J. Fd Hyg. Safety 10(2), 111 - 131(1995)

냉장 온도에서 소시지의 저장 수명에 관한 연구

이용욱 · 김종규*

*서울대학교 보건대학원, *계명대학교 자연과학대학 공중보건학과*

A Study on the Shelf-life of Sausages in Refrigerated Storage

Yong-Wook Lee and Jong-Gyu Kim*

Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul 110-799, Korea

**Department of Public Health, College of Natural Sciences, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea*

ABSTRACT—Quality changes of sausages in refrigerated storage for 60 days were investigated. Nine types of sausages produced in Korea were stored at 4°C(3~5°C), and then chemical, microbiological, and sensory characteristics were evaluated on every 10 days. The proximate analysis showed considerable variation in fat (23.97%, 17.10~30.20%) with less variation in moisture (51.96%, 48.10~56.30%) and protein (12.96%, 11.40~13.95%). pH value decreased over time averaging from 6.31 to 6.22 with no significant difference. Water activity was consistent over refrigerated storage averaging 0.95. Volatile basic nitrogen (VBN) values were still within 20 mg% though VBN for all types significantly increased over time ($p<0.05$). Thiobarbituric acid (TBA) values were well below 1.0 though TBA showed significant differences among storage periods ($p<0.05$). Standard plate counts (SPCs) significantly increased during storage ($p<0.05$) while coliform group was not counted in all cases. SPCs reached 10^4 CFU/g in two types after 50 days' storage and were below 10^5 CFU/g in all types after 60 days' storage. Instrumental texture analysis showed that springiness, adhesiveness, and hardness significantly decreased over the 60-day storage period ($p<0.05$) while cohesiveness, chewiness and gumminess did not change. Lightness, redness and yellowness of the internal Hunter color significantly decreased over time ($p<0.05$) while no change was observed in external color. Sensory profile showed that flavor, taste, texture and overall acceptability significantly decreased over time ($p<0.05$). The scores of the four sensory properties declined to the medium level of quality after 60 days' storage. The results suggested that the sausage samples were acceptable after 60 days' storage at 4°C. However, the shelf-life of the samples should be decided in the consideration of the growth rate of other spoilage flora coupled with the bacterial growth after 50 days' storage.

Key words ☐ Shelf-life, Sausages, Refrigerated storage

식육의 저장 수명을 연장시키고 영양성, 맛과 기호성을 고려하여 제조되는 식육제품에는 매우 다양한 것들이 있으며, 특히 가공 식육제품이란 한가지 이상의 가공절차를 거쳐 신선육의 성질을 변형시킨 것으로 정의되고 있다.[1] 전형적인 가공 식육제품에는 다양한 종류가 있으며 그중 대표적인 것들이 햄, 베이컨 및 소시지 등이다. 소시지는 세절제품(comminuted product)으로 분류되며, 여러 가지 육류를 세절한 후에 조미료 및 향신료로 맛을 낸 식육제품으로 종류에 따라 염지, 훈연, 성형 및 열처리 등의 과정을 거친다. 우리나라의 식품공전에서는 소시지에 대하여 '식육(육함량 중 10% 미만의 고래육 또는 계란을 혼합한 것도 포함)에 조미료 및 향신료 등을 첨가한 후 훈연하거나 열처리한 것으로 수분 70% 이하, 조지방 35% 이하의 것'으로 정의하고 있다.[2]

소시지에는 수없이 많은 종류가 있으며, 가공방법에 따라서 대개 후레쉬소시지, 비가열 스모크소시지, 가열 스모크소시지, 건조 · 반건조 또는 발효소시지, 그리고 기타 가열제품 등으로 분류되고 있다.[1] 소시지의 원료육은 돼지고

기가 주종을 이루고 있으나 소고기, 말고기 및 양고기를 비롯하여 토끼, 닭, 고래 및 어육 등도 상당량이 사용되고 있다.[3]

세계적으로 또는 지역에 따라 다종 다양한 소시지가 끊임없이 소비되고 있으며 우리나라의 경우에도 국민소득의 향상과 서구식품문화의 유입 등으로 소시지를 비롯한 식육제품의 소비가 증가되는 것으로 추산되고 있다. 90년대의 육류에 대한 현황을 보면 수입되는 소시지는 1990년 957톤에서 1993년에는 3,821톤이 증가되고 있으며 가격으로는 각각 2,479,000$ 및 7,691,000$에 달하고 있다. 국내의 소시지 생산량은 1990년 27,698.1톤에서 계속 증가하여 1993년에는 34,421.8톤을 기록하고 있다. 국내의 육가공품 생산량 중에서 소시지가 차지하는 비율은 30% 내외이며 매출액으로는 32~39%를 보이고 있다(한국육가공협회 자료).

소시지를 비롯한 식육가공품에 대하여 국가마다 관련법규가 있으며 우리나라에서는 식품위생법[4]에서 관리하고 있다. 식품 및 그 관련 법규의 주요목적은 건전한, 부정이 없는, 그리고 표시에 맞는 식품 및 제품을 공급하기 위한 것이다. 우리나라의 식품위생법에 의거한 식품공전에서는 소시지 등의 식육제품에 대하여 원료의 구비요건, 제조 · 가공기준, 첨가물, 주원료 성분배합 기준, 표시기준, 그리고 보존 및 유통기준을 정하고 있다. 현재 소시지 등의 식육제품에 대해서 10°C 이하에서 보관 유통하도록 하고 있으나(멸균 및 건조 식육제품은 제외), 비록 위생적 처리와 저온유통을 실시하였다고 하더라도 유통기한이 길어지게 되면 미생물의 성장 가능성과 변질의 가능성을 전혀 배제할 수 없다. 어떤 제품이든 유효기간(expiration periods)은 규정에 맞게 생산, 포장, 수송 및 저장된다는 전제하에 그 제품을 최저한으로 수용할 수 있는 범위내에서 설정되어야 한다.

소시지의 저장수명(shelf-life)에 대하여 몇몇 연구자들이 관심을 가져 왔으며, 이들은 원료나 성분에 따른 차이,[5-10] 포장방법에 따른 효과,[11] 보존료의 첨가효과,[12-14] 그리고 저장조건에 따른 변화,[15-18] 등을 보고하였다. 이 연구들에서는 진공 등의 포장에 의하여, 그리고 젖산염 보존료(sodium lactate 또는 potassium lactate)를 일정 농도이상 첨가시에 미생물 성장, pH의 감소 또는 이취 · 미의 발생을 지연시킬 수 있는 것으로 평가하고 있다. 또한 원료나 저장조건에 따라 각각 다른 결과를 나타내었음을 제시하고 있다.

국내에서는 이 분야의 연구가 많지 않으며, 따라서 본 연구는 냉장온도에서 저장기간에 따른 소시지의 품질 변화를 측정하여 저장 수명을 평가하고자 시도되었다. 이를 위하여, 국내산 9종의 소시지를 냉장온도에 저장하면서 기간별로 이화학적, 미생물학적 및 관능적 품질 평가를 실시하였다.

재료 및 방법

시료 및 저장조건

실험에 사용된 시료로는 국내 육가공업체 중 9개 회사에서 생산하여 유통판매되는 제품을 시중에서 구입하여 사용하였다. 시험기간 중 시료의 보관은 우리나라 식품공전의 보존 및 유통기준과 실제유통 판매시에 저장되는 온도를 고려하여 냉장온도(4°C; 3~5°C)에서 60일간 저장, 보관하였으며 10일 간격으로 꺼내어 실험하였다.

실험항목 및 방법

1) 이화학적 시험

(1) 일반성분 분석

일반성분 시험항목 중 수분, 단백질 및 지방함량을 측정하였으며, 각각 상압가열건조법, 마이크로킬달법 및 속실렛 추출법에 의하였다.

(2) pH 측정

시료의 3~5부위에서 10 g을 취하여 250 m*l* blender jar에 넣고 증류수 100 m*l*를 가하여 균질화시킨 후 pH meter (Orion, U.S.A.)를 사용하여 측정하였다.

(3) 수분활성도(Water activity : Aw) 측정

수분활성도는 수분활성도 자동측정기(Novasina Aw-center, No. 6064, Switzerland) (Aw range 0~100%)를 사용하여 측정하였다. 시료를 두께 2 mm 이하의 slice가 되도록 잘라 25°C chamber에 넣고 안정화시키면서 Aw를 측정하여 그 변화가 없는 점을 checking point로 하였다. 2시간 이후에는 거의 변화가 없이 안정화되었으며, 따라서 시료를 넣고 2시간 동안 안정화시킨 후 측정치를 기록하였다.

(4) 휘발성 염기태질소(Volatile Basic Nitrogen : VBN) 측정

휘발성 염기태질소의 측정은 식품공전에 따라 Conway 용기를 사용하는 미량확산법을 이용하였다. 즉 시료의 3~5부위에서 20~50 g을 취하여 잘게 썰어서 혼합하였다. 그 중에서 약 10 g씩을 정확히 달아 2개의 비이커에 따로 넣었다. 이에 증류수 50 m*l*를 넣고 잘저어 섞어 30분간 침출하고 여과하였다. 여과액을 5% 황산으로 약산성으로 중화시킨 후 증류수를 넣어 일정량으로 하여 시험용액으로 하였다. Conway 용기를 이용하여 시험용액을 상온에서 1시간 정치시켜 확산시킨 후 용기내에 브런스위크(Brunswick) 시액 한방울을 넣고 마이크로뷰렛을 사용하여 0.01N-NaOH 용액으로 적정하였다. 따로 시험용액 대신 증류수를 사용하여 같은 방법으로 공시험을 하여 다음 식에 따라 계산하였다.

휘발성 염기질소(mg%)=$0.14\times\frac{(b-a)\times f}{w}\times 100\times d$

(w: 검체 채취량, f: 0.01N-NaOH의 역가, d: 희석배수)

(5) Thiobarbituric acid(TBA)측정

시료 10 g을 증류수 50 ml와 함께 mechanical blender에서 마쇄하고 이 혼합물을 증류 플라스크에 물 47.5 ml로 씻어 넣었다. 여기에 4N-염산 2.5 ml를 pH 1.5가 되도록 가하고, 거품 제거제를 가한 후 증류장치를 연결하였다. 증류장치를 가열하여 10분내에 50 ml의 액이 증류되도록 하였다. 이 증류액 5 ml를 마개 달린 시험관에 취하고 TBA시약 5 ml를 가하여 흔든 후 35분간 끓는물 속에 놓아두었다. 별도로 다른 시험관에 증류수 5 ml와 TBA 시약 5 ml를 가하여 위와 같은 증류조작을 하여 바탕시험용으로 하였다. 이들 시험관을 냉각한 후 538 nm에서 바탕시험용을 이용하여 시료의 흡광도를 측정하고, TBA값을 다음과 같이 계산하였다.

TBA값=7.8×흡광도(mg malonaldehyde/kg)

2) 미생물학적 시험

(1) 일반세균수 측정

시료 약 25 g을 무균적으로 취하여 증류수 225 ml를 넣고(1 : 10) stomacher로 균질화시켰다. 일반세균수의 측정을 위하여 표준한천배지(plate count agar)를 사용하였으며 식품공전에 의거하여 혼합희석배양법에 의하여 시험하였다. 즉, 균질화시킨 시료를 멸균인산완충 희석액을 사용하여 희석하였으며, 각 희석액을 멸균된 페트리디쉬(9~10 cm×1.5 cm)에 무균적으로 취하고, 고압멸균처리되어 43~45°C로 유지된 배지 약 15 ml를 무균적으로 분주한 후 냉각, 응고시켰다. 응고된 페트리디쉬를 거꾸로 하여 37°C에서 48시간 동안 배양시킨 후 나타난 집락수(colony forming units/gram; CFU/g)를 계수하였다.

(2) 대장균군 측정

일반세균수 측정과 동일하게 시료희석액과 배지를 혼합배양하여 전형적인 대장균군의 집락수를 계수하였다. 배지는 desoxycholate agar를 사용하였다.

3) 관능적 시험

(1) 계기에 의한 텍스쳐(texture) 측정

시료의 텍스쳐검사를 위하여 이의 씹는 동작을 그대로 모방한 Rheometer (Texture analyzer TA-XT2, Stable Microsystems Ltd., UK)를 사용하였다. 소시지 시료를 높이 20 mm로 잘라내어 지름 20 mm의 측정기에 넣고 probe를 1.0 mm/sec로 작동하였으며 씹는 동작을 2회 반복하는 동안 나타난 작용관계(2회 눌렀을 때의 나타난 곡선)를 자동기록기에서 얻었다(Fig. 1). 이 곡선을 분석하여 텍스쳐 특성과 관계있는 수치들을 구하였다. 텍스쳐 특성과 관계있는 항목으로서 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 저작성(chewiness), 점착성(gumminess), 부착성(adhesiveness) 및 견고성(hardness) 등을 측정하였으며, 견고성은 시료전체 중 40%가 부서질 때를 기준으로 하여 kg으로 나타내었다. 계기의 측정조건은 다음과 같았다.

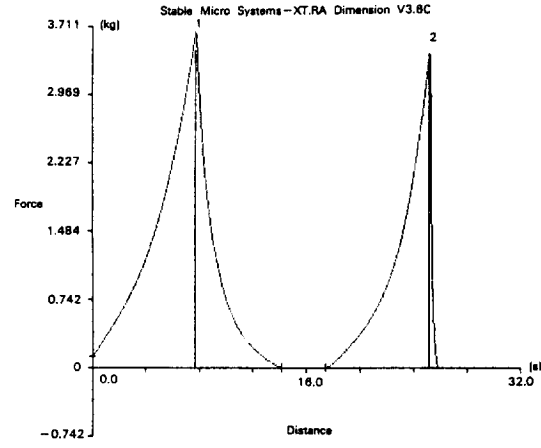

Fig. 1. A typical curve from the texture analyzer for sausage samples.

Texture analyzer setup	
Test type	: Texture Profile Analysis
Measure type	: Measure Force in Compression
Distance	: 40.0%
Speed	: 1.0 mm/sec
Time	: 2.0 s

(2) 색도측정

시료의 색도측정은 Hunter체계(Hunter and Harold, 1987)를 이용한 색도측정기(Colorimeter TC-1, Tokyo Dfnshoku, Co. Ltd.)를 사용하여 실시하였다. 소시지 시료를 일정 크기로 잘라 내부 및 표면의 색깔을 측정하고 Hunter 체계의 명도(lightness), 적록도(redness) 및 황청도(yellowness)를 지시하는 L, a 및 b값으로 나타내었다.

(3) 관능검사

관능검사를 위하여 차이 식별검사와 묘사분석을 통하여 선발된 8명 중 소시지를 싫어하는 2명을 제외한 6명(남자

2명, 여자 4명)을 패널리스트로 선정하고, 이들을 훈련시킨 후 저장기간별로 소시지에 대한 관능검사를 수행하였다.

시료는 외피를 제거하고 가로, 세로 및 높이가 각각 1.2 mm인 정육각형으로 잘라서 전자오븐에 넣어 40°C에서 2분간 데운 후 관능검사 패널리스트들에게 제시하였다. 시료의 표시는 난수표를 이용하여 무작위로 선택한 세자리 숫자를 사용하였으며 동일한 용기에 담아 임의 순서로 배치하여 평가토록 하였다.

검사항목으로 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 수응도를 평가하도록 하였으며, 양끝에 강도를 표시한 15 cm의 선척도를 이용하여 7점의 평점법(scoring test) (1점: 매우 강함 또는 매우 나쁨, 7점: 거의 없음 또는 매우 좋음)으로 하였다. 선척도의 스케일은 좌로부터 일정간격으로 표시되어 있고 왼쪽은 각 특성의 강도중 가장 낮은 점수, 즉 1점을, 오른쪽 끝에는 가장 높은 점수, 즉 7점을 주었다.

1회에 평가하는 시료의 수는 6개 이하가 되도록 하였으며, 30분간 휴식을 취한 후 다음 평가를 하도록 하였다. 평가 후 시료를 뱉어내고 증류수와 무가당쿠키로 입안을 세척해내도록 하였다.

관능검사실은 실온의 상태로 태양광선과 인공조명을 함께 한 상태였다. 40~60 W의 백색형광등 2개를 비추었으며, 벽, 바닥, 천정 및 탁자는 일상 실내와 같이 안정된 상태였다.

4) 자료의 처리와 분석

각 측정치의 결과분석은 다음과 같이 하였다. 우선 각 기간별로 평균치와 표준편차를 계산한 다음 그 동일기간 내에서, 그리고 각 기간별 평균치들간의 유의성 검정을 위하여 α=0.05에서 분산분석을 실시하였다. 유의성이 나타난 경우에 대하여는 중비교검정법(multiple comparison test)으로서 Duncan's Multiple Range Test를 실시한 내용을 가지고 각 평균치의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

이화학적 평가결과

선정된 9종류의 소시지에 대하여 일반성분 분석을 실시하고 4°C(3~5°C)에 저장 보관하면서 이화학적인 품질평가를 위하여 10일 간격으로 pH, 수분활성도, 휘발성 염기태질소 및 thiobarbituric acid 등을 측정한 결과는 다음과 같다.

1) 일반성분

9종류의 소시지에 대하여 일반성분 중 수분, 단백질 및 지방 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 수분은 48.10~56.30%, 단백질은 11.40~13.95%, 그리고 지방은 17.10~30.20%를 보였으며, 지방함량의 변이가 가장 크게 나타났다. 이로부터 각 소시지별로 원료육에 차이가 있는 것으로 사려된다. 9종류의 평균치는 수분, 단백질 및 지방이 각각 51.96%, 12.96% 및 23.97%였다. 우리나라의 식품성분표(1991)에서 제시하고 있는 바에 의하여 소시지 중 리용, 볼로냐, 비엔나 · 위너 및 프랑크푸르트 소시지의 평균치를 보

Table 1. Proximate composition of nine selected sausages produced in Korea

Sample No.	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)
1	48.30_{5}	$12.75_{1,2}$	30.20_{1}
2	$54.15_{1,2}$	$12.80_{1,2}$	$20.65_{2,3,4}$
3	56.30_{1}	13.95_{1}	$18.35_{3,4}$
4	$52.60_{2,3}$	13.27_{1}	23.83_{3}
5	55.25_{1}	13.55_{1}	17.10_{4}
6	$51.25_{3,4}$	13.15_{1}	25.45_{3}
7	$49.75_{4,5}$	$12.85_{1,2}$	26.55_{2}
8	$51.95_{2,3,4}$	12.95_{1}	$24.00_{1,2,3,4}$
9	48.10_{5}	11.40_{2}	29.60_{1}
Mean±S.D.	51.96±2.93	12.96±0.70	23.97±4.34

Other materials such as carbohydrates and ash were present in the sausages so the moisture, protein and fat content did not constitute 100% of the material.

Each value represents mean of triplicate.

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

면 수분 56.1%(53.8~61.0%), 단백질 13.4%(11.9~15.4%), 그리고 지방 21.7%(19.2~24.8%)로 나타나고 있다.

Beilken 등[6]은 12종류의 Australian sausages를 수거하여 분석한 결과 수분 61.3%(51.4~76.1%), 단백질 15.5%(10.4~22.9%) 및 지방 17.0%(3.0~31.9%)로서 본 연구의 결과에서와 같이 지방함량의 변이가 가장 큰 것으로 나타났다고 보고하였다. 일반성분은 흔히 그 원료에 따라 달라질 수 있는 것으로 기대되는데, Bradford 등[7,12]은 포오크소시지에서, 그리고 Prusa 등[9]은 서머소시지에서 각각 특정물질의 혼합이나 원료육의 종류에 따라 수분, 단백질 및 지방함량에 차이가 있는 것으로 보고하였다. 그러나 Smith 등[10]은 발효비프스낵소시지에서 비프의 함량을 0~20%로 달리하였을 때에 이 세가지 성분함량은 차이가 없는 것으로 보고하였다. 한편 Bradford 등[7]은 젖산칼륨을 첨가시에 세가지 성분함량이 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

2) pH 변화

소시지 시료를 4°C(3~5°C)에 저장하면서 10일 간격으로 pH를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 기간별로 시료의 pH의 평균치는 6.22~6.31로 나타났으며 종류별로 산발적인 차이를 보였다. 식육제품의 pH는 원료육과 첨가물에 따라 차이가 있으며 Beilken 등[6]도 시판되는 Australian sausage 12종류를 수거하여 pH를 측정한 결과 5.48~6.25의 값을 나타내어 역시 소시지의 종류에 따라 pH값에 차이가 있음을 지적하였다.

일반적으로 식육제품의 pH 변화는 신선도 및 미생물의 발육에 의하여 영향을 받는 것으로 되어있다. 본 연구에서 소시지의 저장기간이 경과하면서 pH값의 평균치는 감소하는 경향을 나타내었으나, 유의한 차이를 보이지는 않았다. 그 변화폭은 미세한 편이나 종류에 따라서, 또 저장기간에 따라서 크고 작음을 보였다. 소시지의 저장 중 pH의 변화를 관찰한 연구로서 Adams 등[11]은 British sausage를 6°C에 저장시 전통적 포장인 시료(Butcher's sausage)의 15일 경과 후의 pH값 보다 진공포장인 시료의 30일 경과 후의 pH값이 더 높았으며, 또 pH감소 정도도 진공포장 시료가 더 작았다고 보고하였다. Bradford 등[7]은 후레쉬 포오크소시지에 젖산칼륨을 2% 첨가하여 12일 동안 냉장(5~7°C)저장시, pH 변화에는 영향을 미치지 않았으나, Bradford 등[12]은 3%로 첨가하여 진공포장한 경우에는 35일 동안 냉장(5~7°C) 저장시 pH의 감소를 지연시켰다고 보고하였다. Brewer 등[13]도 포오크소시지에 젖산나트륨을 첨가하여 28일간 냉장(4°C)저장시, 2% 및 3%를 함유한 경우에는 대조군이나

Table 2. pH values of sausages in refrigerated storage at 4°C for a 60-day period

Sample No.	pH Value					
	Storage time (days)					
	10	20	30	40	50	60
1	6.12^{b}_{6}	6.18^{a}_{4}	6.13^{b}_{5}	6.11^{b}_{6}	6.03^{c}_{3}	6.01^{c}_{5}
2	6.13^{a}_{6}	6.14^{a}_{5}	6.12^{a}_{5}	6.12^{a}_{6}	6.06^{b}_{3}	6.05^{b}_{4}
3	6.21^{a}_{5}	$6.20^{a,b}_{4}$	$6.20^{a,b}_{4}$	6.18^{b}_{5}	6.19^{b}_{2}	6.14^{c}_{3}
4	6.20^{c}_{4}	$6.34^{b,c}_{2,3}$	$6.39^{a,b}_{2}$	6.41^{a}_{2}	$6.39^{a,b}_{1}$	6.40^{a}_{1}
5	$6.41^{a}_{2,3}$	6.40^{a}_{2}	6.31^{b}_{3}	6.29^{b}_{3}	6.21^{c}_{2}	6.22^{c}_{2}
6	6.40_{3}	6.40_{2}	6.42_{2}	6.42_{2}	6.40_{1}	6.40_{1}
7	6.32^{a}_{4}	$6.27^{b}_{3,4}$	6.27^{b}_{3}	6.24^{b}_{4}	6.16^{c}_{2}	5.96^{d}_{5}
8	$6.45_{1,2}$	6.50_{1}	6.42_{2}	6.45_{2}	6.39_{1}	6.41_{1}
9	$6.43_{2,3}$	6.52_{1}	6.55_{1}	6.50_{1}	6.47_{1}	6.42_{1}
Mean±S.D.	6.31±0.12	6.31±0.14	6.30±0.14	6.29±0.14	6.25±0.15	6.22±0.18

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscipt letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

1% 함유한 경우보다 pH가 더 높았다고 보고하였다. Huang과 Lin[16]은 Chinese-style sausage를 젖산균을 처리하여 제조하고 건조(37, 45°C 및 50°C) 저장하면서 24시간 동안 관찰한 결과 건조시간이 경과함에 따라 pH는 감소하는 경향이었으며, 건조온도가 높을수록 pH감소 정도가 작았다고 보고하였다. Wu 등[18]은 발효 양고기 소시지를 역시 젖산균 등을 처리하여 제조하고 2~4°C 및 20~22°C에 120일 동안 저장시, 각 균주별 처리는 pH값에 영향을 미치지 않았으며 2~4°C에 저장시에는 pH 변화에 차이가 없었으나 20~22°C에 저장시에는 pH가 오히려 증가한 것으로 보고하였다. Bell 등[15]은 런천미트를 25°C에 42일간 보관하면서 관찰한 결과 21일 경과 후 pH가 현저하게 감소하였음을 보고하였다.

위의 연구결과들로부터 소시지에 젖산염 등의 보존료의 첨가 또는 진공포장 등의 처리가 pH 변화를 지연 또는 억제시킬 수 있음을 추측할 수 있으며, 이 연구들에서는 미생물의 발육 및 성장에 따라 pH가 감소한다는 설명이 공통적으로 되어있다. 본 연구의 결과에서는 9개 시료의 pH 평균치가 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향과 더불어 저장 50일 이후 9개 시료 중 일부 시료에서 pH의 변동이 비교적 큰 것으로 나타나고 있으며, 이 시점에서의 미생물학적 시험결과와 더불어 평가할 필요가 있겠다.

3) 수분활성도(Aw)

소시지 시료를 4°C(3~5°C)에 저장하면서 10일 간격으로 Aw를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 식품중 미생물의 성장과 번식에는 일정량 이상의 수분이 필요하나 미생물이 실제로 이용할 수 있는 수분의 양은 그 식품의 퍼센트수분함량보다는 수분활성도에 의해서 더 적절히 표시된다. 수분활성도는 일정온도에서 식품에 함유되어 있는 수분의 증기압에 대한 순수한 물의 증기압의 비율이다. 식육과 식육제품에 있어서 Aw는 미생물의 생존과 증식에 영향을 미칠 뿐만 아니라 식품중의 효소작용, 그리고 갈색화 반응 등의 화학반응 등에도 영향을 미치므로 식품의 저장성에 관여하는 중요한 요소가 된다.[21] 본 연구에서는 소시지 종류별로 또는 저장기간의 경과에 따라서 Aw값에 별다른 변화를 나타내지 않았다. Smith 등[10]은 발효 비프스틱소시지를 24°C에 90일 동안 저장시에 Aw는 0.87로서 초기시료에 비해 거의 변화없이 안정하였다고 보고하였다. 또한 Wu 등[18]은 발효 양고기 소시지를 2~4°C 및 20~22°C에 120일 동안 저장시에 공히 Aw가 0.91에서 0.89로 낮아졌으며, 20~22°C에 저장시 Aw의 감소는 수분감소를 나타내나, 2~4°C에서 Aw의 감소는 그 이유가 분명하지 않다고 의문을 표시하였다.

일반적으로 소시지의 수분활성도는 0.9 내외로 생각되고

Table 3. Water activity of sausages in refrigerated storage at 4°C for a 60-day period

Sample No.	Water activity Storage time (days)					
1	0.94^{c}_{2}	0.96^{a}_{1}	$0.94^{b,c}_{2,3}$	$0.95^{a,b,c}_{1}$	0.96^{a}_{1}	$0.95^{a,b}_{1}$
2	0.96_{1}	0.95_{1}	0.96_{1}	0.95_{1}	0.96_{1}	0.95_{1}
3	0.95_{1}	$0.95_{1,2}$	0.95_{2}	$0.95_{1,2}$	0.95_{1}	$0.95_{1,2}$
4	0.94_{2}	$0.95_{1,2}$	0.94_{3}	0.95_{1}	$0.95_{1,2}$	$0.95_{1,2}$
5	0.96^{a}_{1}	$0.95^{c}_{1,2}$	$0.96^{a,b}_{1}$	0.96^{a}_{1}	$0.95^{b,c}_{1,2}$	$0.96^{a,b}_{1}$
6	0.96_{1}	$0.95_{1,2}$	0.95_{1}	0.96_{1}	$0.95_{1,2}$	0.96_{1}
7	$0.95_{1,2}$	$0.95_{1,2}$	0.95_{2}	0.95_{1}	$0.95_{1,2}$	$0.95_{1,2}$
8	0.94_{2}	0.93_{2}	0.94_{3}	0.94_{2}	0.94_{2}	0.94_{2}
9	0.96_{1}	$0.95_{1,2}$	0.95_{1}	0.96_{1}	$0.95_{1,2}$	0.96_{1}
Mean±S.D.	0.95±0.01	0.95±0.01	0.95±0.01	0.95±0.01	0.95±0.01	0.95±0.01

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

있으며[22] Smith 등[10]은 소시지의 저장 중 Aw의 변화 여부는 저장수명을 나타내는 척도가 된다고 지적하였다. 본 연구의 결과에서 저장기간이 경과함에 따라 Aw는 일정한 수치를 나타내고 있으며, 이는 시료가 진공포장되어 수분의 이동이 자유롭지 않아 수분활성도의 변화가 거의 없었다고 사려된다.

4) 휘발성 염기태질소(Volatile Basic Nitrogen : VBN) 함량의 변화

소시지 시료를 4°C(3~5°C)에 저장하면서 10일 간격으로 VBN을 측정한 결과는 Table 4 및 Fig. 2와 같다. 수증기 증류법 혹은 Conway 확산법에 의하여 측정되는 휘발성 염기태질소의 주체는 암모니아, trimethylamine, 그리고 기타의 휘발성 아민 등이다. 휘발성 염기태질소의 함량은 선도 측정, 특히 단백질의 부패정도를 판정하는 척도로 이용되며 우리나라에서도 식품공전의 규격에 식육제품인 경우 20 mg%로 정하고 있다. 본 연구결과에서는 저장기간이 경과함에 따라 VBN은 유의하게 증가하는($p<0.05$) 경향이었으며, 60일 경과후에 평균 11.86mg%(10.11~15.44mg%)의 값을 나타내었다.

소시지에서 VBN을 측정한 연구는 많지 않으며 Huang과 Lin[16]은 Chinese-style sausage를 젖산균을 처리하여 제조하고 건조(37°C, 45°C 및 50°C) 저장하면서 24시간 관찰한 결과 건조시간이 경과함에 따라 ammonia nitrogen과 amino nitrogen이 크게 증가하였다고 보고하였다. 한편 Bell과

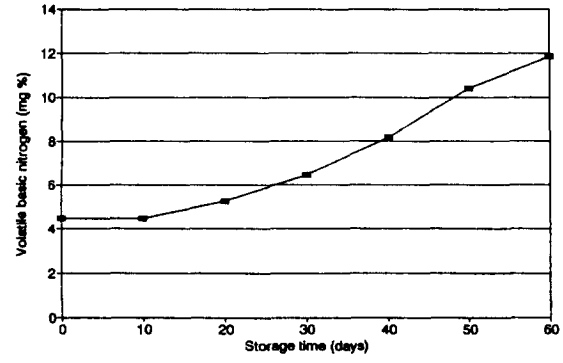

Fig. 2. Changes in volatile basic nitrogen content of sausages during refrigerated storages at 4°C for 60 days. Each point represents the mean of nine samples. See Table 4.

Table 4. Volatile basic nitrogen content of sausages in refrigerated storage at 4°C for 60-day period

Sample No.	Volatile basic nitrogen content (mg%)					
	Storage time (days)					
	10	20	30	40	50	60
1	$4.19^{f}_{3,4}$	$3.25^{b,c}_{3}$	6.24^{d}_{3}	8.64^{c}_{2}	$10.83^{b}_{2,3}$	$11.04^{a}_{4,5}$
2	$4.31^{f}_{3,4}$	4.95^{e}_{4}	6.42^{d}_{3}	9.41^{c}_{1}	$10.45^{b}_{3,4}$	11.83^{a}_{3}
3	4.09^{d}_{4}	4.22^{d}_{5}	6.27^{c}_{3}	8.66^{b}_{2}	10.97^{a}_{2}	$11.06^{a}_{4,5}$
4	$4.45^{d}_{2,3}$	4.79^{d}_{4}	6.32^{c}_{3}	6.47^{c}_{4}	9.84^{b}_{5}	11.33^{a}_{4}
5	5.19^{e}_{1}	$5.37^{d,e}_{3}$	6.28^{d}_{3}	7.61^{c}_{3}	13.62^{b}_{1}	15.44^{a}_{1}
6	$4.48^{f}_{2,3}$	$5,47^{e}_{3}$	6.77^{d}_{2}	$8.22^{c}_{2,3}$	9.26^{b}_{6}	10.67^{a}_{5}
7	$4.24^{f}_{3,4}$	5.70^{e}_{2}	6.84^{d}_{2}	7.71^{c}_{3}	8.48^{b}_{7}	10.11^{a}_{6}
8	$4.44^{f}_{2,3}$	6.20^{e}_{1}	7.13^{d}_{1}	8.67^{c}_{2}	9.88^{b}_{5}	10.22^{a}_{6}
9	4.76^{f}_{2}	5.34^{e}_{3}	5.9^{d}_{4}	$8.19^{c}_{2,3}$	$10.03^{b}_{4,5}$	14.99^{a}_{2}
Mean±S.D.	4.46 ± 0.35^{f}	5.25 ± 0.55^{e}	6.47 ± 0.37^{d}	8.17 ± 0.87^{c}	10.41 ± 1.48^{b}	11.86 ± 1.91^{a}

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

Garout[29]는 cold chain system에 의하여 사우디아라비아에 수입되는 진공포장된 쇠고기에 대하여 Total Volatile Nitrogen(TVN)을 측정한 결과 도살로부터 80일 또는 140일 경과시 시료의 세균수가 최고치(10^7/cm^2)에 도달하면 TVN 값이 18 mgN%로 되는 경향이었으며, 관능적으로 부패가 인정될 때에는 24 mgN%로 나타났다고 보고하였다.

본 연구의 결과 소시지를 4°C에서 저장시 VBN 값은 계속 증가하였으나 60일 경과시에도 우리나라의 규격기준을 초과하지 않았으며 비교적 양호한 결과를 보였다. 보존료 등의 첨가로 인하여 단백질 부패 정도가 억제된 것으로 추측되었다.

5) Thiobarbituric acid(TBA) values의 변화

소시지 시료를 4°C(3~5°C)에 저장하면서 10일 간격으로 TBA값을 측정한 결과는 Table 5 및 Fig. 3과 같다. 일반적으로 지방의 산패도는 고도 불포화 지방산의 산화물질인 malonaldehyde양을 측정한다. Malonaldehyde는 TBA와 결합하여 530~538 nm에서 최대의 흡광도를 갖는 적색의 화합물을 형성한다. 따라서 TBA값으로 지방의 산화정도를 관련지으며[27] 대개 TBA값이 1.0이상일 때에는 산패취가 확실하게 나타나는 것으로 되어있다.[28] 본 연구

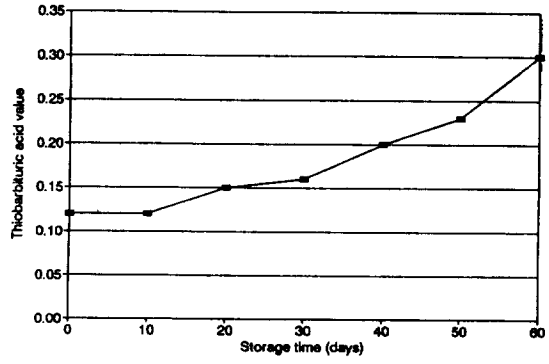

Fig. 3. Changes in thiobarbituric acid values of sausages during refrigerated storage at 4°C for 60 days. Each point represents the mean of nine samples. See Table 5.

에서 TBA값은 저장기간이 경과함에 따라 유의하게 증가하는 경향이었으며($p<0.05$), 이러한 경향은 다른 연구자들의 보고와 비교적 일치되고 있다. 즉 Bradford 등[12]은 포오크소시지를 냉장(5~7°C) 저장하면서 35일동안 관찰한 결과 21일 경과후에 TBA값이 초기의 0.21에서 0.63으로 크게 증가하였다고 보고하였으며, Brewer 등[13]도 포오크소

Table 5. Thiobarbituric acid values of sausages in refrigerated storage at 4°C for a 60-day period

Sample No.	Thiobarbituric acid value (mg malonaldehyde/kg)					
	Storage time (days)					
	10	20	30	40	50	60
1	$0.10^{c}_{3,4}$	$0.14^{b}_{2,3}$	0.13^{b}_{2}	0.14^{b}_{5}	0.14^{b}_{6}	0.24^{a}_{4}
2	0.11^{d}_{3}	$0.14^{c}_{2,3}$	0.16^{b}_{2}	0.17^{b}_{4}	0.17^{b}_{5}	0.28^{a}_{4}
3	$0.10^{b}_{3,4}$	0.10^{b}_{4}	0.07^{b}_{3}	0.20^{b}_{2}	0.21^{b}_{4}	0.23^{a}_{4}
4	0.14^{d}_{2}	0.17^{d}_{2}	0.20^{c}_{1}	0.27^{b}_{2}	0.25^{b}_{3}	0.43^{a}_{2}
5	0.17^{c}_{1}	$0.20^{b,c}_{1}$	0.22^{b}_{1}	0.31^{a}_{1}	0.31^{a}_{2}	0.33^{a}_{3}
6	0.09^{e}_{4}	$0.15^{d}_{2,3}$	0.15^{2}_{2}	0.16^{c}_{4}	0.20^{b}_{4}	0.39^{a}_{2}
7	0.14^{b}_{2}	0.13^{b}_{3}	0.13^{b}_{2}	0.126^{c}	0.12^{c}_{7}	0.18^{a}_{5}
8	0.15^{e}_{2}	0.21^{d}_{1}	0.21^{d}_{1}	0.27^{c}_{6}	0.47^{a}_{1}	0.50^{a}_{1}
9	0.11^{c}_{3}	0.13^{b}_{3}	0.14^{b}_{5}	0.14^{b}_{5}	0.14^{b}_{6}	0.17^{a}_{5}
Mean±S.D.	0.12 ± 0.03^{c}	0.15 ± 0.04^{c}	0.16 ± 0.05^{c}	0.20 ± 0.06^{b}	0.23 ± 0.11^{b}	0.30 ± 0.11^{a}

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

시지를 냉장(4°C)저장하면서 28일동안 관찰한 결과 21일 경과후에 TBA값이 초기의 0.19에서 0.23으로 증가하였다고 보고하였다. 그러나 Smith 등[10]은 발효 비프스낵소시지를 24°C에 90일동안 저장하면서 관찰한 결과, TBA값이 초기의 0.234에서 시간이 경과할수록 낮아져 90일 경과후에는 0.13으로 낮아졌다고 보고하였다. 또 Wu 등[18]은 발효 양고기 소시지를 2~4°C 및 20~22°C에 365일동안 저장한 후 TBA값을 측정한 결과 저장온도에 따른 차이는 없었으며 0.61~0.68의 값을 나타내었다고 보고하였다. 이 연구들을 요약하면 저장기간에 따라서 TBA값이 증가되거나 감소되는 경향을 나타내며, 포장재료에 따라서도 달라질 수 있으나 특정균주의 처리나 젖산염의 첨가에 따라서는 TBA값이 차이를 나타내지 않는 것으로 나타나고 있다. 따라서 이는 원재료의 종류 및 조성이나 포장방법에 따른 산소투과도에 따라 TBA값이 변화될 수 있음을 시사하는 것으로 보이며, 특히 원재료의 경우 유지의 자동산화 메카니즘에서 볼 수 있는 바와 같이 지방함량 중에서도 불포화 지방산(polyunsaturated fatty acids)의 수준에 따라 산패(rancidity)의 정도가 다를 것으로 추측된다. 위의 연구 중 Wu 등[18]도 발효 양고기 소시지의 지방조성 중에서 불포화 지방산의 함량이 낮은 것이 바로 산패를 회박하게 한 것으로 설명하고 있다.

본 연구의 결과에서는 소시지 시료를 4°C에 저장시 TBA값은 서서히 증가하였으며 특히 40일 경과후부터는 유의한 차이를 보였으나 60일 경과후에도 TBA값이 평균 0.30(0.17~0.50)으로 1.0 이하로 유지되고 있다. 시료의 진공포장, 보존료의 첨가 등이 지방산패에 비교적 불리하게 작용한 것으로 사려된다.

미생물학적 평가결과

미생물학적 시험은 시료가 청결히 유지되었는가 또는 병원균 등이 존재하지 않고 안전한가를 판정하기 위하여 실시하는 것으로 특수한 경우를 제외하고는 보통검사로서 일반세균수의 측정과 대장균군의 검출시험이 실시된다. 9종류의 소시지를 4°C(3~5°C)에 저장 보관하면서 미생물학적 품질 평가를 위하여 10일 간격으로 일반세균수와 대장균군을 측정한 결과는 다음과 같다.

1) 일반세균수(standard plate count)의 변화

표준 한천배지를 사용하여 소시지 시료의 일반세균수를

Table 6. Standard plate counts for sausages in refrigerated storage at 4 °C for a 60-day period

Sample No.	Standard plate counts (CFU/g)					
	Storage time (days)					
	10	20	30	40	50	60
1	$2.4 \times 10^{2\,b}_{4}$	$2.9 \times 10^{2\,b}_{1,2}$	$9.5 \times 10^{2\,b}_{2}$	$8.7 \times 10^{2\,b}_{2}$	$9.7 \times 10^{2\,b}_{3}$	$2.8 \times 10^{2\,a}$
2	$3.2 \times 10^{2\,b}_{2,3,4}$	$4.4 \times 10^{2\,a,b}_{1,2}$	$2.6 \times 10^{2\,b}_{2}$	$4.1 \times 10^{3\,a,b}_{1}$	$3.8 \times 10^{3\,a,b}_{2,3}$	$6.1 \times 10^{3\,a}$
3	$7.7 \times 10^{2\,b}_{2,3}$	$8.2 \times 10^{2\,b}_{1,2}$	$3.2 \times 10^{3\,b}_{1}$	$3.7 \times 10^{3\,b}_{1,2}$	$4.6 \times 10^{3\,b}_{2,3}$	$1.2 \times 10^{4\,a}$
4	$1.4 \times 10^{3\,b}_{1}$	$1.2 \times 10^{3\,b}_{1}$	$1.7 \times 10^{3\,b}_{1,2}$	$1.8 \times 10^{3\,b}_{1,2}$	$6.2 \times 10^{3\,b}_{2,3}$	$1.4 \times 10^{4\,a}$
5	72_{4}	$7.4 \times 10^{2}{}_{1,2}$	$1.6 \times 10^{3}{}_{1,2}$	$3.2 \times 10^{3}{}_{1,2}$	$2.8 \times 10^{3}{}_{2,3}$	2.9×10^{3}
6	$3.1 \times 10^{2\,b}_{3,4}$	$5.2 \times 10^{2\,b}_{1,2}$	$2.1 \times 10^{3\,b}_{1,2}$	$4.1 \times 10^{3\,b}_{1}$	$1.7 \times 10^{3\,b}_{3}$	$2.2 \times 10^{4\,a}$
7	$6.4 \times 10^{2}{}_{2,3,4}$	$7.8 \times 10^{2}{}_{1,2}$	$1.9 \times 10^{3}{}_{1,2}$	$2.2 \times 10^{3}{}_{1,2}$	$3.7 \times 10^{4}{}_{1}$	$10^{4} \sim 10^{5}$
8	$8.7 \times 10^{2\,c}_{2}$	$5.4 \times 10^{2\,c}_{1,2}$	$1.0 \times 10^{3\,c}_{2}$	$9.9 \times 10^{2\,c}_{1,2}$	$1.8 \times 10^{4\,b}_{2}$	$4.8 \times 10^{4\,a}$
9	$1.6 \times 10^{2\,b}_{4}$	$2.2 \times 10^{2\,b}_{2}$	$2.5 \times 10^{2\,b}_{2}$	$6.4 \times 10^{2\,b}_{2}$	$1.2 \times 10^{3\,b}_{3}$	$3.3 \times 10^{4\,a}$
Mean ± S.D.	$5.1 \times 10^{2\,c}$	$5.9 \times 10^{2\,c}$	$1.4 \times 10^{2\,c}$	$2.3 \times 10^{3\,c}$	$9.7 \times 10^{3\,b}$	$2.1 \times 10^{4\,a}$

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

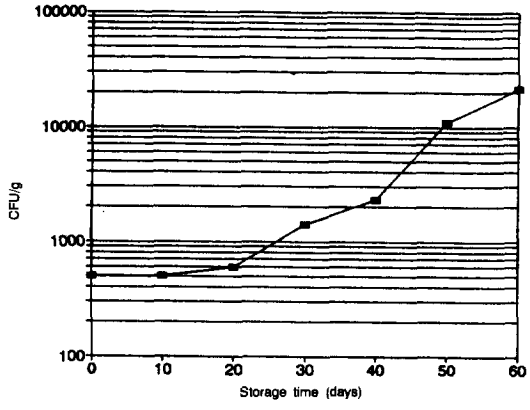

Fig. 4. Bacterial growth in sausages during refrigerated storage at 4°C for 60 days. Each point represents the mean of nine samples. See Table 6.

측정한 결과는 Table 6 및 Fig. 4와 같다. 시험한 결과 중 일반세균수의 분포는 매우 다양하게 나타났으며 확산집락으로 나타난 경우도 있었다. 시료 7의 경우 60일 경과 후 확산집락으로 나타났으며 다른 시료들과 비교할 때 10^4~10^5 CFU/g으로 추정되었다.

세균수의 많고 적음은 위생상의 취급의 적부를 판정하는 기준이 되며 또 그후의 세균에 의한 변화를 추정할 수 있다. Adams 등[11]은 British sausage를 6°C에 저장시 전통적 포장인 시료(Butcher's sausage)는 5일 후의 세균수가 $10^{5.4}$~$10^{8.8}$ CFU/g이었으나 진공포장인 시료는 9일 후의 세균수가 이보다 훨씬 적었다고 보고하였다. Bradford 등[7]은 후레쉬포오크소시지를 5~7°C에 12일 동안 저장시 세균수가 $10^{5.3}$ CFU/g에서 $10^{8.3}$ CFU/g으로 증가하였다고 보고하였다. Brewer 등[13]은 포오크소시지를 4°C에 저장시, 10일 후에 세균수가 초기의 10^6 CFU/g에서 10^8 CFU/g으로 증가되었으나 젖산나트륨을 2% 및 3%로 첨가한 경우에는 21일 후에 10^8 CFU/g으로 되었다고 보고하였다. Huang과 Lin[16]은 Chinese-style sausage를 제조하여 37°C, 45°C 및 50°C에서 건조시켰을 때 24시간 후 초기의 10^6 CFU/g에서 각각 10^8, 10^7 및 10^5 CFU/g으로 되었다고 보고하였다. Lamkey 등[14]은 포오크소시지를 4°C 에 45일 동안 저장시에 대조군은 세균수가 급격히 증가되어 35일 후 이미 10^8 CFU/g에 달하였으나 젖산염 또는 젖산염과 기타 첨가물을 첨가시에는 세균수 증가가 둔화되었으며 45일 경과후에도 10^8 CFU/g에 달하지 아니하였다고 보고하였다.

이상의 결과 등으로 진공 포장이나 보존료의 첨가로 세균의 증식이 어느 정도 억제되거나 둔화되는 것은 사실인 것으로 판단된다. 본 연구의 결과에서는 4°C에 저장시, 30일 경과 후 대체로 10^3 CFU/g으로 나타났으며 다른 연구자들의 결과보다 낮은 경향이었다. 또한 50일이 경과되어서야 10^4 CFU/g인 시료가 보이고 있으며, 60일 경과후에도 모든 시료가 10^5 CFU/g 이하의 수준에 머물고 있다.

따라서 본 실험에서 평가된 시료는 평균치로 보아 50일 이후부터 세균이 더욱 증가되는 것으로 보인다. Bradford 등[12] 및 Brewer 등[13]에 의하면 세균수는 pH와 상관관계가 있는 것으로 지적되었다. 전기의 pH 측정치를 보면 50일 경과 후에 일부 시료에서 pH값의 감소폭이 비교적 큰 것으로 나타나고 있다. 한편 다른 연구자들의 보고에서보다 세균수가 낮은 경향은 다음 두가지 요인 중 하나 또는 두가지 모두에 기인하는 것으로 추측된다. 즉 한가지 측면은 소시지 원료육의 미생물 오염이 매우 적었던 경우로 볼 수 있고, 다른 한가지 측면은 어떤 종류의 첨가물 첨가나 특수처리가 행해져 세균의 성장이 억제된 것으로 볼 수 있다.

우리나라의 경우 식육제품이나 소시지에 대한 규격기준에서 세균수는 설정되어 있지 않으며, 국제식품미생물규격위원회(International Committee on Microbiological Specification : ICMSF)에서는 다만 식육관련으로서 냉장 및 냉동지육, 냉동식육 및 가공육에 대하여 미생물 규격[30]을 설정하고 있다. 즉 냉동식육(소, 돼지 및 양)인 경우 세균수 한도는 2단계 평가법(n, c 및 m값)에서는 5×10^5/g, 그리고 3단계 평가법(n, c, m 및 M값)에서는 10^7/g으로 규정하고 있다. Lamkey 등[14]은 소시지 시료가 부적합한(unacceptable) 경우를 세균수가 10^8 CFU/g으로 보았으며, 이 수준은 일반적으로 식품에서 관능적으로 쉰냄새가 나게 되어 먹지 못하게 되는 수준이다. 따라서 본 연구에서 4°C에 저장시 60일 경과후에 나타난 결과는 비교적 양호한 것으로 평가되었다.

2) 대장균군(coliform group)의 변화

Desoxycholate agar를 사용하여 소시지 시료의 대장균군을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 60일 경과 후까지 모든 시료에서 음성으로 나타났다. 대장균군은 그람음성의 무아포성 간균으로 유당을 분해하여 산과 가스를 생성하는 호기성 및 통성 혐기성의 세균으로 대장균군이 존재한다는 것은 인축의 분변에 오염되어 있는 것을 의미하여 병원성균이 혼재할 위험이 있으며 불결함과 취급상의 불량성을 보여준다.

Bradford 등[7]은 후레쉬포크소시지를 5~7°C에 12일 동안 저장시 대장균군은 $10^{3.9}$ CFU/g에서 $10^{6.3}$ CFU/g으로 증가하였으며 2%의 젖산염 첨가로 그 증가가 억제되었다

Table 7. Coliform populations of sausages in refrigerated storage at 4°C for a 60-day period

Sample No.	Coliform populations					
	Storage time (days)					
	10	20	30	40	50	60
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-

- Not detected.

고 보고하였다. 또한 Bradford 등[12]은 포오크소시지를 5~7°C에 35일 동안 저장시 대장균군은 저장기간 경과에 따라 차이를 보였으며, 초기에 $10^{3.3}$ CFU/g에서 14일까지는 $10^{4.0}$ CFU/g으로 증가하였다가 35일에는 다시 $10^{2.1}$ CFU/g으로 감소하였다고 보고하였다. 그는 이러한 증가 및 감소경향에 대하여 냉장저장 중 젖산 생성 세균(lactic acid-producing bacteria)의 성장결과로 인하여 대장균군의 성장이 억제되는 것으로 설명하고 있어 이에 대해서는 앞으로 더 많은 연구가 기대된다.

식육제품에 대한 대장균군의 규격기준으로서 우리나라에서는 식육가공품(베이컨 및 비가열제품은 제외)에서 음성으로 규정하고 있으며 일본에서도 식육제품 및 고래육제품에서 음성으로 규정하고 있다. 본 연구의 결과에서는 4°C에서 저장시 60일이 경과하는 동안 모든 시료에서 음성으로 나타나고 있어 대장균군 오염 여부의 측면에서는 안전한 것으로 평가되었다.

관능적 평가결과

9종류의 소시지를 4°C에 저장 보관하면서 관능적 품질평가를 위하여 10일 간격으로 텍스쳐 측정, 색도측정 및 관능검사를 실시한 결과는 다음과 같다.

1) 텍스쳐검사

Rheometer로 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 저작성(chewiness), 점착성(gumminess), 부착성(adhesiveness) 및 견고성(hardness) 등을 측정하였으며 그 결과는 Table 8 및 Fig. 5와 같다.

이 성질들은 식품이 갖는 조직적인 특성으로서 기호성과 관능성에 밀접한 관련을 갖는다. 탄성은 물체가 외부의 힘에 의하여 변형되었다가 그 힘이 제거될 때 다시 복귀되는 정도이며 탄력이 있다, 없다 및 말랑말랑하다 등의 표현과 관계가 있다. 소시지 시료의 탄성은 저장기간이 경과하면서 증감을 보였으며 60일 경과후 9개 시료의 평균치로 보아 유의하게 감소되었다($p<0.05$). 응집성은 어떤 물체를 형성하는 내부결합력의 크기로 표현된다. 이는 저장기간에 따라서 약간의 증감을 보였으나 차이를 나타내지 않았다. 저작성은 고체식품을 삼킬 수 있는 상태까지 씹는데 필요한 일의 양이며 견고성, 응집성 및 탄성에 영향받고 보통 연하다, 질기다 등으로 표현되는 성질이다. 저작성은 저장기간에 따라서 증감을 보였으며 60일 경과후 감소되었으나 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 점착성은 반고체 식품을 부서뜨리는데 필요한 일의 크기이며 견고성과 응집성에 영향을 받는다. 이것은 일반적으로 푸석푸석하다로 표현되는 성질이다. 점착성도 역시 저장기간에 따라서 증감을 보였으며 60일 경과후 증가되었으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 부착성은 식품의 표면이 입안의 혀,

Table 8. Texture profile values of sausages in refrigerated storage at 4°C for a 60-day period

Textural characteristics	Sample No.	Texture profile values					
		Storage time (days)					
		10	20	30	40	50	60
Springiness	1	$0.998^{a,b}_{2,3}$	$0.981^{a,b}_{2}$	$0.998^{a,b}_{2}$	1.035^{a}	$0.959^{a,b}$	$0.938^{b}_{3,4}$
	2	$0.982^{a,b}_{2,3}$	$0.976^{a,b,c}_{2}$	1.019^{a}_{2}	$0.941^{b,c}$	$0.980^{a,b,c}$	0.921^{c}_{4}
	3	1.045^{b}_{2}	1.144^{a}_{1}	1.131^{a}_{1}	0.966^{c}	$0.978^{b,c}$	$1.028^{b,c}_{3}$
	4	0.954_{3}	0.972_{2}	0.971_{2}	0.932	1.002	$0.968_{2,3,4}$
	5	1.177^{a}_{1}	$1.118^{a,b}_{1}$	$1.152^{a,b}_{1}$	1.006^{b}	1.004^{b}	$1.038^{a,b}_{2}$
	6	$1.020^{b}_{2,3}$	0.963^{b}_{2}	0.993^{b}_{2}	1.171^{a}	0.980^{b}	1.069^{b}_{1}
	7	$0.988_{2,3}$	0.993_{2}	0.989_{2}	0.970	0.959	$0.956_{2,3,4}$
	8	1.145_{1}	1.109_{1}	1.151_{1}	1.316	0.954	$0.979_{1,2,3,4}$
	9	$0.985^{a}_{2,3}$	0.984^{a}_{2}	0.985^{a}_{2}	0.984^{a}	0.971^{a}	$0.942^{b}_{2,3,4}$
	Mean±S.D.	$1.033^{a,b,c}$ ±0.080	$1.029^{a,b,c}$ ±0.083	$1.042^{a,b}$ ±0.090	1.047^{a} ±0.202	0.976^{c} ±0.033	0.982^{b} ±0.065
Cohesiveness	1	0.521^{a}_{1}	0.519^{a}_{1}	0.515^{a}_{1}	0.525^{a}	$0.496^{b}_{1,2}$	0.525^{a}_{1}
	2	$0.493^{a,b}_{3,4,5}$	$0.486^{b}_{2,3}$	$0.494^{a,b}_{2}$	0.470^{c}	$0.491^{a,b}_{1,2}$	0.506^{a}_{1}
	3	0.475^{b}_{6}	0.458^{c}_{4}	$0.469^{b,c}_{3}$	0.504^{a}	$0.475^{b}_{1,2}$	0.515^{a}_{1}
	4	$0.512^{a}_{1,2}$	$0.508^{a}_{1,2}$	$0.505^{a,b}_{1,2}$	0.510^{a}	$0.493^{b}_{1,2}$	$0.503^{a,b}_{1}$
	5	$0.516_{1,2}$	0.514_{1}	0.514_{1}	0.571	$0.477_{1,2}$	0.458_{2}
	6	$0.501^{a,b}_{2,3,4}$	$0.499^{a,b}_{1,2}$	0.497^{b}_{2}	$0.510^{a,b}$	0.519^{a}_{1}	$0.509^{a,b}_{1}$
	7	$0.503^{a}_{2,3}$	$0.504^{a}_{1,2}$	$0.502^{a}_{1,2}$	0.483^{b}	0.471^{c}_{2}	0.450^{d}_{2}
	8	$0.486_{4,5,6}$	$0.464_{3,4}$	0.477_{3}	0.512	$0.480_{1,2}$	0.500_{1}
	9	$0.478^{a}_{5,6}$	$0.466^{a}_{3,4}$	0.474^{a}_{3}	0.513^{b}	$0.509^{b}_{1,2}$	0.515^{b}_{1}
	Mean±S.D.	0.498 ±0.018	0.489 ±0.024	0.494 ±0.017	0.511 ±0.104	0.490 ±0.029	0.498 ±0.029
Chewiness	1	1.900^{a}_{5}	1.896^{a}_{5}	1.909^{a}_{4}	2.966^{b}_{1}	2.890^{b}_{1}	2.925^{b}_{1}
	2	2.521^{a}_{4}	2.549^{a}_{4}	2.546^{a}_{3}	2.478^{a}_{2}	$2.046^{b}_{2,3}$	2.014^{b}_{2}
	3	3.226^{a}_{2}	3.255^{a}_{2}	3.248^{a}_{2}	2.224^{c}_{3}	2.362^{b}_{2}	2.622^{b}_{1}
	4	1.447^{c}_{6}	1.482^{c}_{6}	1.440^{c}_{5}	1.886^{b}_{4}	2.336^{a}_{2}	$2.016^{a,b}_{2}$
	5	3.058^{a}_{3}	2.839^{a}_{3}	2.954^{a}_{2}	1.048^{c}_{7}	1.835^{b}_{4}	1.950^{b}_{2}
	6	1.557^{c}_{6}	1.563^{c}_{6}	$1.585^{c}_{4,5}$	2.929^{a}_{1}	$1.992^{b}_{2,3,4}$	2.628^{a}_{1}
	7	2.002^{a}_{5}	$1.723^{a,b}_{5,6}$	2.002^{a}_{4}	1.588^{b}_{5}	1.653^{b}_{4}	1.958^{a}_{2}
	8	3.823^{a}_{1}	3.768^{a}_{1}	3.743^{a}_{1}	$2.098^{c}_{3,4}$	3.099^{b}_{1}	2.733^{b}_{1}
	9	1.605^{a}_{6}	$1.544^{a,b}_{6}$	$1.603^{a}_{4,5}$	$1.314^{b,c}_{6}$	$1.285^{b,c}_{5}$	1.067^{c}_{3}
	Mean±S.D.	2.384 ±0.817	2.346 ±0.829	2.350 ±0.822	2.059 ±0.656	2.201 ±0.561	2.212 ±0.590

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

Table 8. Continued

Textural characteristics	Sample No.	Texture profile values Storage time (days)					
		10	20	30	40	50	60
Gumminess	1	1.937^{c}_{4}	1.952^{c}_{4}	1.932^{c}_{4}	2.873^{b}_{1}	$3.011^{a,b}_{1}$	3.121^{a}_{1}
	2	2.525^{a}_{3}	2.526^{a}_{3}	2.513^{a}_{3}	2.542^{a}_{2}	$2.089^{b}_{3,4}$	$2.182^{b}_{3,4,5}$
	3	2.930^{a}_{2}	2.880^{a}_{2}	2.968^{a}_{2}	2.302^{c}_{3}	$2.416^{b,c}_{2}$	$2.549^{b}_{2,3}$
	4	1.375^{c}_{6}	1.462^{c}_{6}	1.480^{c}_{5}	1.896^{b}_{4}	$2.327^{a}_{2,3}$	$2.419^{a}_{2,3,4}$
	5	2.549^{a}_{3}	$2.461^{a,b}_{3}$	2.564^{a}_{3}	1.042^{d}_{7}	$2.155^{b,c}_{3,4}$	$1.891^{c}_{2,3,4}$
	6	1.575^{c}_{5}	1.599^{c}_{5}	1.596^{c}_{5}	2.504^{a}_{2}	2.036^{b}_{4}	2.448^{a}_{5}
	7	2.017^{a}_{4}	1.904^{a}_{4}	2.033^{a}_{4}	1.641^{b}_{5}	1.725^{b}_{5}	$2.049^{a}_{4,5}$
	8	3.250^{a}_{1}	3.203^{a}_{1}	3.251^{a}_{1}	2.134^{c}_{3}	3.243^{a}_{1}	2.792^{b}_{2}
	9	1.631^{a}_{5}	1.638^{a}_{5}	1.618^{a}_{5}	1.439^{b}_{6}	1.323^{b}_{6}	1.130^{c}_{6}
	Mean ± S.D.	2.199 ±0.640	2.175 ±0.610	2.223 ±0.629	2.042 ±0.574	2.258 ±0.582	2.296 ±0.583
Adhesiveness	1	-0.009^{a}_{1}	$-0.026^{a,b}_{5}$	$-0.015^{a,b}_{1,2}$	-0.011^{a}_{1}	-0.035^{b}_{3}	$-0.018^{a,b}$
	2	-0.013_{1}	-0.019_{4}	$-0.016_{1,2}$	$-0.015_{1,2}$	$-0.020_{1,2,3}$	-0.033
	3	-0.013_{1}	0.012_{1}	$-0.006_{1,2}$	$-0.027_{1,2,3}$	$-0.010_{1,2}$	-0.015
	4	-0.009_{1}	-0.010_{3}	$-0.010_{1,2}$	-0.011_{1}	$-0.022_{1,2,3}$	-0.010
	5	$-0.009^{c,d}_{1}$	$-0.007^{b,c}_{2}$	$-0.007^{b,d}_{1,2}$	-0.005^{b}_{1}	0.000^{a}_{1}	-0.012^{d}
	6	-0.030^{c}_{3}	-0.031^{c}_{5}	-0.034^{c}_{3}	$-0.012^{a}_{1,2}$	$-0.028^{b,c}_{2,3}$	$-0.015^{a,b}$
	7	-0.007^{a}_{1}	-0.006^{a}_{2}	-0.006^{a}_{2}	-0.037^{b}_{3}	$-0.010^{a}_{1,2}$	-0.032^{b}
	8	-0.006^{a}_{1}	-0.002^{a}_{2}	$-0.006^{a}_{1,2}$	-0.005^{a}_{1}	$-0.012^{a,b}_{1,2}$	-0.025^{b}
	9	$-0.029^{a,b}_{2}$	$-0.023^{a,b}_{5}$	$-0.023^{a,b}_{1,3}$	$-0.034^{b}_{2,3}$	$-0.018^{b}_{1,2,3}$	$-0.033^{a,b}$
	Mean±S.D.	-0.014^{a} ±0.009	-0.012^{a} ±0.014	-0.014^{a} ±0.012	$-0.018^{a,b}$ ±0.015	$-0.017^{a,b}$ ±0.012	-0.023^{b} ±0.016
Hardness	1	5.953^{a}_{2}	6.065^{a}_{2}	5.478^{b}_{3}	3.771^{c}_{4}	3.803^{c}_{3}	$3.931^{c}_{2,3}$
	2	5.192^{a}_{3}	4.941^{a}_{3}	$5.070^{a}_{3,4}$	5.417^{a}_{2}	4.257^{b}_{2}	4.325^{b}_{2}
	3	6.487^{a}_{1}	6.220^{a}_{2}	6.321^{a}_{2}	5.090^{b}_{2}	4.567^{c}_{2}	$4.950^{b,c}_{1}$
	4	$4.178^{a}_{3,4}$	$4.158^{a,b}_{4}$	$3.718^{b,c}_{5,6}$	2.927^{d}_{5}	$3.055^{c,d}_{4}$	$2.813^{d}_{4,5,6}$
	5	$4.989^{a}_{3,4}$	$4.849^{a,b}_{3}$	4.986^{a}_{4}	4.445^{b}_{3}	4.542^{b}_{2}	$2.796^{c}_{5,6}$
	6	$4.822^{a}_{3,4}$	4.915^{a}_{3}	3.919^{b}_{5}	3.204^{c}_{5}	3.208^{c}_{4}	$3.152^{c}_{4,5}$
	7	4.548^{a}_{4}	$3.957^{b,c}_{4}$	4.041^{b}_{5}	$3.955^{b,c}_{4}$	$3.664^{c,d}_{3}$	$3.396^{d}_{3,4}$
	8	6.806^{a}_{1}	6.781^{a}_{1}	6.820^{a}_{1}	6.488^{a}_{1}	5.589^{b}_{1}	4.171^{c}_{2}
	9	3.308^{a}_{5}	3.399^{a}_{5}	3.414^{a}_{6}	2.806^{b}_{5}	$2.600^{b,c}_{5}$	2.331^{c}_{6}
	Mean±S.D.	5.194^{a} ±1.053	5.032^{a} ±1.110	4.895^{a} ±1.173	4.234^{b} ±1.210	$3.960^{b,c}$ ±0.915	3.554^{c} ±0.875

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

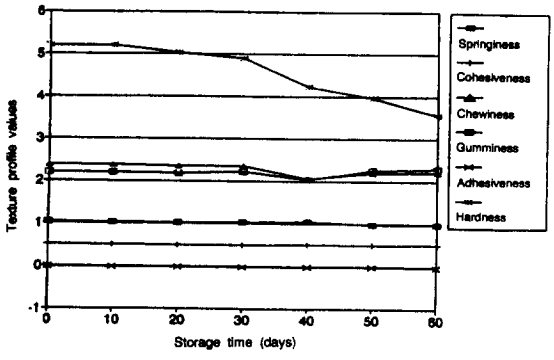

Fig. 5. Changes in texture profile values of sausages during refrigerated storage at 4°C for 60 days. Each point represents the mean of nine samples. See Table 8.

이 및 피부 등의 타물체의 표면과 부착되어 있는 인력을 분리시키는데 필요한 일의 양이며, 보통 미끈미끈하다, 끈적끈적하다 등으로 표현되는 성질이다. 부착성은 전반적으로 저장기간이 경과함에 따라서 변화되는 경향으로 60일 경과후 9개 시료의 평균치로 보아 유의하게 감소되었다($p<0.05$). 견고성은 물질을 변형시키는데 필요한 힘의 크기이며 무르다, 굳다 및 단단하다 등으로 표현되는 성질이다. 이는 모든 시료에서 저장기간에 따라 유의하게 감소되었으며($p<0.05$) 시료의 종류에 따라 상당히 다른 값을 나타내었다.

소시지의 텍스쳐평가를 위하여 계기측정을 행한 연구로서 Prusa 등[9]은 서머소지지의 견도(firmness)와 저작성이 시료의 원료육에 의하여 영향받는 것으로 나타났다고 보고하였다. Delaquis 등[8]은 건조 소시지에서 첨가성분에 따라 신전도(shear and compression force) 등이 영향을 받을 수 있다고 하였다. Smith 등[10]도 발효 비프스낵 소시지에서 원료에 따라 신전도(Warner-Bratzler shear values)가 달라짐을 보고하였으며, 발효 비프스낵소시지에서 비프의 양이 증가함에 따라서 씹는 것에 더많은 저항을 주게되며 저작성이 더 증가되는 것으로 평가하였다.

본 연구에서 소시지 시료에 대한 텍스쳐검사 결과를 요약하면 9개 시료의 평균치로 보아 탄성과 부착성 및 견고성은 60일 경과후 유의하게 감소되었으며($p<0.05$) 응집성, 저작성 및 점착성은 기간경과에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 또한 견고성은 시료에 따라 매우 다르게 나타나 본 실험에서 평가된 시료는 원료의 조성이 다른 것으로 추측되었다.

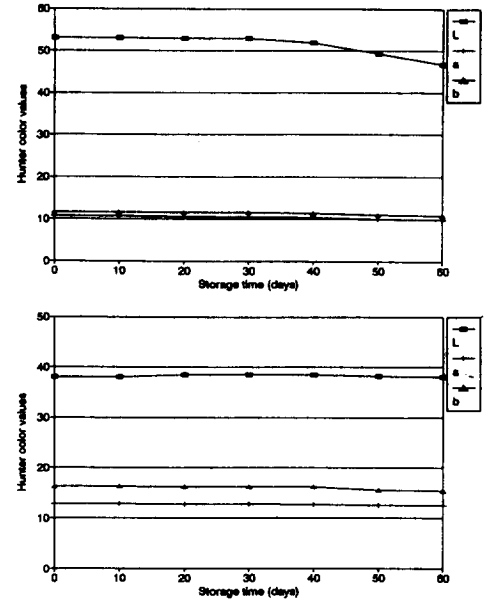

Fig. 6. Changes in Hunter color values of sausages during refrigerated storage at 4°C for 60 days; upper, internal color; lower, external color. Each point represents the mean of nine samples. See Table 9.

2) 색도

Colorimeter를 이용하여 저장기간별로 소시지 시료의 색도를 측정한 결과는 Table 9 및 Fig. 6과 같다. 내부 색깔은 모든 시료가 저장기간이 경과함에 따라서 Hunter color 체계의 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b) 등의 색택이 떨어지는 경향으로 나타났다. 특히 50일 경과 후 L, a 및 b값 모두 유의하게 낮아졌다($p<0.05$). 표면 색깔의 경우에는 황색도에 약간의 감소를 보이나 유의한 변화는 없었으며 명도 및 적색도도 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 한편 제조회사별로 색택에 상당한 차이를 보여 전기의 다른 항목들에서 추측되는 바와 같이 원료 또는 첨가물에 차이가 있는 것으로 사려되었다.

Bradford 등[7]은 후레쉬 포오크소시지를 5~7°C에 12일간 저장시 표면의 Hunter color를 측정한 결과 명도, 적색도 및 황색도가 낮아졌으며, 관능검사에 의한 내부 색깔은 저장기간이 경과함에 따라 점수가 낮아졌고 표면의 색깔 손실이 커지는 것으로 보고하였다. 그런데 Bradford 등[12]은 포오크소시지를 5~7°C에 35일간 저장시, 표면의 Hunter color는 명도에는 변화가 없었으며, 적색도는 14일까지 증가하다가

Table 9-1. Hunter color values of sausages in refrigerated storage at 4°C for a 60-day period; internal color

Hunter color parameter	Sample No.	Hunter color values					
		Storage time (days)					
		10	20	30	40	50	60
L	1	50.27^{a}_{5}	$50.21^{a}_{5,6}$	50.24^{a}_{6}	48.96^{b}_{7}	48.97^{b}_{3}	46.04^{c}_{4}
	2	51.50^{a}_{4}	51.44^{a}_{4}	51.38^{a}_{4}	50.94^{a}_{4}	47.80^{b}_{4}	44.89^{c}_{6}
	3	55.33^{a}_{3}	54.92^{a}_{3}	53.80^{b}_{3}	47.28^{c}_{8}	45.08^{d}_{5}	42.47^{e}_{7}
	4	49.33^{a}_{6}	$49.45^{a}_{6,7}$	49.30^{a}_{7}	49.03^{b}_{7}	47.61^{c}_{4}	46.97^{d}_{3}
	5	49.33^{a}_{6}	49.27^{a}_{7}	49.30^{a}_{7}	49.28^{a}_{6}	49.29^{a}_{3}	46.99^{b}_{3}
	6	51.11^{a}_{4}	$51.03^{a}_{4,5}$	51.04^{a}_{5}	49.54^{b}_{5}	48.02^{c}_{4}	45.23^{d}_{5}
	7	57.77^{a}_{1}	57.72^{a}_{1}	57.74^{a}_{1}	57.25^{b}_{1}	51.69^{c}_{2}	48.53^{d}_{1}
	8	56.90^{a}_{2}	56.82^{a}_{2}	56.86^{a}_{2}	56.15^{b}_{3}	52.37^{c}_{1}	49.41^{d}_{2}
	9	56.98^{a}_{2}	$56.92^{a}_{1,2}$	56.93^{a}_{2}	56.41^{b}_{2}	52.28^{c}_{1}	49.34^{d}_{1}
	Mean ± S.D.	53.01^{a} ± 3.32	52.92^{a} ± 3.27	52.95^{a} ± 3.31	51.85^{a} ± 3.77	49.23^{b} ± 2.39	46.65^{c} ± 2.19
a	1	11.54^{a}_{2}	$11.46^{a,b}_{2}$	$11.37^{b,c}_{2}$	$11.36^{b,c}_{1}$	11.24^{c}_{1}	11.23^{d}_{1}
	2	10.57^{a}_{4}	$10.49^{a,b}_{4}$	$10.43^{a,b}_{4}$	$10.23^{b,c}_{3}$	$9.98^{c,d}_{3}$	9.67^{d}_{3}
	3	12.05^{a}_{1}	11.97^{a}_{1}	11.88^{a}_{1}	11.32^{b}_{1}	10.58^{c}_{2}	10.37^{c}_{2}
	4	10.95^{a}_{3}	$10.87^{a,b}_{3}$	$10.78^{a,b}_{3}$	10.33^{b}_{3}	9.62^{c}_{4}	$9.44^{c}_{3,4}$
	5	9.61^{a}_{8}	$9.53^{a,b}_{6}$	$9.44^{a,b}_{8}$	$9.31^{b,c}_{6}$	$9.16^{c,d}_{5}$	9.19^{d}_{4}
	6	11.07^{a}_{3}	10.99^{a}_{3}	10.90^{a}_{3}	10.99^{a}_{2}	10.65^{b}_{2}	10.36^{c}_{2}
	7	10.33^{a}_{5}	$10.25^{a,b}_{4,5}$	$10.16^{a,b}_{5}$	$10.25^{a,b}_{3}$	10.11^{b}_{3}	10.08^{b}_{2}
	8	9.82^{a}_{7}	9.73^{a}_{6}	$9.65^{a,b}_{7}$	$9.67^{a,b}_{5}$	$9.49^{b,c}_{4,5}$	$9.42^{c}_{3,4}$
	9	10.14^{a}_{6}	$10.06^{a,b}_{5}$	9.97^{b}_{6}	9.94^{b}_{4}	9.62^{c}_{4}	9.57^{c}_{3}
	Mean ± S.D.	11.68^{a} ± 0.77	11.60^{a} ± 0.78	11.56^{a} ± 0.77	$11.32^{a,b}$ ± 0.70	$11.00^{b,c}$ ± 0.66	10.87^{c} ± 0.61
b	1	12.28^{a}_{1}	$12.22^{a,b}_{1}$	12.30^{a}_{2}	12.06^{b}_{2}	11.70^{c}_{2}	11.29^{d}_{4}
	2	10.95^{a}_{4}	11.05^{a}_{5}	10.36^{b}_{6}	10.12^{c}_{7}	9.76^{d}_{5}	9.64^{d}_{7}
	3	9.96^{a}_{5}	9.73^{b}_{6}	9.35^{c}_{7}	9.11^{d}_{8}	9.11^{d}_{6}	9.06^{d}_{8}
	4	$11.80^{a}_{2,3}$	11.25^{b}_{4}	11.87^{a}_{4}	$11.61^{a,b}_{5}$	10.56^{c}_{4}	10.11^{c}_{6}
	5	11.59^{a}_{3}	11.61^{a}_{3}	11.61^{a}_{5}	11.37^{b}_{6}	11.11^{c}_{3}	11.03^{c}_{5}
	6	11.98^{a}_{2}	11.96^{a}_{2}	11.97^{a}_{3}	11.73^{c}_{3}	$11.86^{b}_{1,2}$	11.72^{c}_{3}
	7	12.37^{a}_{1}	12.36^{a}_{1}	12.36^{a}_{1}	12.12^{b}_{1}	12.09^{c}_{1}	12.09^{c}_{1}
	8	12.29^{a}_{1}	12.27^{a}_{1}	12.28^{a}_{2}	$12.04^{b}_{1,2}$	$11.95^{c}_{1,2}$	11.93^{c}_{2}
	9	11.96^{a}_{2}	11.94^{a}_{2}	11.40^{a}_{3}	11.70^{b}_{4}	11.13^{c}_{3}	$11.13^{c}_{4,5}$
	Mean ± S.D.	11.68^{a} ± 0.72	11.60^{a} ± 0.75	11.56^{a} ± 0.99	$11.32^{a,b}$ ± 0.99	11.00^{b} ± 1.02	10.87^{b} ± 1.04

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

Hunter color values, L=lightness (0=black, 100=white), a=red/green (+=red, −=green), b=yellow/blue (+=yellow, −=blue).

Table 9-2. Hunter color values of sausages in refrigerated storage at 4°C for a 60-day period; external color

Hunter color parameter	Sample No.	Hunter color values					
		Storage time (days)					
		10	20	30	40	50	60
L	1	$37.48_{1,2,3,4}$	37.46_{5}	37.46_{5}	37.45_{5}	37.35_{5}	37.34_{5}
	2	$35.63_{3,4}$	35.63_{7}	35.61_{7}	35.59_{7}	35.22_{7}	35.22_{7}
	3	$38.47_{1,2,3}$	38.47_{4}	38.47_{4}	38.45_{4}	38.45_{4}	38.21_{4}
	4	$36.63^{a}_{2,3,4}$	36.58^{a}_{6}	36.59^{a}_{6}	36.53^{a}_{6}	36.54^{a}_{6}	36.35^{b}_{6}
	5	$35.98^{a}_{2,3,4}$	35.76^{a}_{7}	35.80^{a}_{7}	35.66^{a}_{7}	35.64^{a}_{7}	34.29^{b}_{8}
	6	32.59_{4}	37.57_{5}	37.57_{5}	37.55_{5}	$37.01_{5,6}$	36.98_{5}
	7	$40.62^{a}_{1,2,3}$	$40.37^{a,b}_{3}$	$40.42^{a,c}_{3}$	$40.27^{a,b,c}_{3}$	$39.93^{b,c}_{3}$	39.72^{b}_{3}
	8	42.98_{1}	43.02_{1}	43.05_{1}	43.00_{1}	42.52_{1}	42.51_{1}
	9	$41.72^{a}_{1,2}$	41.66^{a}_{2}	41.67^{a}_{2}	$41.61^{a,b}_{2}$	$41.52^{a,b}_{2}$	41.39^{b}_{2}
	Mean ± S.D.	38.01 ± 3.63	38.50 ± 2.55	38.52 ± 2.54	38.45 ± 2.56	38.24 ± 2.51	38.00 ± 2.67
a	1	11.53^{a}_{7}	11.55^{a}_{7}	11.53^{a}_{5}	11.52^{a}_{6}	$11.26^{a,b}_{4}$	11.04^{b}_{6}
	2	13.33_{3}	13.19_{3}	13.33_{2}	13.13_{2}	13.11_{2}	13.13_{2}
	3	11.99^{a}_{6}	$11.96^{a,b}_{6,7}$	11.99^{a}_{4}	$11.94^{a,b}_{5}$	$11.84^{a,b}_{3,4}$	11.79^{b}_{5}
	4	12.56_{5}	12.51_{5}	12.56_{3}	12.47_{4}	$12.45_{2,3}$	12.41_{3}
	5	12.13_{6}	12.11_{6}	12.13_{4}	12.02_{5}	$11.91_{3,4}$	$12.04_{4,5}$
	6	14.28^{a}_{1}	$14.26^{a,b}_{1}$	$14.21^{a,b}_{1}$	$14.23^{a,b}_{1}$	$14.16^{a,b}_{1}$	14.12^{b}_{1}
	7	13.66^{a}_{2}	13.54^{a}_{2}	$12.70^{a,b}_{2}$	$12.91^{a,b,c}_{3}$	$12.47^{b,c}_{2,3}$	12.14^{c}_{4}
	8	13.30_{3}	13.10_{3}	13.30_{2}	$13.06_{2,3}$	12.71_{2}	12.96_{2}
	9	12.97_{4}	12.81_{4}	12.97_{2}	12.89_{3}	12.68_{2}	12.61_{3}
	Mean ± S.D.	12.86 ± 0.86	12.78 ± 0.82	12.74 ± 0.81	12.68 ± 0.78	12.51 ± 0.84	12.47 ± 0.86
b	1	15.69^{a}_{3}	15.68^{a}_{4}	15.68^{a}_{3}	15.67^{a}_{4}	11.37^{b}_{5}	11.24^{b}_{6}
	2	15.84_{3}	15.71_{4}	15.75_{3}	15.71_{4}	15.72_{3}	15.54_{3}
	3	14.63^{a}_{4}	$14.56^{a,b}_{5}$	$14.57^{a,b}_{4}$	$14.53^{a,b,c}_{3}$	$14.26^{b,c}_{4}$	14.17^{c}_{4}
	4	14.26^{a}_{5}	$14.20^{a,b}_{6}$	$14.20^{a,b}_{5}$	$14.16^{a,b}_{6}$	$14.09^{a,b}_{4}$	14.07^{b}_{4}
	5	13.92^{a}_{6}	13.87^{a}_{7}	13.86^{a}_{6}	13.90^{a}_{7}	13.65^{a}_{4}	13.23^{b}_{5}
	6	15.97^{a}_{3}	15.94^{a}_{3}	15.96^{a}_{3}	15.95^{a}_{3}	$15.58^{a,b}_{3}$	15.20^{b}_{3}
	7	17.78^{a}_{2}	$17.46^{a,b}_{2}$	$17.56^{a,b}_{2}$	$17.44^{a,b}_{2}$	17.06^{b}_{2}	17.07^{b}_{2}
	8	19.21_{1}	19.21_{1}	19.19_{1}	19.11_{1}	19.00_{1}	19.01_{1}
	9	19.26_{1}	19.18_{1}	19.20_{1}	19.15_{1}	19.07_{1}	19.27_{1}
	Mean ± S.D.	16.28 ± 1.96	16.20 ± 1.95	16.21 ± 1.94	16.18 ± 1.93	15.53 ± 2.47	15.42 ± 2.58

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

Hunter color values, L=lightness (0=black, 100=white), a=red/green (+=red, −=green), b=yellow/blue (+=yellow, −=blue).

Table 10. Sensory profile values of sausages in refrigerated storage at 4°C for a 60-day period

Sensory characteristics	Sample No.	Sensory profile values					
		Storage time (days)					
		10	20	30	40	50	60
Flavor	1	6.50^{a}	6.27^{a}_{2}	5.50^{b}_{3}	5.33^{b}	4.33^{c}_{2}	4.17^{c}
	2	6.83^{a}	$6.33^{a,b}_{1,2}$	$6.17^{b,c}_{2}$	5.67^{c}	$4.67^{d}_{1,2}$	4.50^{d}
	3	7.00^{a}	6.83^{a}_{1}	6.17^{b}_{2}	5.67^{c}	5.00^{d}_{1}	4.67^{d}
	4	6.87^{a}	$6.33^{a}_{1,2}$	$6.67^{b}_{2,3}$	5.50^{b}	$4.83^{c}_{1,2}$	4.33^{c}
	5	7.00^{a}	$6.83^{a,b}_{1}$	6.33^{b}_{1}	5.67^{c}	$4.67^{d}_{1,2}$	4.33^{d}
	6	6.67^{a}	$6.33^{a}_{1,2}$	$5.67^{b}_{2,3}$	$5.33^{b,c}$	$4.83^{c,d}_{1,2}$	4.33^{d}
	7	7.00^{a}	$6.33^{a}_{1,2}$	$5.67^{b}_{2,3}$	5.33^{b}	$4.67^{c}_{1,2}$	4.50^{c}
	8	7.00^{a}	6.83^{a}_{1}	6.17^{b}_{2}	5.67^{c}	$4.83^{d}_{1,2}$	4.67^{d}
	9	6.50^{a}	$6.00^{a,b}_{2}$	$5.67^{b,c}_{2,3}$	5.33^{c}	4.33^{d}_{2}	4.17^{d}
	Mean±S.D.	6.68 ± 0.42^{a}	6.44 ± 0.50^{b}	5.89 ± 0.54^{c}	5.50 ± 0.50^{d}	4.69 ± 0.47^{e}	4.41 ± 0.50^{f}
Taste	1	7.00^{a}_{1}	$6.50^{a,b}_{1}$	$6.00^{b,c}_{1,3}$	5.33^{c}	4.50^{d}	4.33^{d}
	2	7.00^{a}_{1}	$6.67^{a,b}_{1}$	6.17^{b}_{1}	5.50^{c}	4.50^{d}	4.33^{d}
	3	6.50^{a}_{2}	$6.33^{a}_{1,2}$	$5.83^{a,b}_{2,3}$	5.33^{b}	4.50^{c}	3.83^{d}
	4	7.00^{a}_{1}	$6.67^{a,b}_{1}$	$6.17^{b}_{2,3}$	5.50^{c}	4.50^{d}	4.33^{d}
	5	7.00^{a}_{1}	6.67^{a}_{1}	6.17^{b}_{1}	5.50^{c}	4.50^{d}	4.00^{e}
	6	$6.67^{a}_{1,2}$	$6.17^{a,b}_{1,2}$	$5.67^{b,c}_{1,2,3}$	5.33^{c}	4.33^{d}	4.33^{d}
	7	$6.67^{a}_{1,2}$	$6.17^{a,b}_{1,2}$	$5.83^{b}_{1,2,3}$	5.17^{c}	4.33^{d}	4.17^{d}
	8	6.33^{a}_{2}	$5.83^{a,b}_{2}$	$5.67^{b,c}_{2}$	5.17^{c}	4.67^{d}	4.33^{d}
	9	7.00^{a}_{1}	$6.50^{a,b}_{1}$	$6.00^{b,c}_{1,3}$	5.33^{c}	4.50^{d}	4.33^{d}
	Mean±S.D.	6.80 ± 0.41^{a}	6.39 ± 0.53^{b}	5.94 ± 0.41^{c}	5.35 ± 0.48^{d}	4.48 ± 0.50^{e}	4.22 ± 0.66^{f}
Texture	1	7.00^{a}_{1}	$6.50^{a,b}$	$6.00^{b,c}_{1,2,3}$	5.50^{c}	4.50^{d}	4.33^{d}
	2	$6.83^{a}_{1,2}$	$6.50^{a,b}$	6.17^{b}_{1}	5.50^{c}	4.50^{d}	4.33^{d}
	3	6.17^{a}_{3}	$6.00^{a,b}$	$5.50^{b,c}_{3,4}$	5.17^{c}	4.33^{d}	4.33^{d}
	4	$6.33^{a}_{2,3}$	6.17^{a}	$5.50^{b}_{3,4}$	5.17^{b}	4.50^{c}	4.33^{c}
	5	$6.50^{a}_{1,2,3}$	6.33^{a}	6.17^{a}_{1}	5.50^{b}	4.67^{c}	4.50^{c}
	6	$6.33^{a}_{2,3}$	6.33^{a}	$5.83^{a,b}_{1,2,3,4}$	5.33^{b}	4.67^{c}	4.33^{c}
	7	$6.33^{a}_{2,3}$	6.33^{a}	$5.83^{a,b}_{1,2,3,4}$	5.33^{b}	4.50^{c}	4.17^{c}
	8	6.17^{a}_{3}	6.00^{a}	5.33^{b}_{4}	5.17^{b}	4.33^{c}	4.00^{c}
	9	$6.83^{a}_{1,2}$	$6.50^{a,b}$	$6.00^{b,c}_{1,2,3}$	5.50^{c}	4.50^{d}	4.33^{d}
	Mean±S.D.	6.50 ± 0.50^{a}	6.30 ± 0.46^{b}	5.81 ± 0.48^{c}	5.35 ± 0.48^{d}	4.50 ± 0.50^{e}	4.30 ± 0.50^{f}

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

Flavor (detectable off-flavor), taste, texture, and overall acceptability rated on a 7-point scale where 1=extremely strong, very bad, very bad, and not acceptable and 7=not detected, very good, very good and extremely acceptable, respectively.

감소되었고, 황색도는 변화를 나타내지 않았다고 보고하였다. 또한 관능검사에 의한 내부의 색깔은 저장기간이 경과함에 따라서 점수가 낮아졌으나 표면의 색깔손실은 변화를 나타내지 않았다. 한편 Brewer 등[13]은 포오크소시지를 4°C에 21일간 저장시 표면의 명도는 변화가 없었으나 적색도는 저장기간이 경과함에 따라서 감소되었으며, 황색도는 저장기간과 역의 상관을 가진 것으로 보고하였다.

본 연구의 결과에서는 Bradford 등[12]의 결과와 비교적 일치하고 있으며, 저장기간에 따른 시료 내부의 명도의 감소경향은 전기의 pH 감소경향과 비교적 유사함을 보이고 있다. Brewer 등[13]에 의하면 명도에 대한 pH의 영향은 미생물 성장에 의한 색소변화에 기인하는 것으로 추측된다. 실제로 전기의 세균수 측정결과에서 저장기간이 경과할수록 세균수가 증가되어 이를 뒷받침하여 주고 있다.

3) 관능검사

6명의 훈련된 패널리스트가 소시지의 저장기간별로 관능검사를 실시하여 나타난 결과는 Table 10 및 Fig. 7과 같다. 냄새(flavor), 맛(taste), 조직감(texture) 및 전반적인 수용도(overall acceptability)는 모두 저장기간이 경과함에 따라서

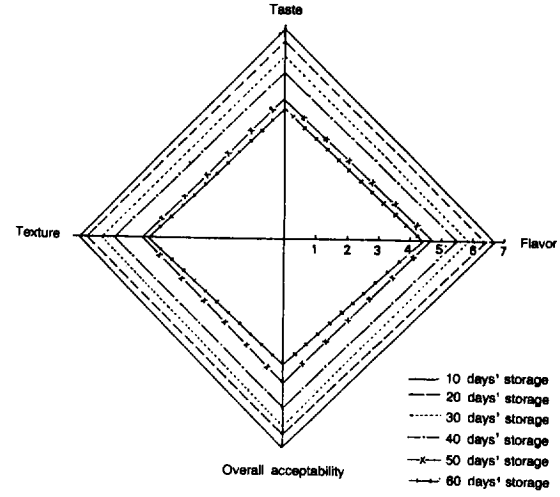

Fig. 7. QDA (quantitative descriptive analysis) profiles in sensory evaluation of sausages during refrigerated storage at 4°C for 60 days. Each point represents the mean of nine samples. See Table 10.

Table 10. Continued

Sensory characteristics	Sample No.	Sensory profile values					
		Storage time (days)					
		10	20	30	40	50	60
Overall acceptability	1	6.50^{a}_{2}	6.17^{a}_{2}	$6.17^{a}_{1,2}$	$5.50^{b}_{1,2,3}$	4.67^{c}	4.00^{d}
	2	7.00^{a}_{1}	$6.50^{a}_{1,2}$	5.67^{b}_{2}	5.00^{c}_{3}	$4.50^{c,d}$	4.17^{d}
	3	6.50^{a}_{2}	6.17^{a}_{2}	$6.17^{a}_{1,2}$	$5.50^{b}_{2,3}$	4.67^{c}	4.00^{d}
	4	7.00^{a}_{1}	$6.50^{a}_{1,2}$	5.67^{b}_{2}	$5.17^{b}_{2,3}$	4.50^{c}	4.17^{c}
	5	7.00^{a}_{1}	$6.67^{a,b}_{1,2}$	6.33^{b}_{1}	$5.17^{c}_{1,2}$	4.50^{d}	4.17^{d}
	6	7.00^{a}_{1}	$6.83^{a,b}_{1}$	$6.33^{b,c}_{1}$	5.83^{c}_{1}	4.33^{d}	4.00^{d}
	7	7.00^{a}_{1}	$6.83^{a,b}_{1}$	$6.33^{b,c}_{1}$	5.83^{c}_{1}	4.33^{d}	4.00^{d}
	8	6.50^{a}_{2}	6.17^{a}_{2}	$6.00^{a,b}_{1,2}$	$5.50^{b}_{1,2,3}$	4.67^{c}	4.00^{d}
	9	6.50^{a}_{2}	$6.17^{a,b}_{2}$	$5.83^{b,c}_{1,2}$	$5.33^{c}_{1,2,3}$	4.50^{d}	4.00^{d}
	Mean ± S.D.	6.78 ± 0.42^{a}	6.44 ± 0.50^{b}	6.07 ± 0.51^{c}	5.48 ± 0.50^{d}	4.52 ± 0.50^{e}	4.06 ± 0.50^{f}

Each value represents mean of triplicate.

Values in a row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Values in a column with different subscript numbers are significantly different ($p<0.05$).

Flavor (detectable off-flavor), taste, texture, and overall acceptability rated on a 7-point scale where 1 = extremely strong, very bad, very bad, and not acceptable and 7 = not detected, very good, very good and extremely acceptable, respectively.

유의하게 낮아지는($p<0.05$), 즉 관능평가에서 질이 떨어지는 것으로 나타났다. 60일 경과 후 약 4점대를 보여 중간정도의 품질을 유지하고 있는 것으로 평가되었다.

소시지에 대한 관능적 평가를 수행한 연구로서 Bradford 등[7]은 후레쉬 포오크소시지에 첨가물을 첨가하여도 인지가 가능한 이취(off-flavor)를 내지 않았다고 보고하였다. 또 Bradford 등[12]은 포오크소시지의 저장기간에 따라서 냄새에 미치는 영향이 있었다고 보고하였다. 즉 5~7°C에 21일 동안 저장한 경우 이취가 인지되며 저장기간이 경과됨에 따라서 더욱 좋지 않은 결과를 보였다고 보고하였다. Brewer 등[13]은 포오크소시지를 4°C에 저장시 pork-flavor는 기간이 경과할수록 증가하였으며, salty-flavor는 17일까지 증가하다가 21일에 감소하였고, sour-flavor는 17일까지 일정하다가 21일에 증가하였다고 보고하였다. 21일 경과후의 off-flavor를 보면 대조군과 보존료가 1% 첨가된 군에서는 증가하였으나 2% 및 3% 첨가된 경우에는 초기시료와 차이를 보이지 않았다고 하였다. Smith 등[10]은 발효 비프스낵소시지를 24°C에 90일 동안 보관하였을 때 방향성, 기호성, 맛 및 텍스쳐 등의 변화가 없었다고 보고하였으며, 전 기간을 통하여 가장 우세한 맛은 salty-taste였다고 하였고, 모든 시료의 텍스쳐는 중간정도인 것으로 평가되었다고 하였다. Wu 등[18]은 발효 양고기 소시지와 양고기 보로나(bologna)를 4°C에 50~60일 동안 저장한 후 산 냄새, 양고기 냄새, 텍스쳐, 외관 및 전반적인 수용도를 비교하였을 때 양자간에 차이가 없었다고 하였다.

본 연구결과와 이상을 종합하면 냉장 저장된 소시지의 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 수용도 등은 소시지의 원료나 첨가물에 따라서 달라질 수 있으며, 저장기간도 일부 영향을 미치는 것으로 사려된다. 이는 시료의 물리적, 화학적 및 미생물학적 변화에 따라서도 영향받음을 추측케한다. 실제로 Brewer 등[13]은 소시지의 이취와 세균수 사이에 상관관계가 있음을 지적하여 미생물 성장을 억제시키면 저장수명을 연장시킬 수 있으며 이취의 유발도 지연시킬 수 있을 것으로 평가하였다.

국문요약

냉장온도에서 저장기간에 따른 소시지의 품질변화를 평가하기 위하여 국내산 9종의 소시지를 4°C (3~5°C)에서 60일 동안 저장하면서 10일 간격으로 이화학적, 미생물학적 및 관능적 평가를 실시하여 다음의 결과를 얻었다. 일반성분 중 수분, 단백질 및 지방을 측정한 결과 각각 51.96%(48.10~56.30%), 12.96%(11.40~13.95%) 및 23.97%(17.10~30.20%)를 나타내었으며, 지방함량의 변이가 가장 크게 나타났다. 이화학적 시험결과 pH값은 기간에 따라 6.22~6.31의 범위를 보였으며, 저장기간에 따라 pH값의 평균치는 감소되는 경향이었으나 유의한 변화를 보이지는 않았다. 수분활성도는 저장기간에 따라 변화를 나타내지 않았으며 일정한 값을 유지하여 60일 경과후에도 일반적으로 알려져 있는 소시지의 수분활성도(0.9 내외)에 근접하는 0.95였다. 휘발성 염기태질소(VBN)는 저장기간이 경과함에 따라 유의하게 증가하였으나($p<0.05$), 60일 경과후에 11.86 mg%(10.11~15.44 mg%)로 나타나 우리나라의 규격기준인 20 mg%를 초과하지 않았다. Thiobarbituric acid(TBA) 값은 저장기간이 경과함에 따라 유의하게 증가하는 경향이었으나($p<0.05$) 60일 경과후에도 0.30(0.17~0.50)에 머물렀으며 전 기간동안 산패취가 인지되는 기준인 1.0 이하로 유지되었다. 미생물학적 시험결과, 일반세균수는 유의하게 증가하는 경향으로($p<0.05$) 30일 경과후 대체로 10^3 CFU/g으로 나타났으며 50일 경과 후, 10^4 CFU/g인 시료가 나타났으며, 60일 경과후 대체로 10^5 CFU/g 이하의 수준을 유지하였다. 대장균군은 모든 시료에서 60일 동안의 저장기간 중 음성으로 나타나 우리나라의 기준에 적합하였다. 관능적 시험 결과, 계기에 의한 텍스쳐 검사에서 탄성, 부착성 및 견고성은 60일 경과후 유의하게 낮아지는 경향으로 나타났으며($p<0.05$), 응집성, 저작성 및 점착성은 변화를 나타내지 않았다. Hunter체계에 의한 색도 측정결과 외부의 색깔은 뚜렷한 변화를 나타내지 않았으나 내부의 색깔은 저장기간이 경과함에 따라 명도, 적색도 및 황색도가 점차 감소되는 경향으로($p<0.05$) 색택이 떨어지는 것으로 나타났다. 관능검사에서는 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 수용도는 모두 저장기간이 경과함에 따라서 유의하게 낮아졌으며($p<0.05$), 60일 경과후 약 4점대를 보여 중간정도의 품질을 유지하고 있는 것으로 평가되었다. 이상의 결과로부터 소시지를 4°C에

60일 동안 저장시 품질이 변화될 수 있으며, 그 변화정도는 수용가능한 수준이었으나 50일 경과후 세균수의 증가가 있었던 점으로 미루어 다른 미생물들의 성장 속도도 검색해 볼 필요성이 있으며 이를 고려하여 저장수명을 설정해야 할 것이다.

참고문헌

1. Judge, M.D., E.D. Aberle, J.C. Forrest, H.B. Hedrick and R.A. Merkel: Principles of meat science, 2nd ed., Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, 1989, pp. 135-138.
2. 한국식품공업협회: 식품공전. 1991, pp. 128-136.
3. 박형기 외 15인: 식육의 과학과 이용. 선진문화사, 1991, pp. 423-455.
4. 대법전: 식품위생법규.
5. Baardseth, P., T. Naes, J. Mielnik, G. Skrede, S. Holland and O. Eide: Dairy ingredients effects on sausage sensory properties studied by principal component analysis. *J. Food Sci.*, **57**(4), 822-828 (1992).
6. Beilken, S.L., L.M. Eadie, P.N. Jones and P.V. Harris: Objective and subjective assessment of Australian sausages. *J. Food Sci.*, **56**(3), 636-642 (1991).
7. Bradford, D.D., D.L. Huffman, W.R. Egbert and W.R. Jones: Low-fat fresh pork sausage patty stability in refrigerated storage with potassium lactate. *J. Food Sci.*, **58**(3), 488-491 (1993a).
8. Delaquis, P.J., J. Fontaine, F. Dussault and C.P. Champagne: Maple syrup as carbohydrate source in dry sausage fermentation. *J. Food Sci.*, **58**(5), 981-990 (1993).
9. Prusa, K.J., C.A. Fedler, J.G. Sebranek, J.A. Love and L. F. Miller: Acceptability and sensory analysis of pork summer sausage from pigs administered porcine somatotropin. *J. Food Sci.*, **57**(4), 819-821 (1992).
10. Smith, G.L., J.W. Stalder, J.T. Keeton and L.S. Papadopoulos: Evaluation of partially defatted chopped beef in fermented beef snack sausage. *J. Food Sci.*, **56**(2), 348-351 (1991).
11. Adams, M.R., T. Baker and C.L. Forrest: A note on shelf-life extension of British fresh sausage by vacuum packing. *J. Appl. Bacteriol.*, **63**, 227-232 (1987).
12. Bradford, D.D., D.L. Huffman, W.R. Egbert and W.B. Mikel: Potassium lactate effects on low-fat fresh pork sausage chubs during simulated retail distribution. *J. Food Sci.*, **58**(6), 1245-1253 (1993b).
13. Brewer, M.S., F. Mckeith, S.E. Martin, A.W. Dallmier and J. Meyer: Sodium lactate effects on shelf-life, sensory, and physical characteristics of fresh pork sausage. *J. Food Sci.*, **56**(5), 1176-1178 (1991).
14. Lamkey, J.W., F.W. Leak, W.B. Tuley, D.D. Johnson and R.L. West: Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. *J. Food Sci.*, **56**(1), 220-223 (1991).
15. Bell, R.G. and K.M. DeLacy: A note on the microbial spoilage of undercooked chub-packed luncheon meat. *J. Appl. Bacteriol.*, **54**, 131-134 (1983).
16. Huang, C.C. and C.W. Lin: Drying temperature and time affect quality of Chinese-style sausage inoculated with lactic acid bacteria. *J. Food Sci.*, **58**(2), 249-253 (1993).
17. Nerbrink, E. and E. Borch: Evaluation of bacterial contamination at separate processing stages in emulsion sausage production. *Int. J. Food Microbiol.* **20**, 37-44 (1993).
18. Wu, W.H., D.C. Rule, J.R. Busboom, R.A. Field and B. Ray: Starter culture and time/temperature of storage influences on quality of fermented mutton sausage. *J. Food Sci.*, **56**(4), 916-919 (1991).
19. 양철영, 고명수: 축산식품가공 실험 · 실습. 세진사, pp. 95-103.
20. 서울시 보건환경연구원: 위생미생물시험법, 1993.
21. 채수규: 식품화학. 효일문화사, 1993, pp. 529-534.
22. 이서래, 신효선: 최신식품화학. 신광출판사, 1994, pp. 295-299.
23. Lyon, D.H., M.A. Francombe, T.A. Hasdell and K. Lawson Guidelines: Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control, Chapman and Hall, London, 1992.
24. 김광옥 외 3인: 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 1993.
25. Risvik, E.: Sensory properties and preferences. *Meat Sci.*, **36**, 67-77 (1994).
26. 농촌진흥청: 식품성분표, 1991.
27. Ockerman, H.W.: Control of post-mortem muscle tissue. Ohio State University Press, Columbus, 1981.

28. Love, J.D. and A.M. Pearson: Metmyoglobin and nonheme iron as prooxidants in cooked meat. *J. Agric. Food Chem.*, **22**, 1032-1036 (1974).
29. Bell, R.G. and A.M. Garout: The effective product life of vacuum-packaged beef imported into Saudi Arabia by sea, as assessed by chemical, microbiological and organoleptic criteria. *Meat Sci.*, **36**, 381-396 (1994).
30. 한국식품연구소: 식품위생관련 국제식품규격 및 제외국의 규격기준에 관한 연구. 1991, pp. 1056-1062.