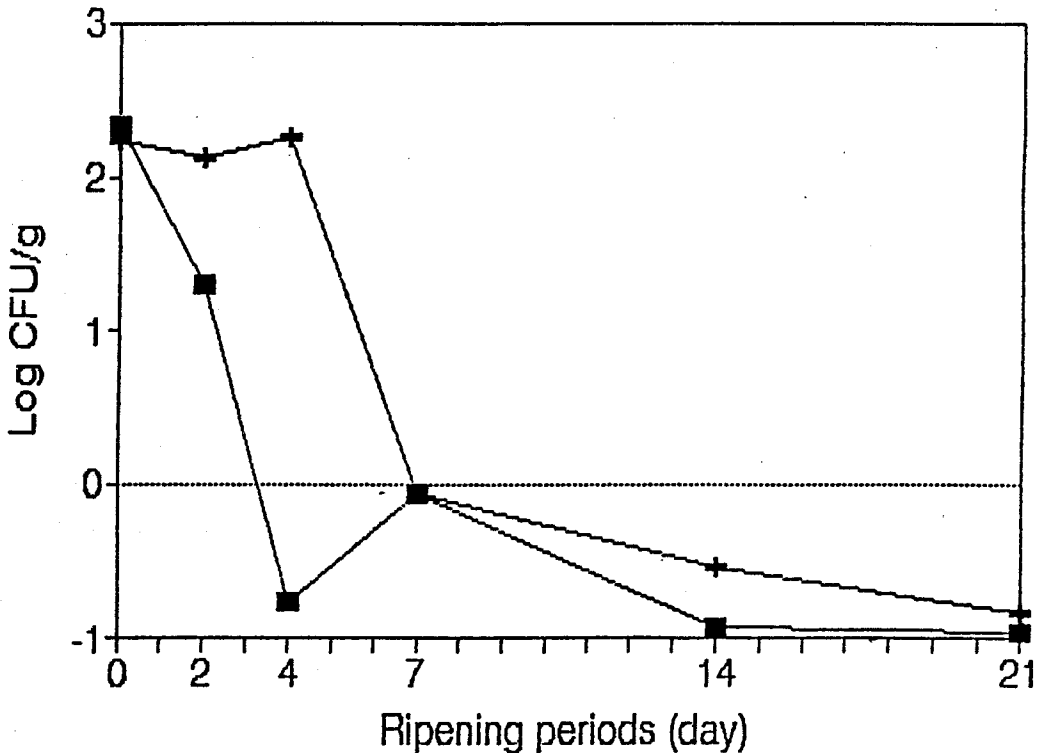


Fig. 8. Changes in numbers of *Salmonella* during ripening of mold fermented sausages.

symbols: \blacksquare ; *L. curvatus* groups, \blacksquare -; *L. plantarum* groups

9) *Staphylococcus aureus* 수의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성 중에 경시적으로 *Staph. aureus*의 수를 측정한 결과 두처리구 모두 소시지 조제직후에는 Baird - Parker 배지상에 검출되지 않았고 숙성 2일과 4일째에는 Baird parker 배지상에 *Staph. aureus*로 추정되는 검정색의 투명환을 형성하는 colony가 대조구에서는 2.2×10^2 CFU/g 이하, 시험구에서는 5.0×10 CFU/g 이하의 수준으로 검출 되었으나 이들 colony에 대하여 coagulase test를 한 결과 음성반응을 보여 *Staph. aureus*가 아님이 확인 되었다. 따라서 숙성 전기간에 걸쳐 *Staph. aureus*는 검출되지 않았다.

10) *Listeria monocytogenes* 수의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 경시적으로 *L. monocytogenes*의 수를 측정한 결과는 Fig. 9와 같다. 즉, 대조구의 경우 소시지 조제직후에 1.4×10^2 CFU/g의 수준으로 검출되었고 숙성 7일째까지는 큰 변화가 없었으나 숙성 14일째 이후 현저히 감소하여 숙성말기인 28일째에는 4.0×10 CFU/g의 수준을 보였다. 반면에 시험구의 경우 소시지 조제직후 대조구와 같은 수준으로 검출되었고 숙성 4일째까지 큰 변화가 없었으나 숙성이 진행됨에 따라 대조구와는 달리 숙성 7일째이후 현저히 감소하였으며 숙성 28일째에는 매우낮은 수준(< 30 CFU/g)을 보였다. 이들 결과는 오늘날 육제품의 제조에 일반적으로 이용되고 있는 염지제의 첨가수준(120ppm NaNO_2 , 3.0% NaCl)으로 제조한 발효소시지의 숙성중에 이 균이 생존할 수 있다는 Junttila(1989)의 보고와는 달리 매우 낮은 수준을 보였다. 특히 *L. curvatus*를 starter로 하여 제조된 시험구에 있어서 더욱 낮은 수준을 보였으며, 이는 낮은 초기 균수(1.4×10^2 CFU/g), 아질산염, 식염 및 pH의 상호작용에 의한 결과라고 사료된다.

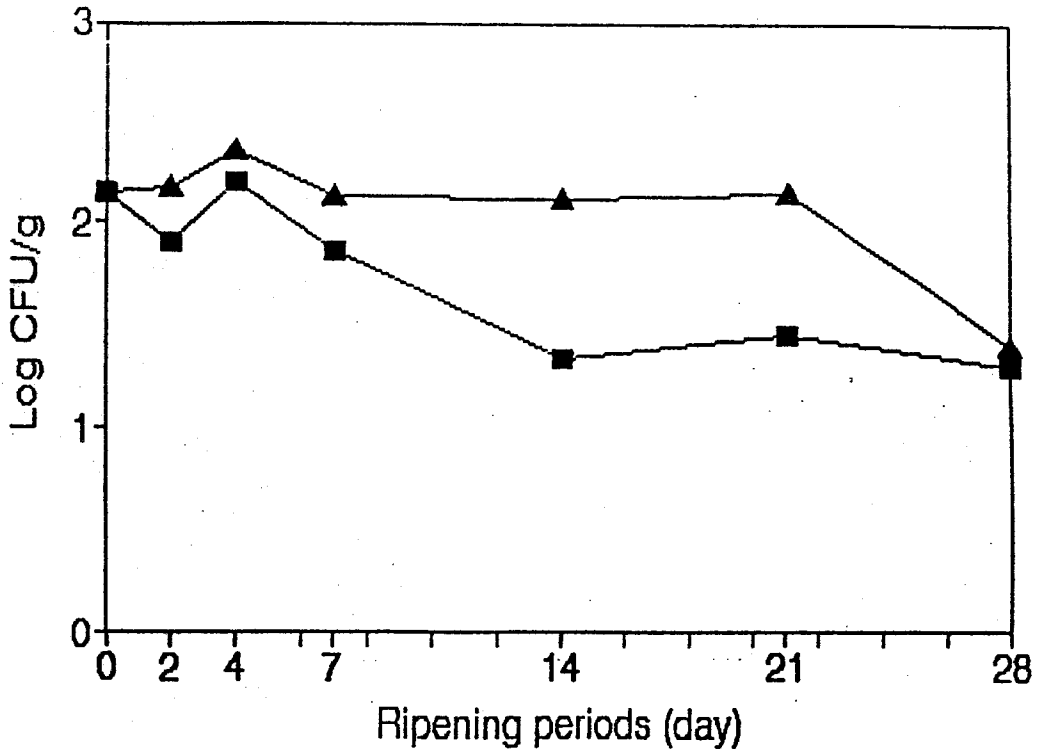


Fig. 9. Changes in numbers of *L. monocytogenes* during ripening of mold fermented sausages.

symbols: ■; *L. curvatus* groups, ▲; *L. plantarum* groups

이상에서 본 바와 같이 곰팡이 발효소시지의 완제품은 대장균군수, *Salmonella* 및 *Staph. aureus*에 있어서 음성으로 나타났고 *L. monocytogenes*에 있어서 매우 낮은 수준(< 30 CFU/g)을 보였으며 잔류 아질산의 양에 있어서 육제품의 허용량인 70 ppm보다 극히 낮은 1 ppm의 수준을 보였으므로 식품위생상 매우 안전한 제품으로 평가된다.

부록 II. 곰팡이 발효소시지의 이화학적 특성

1. 연구목적

국내 육가공산업은 원료수급과 가격의 불안정, 한정된 제품의 종류 그리고 기술부족 등으로 국제 경쟁력이 약한 현 실정에서 우루과이 라운드(UR)의 타결로 인한 외국산 육가공제품의 수입 자유화는 앞으로 국내 시장을 크게 잠식시킬 것이며, 국내 육가공업체는 물론 농민의 생활을 더욱 어렵게 할 뿐만 아니라 우리나라 축산업의 장래를 어둡게 하는 심각한 문제를 초래할 것으로 본다. 따라서 하루 속히 최신 육가공 기술을 개발하고 우수한 양질의 육제품을 개발하여 다양하게 생산 보급함으로써 국제 경쟁력 제고에 힘써야 할 것이며, 더욱이 농촌경제를 생각하여 대규모의 육가공 공장에서만 생산 가능한 제품보다 농촌에서 소규모 시설로도 생산할 수 있는 양질의 특수 축산 가공품 제조기술 개발에 역점을 두어야 할 것이다.

발효 소시지는 구미 지역에 있어서 전통적인 육제품으로 대단히 중요한 위치를 차지하고 있으며, 이에 따른 신제품 개발은 물론 육제품에 이용될 starter culture에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 우리나라에서도 국민 소득의 향상과 이에 따른 식생활 pattern의 다양화로 이러한 발효육제품의 수요가 점차 증가하리라 예상되며, 육가공 산업에 있어서도 이에 부응하기 위한 신제품개발이 강하게 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 새로운 축산 가공식품 개발의 일환으로 농가에서도 비교적 쉽게 수공업으로 생산할 수 있을 뿐만 아니라 아직도 국내에서 개발되지 않은 양질의 곰팡이 발효소시지 제조 개발을 주된 목적으로 하여 새로운 유산균 starter와 곰팡이 starter를 사용하여 새로운 발효소시지를 제조하고 그 속

성중에 일반성분, color, texture, 지방산, 유리아미노산 및 핵산관련 물질 등의 이화화적인 특성을 검토하여 발효소시지 제조기술의 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 실험재료 및 방법

1) 균주 및 발효소시지의 제조

발효소시지 제조를 위한 균주의 처리 및 발효소시지의 제조는 부록 I의 방법에 의하여 실시하였다.

2) 일반성분 분석

수분, 단백질 및 지방 등 일반성분은 AOAC(1980)에 따라 측정하였다.

3) Color의 측정

세절한 시료를 Color difference meter(Yasuda Seiki Co., UC 600-IV, Japan)를 이용하여 L, a, b값을 측정하였다. 이때 표준색은 L=89.2, a=0.921, b=0.783이었다.

4) Texture의 측정

Texture Analyzer(TA-XT₂, Stable Micro System Co., USA)를 이용하여 시료를 1 cm 두께로 자른 다음 Springiness, Cohesiveness, Hardness, Chewiness 등을 측정하였다.

5) 지방산 함량의 측정

시료 5 g을 정확히 취하여 혼합추출유기용매(chloroform : methanol, 2 : 1) 300 ml를 가하여 homogenizer로 3분간 균질한 후 여과하여 지질을 추출하였다. 추출된 여액의 1/3에 해당하는 증류수를 가한 다음 3,000 rpm에서 30분간 원심분리한 후 상정액을 제거하고 하층용액을 취하여 40℃ 이하에서 증류하여 잔류 용매를 제거하였다. 이때 N₂ gas를 계속 주입시켜 농축과정중

불포화지방산의 산화를 방지하였다. 이렇게 하여 얻은 순수한 지방 4~10 mg을 검화용 반응용기에 취하여 0.5N methanolic NaOH 용액 1 ml를 가한 후 15분간 가열하여 냉각하였다. 여기에 BF₃-methanol 용액 2 ml를 가하고 다시 15분간 가열한 후 실온으로 완전히 냉각한 다음 1 ml의 heptane과 NaCl 포화용액 2 ml를 가하고 1분간 혼합하여 30분간 정치한 후 상정액을 GC용 시료로 사용하였다. 이때 GC의 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operation conditions of gas chromatography for the analysis of fatty acids

Instrument	Hewlett Packard 5890
Detector	Flame Ionization Detector
Column	BP-20 (30 m x 0.5 mm)
Carrier gas	He gas
Split ratio	60 : 1
Temperature	Column : 170(5)-2.5-230°C Injector : 230°C Dectector : 250°C
Chart speed	0.5 cm/min
Injection volume	0.2 μ l

8) 유리아미노산 함량의 측정

시료 0.1 g을 정확히 달아서 2.5 ml의 1.2% picric acid를 이용하여 단백질을 제거시킨 다음 근육으로 부터 유리된 최종 무단백추출물(protein free extracts)을 3차 증류수를 이용하여 30 ml로 정용하였다. 이중 5.0 ml의 용액을 취하여 시험관에 옮기고 즉시 dry ice와 actone을 이용하여 냉동시켰다. 냉동된 시료액을 냉동건조후 밀봉하여 분석시까지 -20°C에 보관하였다. 이것을 유리아미노산 분석직전에 3차 증류수로 적절히 희석한 다음 whatman

membrane filter paper(pore size 0.2 μ l, diameter 25mm)를 이용하여 여과하였다. 여과된 공시액 20 μ l를 HPLC에 주입하여 유리 아미노산을 분석하였으며 이때 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operation conditions of HPLC for the analysis of free amino acids

Instrument	Water : injector, pump gradient controller, integrator absorbance detector
Column	Waters PICO-Tag, column(3.9 x 150mm, 4 μ l)
Wavelength	245nm
Temperature	40 $^{\circ}$ C
Chart speed	1.0cm/min
Mobile phase	A : 0.14M sodium acetate trihydrate 0.05% triethylamine pH 6.4 with phosphoric acid HPLC grade water B : 60% acetonitrile

9) 핵산관련물질 함량의 측정

시료 5 g을 정확히 취하여 냉장 보관된 10% perchloric acid 용액 25 ml를 가하여 균질한 후 4,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상정액을 분취하고 침전물에 대하여 이상과 동일하게 2회 반복 처리하여 얻은 상정액을 전부 모아 냉각된 5N KOH 용액으로 pH 6.5로 조절한 다음 중화된 perchloric acid를 가하여 100 ml로 정용하였다. 30분간 방치한 후 1 ml를 취하여 10,000 rpm에서 2분간 원심분리하고 상정액을 0.45 μ m millipore filter로 여과한 후

HPLC에 주입하여 정량하였다. 사용된 HPLC(Young In 910, Korea)의 조건을 보면 μ -Bondapak C₁₈(3.9 mm ID x 30 cm) column을 이용하였고 mobile phase는 pH 6.5로 조절된 1% TEA 용액으로써 사용직전에 degasing하였다. Isocratic operation program을 이용하였고 0.2 AUFS, UV detector 254 nm, flow rate 1.0 ml/min로서 high pressure 2,500, low pressure 0 limit로 set up 하였다. 표준물질은 0.001 mole을 주입하였으며 peak area로서 환산하였다.

4. 결과 및 고찰

1) 곰팡이 발효소시지의 숙성중 일반성분 조성의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 경시적으로 수분, 단백질 및 지방 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Changes in chemical composition during ripening of mold fermented sausages

Ripening period (days)	Lp			Lc		
	Moisture(%)	Protein(%)	Fat(%)	Moisture(%)	Protein(%)	Fat(%)
0	57.96	15.40	21.28	58.71	15.72	20.22
7	45.26	21.48	26.45	47.17	24.62	25.97
14	37.89	27.78	34.71	33.87	28.35	36.44
21	29.65	29.12	38.14	28.57	29.65	39.49
28	25.28	31.78	40.87	25.10	32.26	40.71

Lp : *Lactobacillus plantarum* group

Lc : *Lactobacillus curvatus* group

즉 수분 함량은 곰팡이 발효소시지의 조제직후 58%에서 숙성 28일째 25%의 수준으로 감소하였다. 반면에 단백질 함량은 조제직후 15%에서 숙성 28일째 32%의 수준으로 증가하였고, 지방 함량도 조제직후 21%에서 숙성 28일째 40%의 수준으로 증가하였다. 한편 두 처리구 간에는 조제직후 및 숙성말기까지 수분, 단백질 및 지방 함량에 있어서 큰 차이가 없었다

2) Color의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 색차계를 이용하여 경시적으로 color를 측정 한 결과는 Table 4과 같다. 즉 명도를 나타내는 L값은 대조구의 경우 발효소시지의 조제직후 54.87에서 숙성말기인 28일째 32.8로 점차 저하하였고 시험구의 경우에도 조제직후 56.13에서 숙성 28일째 31.17로 점차 저하하였으며 두 처리구 간에는 큰 차이가 없었다. 적색도를 나타내는 a값은 대조구의 경우 조제직후 5.07에서 숙성 28일째 11.6으로 점차 증가하였고 시험구의 경우에도 조제직후 4.67에서 숙성 28일째 12.57로 점차 증가하였으며 두 처리구 간에는 시험구가 대조구에 비하여 숙성 28일째 다소 큰 값을 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구의 경우 조제직후 11.73에서 숙성 28일째 8.69로 감소하였고 시험구의 경우에도 조제직후 12.03에서 숙성 28일째 9.41로 감소하였으며 두 처리구 간에는 큰 차이가 없었다. 이와 같이 L, a, b값의 변화로부터 곰팡이 발효소시지는 숙성 7일째까지 발색이 거의 완료된 것으로 판단되며 이러한 결과는 발색제로서 첨가된 아질산염이 NO로 환원되어 육색소단백질인 myoglobin과 반응함으로써 nitrosomyoglobin이 형성된 데에 기인한다.

Table 4. Changes in color during ripening of mold fermented sausages

Ripening period (days)	Lp			Lc		
	L	a	b	L	a	b
0	54.87	5.07	11.73	56.13	4.67	12.03
7	49.80	11.10	8.09	49.50	10.90	8.16
14	38.40	10.05	7.99	35.90	11.03	7.77
21	34.50	10.22	8.11	33.60	10.98	8.28
28	32.80	11.60	8.69	31.17	12.57	9.41

Lp : *Lactobacillus plantarum* group

Lc : *Lactobacillus curvatus* group

3) Texture의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 Texture Analyzer를 이용하여 경시적으로 texture를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 즉 Hardness는 물체를 변형시키는 데에 소요되는 힘의 크기로서 대조구와 시험구에서는 숙성 7일째 각각 7,496.5 및 7,198.6에서 숙성 21일째 각각 15,048.0 및 15,985.7로 크게 증가하였다. Springiness는 물체를 주어진 힘에 의하여 변형시켰다가 그 힘이 제거될 때 다시 복귀되는 정도로서 대조구와 시험구에서는 숙성 7일째 각각 0.818 및 0.801에서 숙성 21일째 각각 0.564 및 0.614로 크게 감소하였다. Adhesiveness는 식품의 표면이 접촉부위에 달라 붙는 힘을 극복하는 데에 필요한 일의 양으로서 대조구와 시험구에서는 숙성 7일째 각각 855.2 및 847.9에서 숙성 21일째 각각 180.6 및 146.1로 크게 감소하였다. Cohesiveness는 식품의 형태를 구성하는 내부적 응집에 필요한 힘의 크기로서 대조구와 시험구에서는 숙성 7일째 각각 0.502 및 0.488에서 숙성 21일째 각각 0.374 및 0.375로 크게 감소하였다. Gumminess는 식품을 파쇄시키는 데에 필요한 힘의 크

기로서 대조구와 시험구에서는 숙성 7일째 각각 3,959.2 및 3,650.2에서 숙성 21일째 각각 5,634.5 및 6,006.0으로 약간 증가하였다. Chewiness는 식품을 삼킬 수 있을 때까지 씹는 데에 필요한 일의 양으로서 대조구와 시험구에서는 숙성 7일째 각각 3,226.4 및 2,924.7이었고 숙성 21일째 각각 3,176.7 및 3,687.4로서 숙성중에 큰 변화가 없었다. 이와 같이 곰팡이 발효소시지의 숙성이 진행됨에 따라 Hardness는 크게 증가한 반면 Springiness, Adhesiveness 및 Cohesiveness는 크게 감소하였으며 이차적요소인 Gumminess와 Chewiness는 약간 증가하거나 큰 변화가 없었다. 또한 두 처리구 간에는 숙성 21일째 시험구가 대조구에 비하여 Hardness와 Springiness에 있어서는 높은 값을 나타내었고 Cohesiveness에 있어서 낮은 값을 나타낸 점으로 미루어 볼 때 시험구가 대조구에 비하여 조직이 단단하고 탄력성이 있는 것으로 생각된다.

Table 5. Changes in texture during ripening of mold fermented sausages

Texture	LP			LC		
	7	14	21	7	14	21
Hardness	7,496.5	12,270.8	15,048.0	7,198.6	10,650.1	15,985.7
Springiness	0.818	0.833	0.564	0.801	0.774	0.614
Adhesiveness	-855.2	-800.8	-180.6	-847.9	-438.3	-146.1
Cohesiveness	0.502	0.479	0.374	0.488	0.446	0.375
Gumminess	3,959.2	5,878.1	5,634.5	3,650.2	4,751.6	6,006.0
Chewiness	3,226.4	4,902.2	3,176.7	2,924.7	3,674.4	3,687.4

Lp : *Lactobacillus plantarum* group

Lc : *Lactobacillus curvatus* group

4) 지방산 함량의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 경시적으로 지방산 함량을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 지방산 함량은 곰팡이 발효소시지의 조제직후 대조구의 경우 oleic acid가 39.39%로서 가장 많이 함유되어 있었고 다음으로 palmitic acid 25.39%, stearic acid 15.81% 및 linoleic acid 12.28%의 순으로 많이 함유되어 있었으며 숙성 28일째에도 oleic acid가 32.24%로 가장 많이 함유되어 있었고 다음으로 palmitic acid 28.64%, stearic acid 18.30% 및 linoleic acid 8.63%의 순으로 많이 함유되어 있었으며 숙성이 진행됨에 따라 조성비에 있어서 큰 차이가 있었다. 시험구의 경우에도 조제직후 oleic acid가 43.06%로서 가장 많

Table 6. Changes in fatty acid composition during ripening of mold fermented sausages (wt%)

Fatty acids	LP			LC		
	0	14	28	0	14	28
Lauric acid(12:0)	0.07	-	-	-	-	-
Myristic acid(14:0)	1.26	1.27	1.42	1.27	1.27	1.32
Palmitic acid(16:0)	25.39	26.40	28.64	26.32	27.07	27.45
Stearic acid(18:0)	15.81	16.16	18.30	14.94	15.07	19.04
Eicosanic acid(20:0)	0.74	-	-	0.62	0.70	0.42
Palmitoleic acid(16:1)	2.17	2.20	3.12	3.04	3.12	3.12
Oleic acid(18:1)	39.39	38.25	32.24	43.06	41.82	40.47
Linoleic acid(18:2)	12.28	11.30	8.63	9.47	9.20	9.07
Linolenic acid(18:3)	0.76	0.78	-	0.58	0.62	0.47

Lp : *Lactobacillus plantarum* group

Lc : *Lactobacillus curvatus* group

이 함유되어 있었고 다음으로 palmitic acid 26.32%, stearic acid 14.94% 및 linoleic acid 9.47%의 순으로 많이 함유되어 있었으며 숙성 28일째에도 oleic acid가 40.47%로 가장 많이 함유되어 있었고 다음으로 palmitic acid 27.45%, stearic acid 19.04% 및 linoleic acid 9.07%의 순으로 많이 함유되어 있었으며 대조구와 마찬가지로 숙성이 진행됨에 따라 조성비에 있어서 큰 차이가 있었다. 또한 두 처리구 간에는 숙성 28일째 시험구가 대조구에 비하여 oleic acid를 많이 함유하고 있었으나 다른 지방산에 있어서는 서로 큰 차이가 없었다

5) 유리아미노산 함량의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 경시적으로 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 곰팡이 발효소시지의 조제직후 유리아미노산의 총합량은 대조구의 경우 81.07 mg%였고 그 중에서 alanine이 26.72 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며 다음으로 glycine, histidine, threonine, valine, glutamic acid, lysine, serine 및 leucine 등의 순으로 많이 함유되어 있었다. 시험구의 경우에는 총합량은 91.62 mg%로서 대조구보다 다소 높은 수준이었고 그 중에서 alanine이 32.35 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며 다음으로 glycine, glutamic acid, histidine, threonine, serine, valine, lysine, 및 leucine 등의 순으로 많이 함유되어 있었다. 이와 같이 두처리구 간에는 곰팡이 발효소시지의 조제직후 유리아미노산의 총합량과 조성비율에 있어서 약간의 차이가 있었다. 한편 숙성이 진행됨에 따라 유리아미노산 함량은 점차 증가하여 숙성말기인 28일째 대조구의 경우 총합량이 215.97 mg%로서 조제직후보다 2.7배 증가하였고 역시 alanine이 51.52 mg%로서 가장 많이 함유되어 있었으며 다음으로 lysine이 25.43 mg%, glycine 23.24 mg%, valine 17.54 mg%, leucine 16.82 mg%, glutamic acid 12.58 mg% 및 isoleucine 12.48 mg%의 순으로 많이 함유되어 있었다. 또한 시험구의 경우에도 숙성이 진행됨에 따라 점차 증가하여 숙성말기인 28일째 총합량이 216.98 mg%로서 조제직후보다 2.4배 증

가하였고 역시 alanine이 52.54 mg%로서 가장 많이 함유되어 있었으며 다음으로 leucine이 27.36 mg%, lysine 22.74 mg%, glycine 19.52 mg%, glutamic acid 16.42 mg%, serine 12.35 mg% 및 isoleucine 11.42 mg%의 순으로 많이 함유되어 있었다. 이와 같이 숙성말기인 28일째에는 두 처리구 간에 유리아미노산의 총합량에 있어서는 비슷한 수준이었으나 그 조성비율에 있어서는 약간의 차이가 있었다.

Table 7. Changes in contents of free amino acids during ripening of mold fermented sausages (mg%)

FAA	LP			LC		
	0	14	28	0	14	28
Asp	1.25	4.92	7.52	0.87	5.05	6.87
Thr	5.74	5.47	3.70	5.82	7.05	5.50
Ser	3.56	5.62	8.76	5.24	7.36	12.35
Glu	4.52	6.52	12.58	9.45	11.06	16.42
Gly	12.50	17.92	23.24	9.69	7.54	19.52
Ala	26.72	27.62	51.52	32.35	29.84	52.54
Val	4.54	6.52	17.54	4.72	5.42	6.84
Cys	1.08	1.32	1.32	1.35	1.52	2.01
Met	1.25	2.14	6.37	1.08	3.07	7.28
Ile	1.76	6.14	12.48	2.32	6.74	11.42
Leu	3.28	10.15	16.82	4.50	10.54	27.36
Tyr	0.85	1.75	7.54	0.19	0.95	6.34
Phe	1.24	5.85	9.75	2.84	7.95	9.45
Lys	3.95	8.78	25.43	4.78	9.36	22.74
His	7.48	8.94	8.77	6.42	9.42	8.48
Arg	0.57	-	-	-	0.56	0.17
Pro	0.78	1.05	2.63	-	1.35	1.69

Lp : *Lactobacillus plantarum* group

Lc : *Lactobacillus curvatus* group

6) 핵산관련물질 함량의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 경시적으로 핵산관련물질 함량을 측정한 결과는 Table 8과 같다. ATP 함량은 대조구의 경우 곰팡이 발효소시지의 조제직후 13.8 mg%에서 숙성 28일째 1.5 mg%로 크게 감소하였고 시험구의 경우에도 조제직후 9.4 mg%에서 숙성 28일째 0.7 mg%로 크게 감소하였다. ADP 함량은 대조구의 경우 조제직후 26.1 mg%에서 숙성 28일째 11.4 mg%로 감소하였고 시험구의 경우에도 조제직후 32.4 mg%에서 숙성 28일째 9.8 mg%로 감소하였다. AMP 함량은 대조구의 경우 조제직후 144.3 mg%에서 숙성 28일째 85.2 mg%로 감소하였고 시험구의 경우에도 조제직후 106.7 mg%에서 숙성 28일째 76.5 mg%로 감소하였다. IMP 함량은 대조구의 경우 조제직후 217.8 mg%에서 숙성 28일째 42.5 mg%로 감소하였고 시험구의 경우에도 조제직후 235.4 mg%에서 숙성 28일째 90.8 mg%로 감소하였다. Inosine 함량은 대조구의 경우 조제직후 23.6 mg%에서 숙성 28일째 7.8 mg%로 감소하였고 시험구의 경우에도 조제직후 37.6 mg%에서 숙성 28일째 10.8 mg%로 감소하였다. Hypoxanthine 함량은 대조구의 경우 조제직후 92.8 mg%에서 숙성 28일째 92.3 mg%로 큰 변화가 없었고 시험구의 경우에도 조제직후 87.5 mg%에서 숙성 28일째 81.6 mg%로 역시 큰 변화가 없었다. 이와 같이 ATP, ADP, AMP, IMP 및 Inosine 등의 핵산관련물질은 숙성이 진행됨에 따라 크게 감소하였으나 AMP 및 IMP는 숙성 28일째에도 많이 잔존하고 있었다. 특히 IMP는 정미성분으로서 유리아미노산과 공존할 경우 맛의 상승효과가 매우 큰 것으로 알려져 있다. 이러한 맛성분인 IMP는 대조구보다 시험구에 2배 이상 많이 잔존하고 있었다.

Table 8. Changes in contents of ATP-related compounds during ripening of mold fermented sausages (mg%)

ATP related compounds	LP			LC		
	0	14	28	0	14	28
ATP	13.8	5.7	1.5	9.4	2.6	0.7
ADP	26.1	20.0	11.4	32.4	16.5	9.8
AMP	144.3	117.5	85.2	106.7	98.6	76.5
IMP	217.8	85.2	42.5	235.4	154.3	90.8
Inosine	23.6	15.2	7.8	37.6	21.4	10.8
Hypoxan -tin	92.8	95.4	92.3	87.5	86.4	81.6

Lp : *Lactobacillus plantarum* group

Lc : *Lactobacillus curvatus* group

부록 Ⅲ. 곰팡이 발효소시지의 향기성분 분석 및

관능검사

1. 연구목적

국산 육가공제품이 원료 수급과 가격의 불안정, 제한된 제품 및 기술 부족 등으로 국제 경쟁력이 약한 현 실정에서 우루과이 라운드 타결로 인한 외국산 육가공제품의 국내 시장 잠식에 대비하는 길은 한국적인 맛과 향을 지닌 새로운 양질의 제품 개발이다. 이에 새로운 제품에 대한 향기성분의 추출 및 분석 방법의 확립이 절실히 요구된다.

일반적으로 식품의 품질에 관한 최종판단은 소비자에 의하여 주관적으로 이루어지므로 관능검사가 식품의 품질 측정에서 차지하는 비중은 매우 크다. 그런데 관능검사 방법은 때와 장소 그리고 패널에 따른 오차가 많은 편이므로 이러한 결점을 극복하기 위하여 이화학적 측정방법과 병행하는 경향이 있다. 객관적 품질 측정방법인 이화학적 분석법은 장시간을 요하고, 정밀한 기계가 필요하며, 훈련된 인력이 있어야 하므로 식품의 품질 평가를 위해서는 단시간에 정확하게 분석할 수 있는 방법을 개발하는 일이 무엇보다 필요하다. 또한 이화학적 측정방법은 관능적으로 측정된 품질과 밀접한 상관관계가 없으면 식품의 품질 측정방법으로 사용할 가치가 없다. 이와 같이 식품의 품질특성을 측정하려면 동일한 시료에 대하여 이화학적 방법과 관능적 방법으로 측정하여 두 측정치간의 상관관계를 반드시 평가해야 한다. 평가결과, 두 방법간에 유의성 있는 상관관계가 있음이 판명되면 관능검사를 대신하여 이화학적 방법으로 품질을 측정할 수 있다.

따라서 곰팡이 발효소시지의 숙성중 향기성분을 이화학적 방법과 관능적 방법으로 측정하여 두 측정치간의 상관관계를 평가하고 이에 따라 기계적으로

신속 정확하게 분석할 수 있는 방법을 제시함으로써 한국적 맛과 향을 지닌 새로운 제품 개발에의 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 실험재료 및 방법

1) 사용균주 및 발효소시지의 제조

발효소시지 제조를 위한 사용 균주 및 발효소시지의 제조는 부록 I의 방법에 의하여 진행하였다.

2) 향기성분의 추출

향기성분의 추출에는 Likens-Nickerson 장치의 개량형인 연속증류추출(simultaneous steam distillation extraction) 장치를 사용하였다. 즉, 세절된 곰팡이 발효소시지 100 g에 증류수 200 ml를 가하여 시료용 플라스크에 넣고, n-pentane 150 ml를 용매용 플라스크에 넣어 항온을 유지하면서 먼저 용매를 순환시킨 후, 시료가 끓을 때까지 시료용 플라스크의 온도를 상승시켜 2시간 동안 향기성분을 추출하였다. 추출액에 무수황산나트륨을 첨가하고 냉장고에서 12시간 방치시켜 탈수시킨 다음 GC 및 GC-MS 분석용으로 하였다.

2) 향기성분의 분석

추출된 향기성분은 GC 및 GC-MS를 이용하여 분석하였다. GC는 Hewlett-Packard 5890 IIGC가 사용되었다. 본 실험에는 Ultra-2(50m x 0.2mm x 0.33 μ m) column이 분석에 이용되었고, column은 먼저 50°C의 온도로 2분간 유지한 다음 10°C/min의 속도로 320°C까지 온도를 높여 30분간을 유지하였다. 검출기는 FID가 사용되었고 검출기 및 주입구 온도는 각각 320°C 및 280°C로 유지하였다. 운반기체인 He가스는 유속 0.5ml/min으로 하였다. MS는

Hewlett-Packard 5988 MS가 사용되었고, 그 분석조건으로는 ion source temperature 200℃, ionization energy 70eV, trap current 300 μ A였다. 각 성분들은 Mass spectrum과 library system에 의하여 검색한 후 확인되었다.

3) 관능검사 및 통계처리

관능검사는 훈련된 검사요원 10명을 대상으로 매회 3반복 실시하였으며, 향과 맛 및 종합적인 기호도에 대한 강도를 7점 척도법(7 : 매우 좋다(강하다), 1 : 매우 나쁘다(약하다))으로 평가하였다. 평가 후 분석치의 통계처리는 Statistical Analysis System(SAS) program을 이용하여 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 곰팡이 발효소시지의 향미성분

곰팡이 발효소시지의 향기성분을 SDE법으로 추출하여 GC-MS에 의하여 분석하였다. 곰팡이 발효소시지의 제조직후에 분리된 향기성분의 total ion chromatogram은 Fig. 1과 같다. 이러한 total ion chromatogram으로부터 Fig. 2와 같이 mass spectrum과 library system에 의하여 검색한 후 확인된 화합물은 Table 1과 같다. 곰팡이 발효소시지 제조직후의 향기성분은 총 9종이 분리되었으나, hexanoic acid와 2-butyl-2-octenal 등 2종만이 확인되었고, 나머지는 확인되지 않았다.

*Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 28일간 숙성시킨 곰팡이 발효소시지로부터 분리된 향기성분의 total ion chromatogram은 Fig. 3과 같다. 이러한 total ion chromatogram으로부터 Fig. 4와 같이 mass spectrum과 library system에 의하여 검색한 후 확인된 화합

물은 Table 1과 같다. 숙성 28일째의 곰팡이 발효소시지로부터 분리된 향기성분은 총 14종이었으나, hexanoic acid의 trimethylsilyl ester, 2-butyl-2-octenal, 2-methyl-3-octanol, hexadecanoic acid, hexadecanoic acid의 trimethylsilyl ester 등 5종만이 확인되었고 나머지는 확인되지 않았다.

또한 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 28일간 숙성시킨 곰팡이 발효소시지로부터 분리된 향기성분의 total ion chromatogram은 Fig. 5와 같다. 이러한 total ion chromatogram으로부터 Fig. 6과 같이 mass spectrum과 library system에 의하여 검색한 후 확인된 화합물은 Table 1과 같다. 숙성 28일째의 곰팡이 발효소시지로부터 분리된 향기성분은 총 16종이었으나, hexanoic acid의 trimethylsilyl ester, hexanoic acid, 2-butyl-2-octenal, 2,5-dimethyl-3-methylene-1,5-heptadiene, 1-hexadecanol, 1,1-dimethylene-3-amino-2-butenic acid, heptyl hexanoate 등 7종만이 확인되었고 나머지는 확인되지 않았다.

한편 곰팡이 발효소시지의 제조직후에는 향기성분이 총 7종이 분리되었고 acid류인 hexanoic acid 1종과 aldehyde류인 2-butyl-2-octenal 1종만이 확인되었으나, 28일간 숙성시킴으로써 *Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지에서는 향기성분이 총 14종이 분리되었고, mass spectrum과 library system에 의하여 확인된 화합물도 hexanoic acid의 trimethylsilyl ester, 2-methyl-3-octanol, hexadecanoic acid, hexadecanoic acid의 trimethylsilyl ester 등 ester류와 alcohol류 4종이 더 증가하였다. 반면에 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지에서는 향기성분이 총 16종이 분리되었고, mass spectrum과 library system에 의하여 확인된 화합물도 hexanoic acid의 trimethylsilyl ester,

2,5-dimethyl-3-methylene-1,5-heptadiene, 1-hexadecanol, 1,1-dimethylene-3-amino-2-butenic acid, heptyl hexanoate 등 5종이 더 증가하였다. 이와같이 *Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지와 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지의 두 처리구간에는 28일간 숙성이 진행됨에 따라 향기성분의 분포가 서로 다른 양상을 보였다.

2) 곰팡이 발효소시지의 관능적 특성

28일간 숙성시킨 곰팡이 발효소시지의 향미를 최종적으로 평가하기 위하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 2와 같다. 향과 맛 그리고 종합적인 기호도에 있어서 *Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지와 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지의 두 처리구간에는 유의적인 차이가 인정되지 않았다($p < 0.05$). 이러한 결과는 시료간의 향미성분의 분포가 다른 양상을 보이긴 하나, 그 차이가 뚜렷하지 않아 관능검사에서는 인식할 수 없었던 것으로 생각된다.

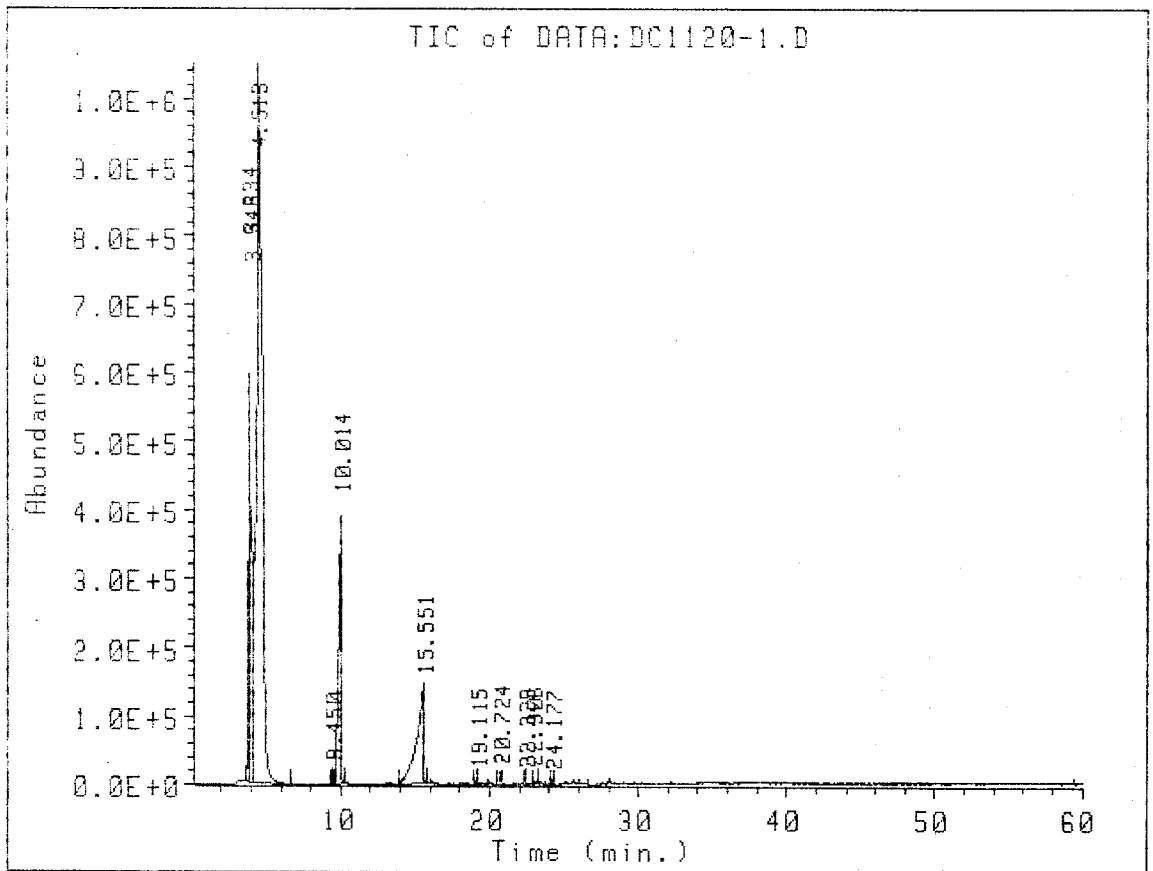


Fig. 1. Total ion chromatogram of volatile compounds from mold fermented sausage immediately after manufacturing

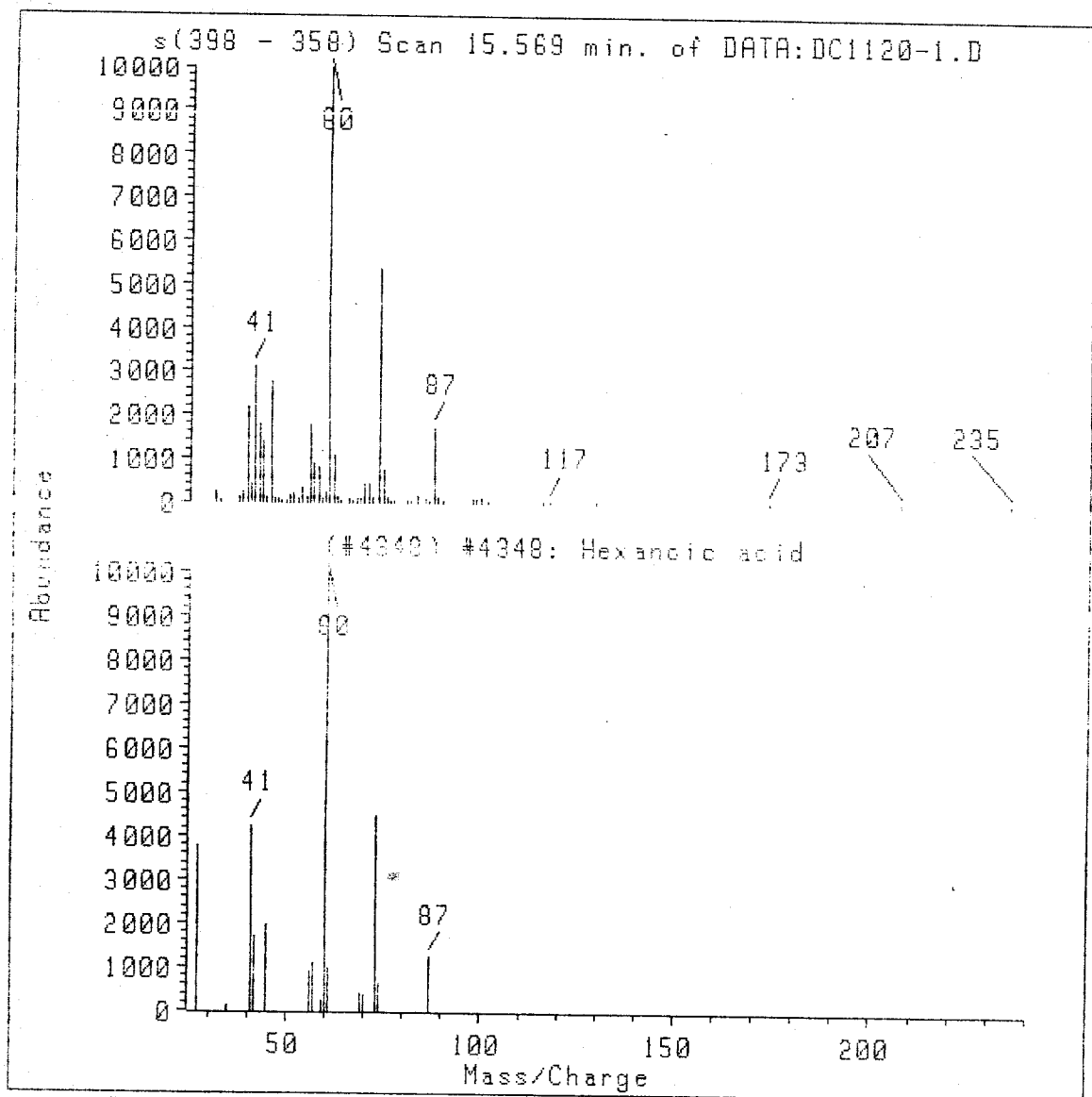


Fig. 2. Mass spectrum of hexanoic acid

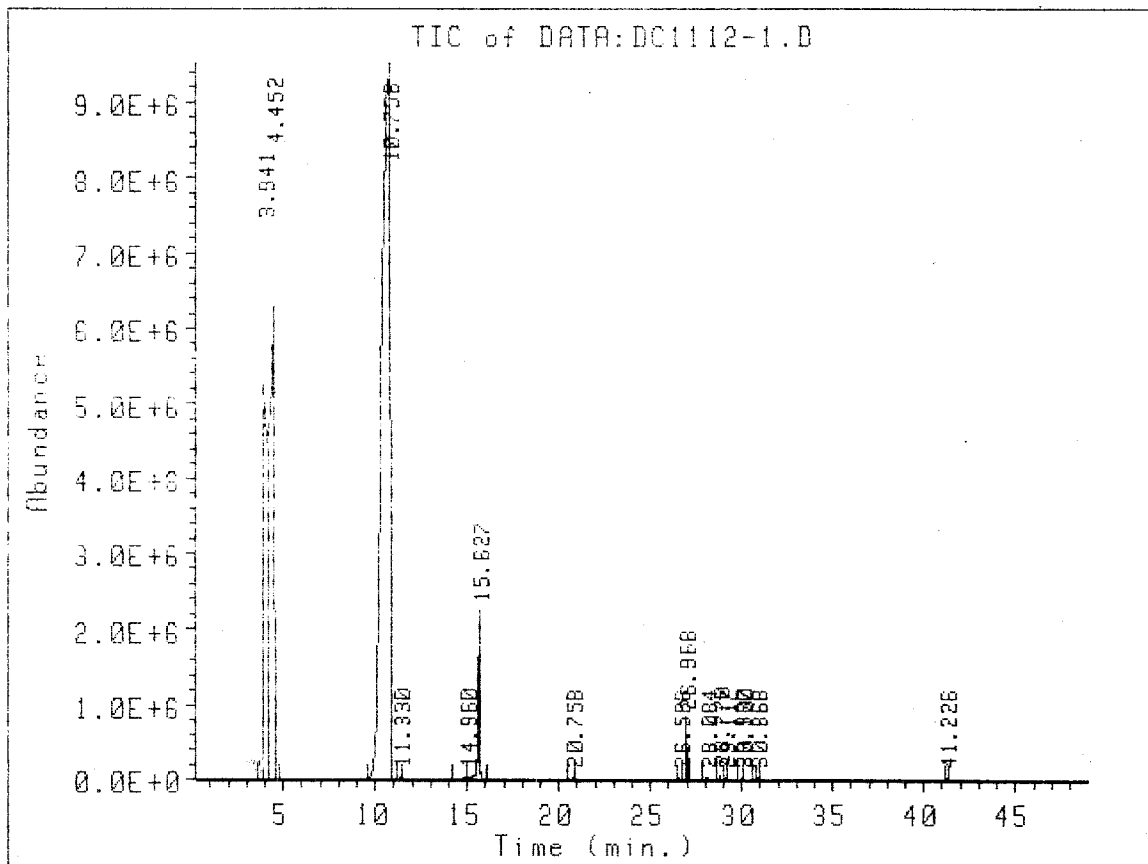


Fig. 3. Total ion chromatogram of volatile compounds from mold fermented sausage of *Lactobacillus plantarum* group ripened for 28 days

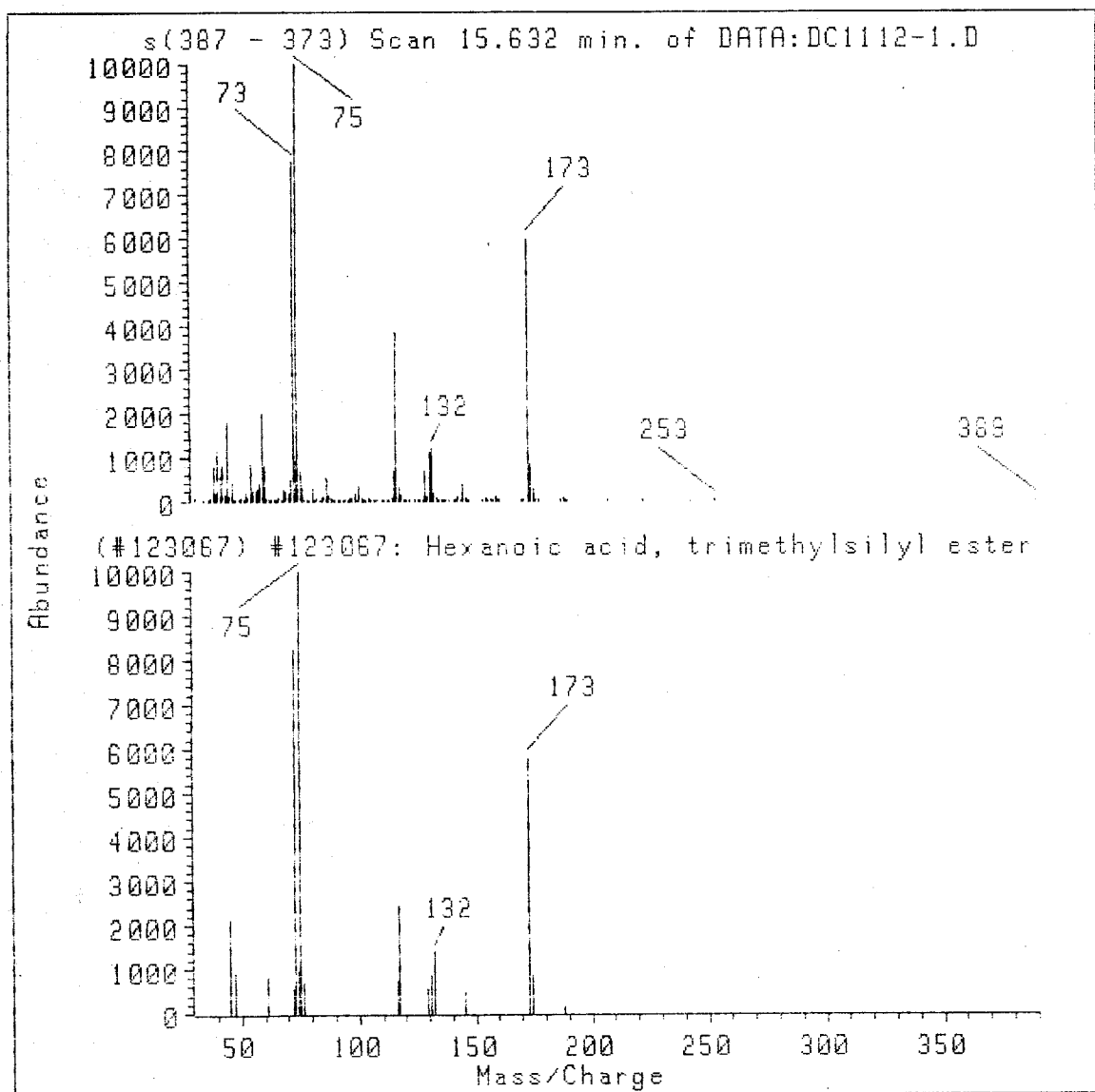
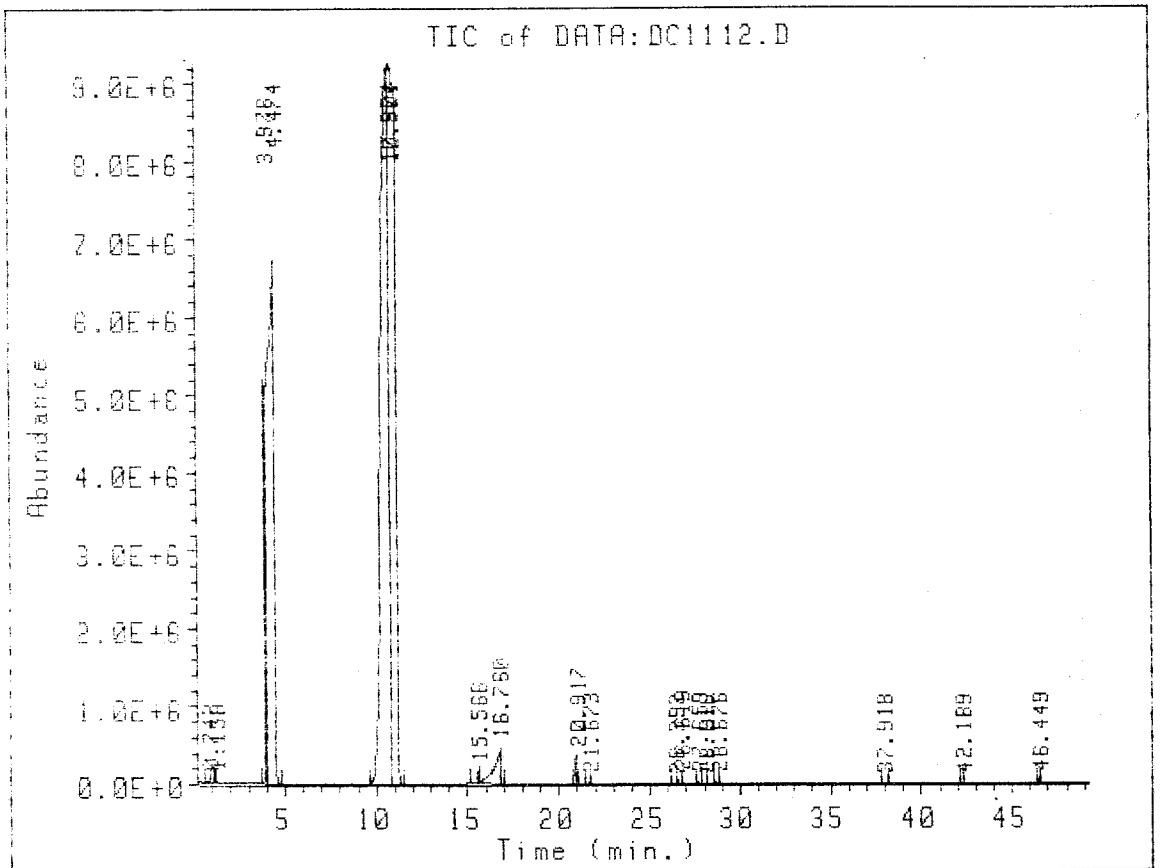


Fig. 4. Mass spectrum of trimethylsilyl ester of hexanoic acid



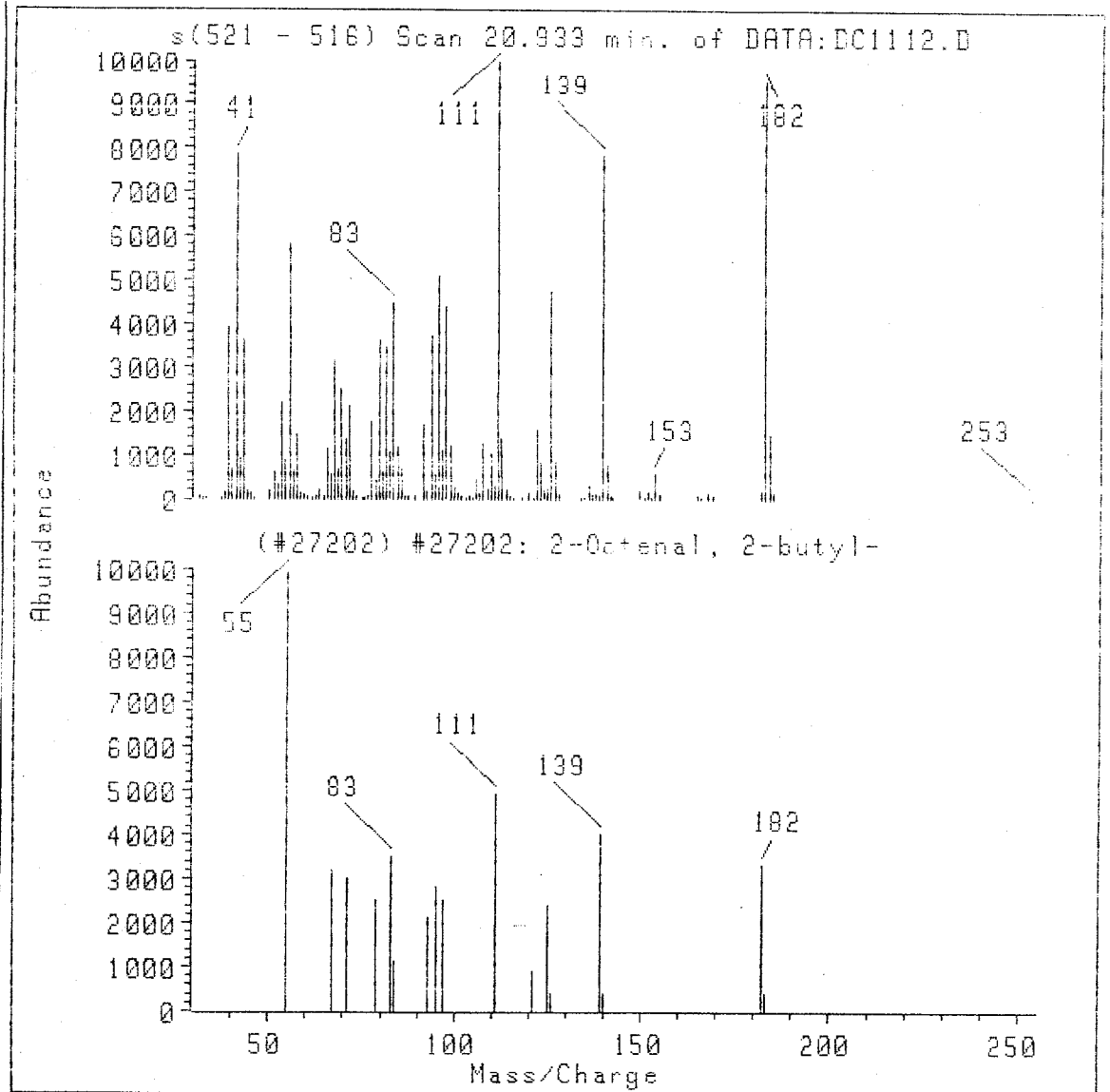


Fig. 6. Mass spectrum of 2-butyl-2-octenal.

Table 1. Volatile flavor components of mold fermented sausages.

RT (min)	Components	(Peak area/1000)		
		0 day	Peak area	
			LP	LC
15.5	hexanoic acid	48450	-	113903
15.6	hexanoic acid, trimethylsilyl ester	-	110882	7834
20.7	2-butyl-2-octenal	544	1325	23545
21.6	2,5-dimethyl-3-methylene-1,5-heptadiene	-	-	788
26.3	1-hexadecanol	-	-	463
26.5	2-methyl-3-octanol	-	535	-
26.6	1,1-dimethylene-3-amino-2-butenoic acid	-	-	1749
28.0	hexadecanoic acid	-	3370	-
28.6	heptyl hexanoate	-	-	533
28.7	hexadecanoic acid, trimethylsilyl ester	-	2967	-

LP : *Lactobacillus plantarum* group

LC : *Lactobacillus curvatus* group

Table 2. Sensory evaluation^{a)} mold fermented sausages.

Group ^{b)}	Flavor	Taste	Overall acceptance
L P	3.93 ± 1.03 ^a	3.97 ± 1.03 ^a	4.24 ± 1.27 ^a
L C	4.00 ± 1.02 ^a	3.97 ± 1.00 ^a	3.83 ± 1.23 ^a

a) 7 : extremely good, 1 : extremely poor

b) LP : *Lactobacillus plantarum* group

LC : *Lactobacillus curvatus* group

c) Means followed by the same letter are not significantly different from each other ($p < 0.05$)

참고문헌

- Acton, J. C. and Dick, R. L. 1975. Improved characteristics for dry, fermented turkey sausage. *Food Product Devel.* 9: 91-94
- Andres, C. and Duxbury, D, D. 1990. Antioxidant : past, present and future. *Food Processing.* 51:100
- AOAC. 1984. Official Method of Analysis, 10th ed., Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.
- Bacus, J. 1984. Utilization of microorganisms in meat processing, a handbook for meat plant operators. Research Studied Press, England.
- Bacus, J. N. 1986. Fermented meat and poultry products ; Starter cultures. In *Advanced in meat research.* Vol.2, p. 123-164, AVI.
- Baldini, F., Palmia, F. and Raczyrisk, R. G. 1983. Effect of chemical and physico-chemical properties of sausage mixes on decrease of pH and weight loss durinh ripening of typicl Italian dry salami. *Proceedings of the European Meetings of Meat Research Workers.* No., 29:189
- Bartholomew, D, T. and Blumer, T,N. 1980. Inhibition of *Staphylococcus* by Lactic acid bacteria in country-style hams. *J. Food Sci.*, 45, 420-425,430.

Berner, D. L. and Jacobson, G. A. 1973. U.S. Patent 3,732,111

Cavalito , C. J. and Bailey, J. H., 1944. Allicin, the antimicrobial principle of allium sativum. I. Isolation, physical properties and antimicrobial action. J. Am. Chem. Soc., 66:1950

Chang, S. S. 1976. U. S. Patent 3,950,266

Chipault, J. R., Mizuno, G. R., Hawkins, J. M., and Lundberg, W. O. 1952. The antioxidants properties of natural species. Food Res. 17:46

Conventry, J. and Hickery, M. W. 1991. Growth characteristics of meat starter cultures. Meat Sci., 30:41-48

Coretti, K. 1977. Starter cultures in the meat industry. Fleischwirtschaft, 3, 386-388

Corerri, K. 1971. Rohwurstreifung und Fehlerzeugnisse bei der Rohwurstherstellung. Verlag der Rohwurstherstellung. Verlag der Rhein Hessischen Druckwerkstätte Alzey S. 11-57

Coretti, K. und Tandler, K. 1965. Einfluss der Zucker Zugabe auf die Qualität von Rohwurst. Fleischwirtschaft, 45:1055

Coretti, K. 1966. Schnellreifung von Rohwurst : Glucono-delta-Lacton, ein

Nitritspaltenden Hilfstoff. Fleischwirtschaft, 17. Heft 1:5

Daly, C., La Chance, M., Sandine, W. E. and Elliker, P. R. 1973. Control of *Staphylococcus aureus* in sausage by starter cultures and chemical acidulation. J. Food Sci., **38**, 426-430

Daun, H. 1979. Interction of wood smoke components and foods. Food Technol. 33:66-71,83

Dierick, N., P, Vandekerkhove, and D. Demeyer. 1974. Changes in nonprotein nitrogen compounds during dry sausage ripening. J. Food Sci. 39:301-304

Donelly, L. S., G. R. Ziegler, and J. C. Acton. 1982. Effect of liquid smoke on the growth of lactic acid starter cultures used to manufacture fermented sausage. J. Food Sci., 47:2074-2075

Farag, R. S., Daw, Z. Y., Higazy, A. and Rashad, F. M. 1989. Effexts of some antioxidants on the growth of different fungi in a synthetic medium. Chemie Mikrobiologie Thechnologie der Lebensmittel, 12(3):81

Fischer, A. 1982. Personnal Communication.

Frey, W. 1983. Die sichre Fleischwarenherstellung. Hans Holzman Velag, Bad Worishofen S. 7-14

Genigeorgid, C. A. 1976. Quality control for fermented meat. J. Vet. Med. Assen., 169(11):1220-1228

Glass, K. A., Loeffelholz, J. M., Ford, J. P. and Doyle, M. P. 1992. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as affected by pH or sodium chloride and in fermented, dry sausage. Appl. Environ. Microbiol. 58(8), 2513-2516

Haines, W. C. and Harmon, L. G. 1973. Effects of selected lactic acid bacteria on growth of *Staphylococcus aureus* and production of enterotoxin. Appl. Microbiol. 25, 436-441.

Hollenbeck, C. 1987. Personal communication

Houle, J. F., Lafrance, M., Julien, J. P., Broche, E. and Champagne, C. P. 1989. Selection of mixed cultures for mest fermentation. J. Food Sci., 54:839-842

Houlihan, C. M., Ho, C. T., and Chang, S. S. 1985. The structure of rosemariquinon - a new antioxidant isolated from *Rosemarinus officinalis*. J. Am. Oil Chem. Soc. 62:96

Johansson, G., Berdague, J.- L., Larsson, M., Tran, L. and Borch, E. 1994. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosum* as starter cultures. Meat Sci., 38, 203-218.

Juntilla, J., Hirn, J., Hill, P and Nurmi, E. 1989. Effect of different levels of nitrite and nitrate on the survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture of fermented sausage. *J. Food Prot.*, 52(3):158-161

Klettner, P. G. and List, D. 1980. Effect of type of carbohydrate on course of dry sausage ripening. *Fleischwirtschaft*, 60:1589

Koch, M. 1982. *Die Fabrikation feiner Fleisch und Wurstwaren*. Verlaghaus Sponholz, Frankfurt am Main. 17 Aufl. S. 171-260

Kotter, L., Palitzsch, A. and Herramanach, K. C. 1968. Technologische Bedeutung von Flemdeinweiss bei der Fleischwarenherstellung. *Arch. Lebensmittelhyg.*, 19:261

Leistner, L., Rodel, W and Krispin, K. 1981. Microbiology of meat and meat products. In: High and intermediate range. Academic press, New York, pp. 88-915

Leistner, L., Rodel, W. 1975. The significance of water activity for microorganisms in meats. *Water Relations of Foods*. Academic Press, New York. p.309

Liepe, H. U. 1984. Starter cultures in meat production. *Biothecnology* 5:399-424

Marcy, J. A. Kraft. A. A, Olson, D. G., Walker, H. W. and Hotchkiss, D. K. 1985. Fate of *Staphylococcus aureus* in reduced sodium fermented

sausage. J. Food Sci., 50,316-320

Mackey, B. M., Forestiere, K. and Isaacs, N. 1995. Factors affecting the resistance of *Listeria monocytogenes* to high hydrostatic pressure. Food Biotechnol., 9(1/2):1-11

Metaxopolous, J., Genigeoris, C., Fanelli, M. J., Frantic, C. and Cosma, E. 1981. Production of Italian dry salami:Effect of starter culture and chemical acidulation on staphylococcal growth in salami under commercial manufacturing condition. App. Environ. Microbiol., 42:863

Moss, B. W. and Robb, D. J. 1978. The effect of preslaughter lairage on serum thyroxine and cortisol levels at slaughter and meat quality of boars, hogs and gits. J. Sci. Food Agri., 29:689

Nagy, J. G. 1966. Volatile oils and antibiosis of *Artemisia*. ph. D. thesis. Colorado State Univ.

Ogunrinola, O. A., Fung, D.C. and Jeon-I. J. 1996. *Escherichia coli* O157:H7 growth in laboratory media as affected by phenolic antioxidants. J. Food Sci., 61(5):1017-1020, 1084

Ogunrinola, O. A. 1994. Fate of phenolic antioxidant and their antibacterial effects on pathogenic *Escherichia coli* O157:H7 in laboratory media and ground beef. Dissertation Abstracts international-B, 54(11) 5455 Oder no.

DA9413092, 173pp.

Polymenidis, Ath. 1978. Rohwurstherstellung. *Fleischwirtschaft* 58:22-32

Pyrcz, J. and Pezacki, W. 1975. Technological control of dry sausage ripening. 3. The effects of different kind of carbohydrates on the dynamics of processes in a collection of acid fermentation products(in German). *Fleischwirtschaft*. 55,217

Rac, M. and Ostric, B. 1995. The properties of rosemary as an antioxidant. *Rev. France Corps. Gras*. 2:196

Raccach, M. 1986. Lactic acid fermentation using high levels of culture and fate of *Staphylococcus aureus* in meat. *J. Food Sci.*, 51(2), 520-521, 523

Roca, M. and Kalman, I. 1989. Antagonistic effect of some starter cultures on *Enterobacteriaceae*(*E.coli*). *Meat Sci.* 25, 123-131

Roedel, W. and Linke, H. 1982. Drying loss in dry sausage during storage. *Fleischwirtschaft*. 62(10):1280, 1282-1284

Rozier, J., Carlier, V. and Durand, P. 1981. Studies on the chemical quality of French dry sausage in 1981. Comparison with results for 1971. *RTVA*. 20(174):9-12

Sabel, D., Yousef, A. E. and Marth, E. H. 1991. Behavior of *Listeria*

monocytogenes during fermentation of beaker sausage made with or without starter culture and antioxidant food additives. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 42(3) 252-255

Shelf, L. A. 1989. Listeriosis and its transmission by food. *Prog. Food Nutrit. Sci.*, 13:363

Smith, J. L. and Palumbo, S. A. 1978. Reduction of nitrite in meat system by *Lactobacillus plantarum*. *J. App. Bacteriol.*, 45 : 153

Stahnke, L. H. 1994. Aroma components from dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosum*. *Meat Sci.*, 38, 39-53

Sree, Sree, P. and Lal, D. 1990. Stability of BHT and BHA during clarification of butter into ghee and its subsequent storage. *Indian J. Animal Sci.*, 60(1) : 86-89

Simonetti, P. and Cantoni, C. 1983. Coagulase negative Staphylococci for dry sausage ripening. *Industrie Alimentari*, 22, 262-264

Staburvij, E. K., Fretheim, M. and Froystein, T. 1984. Myosin denaturation in pale, soft, and exudative(PSE) porcine muscle tissue as studied by differential scanning calorimetry. *J. Sci. Food Agri.*, 35:240

Tandler, K. 1963. The use of sugar substances in the manufacture of salami-type sausages(in German). *Fleischwirtschaft*. 43, 804

Towsend, W. E., Davis, C. E., Lyon, C. E. and Mescher, S. E. 1980. Effect of pork quality on some chemical-physical and processing properties of fermented dry sausage. *J. Food Sci.*, 45:622-626

Turner, E. W., W. D., paynter, E. J. Montie, M. W. Bassert, G. M. Struck and F. C. Olsen, 1954. Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. *Food Technol.*, 8:326

Unluturk, A. and Turantas, F. 1991. Fate of coliform in Turkish Soudjuk during ripening and storage. *J. Sci. Food Agric.*, 57, 399-404

Vignolo, G. M., de Ruiz Holgado, A. P. and Oliver, G. 1989. Use of bacterial cultures in the ripening of fermented sausages. *J. Food Prot.*, 52(11), 787-791

Wirth, I., Leistner, L. and Rodel, W. 1976. *Richtwerte der Fleischtechnologie*. Verlagshaus aus Sponholz, Frankfurt an Main. S:78:86

Yousef, A. E., Gajewskii, R. J. and Marth, E. H. 1991. Kinetics of growth and inhibition of *Listeria monocytogenes* in the presence of antioxidant food additives. *J. Food Sci.*, 56(1):10-13

Zaika, U. L., Zell, T. E., Palumbo, S. A. and Smith, J. L. 1976. Effects of spices and nitrite and nitrate in lebanon-bologna a fermented sausage. *J. Food Sci.*, 41, 1457

Zaika, U. L., Zell, T. E., Smith, J. L., Palumbo, S. A. and Kissinger, J.C. 1978. The rate of spices and salt on fermentation of lebanon-type sausage. J. Food Sci., **43**, 186-189

김연순, 박경숙, 경규항, 심선택, 김현구. 1996. 마늘즙액의 대장균 생육 저해 작용. 한국식품과학회지, 28(4):730

서선우 1988. ISP의 첨가가 발효소시지의 품질에 미치는 영향. 건국대학교 석사학위 논문

신현길, 진용구, 이영진, 박우문, 김종배. 1991. 발효소시지의 숙성중 starter culture, glucono-delta-lacton 및 소금첨가량이 Staphylococcal enterotoxin의 생성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 23(2):150

우순자, 맹영선. 1983, 돈육가공 저장식품의 nitrite 잔존량과 지방산패. 한국식품과학회지, 15:6

이성기. 1987. 당, GDL 및 향신료가 *Pediococcus pentosaceus*에 의한 산생성에 미치는 영향. 한국축산학회지, **29(3)**, 130-135

유태중. 1994. 식품보감. 140, 287

허우덕, 하재호, 황진봉. 1993. 김치성분의 분리동정 및 생성기작에 관한 연구. 한국식품개발연구원 보고서, 19

허 준. 1978. 한방동의보감. 민정사. 184