

온도별 저장중 축육 소시지의 이화학적 변화

김수민 · 성삼경*

한국식품개발연구원, *영남대학교 식품가공학과

The Physico-chemical Changes of Meat Sausage during Storage at Different Temperature

Soo-Min Kim and Sam-Kyung Sung*

Korea Food Research Institute, Banwol, Kyonggi-do

**Department of Food Science & Technology, Young Nam University*

Abstract

The effect of storage temperature on the quality characteristics of meat sausage was investigated. Thus, the quality characteristic changes of meat sausage were discussed through physico-chemical and microbiological analysis. The results were summarized as follows; Volatile basic nitrogen(VBN) was increased more rapidly at 40°C than at 10°C, 20°C and fluctuating temperature (10/40°C). In physico-chemical analysis of meat sausage, the values of VBN, viable cell counts were increased with increase of temperature during storage, while thiobarbituric acid(TBA) values were fluctuated during storage as a whole. Water activity(Aw) and moisture contents showed a little change according to storage temperature, but sausage color was darkened as storage time goes by as a whole, the shelf-life was predicted above 40 days at 10°C, below 40 days at 20°C, below 30 days at 40°C and about 20 days fluctuating temperature (10/40°C), respectively on the basis of slime formation in sensory evaluation.

Key words: sausage, storage, shelf-life

서 론

식품의 저장중 일어나는 이화학적 변화를 측정해서 각 제품의 유통기간을 예측하려는 시도가 있었다. 국내의 연구로서 조 등⁽¹⁾은 고등어 및 갈치제품의 기호도와 TBA 측정치의 상관계수를 구한 결과 각각 0.5131 및 -0.3380으로써 매우 낮은 유의성을 보였으나 VBN, TMA 및 총균수의 상관관계는 고등어 제품의 경우가 -0.9479 ~ -0.9939, 갈치제품의 경우가 -0.9656 ~ -0.9943으로 매우 높은 유의성을 보였다고 하였다. 한편, Pawar 등⁽²⁾은 어육저장중 선도변화의 지표로서 trimethylamine-nitrogen(TMA-N), volatile basic nitrogen(VBN)의 함량을 조사하였던 바 저장기간이 길고 선도가 저하됨에 따라 이 두 물질의 양이 증가했다고 보고했다. 그러나 육가공 제품중 소시지는 반드시 저온 유통체계(cold chain system)로 유통시켜야 하나, 일부의 인

식부족으로 상온으로 유통이 되고 있는 실정이다. 따라서, 저장온도별 소시지의 이화학적, 미생물학적 변화를 조사하여 품질지표 성분을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

시료는 시중 유통되는 푸랑크푸르트 소시지를 개봉하지 않은 상태로 각 온도별로 저장하면서 사용하였다. 포장재는 Table 1에서 보는 바와 같이 내포장재는 cellulose(#23)를 사용하였고, 외포장재는 연신 및 무연신 나일론과 폴리에틸렌과의 적층필름 재질을 사용한 것이다.

Table 1 Packaging materials used in test

Packaging materials	Characteristics
Inner-packaging	Cellulose #23
Outer-packaging	Thickness : CN(50)/PE(75)=125 Width : 140m/m x 200m/m

Corresponding author: Soo-Min Kim, Korea Food Research Institute 141-8 Dangsoo-ri, Banwol-myun Hawasung-gun, Kyonggi-do, 445-820

실험방법

일반성분의 정량 : 수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 microkjeldahl 법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조회분은 건식회화법, 조섬유 및 염도는 AOAC 법⁽²⁾, 전분은 환원당 정량법으로 측정하였다.

휘발성 염기태 질소 (Volatile basic nitrogen, VBN) : Kohsaka 법⁽⁴⁾에 의해 시료 10g 을 7% tri-chloroacetic acid 용액 90ml 을 넣고 균질화시켜 그 여액의 1ml 을 취해 conway unit 에 넣어 휘발되는 암모니아 양과 0.01N HCl 용액으로 산알칼리 반응에 의해 적정하였다.

지질의 산패도 (Thiobarbituric acid, TBA): Tarlagdis 법⁽¹⁰⁾을 이용하여 시료 10g 을 증류수 97.5ml 와 균질시켜 4N HCl 을 2.5ml 첨가한 후 증류액이 50ml 가 되도록 증류하여 5ml 의 증류액과 5ml 0.02N TBA 용액을 혼합하여 35 분간 자비시킨 후 냉각하여 538nm 에서 흡광도를 측정하여 시료 kg 당 malonaldehyde 의 mg 수로 나타내었다.

총균수의 측정: 각 시료의 총 세균수 측정을 Thatcher 등⁽¹¹⁾의 방법에 따라 표준한 천배지를 이용하여 35±1°C, 24 시간 배양후 생성된 colony 수를 계산하였다.

색깔의 측정: 각 시료의 색깔은 색차계 (color difference meter, Yasuda, Seiki, Co., UC 600IU, Japan)를 이용하여 측정해서 Hunter scale 에 의한 L, a, b 및 ΔE 값으로 나타내었다. Standard plate 는 백색판을 사용하였고, 그의 L, a, b 값은 89.2, 0.923, 0.783 이었으며 이 백색판을 기준으로 하여 각 시료의 색깔을 측정하였다.

관능검사 : 저장온도별 제품의 관능적인 품질 평가는 10명의 연구원으로 전문 관능검사 panel 을 구성하여 색깔, 풍미, 육질 등에 대해서 평가 수준을 5점 : 매우 좋다. 3점 : 보통이다. 1점 : 매우 나쁘다의 5단계 평점법으로 평가한 후 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

축육 소시지의 화학적 성분조성

축육 소시지의 일반성분은 Table 2 와 같다. 수분은 49.07%, 조단백질 14.74%, 조지방은 30.02%, 조회분은 2.90%, 염분 1.39% 이었으며, 그리고 VBN 함량은 5.87mg%로서 본 실험에 사용된 소시지는 비교적 선도가 양호한 것이었다.

Table 2. Chemical composition of meat sausage

(unit: %)					
Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	NaCl	Starch
49.07	14.74	30.02	2.90	1.39	1.83

온도별 저장중 이화학적 및 미생물학적 변화

VBN 함량의 변화 : 저장 온도가 축육소시지의 저장성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 저장 온도를 10°C, 20°C, 40°C 및 변온(square-wave 형) 저장하였을 때 VBN 함량의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 즉, 10°C 저장중 축육소시지의 경우 저장 초기의 VBN 함량은 5.87 mg% 이었으나 20일에는 11.18mg% 저장 말기인 40일에는 15.02mg% 이었다.

또한, 20°C 저장시 20일에는 11.60mg%, 40일에는 16.78mg%로서 10°C 저장에 비해 VBN 함량이 크게 증가하지는 않았다. 그러나 40°C로 고온 가속 저장시킨 경우 VBN 함량은 저장 20일에 16.29mg%, 40일에는 28.23mg%를 나타내어 VBN 함량이 10°C 저장에 비해 급격한 증가 현상을 나타내었다. 또한, 온도를 10°C와 40°C로 1주일 간격으로 변온저장 시켰을 경우, VBN 함량의 변화는 20일째 13.70mg% 이었고, 40일째는 20.21mg%를 나타내어 저장온도 10°C와 20°C에 비해서는 VBN의 변화속도가 빠르나 40°C에 비해 다소 분해속도

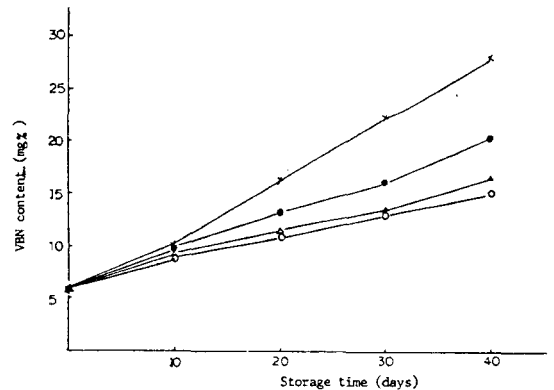


Fig. 1. Changes of VBN contents in meat sausage stored at various temperatures. (○-○, 10°C; △-△, 20°C ×-×, 40°C; ●-●, 10/40°C)

가 느린 경향이였다. 이러한, VBN의 생성량과 식품의 가식 한계와의 관계는 5~10mg%일 때는 신선한 상태이고, 30~40mg%일 때는 초기적 부패단계라고 보고⁽¹⁴⁾한 결과와는 본 실험의 VBN 함량이 전반적으로 낮은 경향이었는데 이는 시료의 차이, 식품보존제의 첨가로 인한 지방산화 및 단백질 분해를 저해하기 때문인 것으로 추측된다. 그러나, 온도가 상승함에 따라 VBN 함량 변화는 민감한 반응을 나타내었다.

TBA 값의 변화: 저장중 온도가 지방 산패도에 미치는 영향을 검토하기 위하여 TBA 값을 측정하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 10°C 저장의 경우, 저장 초기에는 TBA 값이 0.215mg/kg 이었고, 저장 15일까지 감소하는 경향이였으나 20일 이후 다시 증가하는 경향을 보였다. 그리고, 20°C와 40°C에서 저장한 경우에도 10°C 저장한 경우와 유사한 경향을 보였으나, 전반적으로 TBA 값이 10°C에 비해 높은 경향이였다. 또한, 10°C와 40°C로 변온저장한 경우에도 유사한 경향으로 변화하였는데, TBA 값이 20일째는 0.409mg/kg으로 다소 감소된듯 하나 저장 말기에는 0.756mg/kg으로 약간 증가하였다. 이러한 TBA 값이 저장 초기에 급격히 생성된 후 10일째 저장후 감소하다가 다시 증가하는 경향이었는데 이는 저장 초기에 지질산화에 의하여 malonaldehyde가 다량으로 생성되나, 일정 시간 이후에는 malonaldehyde 생성의 감소, 분해 또는 histidine 등의 아미노산과

결합하였기 때문이라는 보고⁽⁶⁾와는 부분적으로 일치하나 20일 이후 다시 TBA 값이 증가하다가 저장 말기에 약간 감소하였는데 이러한 TBA 값의 증가 및 감소현상은 포장지내 지방 산패과정에서 반듯이 필요한 산소가 존재하기 때문에 증가했다가 말기의 감소현상은 미생물의 성장으로 인한 잔존 산소의 CO₂로 변전된 현상과 제품 표면에 존재하는 미생물들이 malonaldehyde를 제거하고 자동산화에 의해서 생성된 dicarbonyl compounds마저 제거하기 때문이라는 보고⁽⁶⁾와도 유사한 경향으로 해석할 수 있다. 그러나, 저장중 TBA 값은 그 변화 경향이 일정하지 않아 품질 지표성분 선정에는 다소 문제가 있는 것으로 나타났다.

총균수의 변화

저장온도별 총균수의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 10°C 저장중 초기의 총균수는 2.5×10^2 이었으나 20일째 2.82×10^3 , 40일째는 2.81×10^4 으로 증가하는 경향이였다. 그리고, 20°C와 40°C 저장중 총균수의 변화는 10°C에 비해 저장 말기인 40일째는 각각 1.09×10^7 와 3.02×10^7 까지 증식되어 온도가 증가함에 따라 총균수의 증가속도는 매우 빨랐다. 또한, 변온저장의 경우에도 저장 말기에 1.05×10^6 으로 증식되어 증가 경향은 20°C와 40°C의 중간 형태를 나타내었다. 이러한 총균수의 변화는 몇몇 연구자의 보고와 유사한 경향을 보였는데, 그 중에서

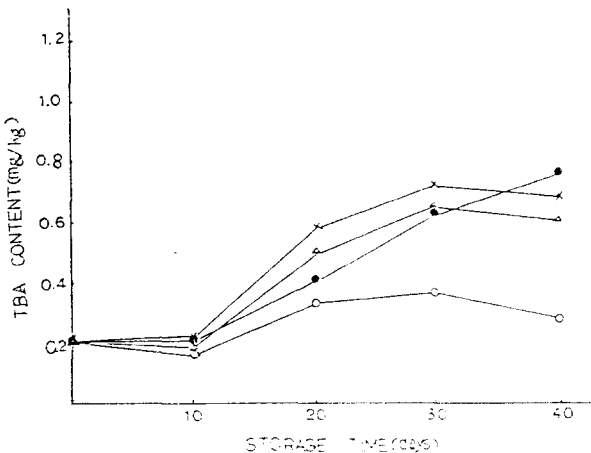


Fig. 2. Changes of TBA value in meat sausage stored at various temperatures.(Symbol same as Fig. 1)

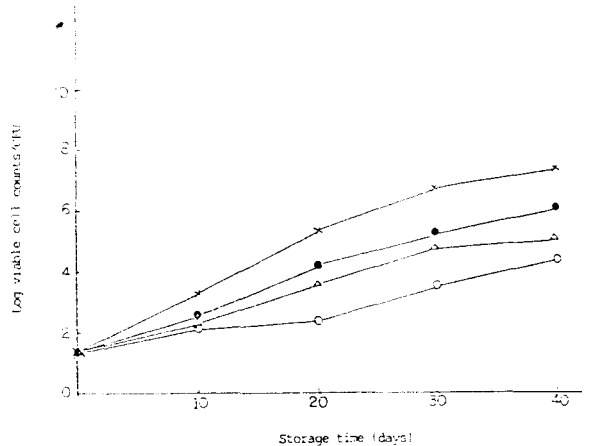


Fig. 3. Changes of total plate counts in meat sausage stored at various temperatures.(Symbol same as Fig. 1)

Akira⁽¹⁾는 비엔나소시지를 4°C에서 20일 동안 저장 실험한 결과 총균수의 변화는 g 당 $1.1 \times 10^3 \sim 3.2 \times 10^8$ 이었고, 金子 등⁽¹³⁾은 25°C에 저장한 결과 1주일 경에 $10^2 \sim 10^3$, 5주일 경에는 $10^6 \sim 10^7$ 이었으며 또한, 7°C에 저장한 경우 slime 현상이 발생할 때까지 저장 일수는 비엔나소시지의 경우 1~2주, 기타 소시지와 햄류는 2~3주로서 이 때의 총균수 농도는 $10^7 \sim 10^9/cm^2$ 이었다고 보고했다. 이상의 결과는 본 시험에서 얻은 결과와 경향은 일치하나 총균수 농도의 차이는 다소 있었다. 이러한 차이는 소시지의 종류, 제조시의 오염상태, 포장상태, 염지 종류와 배합량의 차이, 보존상태 및 배양조건 등의 차이 때문이라고 사료된다.

수분함량과 수분활성(Aw)의 변화

Table 3은 저장중 온도별 Aw와 수분함량의 변화를 나타낸 것이다. Aw와 수분함량은 저장온도별 큰 변화는 없었지만 저장온도가 증가함에 따라 약간 감소하는 경향이였다. 즉, 저장 초기의 수분활성은 0.947이었는데, 10°C에서 10일간 저장한 경우 0.925에서 30일에는 0.910으로 감소하였다. 또한, 수분함량도 10°C에서 저장 초기에는 50.46%이었는데 10일째 50.12%에서 30일간 저장한 경우 48.65%로 약간 감소하였다. 이러한 Aw와 수분함량의 미미한 변화는 저장중 약간의 수분증발로 인한 감소와 부분적으로 진공포장으로 인한 수분의 상대이동을 차단하였기 때문이라고 추측된다. 식품에 함유되어 있는 수분은 식품의 조직감적인 특성(textural characteristic)을 결정해 줄 뿐만 아니라 식품중의 성분과 직접

또는 간접적으로 화학반응을 하여 식품의 상대적 수명을 결정한다고 알려^(8,9)지고 있다. 그러나, 본 실험에서는 Aw와 수분함량이 온도별 큰 변화는 없었지만 저장온도 증가와 기간이 경과함에 따라 약간 감소하는 경향이였다.

색깔의 변화

저장온도별 축육소시지의 색깔 변화는 Table 4와 같다. 10°C와 40°C에서 저장한 경우 저장 초기의 L값(백색도)은 31.2에서 25.6으로 감소하여 저장기간이 경과함에 따라 소시지 색깔이 어두워지는 경향이였다. 또한, 20°C와 변온저장의 경우도 L값이 31.2에서 27.1로 저장기간이 경과함에 따라 감소하여 역시 색깔이 어두워지는 경향이였다. 그러나, a값(적색도), b값(황색도)은 저장온도의 증가에 따라 b값은 다소 감소하는 경향이거나 a값의 변화는 유의적인 차이가 없었다. 총 색택차 ΔE는 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향이였고 저장온도에 따른 변화는 거의 없었다. 이러한 저장중 색깔의 변화는 Aw와 매우 밀접한 관계가 있는데 김 등⁽¹⁵⁾은 40°C 저장중 Aw를 0.33~0.97 사이로 조절하면서 갈색화 반응에 미치는 Aw의 영향을 살펴본 결과 저장 8일째 중간 Aw 부근인 0.67~0.84에서 갈색화 반응이 최대로 진행된다고 보고했다. 또한, Warmbier⁽¹²⁾가 보고하기를 저장온도가 높은 경우에는 기질의 이동속도가 갈색화반응 속도를 좌우한다고 하였다. 또한, 낮은 온도에서는 중간물질의 축적이 많으나 저장온도가 높을 수록 갈색화의 최종 산물의 축적이 빨라 물에 녹지 않는 melanoidin류가 생성되므로 흡광도가 감소된다는 보고⁽³⁾도 있다. 이상의 결과로 미루어 보아 축육소시지의 Aw는 0.947~0.901의 범위에 있기 때문에 최대 갈색화 범위를 벗어나 있어 갈색물질의 생성속도가 늦기 때문에 소시지 색깔의 변화가 미미한 것으로 추측된다.

Table 3. Water activity and moisture contents of meat sausage during storage at different temperatures

Storage time (days)	Storage temp. (°C)	Aw ^{a)}	moisture (%)
0	-	0.947	50.46
	10	0.925	50.12
	20	0.946	49.70
10	40	0.914	51.64
	Fluc. temp.	0.941	50.31
	10	0.921	49.89
	20	0.924	47.79
20	40	0.903	47.76
	Fluc. temp.	0.927	49.10
	10	0.910	48.65
	20	0.908	47.52
30	40	0.901	46.59
	Fluc. temp.	0.923	48.98

a) Water activity

b) 10/40°C, 7 days alternating periods

관능적인 변화

Table 5는 축육소시지의 저장온도별 관능적인 변화를 나타낸 것이다. 10°C에서 저장한 것은 40일간 저장해도 관능평점이 3.1로 보통 수준이었고, 온도가 올라감에 따라 30일 이후부터 저장 초기의 관능평점과 5% 수준에서 유의차가 발생하였다. 그리고, 20°C와 40°C로 온도가 올라감에 따라 관능평점이 감소되어 각각 15일과 10일 이후부터 저장 초기의 관능평점과 5% 수준에서 유의차가 있었다. 또한, 전체적인 slime 형성의 기준인 관능평가 2.0을 기준으로 저장기간을 예측해 본 결과 10°C는 40일 이상, 20°C는 40일 미만, 40°C는 30일 미만, 변온저장의

Table 4. Hunter value of meat sausage color during storage at different temperatures^{a)}

A _w	Storage temp. (°C)	Storage time (days)											
		0				10				30			
		L	a	b	ΔE ^{b)}	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0.347	10	31.2	7.72	13.7	34.9	29.9	12.0	12.5	61.4	25.6	13.3	11.3	65.6
	20	31.2	7.72	13.7	34.9	27.1	12.8	11.2	64.0	27.1	18.2	12.7	65.5
	40	31.2	7.72	13.7	34.9	29.9	12.0	11.0	61.2	25.6	13.3	11.3	65.6
	Fluc ^{c)} temp	31.2	7.72	13.7	34.9	27.1	12.8	11.2	64.0	27.1	12.8	12.7	64.3

a) Standard: l=89.2, o=0.921, b=0.78

b) $\Delta E = \{(l-l_1)^2 + (o-o_1)^2 + (b-b_1)^2\}^{1/2}$

c) 10/40°C, 7 days alternating periods

Table 5. Changes in over-all acceptability of meat sausage during storage at different temperatures

Storage temp. (°C)	Storage time (days)					
	0	10	15	20	30	40
10	4.5 ^a	4.3 ^a	4.2 ^a	3.9 ^a	3.6 ^b	3.1 ^{bc}
20	4.5 ^a	4.1 ^a	3.6 ^b	3.2 ^{bc}	2.4 ^c	1.9 ^{cd}
40	4.5 ^a	3.5 ^b	2.6 ^c	2.2 ^c	1.5 ^{cd}	1.2 ^d
Fluc. temp ^{a)}	4.5 ^a	4.1 ^a	3.4 ^b	2.0 ^c	2.1 ^c	1.9 ^{cd}

Means scores based on a 5 point scale (5 Excellent, 3 Moderate, 1: very poor) and each column followed by the same letters are not different between them at 5% significantly level, LSD 0.05=0.9398

a) Fluctuation temperature (10/40°C), 7 days alternating periods.

경우는 20일 정도로 산출되었다.

요 약

저장온도가 축육소시지의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 저장온도별 이화학적, 미생물학적 변화를 비교, 검토하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다. 저장 온도별 VBN 함량의 변화는 온도의 영향에 민감한 반응을 나타내었는데 10°C, 20°C에 비해 40°C 저장이 VBN 함량이 급격한 증가현상을 나타내었다. 또한, 변온저장(10/40°C)인 경우에는 10°C와 20°C에 비해 VBN 함량 변화가 빠르나 40°C에 비해서는 변화가 느린 경향이였다. 저장온도별 VBN 함량, 총균수의 변화는 저장기간의 경과와 저장온도 증가에 따라 증가하였으나, TBA 값은 저장기간이 경과함에 따라 그 변화 경향은 일정하지 않았지만, 전반적으로 40°C가 10°C, 20°C 및 변온저장에 비해 높은 경향이였다. A_w와 수분함량은 저장온도별

큰 변화는 없었지만 저장온도가 증가함에 따라 약간 감소하는 경향이였으나 소시지 색깔은 저장기간이 경과함에 따라 어두워지는 경향이였다. 전반적인 slime 형성의 기준인 관능평가 2.0을 기준으로 저장기간을 예측해 본 결과 10°C는 40일 이상, 20°C는 40일 미만, 40°C는 30일 미만, 변온저장의 경우는 20일 정도로 산출되었다.

문 헌

1. Akira, A. : Preservative effect of egg withe lysozyme on vienna sausage. *Jap. J. Zootech. Sci.*, **46**, 289(1970)
2. AOAC : *Official methods of analysis* 11th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C. p.285(1980)
3. Fennema, O.R. : *Food chemistry*, New York. p. 85(1976)
4. Kohsaka, K. : Freshness preservation of food and measurement. *The food Industry*. **18**, 105(1975)
5. Laleye, C.L., Simard, R.E., Lee, B.H. and Holley, R. A. : Shelf-life of vacuum of nitrogen packed pastrami, effects of packaging atmospheres, temperature and duration of storage on micro flora changes. *J. Food Sci.* **49**, 827(1984)
6. Moerck, L.E. and Ball, H.R. : Lipid autooxidation in mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* **39**, 876(1974)
7. Pawar, S.S., and Mager, N.G., : Chemical changes during frozen storage of pomphrets, mackerel and sardine. *Food Technol.* **14**, 87(1965)
8. Rockland, L.D. and Stewart, G.F. : *Water activity* Influence of food quality. Academic Press. (1981)
9. Song, P.S. and Chichester, C.O. : Kinetic behavior

- and mechanism of inhibition in the maillard reaction. I. Kinetic behavior of the reaction between P. glucose and glycine. *J. Food Sci.* 31, 906(1966)
10. Tarladgis, B.G., Watts, Bom. and Younathan, M.T. : A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *JAACS.* 37, 44(1960)
 11. Thatcher, F.S. and Clark, D.S. : Microorganisms in foods. 1, 59(1975)
 12. Warmbier, H.C. : Effect of glycerol on nonenzymatic browning in a solid intermediate moisture model food system. *J. Food Sci.* 41, 528(1976)
 13. 金子精一, 長南茂樹, 武原三郎 : インスタント食品に関する衛生學的 研究. III. 肉製品 表面部の 微生物叢 についこ 魚肉ソ-セ-ジ. 175, 32(1969)
 14. 高坂知久 : 肉製品の鮮度保持ヒ 測定. 食品工業. 18, 105(1975)
 15. 김윤지·최형택·유주현·오두환 : 중간수분식품 모델계에서의 마이야르반응에 관한 연구. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19, 113(1987)
 16. 조길석·김현구·강통삼·신동화 : 포장방법이 고등어 제품의 저장성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 20, 6(1988)
- (1989년 1월 9일 접수)