

냉각방식에 따른 반냉동 돼지고기, 쇠고기와 참치의 신선도 변화

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

Effects of Sub-freezing Systems on the Freshness of Pork Loin, Beef Loin and Tuna

Don Kim, Young-Ki Chang*, Ki-Hwan Park and Young-Chun Lee

Department of Food Science & Technology, Chung-ang University, Samsung Electronics Co., LTD*

Abstract

Effects of different types of sub-freezing methods on quality of raw pork loin, beef loin and tuna were studied. Storage tests were undertaken as follows; the three different types of sub-freezing methods, such as regular cold chamber at -1°C , air-blast sub-freezing at -5°C and sharp-plate sub-freezing at -5°C , were evaluated for extending freshness of samples. Pork loin packed with polyethylene-film showed no significant differences ($P<0.05$) in physico-chemical properties among the above sub-freezing methods. Air-blast sub-freezing methods revealed faster evaporation of moisture from samples. The same sub-freezing method also showed increased VBN values of pork loin and tuna samples. Regular cold chamber resulted in increased TBA values and K values of beef loin and tuna, respectively. It appeared that sharp-plate freezing system kept the food samples with the least loss of freshness among the above three sub-freezing methods. These results indicated that freshness of raw pork, beef and tuna could be significantly extended by the sharp-plate sub-freezing method.

Key words : sub-freezing methods, freshness, pork loin, beef loin, tuna

서 론

식품의 온도를 0°C 부근으로 저하시키면 호생성 세균을 제외한 대부분의 미생물의 생육이 억제되고⁽¹⁾, 효소적 및 화학적 품질손실 속도가 실온에 비해 현저히 감소한다. 그러나 이 온도에서도 미생물의 생육이 서서히 진행되고, 효소적 및 화학적 반응들이 계속되므로 품질손상이 진행된다. 대다수의 동물성 식품은 도살 후 생명을 잃으므로 식품조직내에 무질서한 효소 반응이 일어나고, 또 미생물에 대한 저항력도 상실하게 된다. 그러나 비교적 단시간이라면 냉동하지 않는 범위의 저온을 이용해서 품질저하를 방지할 수가 있다⁽²⁾. 이 경우는 이미 생체로서의 기능장해를 고려하지 않아도 되므로 식품의 빙점($-0.5\sim-2^{\circ}\text{C}$)에 가까운 저온

으로 유지하여 저장기간을 연장시킬 수 있다.

냉동식품은 냉동속도, 저장온도 및 저장온도의 편차에 따라 품질의 손실이 많이 생기는데, 이 중 저장온도편차가 클수록 냉동과 해동의 반복이 자주 일어나기 때문에 조직의 손상은 물론 drip의 발생으로 인한 수분의 감소로 육류나 어류의 식미와 조직감이 떨어지게 된다. 그리고 실제로 식품을 냉각하는 방식의 차이에 따라서도 얼음입자의 형성에 의한 조직손상의 정도가 달라지므로, 냉동식품의 저장시에는 저장온도 뿐만 아니라 다른 저장조건들도 고려되어야 한다.

본 연구에서는 기존 냉장고의 특선실과 새로운 냉각방식의 냉장고에 돼지고기, 쇠고기, 냉동참치를 저장하면서 그들의 품질을 비교하고, 이 결과를 기초로 하여 신선도 유지에 적합한 저장조건을 제시하고자 하였다.

Corresponding : Young-chun Lee, Professor, Dept. food Sci. & Tech. Chung-Ang Univ. Naeri san 40-1, Daeduk-myun, Ansung, Kyungki-do 456-756, Korea.
Tel : 82-334-676-2451
Fax : 82-334-675-4853
E-mail : leeyc@post.cau.ac.kr

재료 및 방법

실험재료

돼지고기는 안성 농협 축산물 판매장에서 구입하여

원형 그대로의 등심을 두께 약 5~6 mm 정도로 썰어서 사용하였다. 보통 50개 정도의 돼지고기조각이 나오는데 이것들을 무작위로 적출하여 저장 chamber에 저장하였다. 쇠고기는 돼지고기를 구입한 같은 곳에서 한우 등심으로 구입하였다. 냉동참치는 평택 김스 할인매장에서 동원산업제품을 구입하였고, 약 5 mm의 두께로 절단한 후 세워서 냉기가 닫는 부위가 각 시료마다 일정하게 하여 저장고에 포장을 하지 않은 채로 투입하였다.

모든 시료는 기존 냉장고에 있는 특선실(-1°C)과 Model I(-5°C), Model II(-5°C)에 포장을 하지 않은 채 각각 저장하였다. Model I은 강제 대류식 냉각방식이고, Model II는 판상냉동법(자연 대류식 냉각방식)이었다. 돼지고기등심은 포장의 유무에 따라 품질의 변화에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 polyethylene film으로 포장한 것을 대조군으로 하였다. 모든 시료의 채취는 3일 간격으로 하였으며, 실험은 3회씩 하였다.

실험 방법

휘발성 염기질소량(VBN) : 식품공전⁽³⁾의 선도판정법 중 휘발성 염기질소량 측정법을 사용하였다. 시료 10 g에 증류수 50 ml를 넣고 교반 후 30분간 침출한 다음 여과한 후 Conway수기 외실에 시료용액 1 ml를 넣고 내실에 0.01 N-H₂SO₄ 1 ml를 넣었다. 외실의 다른 편에 K₂CO₃ 포화용액 1 ml를 넣고 즉시 덮개를 덮은 후 시료용액과 K₂CO₃ 용액이 섞이도록 흔들어서 25°C에서 1시간 정치하였다. 덮개를 열고 내실의 H₂SO₄ 용액에 Brunswick시액 한두방울을 넣고 0.01 N-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 : 0.01 N-NaOH의 factor

d : 회석배수

TBA가 : 유지나 지방질 식품의 정량적인 산패측정에 실제로 사용되고 있는 터너법(Turner method)⁽⁴⁾을 사용하였다. 시료 5 g를 잘 마쇄한 후 5 ml의 삼염화초산(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 이소아밀 알콜 10 ml와 피리딘 5 ml의 혼합용액으로 추출한 후 538 nm의 파장에

서 분광광도계(UV-visible spectrophotometer, GBC, 914, Australia)로 흡광도를 측정하였다.

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

$$\text{수분(\%)} = \frac{\text{시료의 무게} - \text{건조 무게}}{\text{시료의 무게}} \times 100$$

K-value : 혼합마쇄한 시료 10 g에 10% perchloric acid(PCA) 30 ml를 가한 후 빙냉하면서 균질화한 후 원심분리(4000 rpm, 10 min)하여 상정액을 취하고, 이것을 6 N-KOH 용액으로 pH 6.85로 조절한 후 냉장에서 30분간 방냉하였다. 이중 일부를 취하여 원심분리(10,000 rpm, 10 min) 한 후 membrane filter(0.2 µm)로 여과하여 HPLC 분석시료로 사용하였으며 이때 시료의 주입량은 30 µl였다.

분석에 사용된 HPLC는 Gilson 305 system이었고, 검출기는 Gilson 119-UV detector였으며, 이 때 254 nm에서의 흡광도 변화를 측정하였다. 칼럼은 µ-Bondpack C₁₈(3.9 mm I. d.×300 mm, Microsorb-MV, C₁₈, 5 µm)을 사용하였고 분석시 온도는 40°C로 유지하였다. 유속은 분당 1.0 ml로 하였고 이동상으로는 1%의 trimethylamine(phosphoric acid로 pH 6.5로 조절)을 사용하였다.

K value(%) =

$$\frac{H_X R + H_X}{ATP + ADP + AMP + IMP + H_X R + H_X} \times 100$$

H_XR : hypoxanthine

H_X : inosine

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

결과 및 고찰

저장기간 중 돼지고기의 품질변화

VBN의 변화 : 저장기간 중 돼지고기등심의 VBN의 함량변화를 Fig. 1에 나타내었다. 각 저장방법들 사이에 유의적인 차이가 나타났는데 Model I의 VBN값의 증가폭이 8.96에서 34.70으로 가장 컸다. Model I의

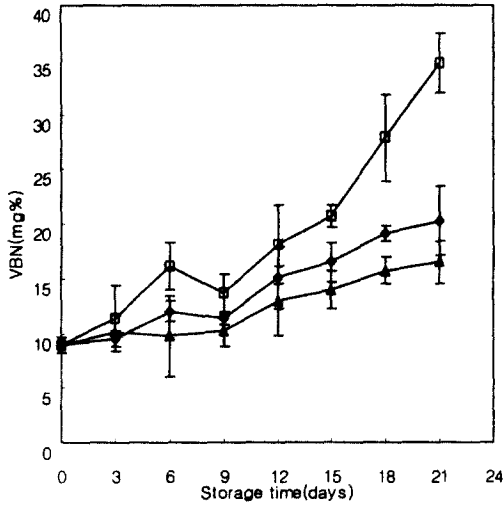


Fig. 1. Changes of VBN contents in pork loin during storage.

◇ - ◇, Cold chamber; □ - □, Model I; ▲ - ▲, Model II

VBN값은 저장 9일째부터 급격히 증가하였으며, 기존 특선실과 Model II보다 5~6 mg% 정도 높았다. 그리고, Model II의 VBN 함량이 8.95~16.49 mg%인 데 반해 Model I 경우 8.95~34.70 mg%으로 2배 이상의 차이를 보였다. 그 이유는 수분이 감소하는 것에서 예상할 수 있다. 일반적인 VBN의 증가 원인은 사후변화의 초기에는 주로 AMP의 탈아미노반응에 따른 암모니아의 생성에 의한 것이고, 이어서 TMAO의 생성에 의한 TMA나 DMA의 생성, 아미노산 등의 합질소 화합물의 분해에 의한 암모니아 및 각종 아민류의 생성 때문이다⁽⁵⁾. 그렇지만 수분의 양이 Model I 처럼 급격히 감소하면 시료 10g에 있는 수분의 양도 마찬가지로 줄어들므로 그만큼의 고형분을 시료로 더 취하게 된다. 그런데, 위에서 언급한 바와 같이 일반적인 VBN의 증가원인은 고형분(합질소화합물)에 함유된 물질에 의해 증가하므로 수분의 감소에 의한 VBN의 증가는 어느 정도의 상관관계($r^2 = 0.954$)가 있음을 알 수 있다.

Polyethylene film으로 포장 후 저장한 돼지고기등심의 VBN변화는 각 저장방법들 사이에 유의적인 차가 나타나지 않았다(Fig. 2). 이는 냉기가 돼지고기에 직접 접촉하는 것을 polyethylene film으로 차단하여 수분증발에 의한 건조현상 및 중량이 감소가 되는 것을 막아주기 때문이다. Brewer 등⁽⁶⁾은 -17°C에서 돼지고기에 polyvinyl chloride로 포장한 후 39주 동안 저장하면서 hexanal, heptanal 등 total volatile의 함량을 gas chromatography로 측정된 결과 신선한 돼지고기의 초

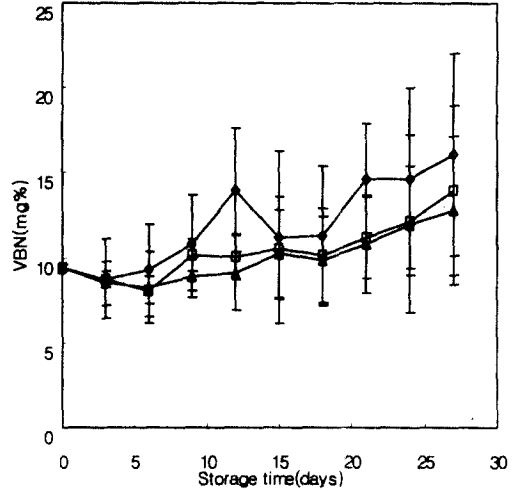


Fig. 2. Changes of VBN contents in PE-packaged pork loin during storage.

◇ - ◇, Cold chamber; □ - □, Model I; ▲ - ▲, Model II

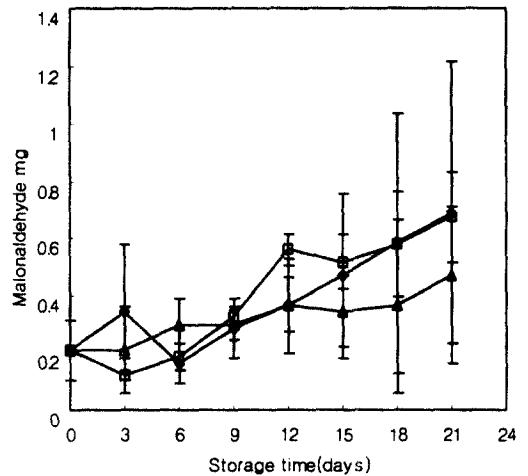


Fig. 3. Changes of TBA value in pork loin during storage.

◇ - ◇, Cold chamber; □ - □, Model I; ▲ - ▲, Model II

기 VBN값이 49.87 ppm에서 39주 째에는 58.36 ppm으로 그 증가의 폭이 상당히 완만하다고 하였다. 위의 결과는 -17°C에서 저장하였으나 -18°C에서 돼지고기의 저장기간이 약 6개월 정도⁽²³⁾임을 감안하면 거의 차이가 없다고 사료된다.

TBA의 변화 : 저장기간 중 돼지고기등심의 TBA의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. TBA값의 변화는 각 저장방법들간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. VBN 함량과는 달리 기존 특선실의 TBA값이 저장 18일 이

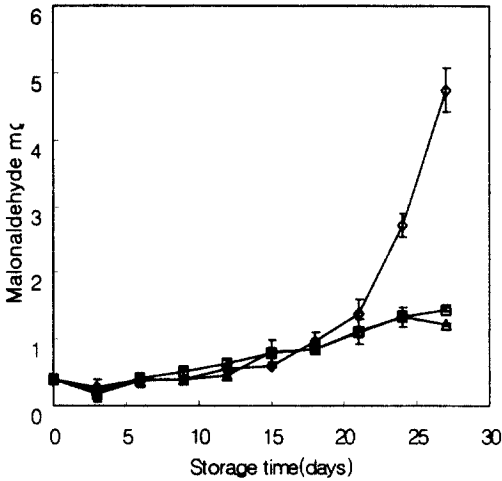


Fig. 4. Changes of TBA value in PE-packaged pork loin during storage. ◇ - ◇, Cold chamber; □ - □, Model I; ▲ - ▲, Model II

후에 가장 높은 수치를 나타냈다. Polyethylene film으로 포장 후 저장한 돼지고기등심의 TBA값은 초기에는 각 저장방법들간에 차이가 없었으나 저장기간이 경과할수록 TBA 값의 차이는 많이 났으며, 기존 특선실이 가장 높은 값을 나타냈다(Fig. 4). 특히 저장 후 일주일이 경과하였을 때부터 실험종료시까지 유의성검증을 하였을 때 기존 특선실과 Model I 및 II 사이에 유의적인 차이를 보였으나 각 저장방법들간에 TBA값의 차이는 총 저장기간을 놓고 볼 때 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Syed Ziauddin 등⁽⁷⁾은 냉동방법으로 판상냉동법과 강제순환식 냉동법을 사용하여 buffalo meat를 $-15\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 polyethylene으로 포장을 하여 저장하면서 TBA값을 측정하였다. Slice한 고기를 송풍 냉동하면 판상 냉동한 고기보다 낮은 TBA값을 나타냈으며, Brewer 등⁽⁸⁾은 -17°C 에서 polyvinyl chloride로 돼지고기를 포장 후 39주 동안 저장하면서 TBA값의 변화를 살펴본 결과 초기값인 0.20에서 39주 후에는 3.05로 빠르게 증가하였다고 보고하였다. 위의 실험 결과를 종합해 보면 지방의 산패에 저장온도가 미치는 영향은 단기저장에는 차이가 없으나 저장기간이 경과할수록 산패정도의 차이가 커진다는 사실을 알 수 있었다.

수분함량의 변화 : 저장기간 중 돼지고기등심의 수분함량의 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 수분함량의 변화는 냉각방식의 차이에 의한 중량의 감소차이를 보여준다. Model I과 Model II간의 유의적인 차이도 나타났으며, 저장 21일째에는 거의 수분함량이 Model I

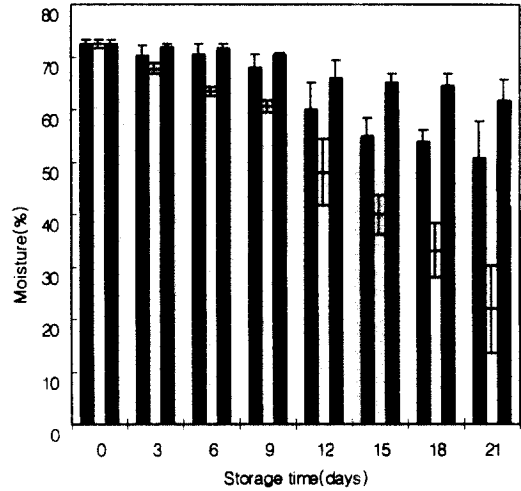


Fig. 5. Moisture content of pork loin during storage. ▨, Cold chamber; □, Model I; ▩, Model II

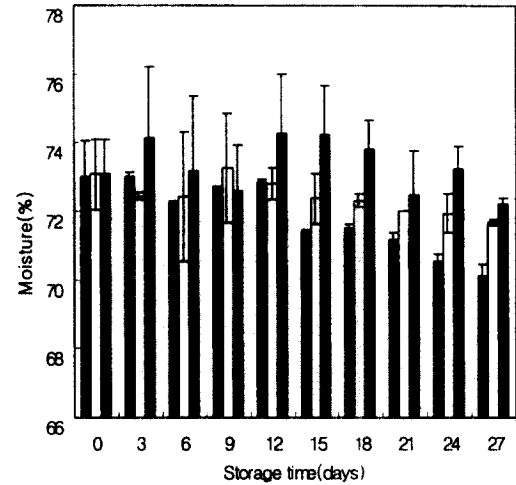


Fig. 6. Moisture content in PE-packaged pork loin during storage. ▨, Cold chamber; □, Model I; ▩, Model II

과 Model II간에 3배 정도 차이가 났다. 기존 특선실과 Model II와는 15일째부터 10%이상 차이가 나기 시작하였으나 저장 21일째까지 10~11% 정도의 차이를 보였다. 반면에 polyethylene으로 포장 후 저장한 돼지고기등심의 수분함량변화는 각 저장방법들 사이에 유의적인 차가 나타나지 않았다(Fig. 6). Syed Ziauddin 등⁽⁷⁾은 송풍냉동법과 판상냉동법에서 $-15\pm 3^{\circ}\text{C}$ 로 저장한 냉동육의 보수성을 측정한 결과 유의적인 차이가 없었다고 보고하였으며, Singh & Essary⁽⁹⁾와 Hamm⁽¹⁰⁾은 판상냉동법에서 저장한 다진 냉동육을 냉각 온도

Table 1. Changes of VBN contents in beef loin during storage

(unit : mg%)

Storage time(days)	Cold chamber	Model I	Model II
0	6.97±0.75 ¹⁾	6.97±0.75	6.97±0.75
3	8.43±0.10	8.06±0.78	7.51±0.65
6	9.73±1.54	10.33±0.54	8.84±0.76
9	9.69±1.38	10.92±1.82	8.47±1.28
12	11.29±1.52	12.24±0.90	10.13±1.11
15	12.55±2.05	13.65±0.97	10.30±0.72
18	15.49±2.20	16.26±0.79	12.66±1.15
21	18.26±2.98	21.40±3.22	13.10±2.01
24	19.68±3.67	20.67±3.11	17.58±1.80
27	19.82±0.96	23.54±4.87	17.79±1.56
30	20.09±0.52	21.44±0.48	18.29±1.51
33	22.31±0.94	23.65±0.22	19.96±0.69

¹⁾Mean ± S.D.

에서 해동할 때 보수성이 가장 높았고, 송풍냉동법에서는 흐르는 물에서 해동하였을 때 아주 높은 보수성이 나타났다고 하였다. 송풍냉동법은 냉기가 직접 식품에 닿기 때문에 포장을 하지 않으면 냉기와 같이 수분이 증발하여 감소하게 된다. 위에서 제시한 실험방법은 모두 polyethylene으로 포장하여 실험을 하였기 때문에 냉각방식의 차이에 의한 수분증발로 건조현상 및 중량의 감소차이가 거의 없었다고 생각된다.

위의 실험결과로 미루어 볼 때 돼지고기등심은 포장을 하지 않았을 경우 Model II와 기존의 특선실과는 시료의 품질이 차이가 없었으나 Model I과 Model II와의 차이가 있었고, 포장을 하여 일주일이 경과하였을 때부터 실험종료시까지 유의성검증을 하였을 때는 TBA 항목에서 기존 특선실은 Model I 및 Model II와 차이가 나타났다. VBN값을 살펴보면 저장 12일째부터 서서히 Model II와 기존의 특선실사이에 VBN함량의 차이가 나타나기 시작했고, 저장 21일째는 기존 특선실은 20 mg%가 넘는 데 반해 Model II는 16.49 mg%를 나타내었으며 저장기간이 길어질수록 두 Model 간에 차이가 벌어지는 것을 알 수 있다. 이것은 단기간 저장시에는 두 Model간에는 차이가 없으나 저장기간이 3주 이상 경과할 때는 품질의 차이가 발생할 수 있다는 사실을 보여준다.

저장기간 중 쇠고기의 품질변화

VBN의 변화 : 저장기간 중 쇠고기등심의 VBN의 변화를 Table 1에서 나타내었다. 쇠고기는 돼지고기보다 변패에 이르는 시점이 늦다는 가정을 하고, 저장기간을 약 5주 정도로 맞춰 실험하였다. 각 저장방법들 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으며 VBN의 함량을 보면 돼지고기와 마찬가지로 Model I이 가장 높은 수치를 나타내었다. Model II의 경우 5주간 저장하

는 동안 VBN함량이 20 mg%를 넘지 않았고, 기존 특선실은 저장 30일째 20 mg%를 넘었다. 일반적으로 육제품의 변패가 진행되면 육 단백질이 저분자의 무기능 질소로 분해되므로 이와 같은 무기능 질소량의 변화는 육제품의 선도를 반영하는 것이 된다. 이러한 VBN의 생성량과 식품의 가식한계와의 관계는 5~10 mg%일 때는 신선한 상태이고, 20~40 mg%일 때는 부패단계라고 보고한 결과⁽¹²⁾와 비교해 보면 본 실험의 VBN함량이 전반적으로 낮은 경향이었는데 이는 시료의 차이, 저장기간과 온도로 인한 지방산화 및 단백질 분해를 저해하기 때 문인 것이며 저온에서도 ATPase의 활성이 완전히 정지되는 것은 아니므로 ATP 등의 분해가 서서히 일어나서 VBN 발생에 기여하기 때문⁽¹¹⁾이라고 판단된다. 돼지고기와 달리 각 저장방법간의 VBN값의 변화가 적은 것은 돼지고기보다 쇠고기의 품질변화가 느리기 때문이라고 사료되며 이는 쇠고기와 돼지고기의 품질변화를 비교한 양⁽¹³⁾ 등의 결과와 부합되는 것을 볼 수 있었다.

TBA의 변화 : 저장기간 중 쇠고기등심의 TBA의 변화를 Table 2에서 나타내었다. 쇠고기의 경우 돼지고기와는 달리 각 저장방법들간에 유의차가 인정되었고 TBA값도 돼지고기보다 높은 수치를 나타내었다. 시료로 구입한 쇠고기 등심은 앞의 실험재료부에서 언급한 바와 같이 시료에 많은 기름과 지방 등이 부착되어 있어서 지방산패 측정값인 TBA값이 돼지고기보다 높게 나왔다고 생각된다. 기존 특선실과 Model II와는 유의적인 차이가 나타났고, TBA값을 보면 저장 12일째까지는 변화의 폭이 비슷하였으나 그 이후로부터 기존 특선실의 TBA값이 큰 폭으로 증가하였다. 33일째 수치를 살펴보면 기존 특선실의 값이 Model I보다는 2배 이상, Model II 보다는 3배 이상 차이가 낮

Table 2. Changes of TBA contents in beef loin during storage

(unit : malonaldehyde mg)

Storage time(days)	Cold chamber	Model I	Model II
0	0.259 ± 0.110 ¹⁾	0.259 ± 0.110	0.259 ± 0.110
3	0.508 ± 0.157	0.584 ± 0.136	0.497 ± 0.125
6	0.749 ± 0.435	0.723 ± 0.449	0.727 ± 0.669
9	1.048 ± 0.636	1.207 ± 0.677	1.185 ± 0.785
12	0.893 ± 0.409	0.856 ± 0.420	1.092 ± 0.749
15	1.570 ± 0.960	1.030 ± 0.797	1.028 ± 0.592
18	1.221 ± 0.304	0.926 ± 0.564	0.826 ± 0.427
21	1.171 ± 0.486	1.109 ± 0.781	1.038 ± 0.710
24	2.704 ± 0.541	2.451 ± 0.155	1.061 ± 0.597
27	5.487 ± 0.962	2.824 ± 0.184	1.294 ± 0.802
30	5.809 ± 0.234	3.059 ± 0.065	2.192 ± 0.318
33	6.007 ± 0.008	2.967 ± 0.025	1.857 ± 0.591

¹⁾Mean ± S.D.**Table 3. Moisture content of beef loin during storage**

(unit : %)

Storage time(days)	Cold chamber	Model I	Model II
0	67.51 ± 0.94 ¹⁾	67.51 ± 0.94	67.51 ± 0.94
3	63.15 ± 1.44	62.36 ± 1.45	64.88 ± 3.01
6	62.65 ± 1.33	58.73 ± 1.91	65.49 ± 1.17
9	57.53 ± 3.03	53.73 ± 1.77	65.17 ± 2.20
12	55.72 ± 1.99	50.38 ± 1.46	63.79 ± 1.51
15	53.82 ± 1.16	46.97 ± 2.77	59.46 ± 1.35
18	50.73 ± 1.56	42.94 ± 4.50	59.27 ± 0.68
21	44.73 ± 9.32	37.09 ± 4.83	57.21 ± 2.53
24	40.59 ± 6.37	34.37 ± 8.24	58.01 ± 5.21
27	47.520 ± 8.91	33.52 ± 6.75	50.46 ± 0.67
30	45.28 ± 0.37	37.99 ± 1.07	48.54 ± 2.35
33	38.92 ± 3.51	31.26 ± 5.59	48.12 ± 3.68

¹⁾Mean ± S.D.

다. 이는 냉동저장 중 TBA값은 증가하며 저장기간이 길고 온도가 높을수록 지질의 자가산화가 빠르다⁽¹⁴⁾는 보고와 일치한다는 것을 알 수 있다.

수분함량의 변화 : 저장기간 중 쇠고기등심의 수분 함량의 변화를 Table 3에 나타내었다. 쇠고기의 수분 함량의 변화를 보면 다른 실험들과는 다른 양상을 보였다. 기존 특선실과 Model I과는 유의적인 차이가 없었으나 Model II와는 유의적인 차이를 나타냈다. 돼지고기와 비교하여 볼 때 전체적으로 쇠고기의 수분 함량이 적었으며 수분함량이 감소하는 속도도 쇠고기가 느렸다. 저장 33일 쯤의 값을 살펴보면 Model I과 Model II와의 수분함량차이는 약 17%로 돼지고기의 경우와 비교해 볼 때 수분이 감소하는 양이 적다는 것을 알 수 있다. 이는 각 육류간의 보수성의 차이에서 오는 것이라고 생각된다.

위의 결과를 종합해 보면 장기보관을 목적으로 하기 위해서는 TBA와 수분함량을 기초로 Model II가 적당하다고 할 수 있다. TBA값의 경우 저장 21일째까지는 각 저장방법들 사이에 큰 변화는 없으나 24일째부

터 기존의 특선실과 Model II 사이에 2배 이상 차이가 나기 시작하였고 저장기간이 한달 이상 경과한 후를 살펴보면 Model II와 기존 특선실과의 TBA값은 3배 이상 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 앞에서 언급한 바와 같이 3주정도 저장하는 데는 각 저장방법들 사이에 큰 품질변화의 차이가 없었으나 한달 이상 저장을 하려면 Model II가 적합하다고 생각된다.

저장기간 중 냉동참치의 품질변화

VBN의 변화 : 저장기간 중 참치의 VBN의 변화를 Table 4에서 나타내었다. 참치의 경우 2주간 저장하면서 실험하였으나 저장 12일째에 20 mg%를 초과하였다. 이 사실로 미루어볼 때 육류보다는 어류의 변패가 빠르다는 것을 알 수 있다. 결과를 살펴보면 저장기간이 증가할수록 VBN의 함량의 증가폭이 크며 기존 특선실과 Model II 간에 유의적인 차이가 나타났으나 Model I과는 유의적인 차이가 발생하지 않았다. 이 결과는 돼지고기의 실험결과와 마찬가지로 수분함량의 감소와 연관된 결과임을 알 수 있으며, 육류와는 달리 -5°C 정도의 온도에서 저장하면 시료의 품질이 빨리

Table 4. Changes of VBN contents in tuna during storage

(unit : mg%)

Storage time(days)	Cold chamber	Model I	Model II
0	7.06 ± 3.17 ¹⁾	7.06 ± 3.17	7.06 ± 3.17
3	13.12 ± 1.90	10.79 ± 2.04	7.55 ± 3.15
6	15.79 ± 0.49	16.56 ± 4.22	10.33 ± 3.86
9	19.69 ± 2.39	19.51 ± 1.54	14.80 ± 2.04
12	26.10 ± 5.39	26.83 ± 2.73	18.44 ± 2.38
15	24.87 ± 2.47	27.87 ± 1.93	20.07 ± 3.05

¹⁾Mean ± S.D.

Table 5. Changes of K-value in tuna during storage

(unit : %)

Storage time(days)	Cold chamber	Model I	Model II
0	13.16 ± 12.14 ¹⁾	13.26 ± 12.14	13.16 ± 12.14
3	26.86 ± 19.93	25.18 ± 22.10	23.12 ± 26.11
6	47.80 ± 19.58	27.18 ± 19.84	33.22 ± 20.98
9	61.31 ± 27.14	32.71 ± 16.34	37.68 ± 16.75
12	67.30 ± 23.73	39.85 ± 27.75	50.56 ± 29.53

¹⁾Mean ± S.D.

손실되기 때문이라고 해석할 수 있으며, 어육저장 중 신선도변화의 지표로서 trimethylamine-nitrogen(TMA-N), VBN의 함량을 조사하였던 바 저장온도가 높고 선도가 저하됨에 따라 이 두 물질의 양이 증가했다고 보고한 Pawar 등⁽¹⁵⁾의 결과와 일치하는 것을 알 수 있다. 실제로 실험과정 중 육안으로 냉동참치를 관찰하였을 때 저장 3일 후부터 색깔의 변화가 일어났으며, 저장 6일째부터는 심한 조직의 변화도 볼 수 있었다.

K-Value의 변화 : 수산물의 품질은 신선도에 의하여 크게 좌우되므로 선도 분석은 어육의 품질평가 검사에 있어 중요한 항목중의 하나이다. 어육의 신선도를 나타내는 여러 지표 중 화학적 선도지표로서 사후 경과 시간에 따라 신선도를 판정하는 K값⁽¹⁶⁾이 있는데, 이는 어류의 중요한 정미성분인 ATP 분해산물들 사이의 함량의 상대적 비율을 나타낸 것으로 어패류의 선도를 판정하는 주요한 지표로⁽¹⁷⁾ 보고되고 있다.

저장기간 중 냉동참치의 K값의 변화를 보면 Table 5와 같다. VBN의 결과와는 달리 기존 특선실과 Model I에서 유의적인 차이가 나타났다. 이 사실로 미루어 볼 때 K값은 수분의 감소에 크게 영향을 받지 않으며 이로 인하여 오히려 ATP 분해작용이 느려졌기 때문이라고 볼 수 있다⁽¹⁸⁾. ATP와 ADP는 사후 24시간 내에 급격히 분해되며 AMP도 같은 시간 내에 1 μmol/g 이하로 감소하게 된다. 반면 IMP는 사후 5~24시간 내에 현저히 증가한 후 서서히 감소하며 inosine과 hypoxanthine은 IMP가 감소하는 시점부터 서서히 증가한다. 위와 같은 이유로 초기에는 K값이 증가하지 않으나 시간이 경과함에 따라 효소작용에 의해 inosine

과 hypoxanthine이 생성되므로 K값이 증가하게 된다⁽¹⁹⁾. 보통 시판되는 어육은 사후 24시간 안팎의 것이므로 ATP, ADP, AMP가 거의 남아있지 않다. 일반적으로 활어, 횡감, 일반어육, 가공원료의 경우 K값은 각각 0~10, 10~20, 20~50, 35~60 범위 내에 있으며 K값이 60%를 넘으면 1단계 부패상태라고 보고되고 있다⁽²⁰⁾.

위의 결과를 종합해 보면 VBN함량의 경우 기존 특선실과 Model II 사이에 유의적인 차이가 발생했으며, K값 측정치를 살펴보면 기존 특선실과 Model I 사이에 선도의 차이가 발생하는 것을 알 수 있다. K값을 기초로 평가할 때 기존 특선실의 경우 저장 9일째부터 1단계 부패상태가 진행되고 있음을 알 수 있으며 이에 반해 Model I과 Model II는 저장 12일째에도 60%를 넘지 않았다. 그러므로 참치의 저장성을 비교해 볼 때 기존의 특선실보다는 Model I 및 Model II가 신선도 유지에 적합하다고 할 수 있다.

요 약

기존 냉장고의 특선실과 새로운 냉각방식의 냉장고에 돼지고기, 쇠고기, 냉동참치를 저장하면서 그들의 품질을 비교하여 각 냉각방식의 차이가 부분 냉동식품의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 일반 냉장고 특선실(-1°C), 강제순환식 저장방법(-5°C), 그리고 자연대류식 저장방법(-5°C)으로 저장하면서, 돼지고기와 쇠고기는 VBN, TBA, 및 수분함량을, 냉동참치는 K-value와 VBN값의 변화를 측정하였다. 저장 기간 중 모든 시료에 대해서 강제순환식 저장방법에서 수분함량

이 급격히 감소하였으며 VBN의 경우도 수분함량에 영향을 받아서 강제순환방식이 다른 저장방법들보다 높은 수치를 보였다. 돼지고기의 경우 TBA값에 대한 유의적인 차이는 없었으며 쇠고기의 경우는 VBN에 대하여 유의적 차이는 나타나지 않았으나 TBA값은 일반 특선실과 자연대류식 저장방법에 대하여 유의적 차이를 보였다. 반면 포장을 한 경우는 일반 특선실과 강제순환 및 자연대류 저장방법에서 돼지고기의 품질의 차이가 발생하였다. 냉동침치는 VBN과 K-value에 대하여 일반 특선실과 자연대류식에 유의적인 차이가 있었다. 따라서 cold chamber의 온도를 -5°C 정도인 subfreezing 온도로 유지하고, 자연대류 냉각방식을 적용하면 가정용 냉장고를 사용하여 육류 및 어류의 신선도를 현저히 연장시킬 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 삼성전자주식회사의 지원에 의하여 이루어진 연구의 일부이며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

- Kim, Y.K., Kim, Y.J., Kim, H.W., Song, K.W., Seong, S.K. and Lee, Y.B. Study of foods for Domestic animals. p. 252. Sun-Jin Publishing Co., Seoul, Korea (1996)
- Kim, B.M. Food storage. pp.24-20. Jin-Ro Press, Seoul, Korea (1995)
- Korea Food and Drug Administration. Food code. pp.210-211. Ministry of Health and Welfare. Seoul, Korea (1997)
- Turner, E.W. A extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J. Am. Oil Chem. Soc. 8: 326-332 (1954)
- Park, Y.H., Chang, D.S. and Kim, S.B. Marine products processing. p. 51. Hyoung-Sul Publishing Co., Seoul, Korea (1994)
- Brewer, M.S., Willam, G.I. and Harbers, C.A.Z. TBA values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage : Effect of packaging. J. of Food Sci. 57: 558-563 (1992)
- Syed Ziauddin, K. Effect of freezing, thawing and frozen storage on physicochemical and sensory characteristics of buffalo meat. Meat science 35: 331-340 (1993)
- Brewer, M.S. and Harbers, C.A.Z. Effect of packaging on physical and sensory characteristics of ground pork in long-term frozen storage. J. of Food Sci. 56: 627-631 (1993)
- Singh, S.P. and Essary, E.J. Principles and Procedures of Statistics. J. of Food Sci. 10: 843-851 (1980)
- Park, Y.H., Chang, D.S. and Kim, S.B. Marine products processing. p. 403. Hyoung-Sul Publishing Co., Seoul, Korea (1994)
- Hamm, R. Muscle as food. p. 135. Academic Press. New York, USA (1986)
- Takai, S.H. Determination of shelf-life for meat products. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 18: 105-110 (1975)
- Yang, S.Y., Kim, Y.H. and Lee M.H. The Effect of Cryoprotectants on the Quality Changes of Pork and Beef during Frozen Storage. Korean J. Food sci. Technol. 21: 364-369 (1989)
- Awad, A., Powrie, W. D. and Fennema, O. Chemical deterioration of frozen bovine muscle at -4°C . J. Food Sci. 33: 227-232 (1968)
- Pawar, S.S. and Mager, N.G. Chemical changes during frozen storage of pomphrets, mackerel and sardine. Food Technol. 14: 87-95 (1965)
- Ng., C. S., Chin, Y. N., Lim, P. Y., Tan, C. E., Yeap, S. E., Nikkuni, S. and Bito, M. How to use fertilizers. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49: 769-745 (1983)
- Lee, E. H., Koo, J. K., Ahn, C. B., Cha, Y. J. and Oh, K. S. A simple and rapid method for measuring K value, a fish freshness index [Food storage]. Bull. Korean Fish. Soc. 17: 368-372 (1984)
- Kim, D.K., Park, I.S. and Kim, N.S. Determination of chemical freshness indices for chilled and frozen fish. Korean J. Food sci. Technol. 30: 993-999 (1998)
- Donald E. Seafood quality determination. pp. 209-217. Elsevier. (1986)
- Hashiguchi, M. Studies on freshness and rottenness of fresh fish. 1. Changes in K-value and deterioration of total lipids of fresh fish during chilled storage. Nippon-Shokuhin Kogyo Gakkaishi J. Jap. Soc. Food Sci. Tech. 31: 1-9 (1984)

(1999년 10월 8일 접수)