

저장온도가 돼지고기와 농어의 신선도에 미치는 영향

김 돈 · 지승원 · 장영기* · 장의영* · 이병무* · 박기환 · 이영춘
중앙대학교 식품공학과, *삼성전자 주식회사

Effects of Sub-freezing Temperature on the Freshness of Pork Loin and Sea-bass

Don Kim, Seung-Won Ji, Young-Ki Chang*, Eui-Young Chang*,
Byung-Moo Lee*, Ki-Hwan Park and Young-Chun Lee
Department of Food Science & Technology, Chung-ang University
*Samsung Electronics Co., LTD

Abstract

The sub-frozen meats and fishes afford some convenience in cooking pretreatment and shorter thawing time than the frozen ones to the consumers. The object of this study was to determine the optimal storage temperature which maintains the freshness of pork loin and sea-bass in sub-freezing temperature range. The temperatures were maintained at -3, -5 and -7°C. Pork loin and sea-bass were used for the study. Changes of VBN, TBA, color, texture and moisture content were measured for pork loin in addition to sensory evaluation. The VBN and TMA values were measured for the sea-bass. The moisture content and chromaticity of pork loin decreased while texture hardness was increased during storage. There were no significant temperature effects on these measurements. However, TBA and VBN values increased and showed quality differences on the meats stored -7°C, compared to other storage temperatures. From sensory test, it was found that meats stored at -7°C were fresher than others. The VBN and TMA values for the sea-bass increased and there existed significant differences between -3 and -5°C of storage temperatures. These results suggest that the pork loin should be stored at -7°C or below while -5°C or below for the sea-bass in order to retain the freshness.

Key words: sub-freezing temperature, pork loin, sea-bass, freshness

서 론

식품의 온도를 0°C 부근으로 저하시키면 psychrophilic bacteria를 제외한 대부분 미생물의 생육이 억제되고(김영교 등 1996a), 효소적 및 화학적 품질손실 속도가 실온에 비해 현저히 감소한다. 그러나 이 온도에서도 미생물의 생육이 서서히 진행되고, 효소적 및 화학적 반응들이 계속되므로 품질손상은 진행된다. 때문에 대부분 신선한 식품의 품질을 단기간 보존하는데 냉장방법이 널리 이용되고 있으며, 소비자들이 거의 필수품으로 사용하는 가정용 냉장고도 이런 냉장방법의 한 형태라고 볼 수 있다. 신선육의 중요한 품질로는 향미, 다즙성, 색깔 및 연도를 들 수 있으며(이

영춘 1993) 이런 신선육의 품질요소의 손실속도를 줄이기 위하여 냉장방법이 전통적으로 활용되어 왔다. 그런데 저온저장의 온도대에 따라 냉각육(chilled meat), 반냉동육(super chilled meat), 냉동육(frozen meat)로 나눌 수 있다. 냉각육은 저장온도대가 -1~1°C로 가장 널리 사용되는 방법이다(김병목 1993). 반냉동육은 품온을 빙점이하인 -3°C 부근으로 유지한 것으로, 저장기간은 냉각육보다 길지만 냉동육보다는 짧다. 그런데 반냉동육은 보존기간의 연장외에도 조직이 단단하여 절단 등의 요리 전처리에 편리하고 냉동육처럼 장시간의 해동이 요구되지 않아 일반소비자들이 고기를 구입하여 저장하는 방법으로 활용가능성이 크다고 평가된다. 본 연구의 목적은 돼지고기와 활어인 농어의 저온저장 최적화를 위한 실험으로 sub-freezing 온도범위에서 저온저장 chamber내 온도가 주요 돼지고기와 농어의 신선도 유지에 미치는 영향을 조사하여 주요

Corresponding author: Young-chun Lee, Professor, Dept. food Sci. & Tech. Chung-Ang Univ. Naeri san 40-1, Daeduk-myun, Ansong, Kyungki-do, S. Korea.

육류와 어류의 최적 저장온도를 알아내는데 목적을 두었다.

재료 및 방법

실험재료

돼지고기는 안정 농협 축산물 판매장에서 구입하여 원형 그대로의 등심을 두께 약 5~6 mm 정도로 썰어서 (cutting) 사용하였다. 보통 50개 정도의 돼지고기 조각이 나오는데 이것들을 무작위로 착출하여 각각의 온도대(-3, -5, -7°C)의 냉장고에 저장하였다. 시료의 균일화 및 공정을 기하기 위하여 한 실험 당 알 등심 한 덩어리(50片)씩 사용하여 실험을 진행하였다. 실험시 시료의 선택은 임의의 3~5개소로부터 취하여 사용하였으며 chopping이 필요한 시료는 시료의 양이 작아서 blender를 사용하지 않고 칼로 다져서 사용하였다. 색을 측정할 때는 시료의 기름부위와 떡심 등 모든 색상에 이상을 주는 부위를 모두 제거 후 측정을 하였고 texture는 시료의 기름부위와 떡심 등을 모두 제거 후 순 살코기만을 가지고 실험을 하였으며 3회씩 반복 측정을 하였다.

모든 시료는 25°C chamber에서 1시간 정도 해동 후 사용 하였으며 관능검사시는 시료의 균일화 및 공정성을 기하기 위하여 미리 어느 정도 전자레인지로 cooking을 해놓고 관능평가시에 따뜻하게 데워서 사용하였다.

농어는 노량진 수산시장에서 활어를 구입하여 머리, 내장, 꼬리 부분을 제거한 후 얼음으로 포장하여 실험실로 운반하여 저장하였다. 몸통 가운데 부분을 자르고 25°C chamber에서 1시간 정도 해동 후 비늘과 뼈가 섞이지 않도록 하여 생선의 살부위만을 도려낸 후 칼로 다져서 시료로 사용하였다. 생선의 양면을 분리하여 채취하여 측정하였다.

모든 시료의 채취는 3일 간격으로 진행하였다.

실험 방법

휘발성 염기질소량(VBN): 식품공전(1995)의 선도 판정법 중 휘발성 염기질소량 측정법을 사용하였다.

시료 10 g에 증류수 50 mL를 넣고 교반 후 30분간 침출 후 여과한 후 Conway수기 외실에 시료용액 1 mL를 넣고 내실에 0.01N-H₂SO₄ 1 mL를 넣었다. 외실의 다른 편에 K₂CO₃ 포화용액 1 mL를 넣고 즉시 덮개를 덮은 후 시료용액과 K₂CO₃ 용액이 섞이도록 흔들어 주고 25°C에서 1시간 정치하였다. 덮개를 열고 내실의 H₂SO₄ 용액에 Brunswick시액 한두방울을 넣고

0.01N-NaOH용액으로 적정하였고(a mL) 바탕시험은 증류수를 사용하여(b mL) 다음 식에 따라 계산하였다.

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

W: 시료 채취량

f : 0.01N-NaOH의 factor

d : 회석배수

TBA가: 유지나 지방질 식품의 정량적인 산패측정에 실제로 사용되고 있는 터너법(Turner method)을 사용하였다. 시료 5 g를 잘 마쇄한 후 5 mL의 삼염화 초산(trichloroacetic acid)과 0.01 M의 TBA시약을 가한 후, 97~99°C의 온도에서 30분간 끓인 후 냉각하여, 상층에 떠있는 유지를 제거하였다. 수용액층에 있는 TBA-말론알데하이드 복합체를 15 mL의 이소아밀 알콜(isoamyl alcohol, 10 mL)과 피리딘(pyridine, 5 mL)의 혼합용액으로 추출한 후 538 nm의 파장에서 분광광도계(UV-visible spectrophotometer, GBC, 914, Australia)로 흡광도를 측정하였다.

표면색도의 변화: 색도는 색차계(Color difference meter, Hunter lab., CQ-1200x, USA)를 이용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 include, reflectance mode에서 측정을 하였다. 전반적인 색차(ΔE)는 $\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$ 로 나타냈으며 Standard plate의 L, a, b값은 각각 94.81, -0.96, 0.43이었다. 모든 시료는 3회 씩 반복측정을 하였다.

텍스처: Texture test system (Food Technology Corporation, T2100C USA)를 이용하여 cutting force를 측정하였다. 측정조건은 cross head speed 40 (sec/cycle), pressure 220 (psi), force transducer 300으로 하였고 사용한 cell은 single blade cell이었다.

보수력: 상압 가열건조법으로 105°C에서 24시간 건조시켜 수분함량으로 결정하여 아래의 식에 의해 %로 나타내었다.

$$\text{수분(\%)} = \frac{\text{시료의무게} - \text{건조무게}}{\text{시료의무게}} \times 100$$

TMA: 시료를 10~20 g을 칭량하여 5% TMA용액 80 mL를 넣고 MgCO₃를 포화시킨 formalin용액 1 mL를 첨가한 후 교반하여 30분간 침출하였다. 여액을 Conway수기 외실에 1 mL를 넣고 내실에 1% H₃BO₃ 1 mL를 넣은 후 외실의 다른 편에 K₂CO₃ 포화용액 1 mL를 넣고 즉시 덮개를 덮고 시료용액과 K₂CO₃ 용액이 섞이도록 흔들어주었다. 37°C에서 2시간 정치한 후 덮개를 열고 내실의 H₃BO₃ 용액에 Brunswick시액 한

두방울을 넣고 0.02N-HCl용액(a mL)으로 적정하였다. 시료용액대신 증류수를 사용하여 같은 방법으로 바탕 시험을 하여(b mL) 다음 식에 따라 계산하였다.

$$TMA(mg\%) = 0.28 \times \frac{(a-b) \times f}{W} \times 100 \times d$$

W: 시료 채취량

f : 0.02N-HCl의 factor

d : 회석배수

관능적 기호도 평가: 대조구와 시료간의 차이식별 검사를 실시하였고 예비관능검사 반복으로 훈련된 패널원 20명을 선정하였다. 날고기로 냄새를 검사하고 익힌 고기로 맛 검사를 7점 척도법(이영춘, 김광옥 1989)으로 하였는데 색과 냄새의 경우는 등심조각의 크기가 등근모양으로 보통 지름이 8~10 cm 정도 되므로 4등분하여 시료를 취하였다. 관능검사용 시료는 25°C chamber에서 1시간 가량 해동 후 사용하였으며 맛의 경우도 시료를 4등분하여 전자레인지로 익힌 후 사용하였다.

패널원들에게 제공되는 고기의 배열은 난수표를 이용하여 얻은 3자리 숫자를 표시하여 주었으며 R(대조구)을 중심으로 시계방향으로 관능검사를 실시하였다. 사람의 감각은 처음에 접하는 것이 강한 느낌을 주므로 시료의 배열을 처음에는 -3°C, 그 다음 패널원에게는 -5°C, 그 다음 패널원에게는 -7°C에서 저장된 등심을 R 다음에 배치하여 어느 한쪽에 치우치지 않도록 하였다.

모든 특성은 0에서 7로 갈수록 관능적 품질이 좋은 것을 나타내었다. 관능검사는 반복 차이를 무시한 랜덤화 완전 블록 계획(randomized complete block design, RCBD)으로, 20명의 패널을 20개의 블록으로 취급하였다. 3회 반복한 관능검사 결과에 대해 분산분석을 한 후 각 온도대간의 유의적인 차이를 조사하기 위해 최소유의차 검증을 실시하였다.

유의성 검증: SAS system을 사용하였으며, 조건은 Duncan's multiple range test for variable, Alpha=0.05 이었다.

결과 및 고찰

저장기간 중 돼지고기의 품질변화

수분함량의 변화: 저장 온도별 돼지고기의 수분함량에 대한 변화를 Fig. 1에서 나타내었다. 수분함량은 저장 온도에 따른 차이가 없이 기간이 경과함에 따라

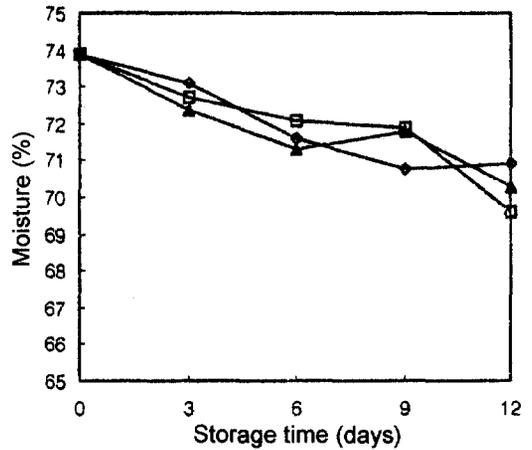


Fig 1. Moisture content of pork during storage (◇—◇: -3°C, □—□: -5°C, ▲—▲: -7°C).

감소하는 경향을 보였으나, 돼지고기의 신선도에 대한 저장온도(-3~-7°C)간의 유의적인 차이는 없으므로 나타났다. 식육의 보수력은 육의 가열이나 압착 등과 같은 외적 작용을 가할 때 육단백의 수분 보존 능력을 측정하는 것(Forrest 등, 1975)으로 박 등 (1980)은 돼지고기를 저장 후 보수력을 12개월간 측정하였으나 그 변화 폭은 55~62% 범위로 저장 중 보수력의 변화는 크지 않은 것으로 해석되었고 또한 pH의 경우도 5.7~5.8 정도로 거의 변화가 없었다고 하였다. pH는 등전점인 5.0~5.1에서 가장 낮은 보수력을 나타내며 pH의 변화가 보수력에 큰 영향을 미치므로(김영교 등 1996b) 보수력의 변화가 거의 없다는 것은 pH의 변화와 비교하여 보면 알 수 있다. 식품에 함유되어 있는 수분은 식품의 조직감적인 특성(textural characteristic)을 결정해 줄뿐만 아니라 식품중의 성분과 직접 또는 간접적으로 화학반응을 하여 식품의 상대적 수명을 결정한다고 알려지고 있다(Rockland 등, 1975).

Texture의 변화: 저장 중 수분의 증발에 의해 고기가 건조됨으로써 조직의 변화가 있게 됨으로 이들 변화를 측정된 결과 저장일수가 증가함에 따라 고기의 cutting force가 증가하였으나, 이들 값들의 변화에서도 저장온도간의 차이는 나타나지 않았다(Table 1). 이 결과는 수분의 감소에 따라 고기의 경도가 증가하는 것에서 충분히 예측가능한 것이었다.

표면색깔의 변화: 저장 중 돼지고기의 표면색깔에 대한 변화를 Table 2에 나타내었다. 각 저장온도에서 L값의 변화는 52.78에서 조금씩 감소하여 저장기간이 경과함에 따라 돼지고기의 색깔이 어두워지는 경향이었고 a값(적색도)의 경우도 8.03에서 -3°C는 6.03,

Table 1. Changes in texture(psi) of pork loin at different storage temperatures

Storage time (days)	Temperature (°C)		
	-3	-5	-7
0	220.9	220.9	220.9
3	235.4	235.4	252.8
6	275.1	269.3	245.1
9	197.6	164.7	201.5
12	354.7	243.2	317.8

-5°C는 5.88, -7°C는 6.53으로 저장기간이 경과함에 따라 감소하였다. -3°C와 -5°C에서는 b값(황색도)의 경우 감소하는 경향이 미미하였으나 -7°C는 감소하는 폭이 다른 온도대보다 큰 것을 알 수 있었다. 총 색택차 $\Delta E(\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2} + \Delta L^2)$ 는 -3°C에서 2.984, -5°C에서 3.176, -7°C에서 6.727로 -7°C에서 가장 큰 값을 보였다. 정(1991)은 NBS단위인 ΔE 와 감각과의 관계에 대하여 ΔE 값이 1.5~3.0은 noticeable(느끼는 정도), ΔE 값이 3.0~6.0은 appreciable(눈에 띄는 정도) 그리고 ΔE 값이 6.0~12.0은 much (많이)라고 하였으므로 감각적으로 보았을 때는 각 저장온도대에서 색깔의 차는 있다고 할 수 있으나 이들 각각의 값들의 변화는 신선도에 대한 저장 온도간의 유의적인 차이는 없으므로 나타났다. 이러한 저장 중 색깔의 변화는 a_w (water activity)와 매우 밀접한 관계가 있는데(김윤지 등, 1987), 색이 변하는 큰 이유는 갈색화반응 때문이며 Warmbire (1976)에 의하면 식품에 있어서의 최대 갈색화는 a_w 0.65~0.70사이에서 일어나는데, 이 이하의 a_w 에서는 기질의 이용도가 낮아서 갈색화가 억제되며, 이 이상의 a_w 에서는 회색효과에 의해 반응물질의 농도가 낮아지기 때문에 갈색화가 저하된다고 보고하였다. 또한, 낮은 온도에서는 중간물질의 축적이 많으나 저장 온도가 높을수록 갈색화의 최종산물의 축적이 빨라

물에 녹지 않는 melanoidin류가 생성되므로 흡광도가 감소된다는 보고도 있다(Fennema, 1976). 김 (1995)은 돼지고기의 수분함량이 60~70%정도일 때 a_w 가 0.97 정도라고 하였는데 실험결과로 미루어 보아 a_w 가 위에서 제시한 값과 같다고 판단되므로 최대 갈색화 범위를 벗어나 있어 갈색물질의 생성속도가 늦기 때문에 돼지고기의 색깔의 변화가 적은 것으로 추측된다.

TBA 변화: 저장중 돼지고기의 TBA가에 대한 변화를 Table 3에서 나타내었다. 돼지고기의 산패정도를 보여 주는 TBA가에서도 저장기간에 따라 변화가 있었으나 저장 온도간에는 유의적인 차이가 없으므로 나타났다. POV값으로 산화정도가 같은 유지일지라도 TBA가가 현저하게 다른 경우가 많은데 이는 지방산의 조성에 따라 생성되는 산화생성물의 종류가 다르기 때문이다. 고도 불포화 지방산이 산화하면 malonaldehyde가 생성되지만 linoleic acid와 같이 불포화도가 낮은 지방산으로 부터는 거의 malonaldehyde가 생성되지 않는다(Dahle 등, 1962). 그러므로 유지의 종류에 따라 TBA가도 변동하고, POV와의 상관성도 확실하지 않다. 또한 산화유지의 경우 malonaldehyde의 생성량과 TBA가와의 상관성도 낮다고 한다(Frankel 등, 1984). 이번 실험은 위에서 열거한 TBA가의 문제점에 기인하여 실험결과에 영향을 준 것으로 보인다.

VBN의 변화: 저장 중 돼지고기의 VBN변화를 Fig. 2에서 나타내었다. 육류나 어류의 신선도를 평가하는데 많이 사용되는 VBN (mg%)값의 변화도 저장일수에 따라 서서히 증가하는 것으로 나타났다. 이들 값들의 변화는 위에 언급한 다른 이화학적 검사 항목과는 달리 -3°C와 -5°C에서는 차이가 없었고, -7°C만이 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 육제품의 변패가 진행되면 육단백질이 저분자의 무기질소로 분해되므로 이와 같은 무기질소량의 변화는 육제품의 선도를 반영하는 것이 된다. 이러한

Table 2. Changes in Hunter value of pork loin at different storage temperatures

Storage time (days)	Storage temp. (°C)											
	-3				-5				-7			
	L	a	b	$\Delta E^{(b)}$	L	a	b	$\Delta E^{(b)}$	L	a	b	$\Delta E^{(b)}$
0	52.78	8.03	14.85	0	52.78	8.03	14.85	0	52.78	8.03	14.85	0
3	51.21	6.51	13.58	2.524	51.11	6.52	13.35	2.877	51.38	6.72	13.36	2.835
6	49.50	6.32	12.94	4.163	49.23	6.91	12.95	3.945	50.05	6.93	13.19	4.431
9	51.13	6.48	13.19	2.804	50.35	6.13	13.33	3.166	50.72	6.43	13.41	5.200
12	50.91	6.03	13.65	2.984	50.62	5.88	13.13	3.176	50.85	6.53	12.45	6.727

a) Standard: L=94.81, a=-0.96, b=0.43

b) $\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2} + \Delta L^2$

Table 3. Changes in TBA values of pork loin at different storage temperatures (unit=0.D at 538 nm)

Storage time (days)	Temperature (°C)		
	-3	-5	-7
0	0.159	0.159	0.159
3	0.127	0.107	0.103
6	0.154	0.183	0.165
9	0.124	0.200	0.166
12	0.083	0.171	0.182

Table 4. Changes in organoleptic characteristics of pork loin

Storage time (days)	Factors	Temperature (°C)			
		-3	-5	-7	
3	Taste	5.45	5.37	5.70	
		6	4.80	5.15	5.47
		9	4.23	4.65	4.47
		12	4.12	3.91	3.95
6	odor	5.68	6.00	6.12	
		9	5.33	5.85	5.88
		12	4.25	4.28	4.47

Means scores based on 7 point scale(7 excellent, 4 moderate, 1 very poor).

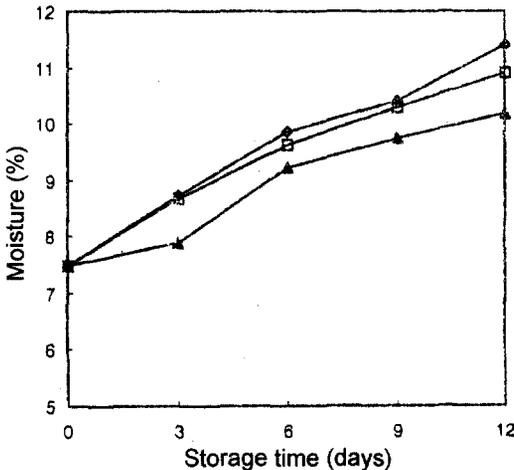


Fig 2. Changes of VBN values in pork loin during storage

VBN의 생성량과 식품가식 한계와의 관계는 5~10 mg%일 때는 신선한 상태이고, 30~40 mg%일 때는 부패단계라고 보고한 결과(高坂知久, 1975)와 비교해 보면 본 실험의 VBN함량이 전반적으로 낮은 경향이었는데 이는 시료의 차이, 저장기간과 온도로 인한 지방산화 및 단백질 분해를 저해하기 때문인 것이며 저온에서도 ATPase의 활성이 완전히 정지되는 것은 아니므로 ATP 등의 분해가 서서히 일어나서 VBN 발생에 기여하기 때문이라고 판단된다.

관능검사: 돼지고기의 신선도를 소비자의 관능에 의한 판단으로 측정된 결과는 Table 4에 요약되어 있다. 관능요인들이 직접 맛을 보아 판단한 저장온도에 따른 돼지고기의 맛의 변화는 저장 온도간에 유의성이 없었으며, 오히려 저장기간이 길어질수록 온도간의 품질차이가 줄어들어 가는 것으로 나타났다. 이는 저장 온도에 관계없이 수분의 함량이 비슷하게 감소함으로써 요리 후 고기를 씹을 때 느끼는 감각이 비슷하기 때문인 것으로 보인다. 이들 맛의 변화를 기준으로 한 저장 온도에서의 저장기간은 저장온도에 차이가 없이

약 12일인 것으로 나타났다.

고기의 부패는 민감한 후각에 의해 제일 쉽게 감지가 되므로, 저장고기를 직접 냄새를 맡아서 품질을 결정할 관능적 검사에서는, 품질의 변화 인식이 맛에 의한 판단보다 우수한 것으로 나타났다. 이는 이 검사 결과를 기초로 계산한 최대 저장 기간이 13일(-3°C)에서 15일(-7°C)로 맛에 의한 12일보다 증가한 것에서 알 수 있다. 이들 저장기간은 실험기간(12일)동안의 검사결과에서 유추한 것이기 때문에 품질의 변화를 인식하는 관능평점 4점 이하가 나올 때까지 관능검사를 해서 계산한 최대저장기간과는 약간의 차이가 있을 것으로 보이나, 냄새의 관능 평점의 변화가 선형적으로 감소하고 있는 경향을 보여 큰 차이가 있을 것으로는 보이지 않는다. 유의성 검증을 해 보면, VBN 측정 결과와 마찬가지로 냄새에서 -3°C와 -5°C에서는 차이가 없고 -7°C만이 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 관능검사의 경우는 검사의 측정항목인 맛과 냄새 중에서 후각에 의한 판단에 의한 결과가 맛에 의한 결과보다는 보다 정확하게 나타났기 때문에 유의적인 차이를 보였다고 판단된다.

농어의 품질변화: 저장온도간의 시료에 따른 차이가 있는지를 살펴보기 위하여 어류에 대한 저장실험을 하였다. 시료의 초기 신선도를 일정하게 하기 위하여 활어를 선택하였고, 비교적 지방함량이 높은 생선을 사용함으로써 저장기간 중 변화를 쉽게 관찰하고자 농어를 사용하였다.

VBN의 변화: 저장 중 농어의 VBN 값의 변화를 Fig. 3에서 나타내었다. 저장 기간 중 VBN값의 변화는 돈육과는 약간 다른 경향을 나타내었다. 초기의 VBN은 그 변화가 적었으나, 저장 9일째부터 현격히

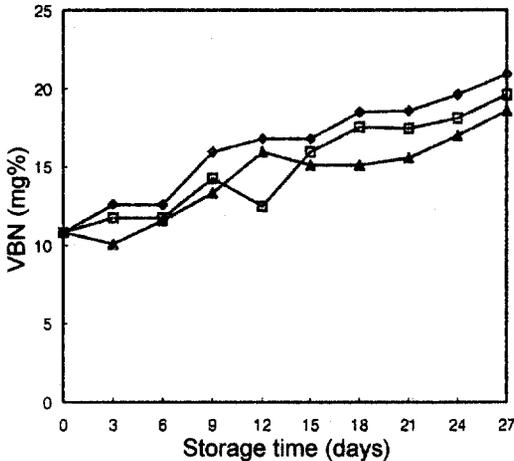


Fig 3. Changes of VBN contents in sea-bass during storage (◇—◇: -3°C, □—□: -5°C, ▲—▲: -7°C).

증가하였다. 이 값의 변화는 -3°C에서 증가폭이 다른 온도에 비해 커서, 저장기간동안 계속 높은 값을 나타내었다. 따라서, 돼지고기에서와는 달리 -3°C와 -5°C 사이에 유의성이 있는 것으로 나타났다. 국내의 연구로서 조 등(1988)은 고등어 및 갈치제품의 기호도와 TBA 측정치의 상관계수를 구한 결과 각각 0.5131 및 -0.3880으로써 매우 낮은 유의성을 보였으나 VBN, TMA의 상관관계는 고등어 제품의 경우가 -0.9479~0.9939, 갈치제품의 경우가 -0.9943으로 매우 높은 유의성을 보였다고 하였다. Pawar 등(1965)은 어육저장 중 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. 유의성 검증을 보면 농어의 경우는 돈육과 다르게 나타났는데 이는 생선류가 육류보다 빨리 부패한다는 데에서 추측할 수 있다. -3°C와 -5, -7°C간에 유의적인 차이가 나타났으며 이는 어류의 실험은 활어를 구입하였기 때문에 저장기간이 4주로 돈육보다 2배 정도 길었고, 저장온도에 대한 선도의 변화가 돼지고기보다 빠르기 때문이라고 해석할 수 있다.

TMA의 변화: 저장중 농어의 TMA 값에 대한 변화를 Table 5에서 나타내었다. TMA의 변화에 있어서도, -3°C에서의 변화가 다른 온도에 비해 그 증가폭이 월등히 크게 나타나고 있다. 그러나, VBN과는 달리 그 값의 변화가 거의 선형적으로 증가하고 있음을 보여주고 있다. 이 값의 변화에 있어서도, -3°C는 다른 저장 온도에 대해 차이가 있음을 나타내고 있어, 돼지고

Table 5. Changes in TMA contents of sea-bass at different storage temperatures

Storage time (days)	Temperature (°C)		
	-3	-5	-7
0	6.97	6.97	6.97
3	5.59	5.54	2.79
6	9.78	7.67	8.39
9	11.17	8.35	5.46
12	11.11	8.37	8.39
15	12.58	9.96	8.38
18	11.82	11.12	9.02
21	12.49	11.34	11.17
24	12.87	11.52	11.45
27	13.48	12.03	11.92

기의 저장 실험과는 다른 경향을 나타내었다. 따라서, 농어에 대한 저장 온도간의 신선도에 미치는 영향은 -3°C와 -5°C 사이에 차이가 있어 농어의 저장에는 -5°C이하의 온도에서 저장하면 신선도를 10일 이상 유지할 수 있는 것으로 판단된다.

요 약

저장온도가 돼지고기 및 농어의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 저장온도별 이화학적 물리적 변화를 비교, 검토하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다. 저장 온도별 VBN의 함량의 변화는 돼지고기의 경우 -3°C와 -5°C보다는 -7°C에서 저장한 상태가 품질의 변화 폭이 적었으며 농어의 경우는 -5°C 이하의 온도에서 변화가 느린 경향이였다. 수분함량의 변화는 저장기간이 경과할수록 서서히 감소하였으나 그 감소폭이 적었으며 저장온도간에 차이는 나타나지 않았다. 돼지고기의 색깔은 저장기간이 증가할수록 검붉어지는 경향이였으나 저장온도간에 차이는 나타나지 않았고 농어의 TMA 량은 저장기간과 저장온도간에 차이를 보였으나 그 변화의 폭이 크지 않았다. 저장온도별 VBN의 함량, 농어의 경우 TMA의 함량 등은 저장기간의 경과와 저장온도 증가에 따라 증가하였으나, TBA값과 텍스처의 변화는 저장기간이 경과함에 따라 그 변화 경향은 일정하지 않았지만 전반적으로 -3°C가 다른 온도대에 비하여 높은 경향이였다. 사람의 감각으로 차이를 느끼기 시작하는 기준인 관능평가가 점수4.0을 기준으로 저장기간을 예측해 본 결과 돼지고기의 경우 -3°C는 13일 미만, -5°C는 14일 미만, -7°C경우는 15일 미만 정도로 산출되였다.

감사의 글

이 논문은 삼성전자 주식회사의 지원에 의하여 이루어진 연구의 일부이며 이에 감사를 드립니다.

문헌

- Dahle, L.k., Hill, E.G. and Holman, R.T. 1962. The thiobarbituric acid reaction and the autoxidations of polyunsaturated fatty acid methyl esters. *Arch. Biochem. Biophys.* **98**: 253-264.
- Fennema, O.R. 1976. *Food chemistry*. Wiley-vch. New York, USA. p85.
- Forrest, J. C, Aberle, E.B, Hedrick, H. B., Judge, M. D. and Merkel, R. A. 1975. *Principles of Meat Science*. W. H Freeman and Company. p174
- Frankel, E.N. 1984. Lipid oxidation : mechanisms products and biological significance. *J of A., Oil Chem. Soc.* **61**: 1902-1909.
- Pawar. S.S. and Mager, N.G. 1965. Chemical changes during frozen storage of pomphrets. mackerel and sardine. *Food Technol.* **14**: 87-95.
- Rockland, L.D. and Stewart, G.F. 1981. *Water Actibity: Influencesson Food Quality*. Academic Press. USA. p 243
- Turner, E.W. 1954. A extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values if pork and beef during storage. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 8-17
- Warmbire, H, C.. 1976. Effect of glycerol on nonenzymatic browning in a solid intermediate moisture model food system. *J. Food Sci.* **41**: 528-534
- 강인수. 1995. 현대식품화학. 진로연구사. 96.
- 高坂知: 肉製品の鮮度保持に 側定. 1975. 食品工業. **18**: 105.
- 김동경, 박인수, 김남수., 1998. 냉장 및 냉동어육의 화학적 선도지표 측정. 한국식품과학회지 **30**: 993-999
- 김동훈. 1995. 식품화학. 탐구당. pp14-15.
- 김병목. 1993. 식품저장학. 선진출판사. p 82
- 김영교, 김영주, 김현옥, 송계원, 성삼경, 이유방. 1996a. 선진출판사. p252
- 김영교, 김영주, 김현옥, 송계원, 성삼경, 이유방. 1996b. 선진출판사. p250
- 김영호, 양승용, 이무하. 1988. 동결속도에 따른 쇠고기의 냉동저장 중 이화학적 변화. 한국식품과학회지 **20**: 447-452
- 김윤지, 최형택, 유주현, 오두환. 1987. 중간수분식품 모델계에서의 마이야르반응에 관한 연구. 한국식품과학회지. **19**: 113-118
- 박석원, 강통삼, 민병용, 서기봉, 양 용. 1980. 동결 돈육 저장중의 변화. 한국식품과학회지 **12**: 34-40
- 식품공전. 1995. 보건복지부. pp210-211
- 이영춘, 김광옥. 1989. 식품의 관능검사. 학연사. pp126-128, pp166-188
- 이영춘. 1993. 식품냉동공학. 신평출판사. p268
- 정문철. 1991. 식품색의 수치적 표현원리(I)-(L, a, b)체계. 식품기술 **4**: 41-45
- 조길석, 김현구, 강통삼, 신동화. 1988. 포장방법이 고등어 제품의 저장성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 **20**: 6-12