

냉동 저장 온도가 고등어의 저장성에 미치는 영향

주소영 · 박정아 · 황현정 · 김서진 · 최정인 · 하주영¹ · 조미숙*
이화여자대학교 식품영양학과, ¹(주)삼성전자

Effects of freezing-storage temperature on the shelf life of mackerel fish

So Young Joo, Jeong Ah Park, Hyun Jung Hwang, Seo Jin Kim,
Jeong In Choi, Joo Young Ha¹, and Mi Sook Cho*

Department of Nutritional Science & Food Management, Ewha Womans University
¹Samsung Electronics Company

Abstract The purpose of this study was to evaluate changes in the quality characteristics of mackerel fish fillet under freezing storage conditions. The changes in product quality were determined by measuring pH, volatile basic nitrogen (VBN); thiobarbituric acid (TBA), lightness (L*), redness (a*), yellowness (b*) values, shearing force, and microbiological evaluation (Total Plate Count, TPC) during 21 days of storage at -20, -5, and -1°C, and their shelf-lives were established. TPC as an effective quality indicator was used to estimate the shelf-life via linear regression analysis. The TPC increased steadily with increasing storage periods at every temperature ($p < 0.05$) and showed a significant relationship with temperature at -1°C ($r = 0.949$), -5°C ($r = 0.919$), and -20°C ($r = 0.905$). Therefore, based on TPC, the shelf life of the mackerel fillet was noted to be 32 days when stored at -1°C, more than 51 days when stored at -5°C, and about 2 months when stored at -20°C.

Keywords: mackerel fish, freezing temperature, short-term storage, shelf life

서 론

고등어는 단백질, 지방질, 철분, 칼슘, 나이아신 등을 풍부하게 함유하고 있으며, 특히 불포화 지방산인 EPA, DHA가 다량 함유되어 있어 혈 중 콜레스테롤의 수치를 낮추어 준다(1,2). 이와 같이 영양분이 풍부한 어종임에도 불구하고 우리나라에서는 구이나 조리용으로만 한정되어 이용되는 이유는 백색 어종과 달리, 고등어와 같은 적색어는 사후경직을 유지시켜주는 액토마이오신(actomyosin)이 합성되어도 곧 분해되기 때문에 어육이 연화되어 마치 선도가 저하된 것 같이 보이기 때문이다(3). 선도가 저하되면 고등어에 함유되어 있는 히스티딘(histidine)이 *Proteus mogamii*, *Hafnia alvei* 및 *Klebsiella pneumoniae*와 같은 부패 세균이 생성한 histidine decarboxylase에 의하여 히스타민(histamine)으로 전환되어 안면 및 상반신 홍조, 심계양진, 두통, 구토 및 설사 등의 알레르기성 식중독을 일으킨다(3,4). 국민소득 증가와 함께 식품의 질 향상에 관심이 높아지면서 소비자들의 식품안전에 대한 요구 또한 증가하고 있으며(5), 이에 따라 안전한 섭취를 위해 육류 및 어패류와 관련된 유해물질에 대하여 조사한 연구(6), 적색 육 어류의 저장 및 가공중의 histamine 함량의 변화를 조사한 연

구(7), 시중 유통중인 생고등어와 간고등어의 식품학적 품질평가(8) 등 어류의 저장 및 섭취 시 안전문제에 관련한 다수의 연구가 진행되었다.

그러나 어류는 부패성이 높아 보관에 유의하여야 하므로 장기간 보관 시 일반적으로 냉동저장 혹은 염처리를 하며, 유통기한이 매우 짧은 소비자들이 냉장제품으로 보관 후 섭취에는 문제성이 제기되고 있다. 식품의약품안전평가원의 조사에 따르면 소비자 중 응답자의 94.8%는 장기간 보관 가능한 식품은 냉동실에 보관하고 있으며 78.1%가 신선식품을 김치냉장고에 저장하고 77.0%에 달하는 소비자가 김치냉장고에서의 보관이 일반냉장고 냉장실보다 신선하게 유지된다고 인식하였다(9). 이 때 김치냉장고에 보관하는 식품의 종류는 육류, 어류해물류, 계란, 두부, 우유, 과일, 채소, 기타 가공식품 등 다양하였으며, 김치냉장고에 육류를 보관하는 기간은 2-3일(42.6%), 1주일까지(25.0%), 15일까지(14.7%), 한 달까지(7.4%), 1일(7.4%), 한 달 이상(2.9%) 순으로 응답하여 대부분 단기저장을 위해 김치냉장고를 사용하는 것으로 나타났다. 이처럼 소비자들은 어류를 단기저장 할 시 기존 냉장고의 냉동고 온도(-20°C)보다는 높으며 냉장실의 온도(4°C)보다는 낮은 온도대의 보관 장소를 필요로 하고 있어 본 연구에서는 소비자들이 가정에서 보편적으로 사용하는 가정용 냉장고의 냉동실 내 온도 조건인 -20°C와 가정용 김치 냉장고 내 온도 조건인 -1°C 그리고 김치 냉장고 온도보다 더 낮은 -5°C를 온도 조건으로 하여 실험을 진행하였다.

기존 고등어의 저장 관련 연구는 한방재료 추출물 처리와 저장방법에 따른 간고등어의 품질변화(10), 양파와 생강즙의 처리가 냉동 고등어의 지질산화와 지방산 조성에 미치는 영향(11), 유자액 처리에 의한 고등어유와 필릿의 냉장 저장중 품질특성(12)

*Corresponding author: Mi Sook Cho, Department of Nutritional Science & Food Management, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea
Tel: 82-2-3277-4427
Fax: 82-2-3277-2862
E-mail: misocho@ewha.ac.kr
Received June 27, 2016; revised September 5, 2016;
accepted September 5, 2016

등 고등어 제품의 저장성을 향상시키기 위한 목적으로 다양한 추출물을 이용한 연구가 주를 이루었으며, 일반적인 가정에서의 냉동 저장에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 따라 본 연구는 소비자들이 가정에서 고등어 단기저장 시 안전하고 신선하게 저장할 수 있도록 가정용 냉장고의 냉동실 내 온도 조건을 제시하기 위한 기초 연구로서 온도 조건에 따라 고등어를 단기간 저장하며 고등어의 화학적 품질 측정 지표라고 할 수 있는 pH, 색도, VBN(휘발성염기태 질소), TBA가, 일반세균의 변화를 살펴보고 이를 토대로 유통기한을 예측하고자 하였으며, 유효기간 설정을 위해 회귀분석을 이용하였다.

재료 및 방법

실험재료

서울 동작구 노랑진동 수산시장의 수산물도소매 업체인 ㈜삼성수산에서 국내산(원산지: 부산) 고등어(체장 30-35 cm)를 구매하여 두부를 절단한 다음 등뼈를 중심으로 3장 뜨기 하여 육편만으로 fillet을 제조하였다. 고등어 fillet은 껍질부를 위로 향하게 하여 대형 지퍼백(재질: 저밀도 폴리에틸렌(LDPE), 3M) 당 4마리씩 보관하였으며, -1, -5, -20°C로 설정된 가정용 냉장고(RF90H9012XP, Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Korea)에 저장하면서 0, 3, 7, 10, 14, 17, 21일차에 각각 실험에 사용하였다.

pH 측정

pH는 잘게 세절한 고등어 fillet 한 마리에서 취한 5g을 시료로 사용하였으며 이에 증류수 45 mL를 가한 뒤 균질기(homogenizer, T18 basic, Ultra-Turrax®, IKA®, Staufen, Germany)로 균질화하고 거름종이(Whatman No.1)로 여과한 후, pH meter (Orion star A222, Thermo scientific, Singapore, Singapore)로 측정하였다.

색도 측정

고등어 fillet 한 마리를 취해 혼합기(blender) (KF-HM500, Namyang Kitchen Flower Ltd., Gimpo, Korea)를 이용하여 마쇄한 시료 10 g을 색도계(Spectrophotometer CM-3500D, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였다. 고등어 시료의 CIE L* (lightness, 명도), a* (redness, 적색도), b* (yellowness, 황색도)를 측정하였으며 이 때 사용된 표준백판은 L*=96.85, a*=-0.10, b*=-0.16으로 표준화하였다.

Thiobarbituric acid (TBA) 측정

TBA가는 Witte 등(1970)의 방법을 이용하여 시험하였다(13). 잘게 세절한 고등어 fillet 한 마리에서 취한 5g을 시료로 사용하였으며 이에 증류수 15 mL를 가한 후 homogenizer (T18 basic, Ultra-Turrax®, IKA®)로 균질화하여 여과지(Whatman No.1)로 여과하였다. 여과된 상층액 1 mL를 20 mM 2-thiobarbituric acid (TBA)/20% trichloroacetic acid (TCA) 2 mL에 첨가한 후 vortex mixer (VG3, IKA)를 이용하여 혼합시킨 뒤 100°C 수조에서 15분간 가열하며 반응시킨 후 실온에서 10분 동안 방치하여 반응을 정지시킨다. 반응액을 0.45 µm 주사기거르개(syringe filter) (Disposalee membrane filter SC25P045S, Hyundai Micro Co Ltd., Anseong, Korea)를 사용하여 여과한 후, 분광광도계(UV spectrophotometer, T60U, PG instruments Ltd., London, UK)를 이용하여 531 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Volatile Basic Nitrogen (VBN) 측정

VBN은 Conway의 미량 확산법(1950)으로 다음과 같이 측정하였다(14). 잘게 세절한 고등어 fillet 한 마리에서 취한 5g을 시료로 사용하였으며 이에 증류수 45 mL를 가하고 homogenizer (T18 basic, Ultra-Turrax, IKA)로 균질화하였다. 균질액을 여과지(Whatman No.1)로 여과한 후, Conway unit의 내실에 0.01 N 붕산(H₃BO₃) 1 mL와 Bruswik 지시약(0.066% methylene blue in ethanol:0.066% methyl red in ethanol=1:1) 50 µL를 넣는다. Conway unit의 외실에 50% 탄산포타슘(K₂CO₃) 1 mL를 넣고 여과액 1 mL를 주입 후 즉시 뚜껑을 닫아 밀폐시킨다. Conway unit을 수평으로 회전하여 외실의 시료액과 50% K₂CO₃가 반응하도록 하며, 이 때 내실과 섞이지 않도록 주의한다. 37°C의 배양기(incubator)에서 90분간 활성시키고 내실의 H₃BO₃을 0.02 N 황산(H₂SO₄)로 신속히 적정하여 다음의 식에 의해 VBN 값을 산출하였다(단, 공실험구는 증류수를 사용하였다).

$$\text{VBN mg\% (mg/100 g)} = \frac{(a - b) \times F \times 0.28014 \times d \times 100}{S} \times 100$$

S: sample weight

a: sample mL (0.02 N H₂SO₄ amount)

b: blank mL (0.02 N H₂SO₄ amount)

F: 0.02 N-H₂SO₄ factor value

전단력 측정

5°C에서 자연 해동시킨 고등어 시료의 아가미로부터 3 cm 아래 쪽 측면 조직을 6 cm×3 cm 크기로 잘라 텍스처분석기(Texture analyzer, TACT2i, Stable Microsystems Ltd., Godalming, UK)를 사용하여 측정하였으며, Warner-Bratzler shear blade로 중심부를 측정하였다. 이때 분석조건은 Test mode는 compression, test speed 2.00 mm/s, distance 7.000 mm, advanced options는 off이었으며 분석된 결과는 kg으로 산출하였다.

일반세균

미생물학적 안정성을 평가하기 위해 각 시료를 무균적으로 처리하였으며 잘게 세절한 고등어 fillet 한 마리에서 취한 5g을 시료로 사용하였다. 이후 채취된 시료를 살균된 생리식염수로 단계 희석하였다. 이를 일반세균 측정용 건조필름배지(petrifilm aerobic count plates, 3M Co., Saint paul, MI, USA)에 접종하여 37°C에서 48-72시간 배양시킨 후 colony 수를 측정하여 CFU/g으로 표시하였다.

통계분석

본 실험에서 얻어진 자료의 통계 처리는 SPSS (Statistics Package for the Social Science, Ver. 19.0 for Window, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, 분산분석(ANOVA)으로 각 군의 평균과 표준편차를 구하고 던컨 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 처리간의 결과 차이를 분석하였다. 또한 고등어의 부패 시점 설정을 위하여 일반세균수를 기준으로 하여 회귀분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

pH

pH 값은 Fig. 1과 같이 저장기간이 경과할수록 저장 온도에 따

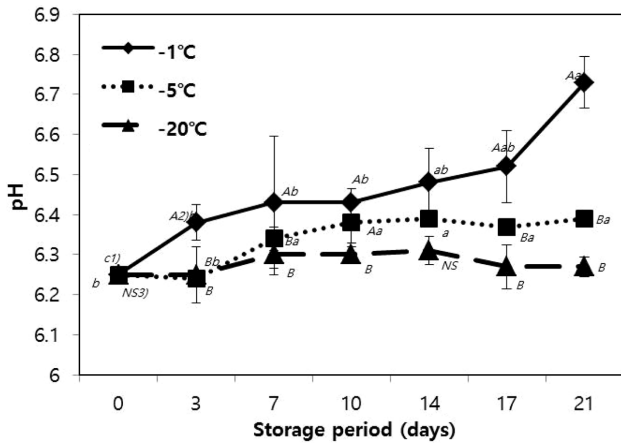


Fig. 1. Changes in pH of mackerel fish fillet with different freezing temperatures during storage. ¹⁾a-c: Different letters within a row are significantly different $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾A-C: Different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾NS: Values are not significantly different at $p < 0.05$.

른 현저한 차이를 보였으며, 저장 초기부터 온도간 차이를 보였다. 이와 같은 결과는 일반적으로 저장 기간 동안 어육의 pH가 증가하는 경향을 보인다는 선행 연구와 일치한다(15). 일반적으로 적색육 어육의 경우 최저 도달 pH가 5.6-5.8에 이르기도 하며 pH 6.5 이상은 식용이 곤란한 정도로 부패가 진행된 것으로 판단한다(16). -1, -5, -20°C 저장군의 순서로 pH의 증가폭이 크게 나타났는데, 이는 -1°C에서의 산패가 가장 빠르게 진행되었음을 의미한다. 생선의 pH는 죽은 후 젖산 등이 증가함에 따라 산성으로 변함으로 신선도를 판단하는데 많이 이용되나 시간이 경과함에 따라 여러 종류의 효소가 육단백질을 분해하여 아미노태, 암모니아태질소가 점차 증가하여 pH의 상승을 유발하는 것으로 알려져 있다(17).

색도

고등어 저장 중 온도 별 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)의 변화를 Fig. 2-4에 나타내었다. 어육은 저장 중 아미노카보닐 반응 외에 지질 산화로 생성된 카르보닐 화합물과 산도 저하 과정에서 생성된 염기질소 등이 반응하여 점차 갈변화 된다(18). 갈변화 과정에 따라 고등어의 명도, 적색도, 황색도는 저장 기간이 경과함에 따라 모든 저장군에서 증가하였으며, 저장 기간의 경과에 따라 유의적인 증가를 보였다는 선행연구와 일치하였다(19).

TBA값

식품에 존재하는 불포화지방산은 공기 중에서 쉽게 산화되어 다량의 과산화물을 생성하여 식품의 품질을 저하시킨다. TBA는 저장 중 고등어의 지질 산패 정도를 나타내며, 지방의 산화에 의해 발생하는 malonaldehyde (MDA)와 thiobarbituric acid가 반응하여 생성되는 붉은색의 강도를 측정할 값이다. 고등어의 경우 불포화지방산 함량이 매우 높은 식품으로 어획 후 빠르게 산패되며, 고등어의 지질 산패는 TBA의 증가로 이어진다(20). 고등어의 저장 중 TBA의 변화는 Fig. 5와 같으며, 저장 기간이 증가함에 따라 함께 증가하는 양상을 보였고 저장기간이 경과할수록 저장 온도에 따른 현저한 차이를 보였다. -1°C 저장군의 TBA는 저장 중 1.487에서 2.722까지 급격하게 변화하였으며, -5°C

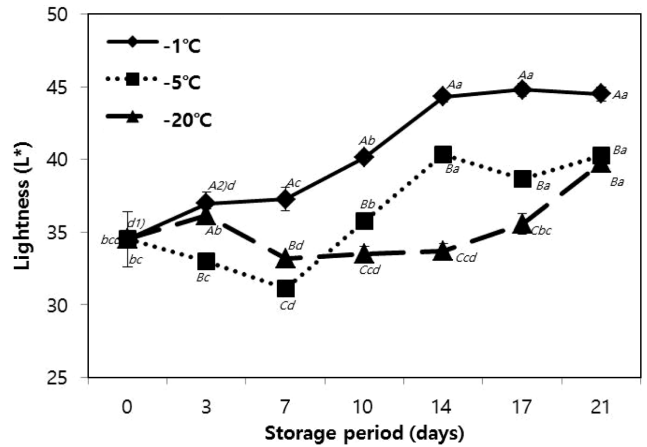


Fig. 2. Changes in L* value of mackerel fish fillet with different freezing temperatures during storage. ¹⁾a-d: Different letters within a row are significantly different $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾A-C: Different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

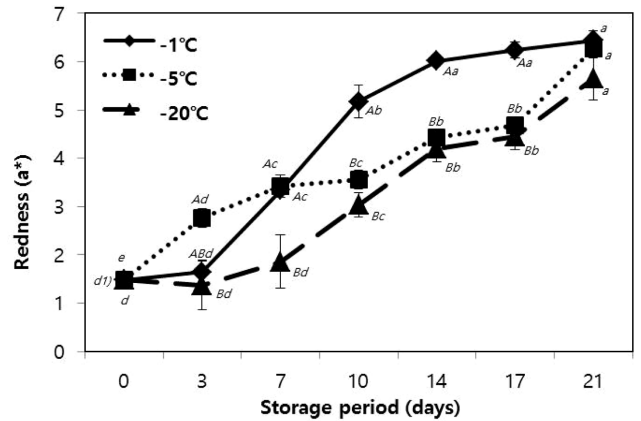


Fig. 3. Changes in a* value of mackerel fish fillet with different freezing temperatures during storage. ¹⁾a-e: Different letters within a row are significantly different $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾A-B: Different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

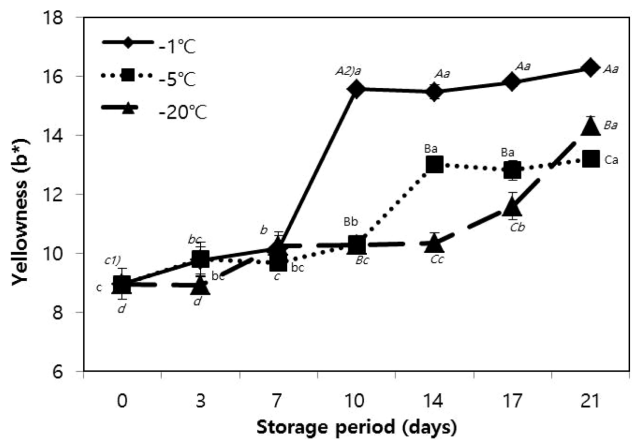


Fig. 4. Changes in b* value of mackerel fish fillet with different freezing temperatures during storage. ¹⁾a-d: Different letters within a row are significantly different $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾A-C: Different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

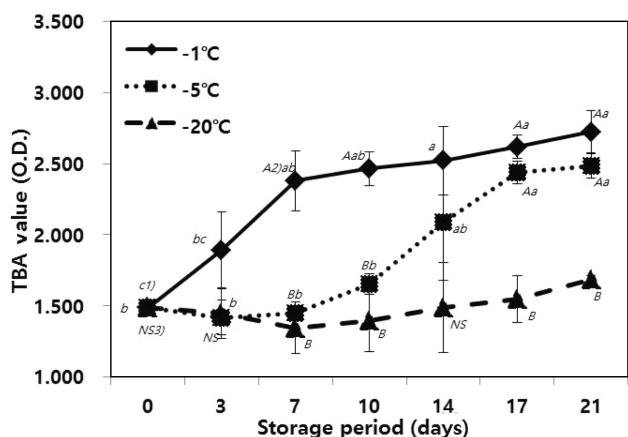


Fig. 5. Changes in TBA value of mackerel fish fillet with different freezing temperatures during storage. ¹⁾A-B: Different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾a-c: Different letters within a row are significantly different $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾NS: Values are not significantly different at $p < 0.05$.

저장군의 TBA가는 1.487에서 2.488까지, -20°C 저장군의 TBA가는 1.487에서 1.687까지 증가하였다. 이는 고등어의 저장 기간이 경과함에 따라 TBA가가 증가한다는 선행 연구(21)와 일치하며, 이는 지방의 산화에 따라 1차 생성물질인 과산화수소(hydroperoxide)가 2차 산화생성물로 분해되어 계속 생산되는 유기산, 알데하이드, 케톤, 알코올, 카보닐기 및 중합체 등과 미생물 대사 및 지방 분해 효소에 의해 생성되는 분해 물질에 의한 것이기 때문으로 사료된다(22).

VBN

VBN 측정은 어패류의 선도판정법 중에서 신선한 어육에는 없거나 미량 함유되어 있던 것이 선도저하에 따라 생성되어 증가하는 물질을 지표로 하는 대표적인 방법으로 어획 수 시간이 경과할수록 계속 증가한다(23). 일반적으로 VBN 함량의 기준이 5-10 mg%은 극히 신선한 어육, 15-25 mg%은 보통 선도의 어육, 30-40 mg%은 부패초기의 어육, 50 mg% 이상인 경우 부패 정도가 심한 어육으로 판정한다(20). 고등어의 저장 중 온도와 기간에 따른 VBN 함량의 변화는 Fig. 6에 나타내었다. 모든 저장군에서 저장 초기 VBN 함량은 비슷하게 증가하였으나, 저장 7일차부터 -1°C 저장군의 VBN 함량은 다른 저장군들(-5, -20°C)보다 유의적으로 높은 값을 나타냈다($p < 0.05$). -1°C 저장군의 VBN 값은 저장 7일차부터 유의적으로 증가하였고, -5°C 저장군의 VBN 값은 저장 3일차부터 유의적인 차이를 나타내며 증가하였다($p < 0.05$). -20°C 저장군의 경우 VBN 함량이 증가하였으나 저장 기간 중 유의적인 차이는 보이지 않았다. 염기질소 함량이 증가하는 것은 어육 내 인지질 등의 지질성분의 산화나 TMAO (trimethylamine N-oxide)의 환원에 의해 생성되는 TMA (trimethylamine) 등의 저급 염기성물질과 세균의 증식에 의해 단백질이 분해되어 생성되는 암모니아 질소 등에 기인하기 때문인 것으로 보고 있다(24).

전단력

어육의 경도를 측정하는 물리적 방법은 선도저하와 더불어 어육이 연화하므로 판정 결과를 신속히 얻을 수 있는 장점을 지니면서도 어종 또는 개체에 따른 선상차이가 많아 어류의 선도판정법으로 흔히 이용되고 있다(16). 본 연구에서는 저장 기간이 경

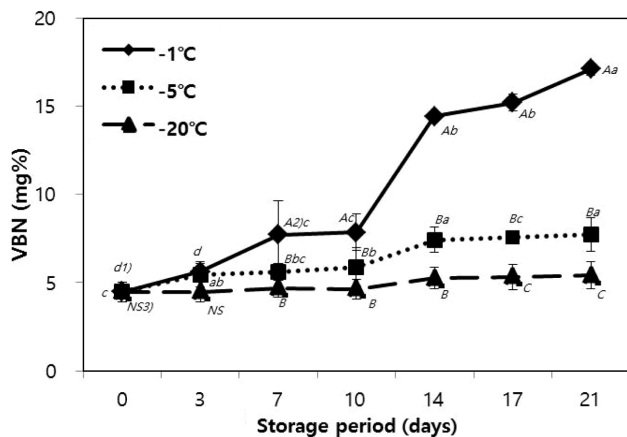


Fig. 6. Changes in VBN value of mackerel fish fillet with different freezing temperatures during storage. ¹⁾a-d: Different letters within a row are significantly different $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾A-C: Different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾NS: Values are not significantly different at $p < 0.05$.

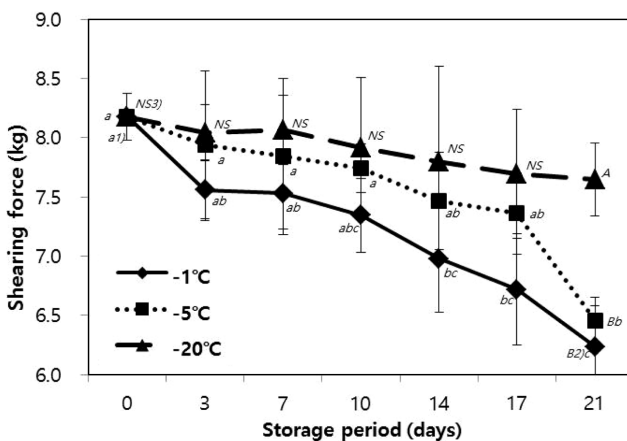


Fig. 7. Changes in shearing force of mackerel fish fillet with different freezing temperatures during storage. ¹⁾a-c: Different letters within a row are significantly different $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾A-B: Different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾NS: Values are not significantly different at $p < 0.05$.

과함에 따라 모든 저장군의 전단력이 감소하였다(Fig. 7). 저장 기간이 경과함에 따라 어육의 연화에 의하여 모든 온도에서 전단력은 감소하는 경향을 나타냈고, 저장 21일차부터 저장 온도에 따른 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). -1°C 저장군의 전단력은 10일차부터 유의적인 차이를 나타내며 감소하였고, -5°C 저장군에서의 전단력은 21일차부터 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). -20°C 저장군에서의 전단력은 저장 기간 중 감소하는 추세이나 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 이러한 결과는 저장기간이 경과함에 따라 경도는 제품에 관계없이 감소한다는 선행 연구와 일치한다(25).

일반세균수의 변화 및 부패시점 예측

미생물학적 판정법은 어육에 부착한 세균 수를 측정함으로써 선도를 판정하는 방법이다. 일반적으로 어육중의 총 균 수가 10^5 이하면 신선하고 약 10^5 - 10^6 정도면 초기부패, 1.5×10^6 이상이면

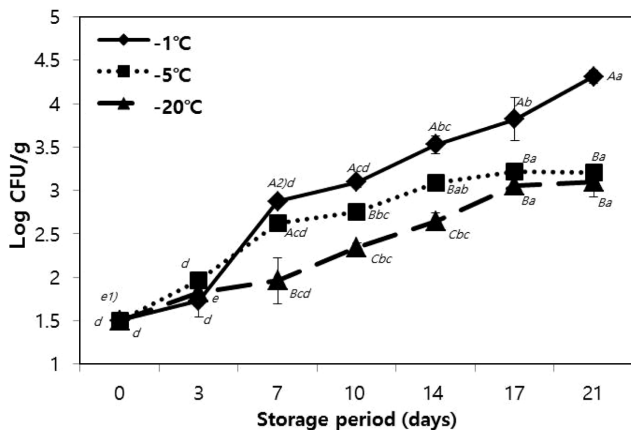


Fig. 8. Changes in total plate counts of mackerel fish fillet with different freezing temperatures during storage. ¹⁾a-d: Different letters within a row are significantly different $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾A-C: Different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 1. Regression equations of total plate counts for establishment of shelf-life

Storage temp.	Regression equations	R ²	Estimated shelf-life
-1°C	$y = 1.691 + 0.134x$	0.896	32.6 days
-5°C	$y = 1.803 + 0.082x$	0.837	51.1 days
-20°C	$y = 1.509 + 0.081x$	0.811	55.4 days

부패에 달한 것으로 보고 있다(16). 따라서 미생물 수준의 한계치를 어류의 부패가 시작되는 시점이라고 평가되는 1.0×10^6 CFU/cm²로 설정하였다. 고등어의 저장 기간에 따라 일반세균수는 모든 저장군에서 증가하는 추세를 보였다(Fig. 8). 저장 기간이 경과함에 따라 일반세균수가 증가하는 것은 다수의 선행 연구(15,21)의 결과와 일치한다.

부패시점을 설정하기 위하여 일반세균의 수치를 이용하여 회귀식을 구하였으며(26), 회귀식은 Table 1에 제시하였다. 회귀식은 앞서 제시한 유효 품질수준의 한계치(Y)를 대입하고 그 때의 저장 기간(X)을 도출하여 이를 부패시점으로 계산하였다.

모든 회귀식은 유의하게 나타났으며($p < 0.05$), 결정계수(R²)는 -1°C는 0.896, -5°C는 0.837, -20°C는 0.811로 나타났다. 각각의 온도에서 부패시점을 예측한 결과, -1°C에서는 32.6일, -5°C는 51.1일, -20°C는 55.4일로 나타났다.

요 약

본 연구는 고등어의 단기 저장 중 이화학적 분석을 통하여 가정에서 고등어 저장 시 냉동 저장 조건을 탐색해보았다. 고등어의 지방 산패 정도를 나타내는 TBA가에서는 저장 초기에는 -5°C 저장군과 -20°C 저장군이 유사한 경향을 보이나 저장 14일 차부터는 -1°C 저장군이 -5°C 저장군과 유사한 경향을 보였다. 고등어의 단백질 신선도를 나타내는 VBN 함량과 pH도 -5°C 저장군과 -20°C 저장군이 유사한 추세를 보이며 증가하였다. 저장 초기에는 대부분의 실험항목에서 -5°C 저장군과 -20°C 저장군이 유사한 결과를 나타낸 점에 의의가 있다.

이상의 연구결과를 종합해 볼 때, 고등어의 단기 저장 시 -5°C에서의 저장은 -20°C에서의 저장과 유사한 측면을 보이며 약 51

일간 저장이 가능할 것으로 예측되어 고등어의 단기 저장 시 신선도 유지에 효율적이라고 사료된다. 그러나 어류는 수분 함량이 많고 미생물의 번식이 쉽게 때문에 육류보다 부패하는 속도가 빨라 식중독 발생의 위험이 크므로 장기간 저장하기 위해서는 저온냉동이 필수적이라 사료된다. 추후 온도 조절뿐만 아니라 가정용 냉장고의 습도, 고등의 포장 방법, 저장 시 용량 등 여러 인자들의 조절로 가정 내 고등어의 냉동 저장에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 (주)삼성전자의 지원에 의해 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

References

- Dyerberg J, Bang HO. Haemostatic function and platelet polyunsaturated fatty acids in eskimos. *Lancet* 2: 433-435 (1979)
- Neuringer M, Connor WE. N-3 fatty acids in the brain and retina: Evidence for their essentiality. *Nutri. rev.* 44: 285-291 (1986)
- Kawabata T, Ishizaka K. Studies on the food poisoning associated with putrefaction of allergy-like food poisoning caused by "samma sakuraboshi" (dried seasoned saury) and canned seasoned mackerel. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 21: 335-340 (1956)
- Edmunds WJ, Eitenmiller RR. Effect of storage time and temperature on histamine content and histidine decarboxylase activity of aquatic species. *J. Food Sci.* 40: 516-519 (1975)
- Park MH, Kwon JE, Kim SR, Won JH, Ji JY, Hwang IK, Kim MR. Physicochemical and microbiological properties of pork by various thawing methods. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 22: 298-394 (2012)
- Cho SD, Lee DU, Yoon EK, Kim GH. Safe intake methods of meat and fish & shellfish. *J. Food Hyg. Saf.* 7: 9-14 (2012)
- Park YH, Kim DS, Kim SS, Kim SB. Changes in histamine content in the muscle of dark-fleshed fishes during storage and processing. *Korean J. Fish Aquat. Sci.* 13: 15-22 (1980)
- Park SY. Food quality evaluation of raw and salted mackerel collected at market in Busan. Ms thesis. Pukyung National University, Busan, Korea (2009)
- NIFDSE. Research on consumer education for health control (hygiene management of refrigerator at home). National Institute of Food and Drug Safety Evaluation. Cheongju, Korea. pp. 63-68 (2009)
- Shin SR, Hong JY, Nam HS, Huh SM, Kim KS. Chemical changes of salted mackerel by Korean herbal extracts treatment and storage methods. *Korean J. Food Preserv.* 13: 18-23 (2006)
- Lee YK, Lee HS. Effects of onion and ginger on the lipid peroxidation and fatty acid composition of mackerel during frozen storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 19: 321-329 (1990)
- Jung BM, Chung GH, Jang MS, Shin SU. Quality characteristics of citron treated mackerel oil and fillet during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 574-579 (2004)
- Witte VC, Krause GR, Bailey ME. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 35: 582-585 (1970)
- Conway EJ. *Microdiffusion Analysis and Volumetric Error.* Cosby Lochwood and Son, London (1950)
- Byun SB, Lee SH, Lee SH, Lee YW, Sun NK, Song KB. Effect of storage temperature on the microbiological and pH changes of mackerel, croaker, and saury during storage. *Korean J. Food Preserv.* 10: 154-157 (2003)
- Park YH, Jang DS, Kim ST. *Processing and Using of Fishery Science.* Hyungseol Press, Seoul, Korea. p. 73 (1997)
- Shin SR, Hong JY, Nam HS, Heo SM, Kim GS. Chemical changes of salted mackerel by Korean herbal extracts treatment and storage methods. *Korean J. Food Preserv.* 13: 18-23 (2006)
- Lee KH, Hong BI, Jung BC. Processing of low salt mackerel fil-

- let and quality changes during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1070-1076 (1998)
19. Gang BK, Kim KBWR, Kim MJ, Bark SW, Pak WM, Kim BR, Ahn NK, Choi YW, Byun MW, Ahn DH. Effects of immersion liquids containing citrus junos and prunus mume concentrate and high hydrostatic pressure on shelf-life and quality of scomber japonicus during refrigerated storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 1555-1564 (2014)
 20. Song HN, Lee DG, Han SW, Yoon HK, Hwang IK. Quality changes of salted and semi-dried mackerel fillets by UV treatment during refrigerated storage. Korean J. Food Cook. Sci. 21: 662-668 (2005)
 21. Shin SW, Jang MS, Kwon MA, Seo HJ. Processing of functional mackerel fillet and quality changes during storage. Korean J. Food Preserv. 11: 22-27 (2004)
 22. Brewer MS, Harbers CAZ. Effect of packaging on physical and sensory characteristics of ground pork in long-term frozen storage. J. Food Sci. 56: 627-631 (1993)
 23. Takahashi T. Distribution of trimethylamine oxide in the piscine and molluscan muscle. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish 41: 91 (1935)
 24. Lee JS, Joo DS, Kim JS, Cho SY, Lee EH. Processing of a good quality salted and semi-dried mackerel by high osmotic pressure resin dehydration under cold condition. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 468-474 (1993)
 25. Shin JH, Kang MJ, Kim RJ, Yoon HS, Sung NJ. Optimization of black garlic extract curing conditions for mackerel using response surface methodology. Korean J. Food Cook. Sci. 27: 793-801 (2011)
 26. Jin SK, Kim IS, Hur SJ. Changes in microbe, pH, VBN of exportation by-products of pork and establishment of shelf-life during storage at 4°C. Korean J. Intl. Agri. 14: 58-64 (2002)