

해양심층수를 이용한 간고등어 제조 및 품질특성

김광우 · 김가현 · 김정식 · 안효영 · 허길원 · 손진기¹ · 김옥선² · 조순영^{2*}

강릉대학교 식품과학과, ¹강릉대학교 해양생명공학부 해양생물공학전공,

²강릉대학교 동해안해양생물자원연구센터

Characterizing the Quality of Salted Mackerel Prepared with Deep Seawater

Gwang-Woo KIM, Hye-Kyung KIM, Jeong-Sik KIM, Hyo-Yeong AN, Gil-Won HU, Jin-Ki SON¹, Ok-Seon KIM² and Soon-Yeong CHO^{2*}

Department of Food Science, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

¹Division of Marine Bioscience and Engineering, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

²East Coastal Marine Bioresources Research Center, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

This study investigated the quality of salted mackerel prepared with deep seawater concentrate and salt. The quality of the salted mackerel product prepared with deep seawater was compared to that prepared with surface and intermediate seawater salts, sun-dried salt, and refined salt. After preparing the salted mackerel products using the five salts, the products were stored at 4°C for 35 days. Quality characteristics compared were the acid value (AV), peroxide value (POV), lipophilic browning, volatile basic nitrogen (VBN), pH, viable cell count, and sensory factors. The deep seawater salted mackerel product had the lowest AV, POV, browning value, and viable cell counts, compared to the others, while it had the highest score in the sensory evaluation.

Key words: Salted mackerel, Deep seawater salt, AV, POV, Browning value

서 론

전어, 정어리 등과 같은 적색육어류인 고등어 (mackerel; *Scomber japonicus*)는 우리나라 연근해에서 다량 어획되어 보통 선어(鮮魚)상태로 이용되거나 통조림 또는 염장상태로 소비되며, 생선 속 EPA나 DHA 등의 고도불포화지방산의 생리기능성은 많은 학자들에 의해 연구되고 있다. 그 중에서도 대표적인 것이 혈중 콜레스테롤 저하효과, 혈전예방효과 및 두뇌작용을 활성화시키는 진뇌효과 등이다 (Simopoulos, 1991; Nordoy et al., 1993; Medina et al., 1996). 이러한 이점에도 불구하고 고등어와 같은 적색어는 actomyosin (actin과 myosin이 결합하여 경직되는 것)이라는 새로운 화합물이 합성되어도 곧 분해되어 육질이 연화됨으로써 자가소화 및 오염 미생물에 의해 변질 및 산화가 급속하게 진행되고 조리시 어취가 발생하는 등 가공적성이 낮아 보다 효율적인 이용을 위한 연구가 요청되고 있다 (Shin et al., 2004). 최근 이러한 문제를 개선하기 위해 생선제품의 항산화, 항미생물, 오취제거 및 저장성을 높이기 위한 목적으로 차, 산 및 삼투압 탈수법 등이 이용되고 있다 (Shin et al., 2006). 이들에 관한 연구로 다시마와 효소처리 고등어육을 이용한 방법 (Lee et al., 1997), 저온 삼투압 탈수법에 의한 방법 (Lee et al., 1993), polyphosphate, sodium erythorbate 및 생강 등을 첨가하는 방법 (Lee et al., 1998) 등에

관한 연구가 있었다.

해양심층수는 태양광이 도달하지 않는 수심 200 m 이상의 깊은 곳에 존재하는 해수자원으로서, 우리나라는 동해안에 해양심층수 자원이 풍부하게 부존하고 있다 (Lee, 2007). 해양심층수의 환경은 저수온으로서 질산염이나 인산염 등의 무기염류가 표층수에 비해 높은 농도로 용존해 있으며 또한 심층수는 장기간에 걸쳐 표층수와 혼합하지 않기 때문에 유기물이나 미생물이 표층수에 비해 적은 것이 보통이다. 현재 식품을 조리 가공할 때 쓰이는 소금의 종류로는 천일염, 제재염 등이 있으며, 천일염의 경우에는 해양의 이용도가 높아짐에 따라 연안 오염요인이 증가하여 소금에서 중금속과 같은 유해물질 오염의 가능성이 높아지고 있고 (Hwang, 1998), 정제염의 경우 Ca와 Mg같은 미네랄을 거의 함유하지 못하는 문제가 있다 (Park et al., 1997). 또한 Park과 Park (1998)의 보고에 따르면 이들은 주요성분인 NaCl의 함량과 칼슘 및 마그네슘과 같은 다가 양이온 존재여부 차이가 있고 칼슘과 마그네슘이 존재함에 따라 펙틴-칼슘 복합체를 형성하여 염장과정의 저장기간이나 품질특성에 영향을 미치게 된다고 보고하였다.

본 연구에서는 해양심층수를 이용하여 제조한 간고등어의 효율적 이용을 위하여 해양심층수 이용 간고등어의 품질 특성 및 저장 특성에 대하여 살펴보았고, 또한 이를 제재염, 천일염과 수심에 따른 해수염 (표층해수염, 중층해수염)을 사용하여 제조한 간고등어와 비교검토하였다.

*Corresponding author: csykang@kangnung.ac.kr

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 고등어 (*Scomber japonicus*; 원산지, 일본)는 체장 39-40 cm, 체중 480-490 g으로 주문진 현대농수산에서 구입하여 빙장상태로 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 표층해수 (0 m depth, surface seawater)는 강릉 경포대 앞바다에서 채취하였고, 중층해수 (130 m depth, intermediate seawater)는 (주)해봉에서, 심층해수 (650 m depth, deep seawater)는 (주)울릉미네랄에서 각각 조달받아 일부는 5%로 농축하여 물간법으로 염장할 때 사용하였고 일부는 분무건조기 (L-8, Okawara, Japan)로 건조하여 마른간법으로 염장할 때 사용하였다. 천일염과 제재염은 대한염업(주) 제품을 구입하여 사용하였다.

간고등어 제조

시료의 제조는 안동식 간고등어의 처리과정 (Hu, 2005)에 따라 제조하였다. 제조 방법은 원재료인 고등어를 세척한 다음 아가미와 내장을 제거하여 흐르는 물에 세척하였다. 염도 5% 소금물이 담긴 염장통에 세척한 고등어를 1시간 30분가량 담가 염장하고 물간이 끝난 고등어를 머리가 위로, 꼬리는 아래로 세워서 1시간 동안 탈수시킨 후 수분이 제거된 고등어를 안쪽과 바깥쪽으로 물간에 사용한 동일 염을 일정하게 뿌려주었다. 남은 수분제거를 위해 고등어를 20도 각도로 꼬리가 위로 올라가게 기울여 숙성대에 진열하였다. 숙성실 온도는 고등어 양에 따라 -5℃를 기준으로 ±4℃를 유지하고 숙성 시간은 12시간 기준으로 ±5시간을 염수하였다. 포장은 한 마리씩 진공포장하여 4℃에 저장한 후 실험에 사용하였다.

일반성분 및 염도의 측정

일반성분은 AOAC (1995)법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 측정하였으며, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법으로 질소를 정량한 후 질소계수 (6.25)를 이용하여 계산하였다. 염도는 Mohr법 (Kraemer and Stamm, 1924)법으로 측정하였다.

총지방의 추출

총지방의 추출은 Folch법 (Folch et al., 1957)을 약간 수정하여 추출하였다. 즉, 고등어 시료를 취하여 믹서기 (HMF-1000A, Hanil, Korea)로 잘게 간 다음, 고등어육 10 g당 60 mL methanol을 가해 homogenizer로 2분간 교반하였다. Chloroform 30 mL를 가해 2분간 교반한 후, 다시 chloroform 30 mL를 추가로 가해 2분간 교반하고 2분간 정지하였다. 이것을 여과지 (Whatman No. 2)를 사용해서 흡인여과하고, 여과지 상의 잔사에 50 mL의 chloroform을 가해 2분간 교반하고 다시 흡인여과 하였다. 여과액을 시료의 수분량을 제거한 methanol:chloroform:water=1:1:0.9의 비율로 가하여 혼든 후 하룻밤 방치하였다. 하층의 chloroform층을 취하여 무수 Na₂SO₄를 넣은 여과지로 여과한 여액을 정량한 플라스크에 넣고

evaporator로 용매를 제거하여 고등어유를 얻었다.

산가 및 과산화물가 측정

산가 측정은 시료 10 g을 취하여 용매 (ether:ethanol=1:1) 90 mL를 가하고 균질화한 다음 1% phenolphthalein용액을 지시약으로 하여 0.1 N KOH-ethanol용액으로 적정하였다. 과산화물가의 측정은 시료 1 g을 취하여 용매 (glacial acetic acid:chloroform=1:1) 25 mL를 가한 후 균질화 한 다음 KI 포화용액 1 mL를 가하여 마개를 하고 1분간 심하게 진탕하여 5-10분간 어두운 곳에서 방치하였다. 증류수 75 mL를 가하여 혼든 후 1% 전분 용액 1 mL를 지시약으로 혼합하여 0.01 N sodium thiosulfate용액으로 적정하여 과산화물가를 산출하였다.

미생물 수 및 pH 측정

저장 중 간고등어의 미생물 총균수는 시료 1 g에 멸균 식염수 9 mL를 혼합 분쇄하여 10진법으로 희석하였다. 각각의 희석액 1 mL를 plate에 접종하고 Difco™ plate count agar (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)배지를 부어 혼합한 다음 30℃에서 48시간 배양하여 형성된 colony를 계측하여 시료 g당 colony forming units (CFU/g)로 나타내었다. pH 측정은 시료 10 g을 취해서 증류수 20 mL를 가해 균질화시킨 후 pH meter (Mettler Toledo, SevenEasy pH, Switzerland)로 측정하였다.

휘발성염기질소(VBN) 함량 및 갈변도 측정

휘발성염기질소 (VBN)의 함량은 마쇄한 고등어육을 사용하여 conway unit을 사용하는 micro diffusion method (Pharmaceutical Society of Japan, 1980)로 측정하였고, 간고등어의 갈변도는 Hendel (1950) 등의 방법을 수정하여 측정하였다. 즉, 1 g의 시료를 40 mL의 10% trichloroacetic acid 용액을 원심분리관에 넣어 혼합한 뒤 흔들어서 2시간 동안 실온에 방치하고 이 용액을 원심분리하여 상층액만 취하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능검사

관능검사는 간고등어의 향기, 맛, 색, 조직감에 잘 훈련된 15인의 panel을 구성하여 색, 맛, 향, 조직감, 전체적인 기호도에 대해 9단계 평점법 (매우 나쁘다, 1점; 매우 좋다, 9점)으로 평가하였다. 통계처리는 Windows용 SPSS 12.0 K version을 이용하여 분산분석을 실시하였으며 Duncan's multiple range test로 5%수준에서 시료간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 염도

실험에 사용한 고등어의 일반성분은 Table 1에 나타내었다. 고등어의 수분함량은 66.19%로 나타났는데 이것은 Park et al. (1997)가 보고한 일반적인 선어의 수분함량 64-76%와 비교하였을 때 실험 재료의 수분함량과 비슷한 수준이었으나 조단백질과 조지방 함량은 각각 20.48%와 11.93%으로 나타나

Table 1. Proximate composition of the raw mackerels tested. ¹⁾Mean±SD of five values obtained from separate samples
Unit, %

Moisture	Crude lipid	Crude protein	Carbohydrate	Crude ash
66.19±1.12 ¹⁾	11.93±0.78	20.48±0.33	0.87±0.01	0.53±0.43

Table 2. Salinity of the salted mackerel products. ¹⁾Mean±SD of five values obtained from separate samples

	Surface seawater salt	Intermediate seawater salt	Deep seawater salt	Refined salt	Sun-dried salt
Salinity (g/100 g)	7.3±0.06 ¹⁾	7.1±0.01	7.0±0.10	5.3±0.06	5.0±0.00

Yang and Lee (2000)가 보고한 18.87%와 33.75%와는 다소 차이가 있었다. 이와 같은 결과는 고등어와 같은 적색육 어류가 백색육어류보다 지질성분의 함량이 계절적인 변동의 영향을 가장 많이 받기 때문인 것으로 사료된다 (Park et al., 1997). 또한, 어육의 수분함량과 지질함량은 상반관계에 있어 지질이 축적되는 계절에는 수분함량이 감소하고, 수분이 증가하는 시기에는 지질이 감소하는 경향을 나타낸다. 한편, 단백질함량은 지질과 달라서 비교적 변동이 적으며, 근육의 주성분으로서 약 20% 정도가 되는 것으로 알려져 있다 (Park et al., 1997). 회분과 당질의 함량은 각각 0.87%와 0.53%로 나타났으며, 이 두 성분은 어육내의 변동이 적은 성분이므로 일반적으로 각각 2% 및 1% 내외이다 (Song et al., 2005). 각 시료로 절인 간고등어의 염도는 Table 2에 나타내었다. 표층해수염, 중층해수염, 심층해수염으로 각각 절인 간고등어의 염도는 7.0-7.3로 비슷한 염도를 나타낸 것에 비해 제재염, 천일염으로 절인 간고등어의 염도는 5.0-5.3으로 다소 낮게 나왔다. 이는 간고등어 제조시 물간법염장과 마른간법염장 과정에서 시료 균들간에 수분의 감소에 따른 식염함량의 증가차이로 생각된다 (Lee et al., 1993).

저장 중 산가의 변화

저장기간 동안 각 시료로 절인 간고등어의 산가 변화는 Fig. 1과 같다. 제조 직후 산가는 3.85-6.17 mg/g으로 표층해수염으로 절인 간고등어가 가장 높게 나왔으며 제재염과 심층해수염으로 절인 간고등어가 가장 낮은 산가를 나타내었다. 저장기간에 따른 산가의 변화를 비교해 보면 표층해수염으로 절인 간고등어의 경우 저장일수 7, 14, 21, 28, 35일에 각각 6.17, 7.04, 7.41, 10.99, 12.55, 15.40 mg/g으로 증가하여 다른 시료군에 비하여 저장일수 14일째부터 급격한 차이를 보이며 높은 산가값을 나타내었다. 중층해수염으로 절인 간고등어의 경우 저장기간에 따라 3.85, 5.43, 7.44, 8.09, 8.71, 11.75 mg/g으로 다른 시료군에 비해 저장초기 급격한 증가를 나타내었다. 저장 21일차와 28일차에 완만한 증가를 나타내다가 35일차에 급격한 증가를 나타내었다. 심층해수염, 천일염, 제재염으로 절인 간고등어의 경우 표층해수염과 중층해수염으로 절인 간고등어보다 저장기간에 따른 산가 변화폭이 가장 낮게 나타났으며, 최종 35일후에는 심층해수염절입제품이 가장 낮은 산가를 유지하였다. 이와 같은 결과는 해양심층수의 청정성과 해양심층수기원 미네랄 중의 특정 항산화 원소가 항산화효과를

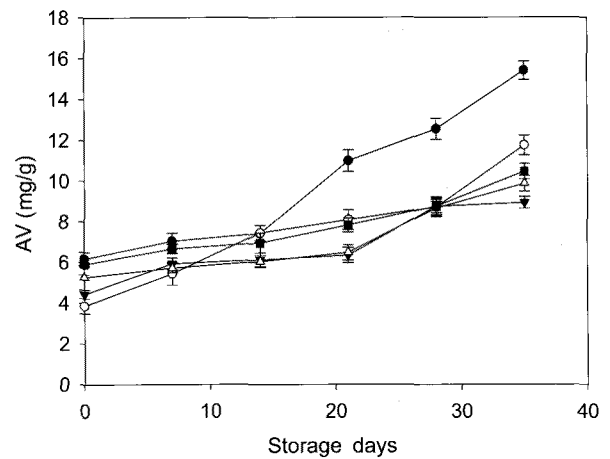


Fig. 1. Changes of the acid value (AV) of salted mackerel products during storage at 4°C for 35 days. ●, surface seawater salt; ○, intermediate seawater salt; ▼, deep seawater salt; △, refined salt; ■, sun-dried salt.

낸 결과인 것으로 추정된다 (Lee, 2007).

저장 중 과산화물가의 변화

저장기간 동안 각 시료로 절인 간고등어의 과산화물과의 변화는 Fig. 2와 같다. 모든 실험군에서 저장기간이 길어질수록 급격한 증가를 나타내었으며, 특히 표층해수염으로 절인 간고등어의 경우 7일째와 14일째 사이에 과산화물가량이 크게 증가하였다. 중층해수염과 심층해수염으로 절인 고등어의 경우에는 14일째까지는 각각 16.95 meq/kg과 14.97 meq/kg으로 저장기간 동안 큰 차이없이 완만한 증가를 나타내다가 저장 21일째부터 큰 변화폭을 나타내었다. 과산화물가는 지질 산화의 초기단계에 있어서 산패도와 관련이 있고, 산화의 속도를 비교하는 데 유리한 지표가 된다 (Kim et al., 2001). 산가와 마찬가지로 심층해수염으로 절인 간고등어에서 과산화물가량이 가장 낮게 유지됨으로써 심층해수염의 항산화 효과로 인하여 과산화물가가 낮게 유지되었음을 추정할 수 있었다 (Lee, 2007).

저장 중 갈변도의 변화

저장기간 동안 각 시료로 절인 간고등어의 갈변도의 변화는 Fig. 3과 같다. 제조 직후의 갈변도 ($E_{420}^{4\%}$ value)는 0.04-0.06이었으나, 저장 7일째에는 급격히 증가하여 모든 실험군이

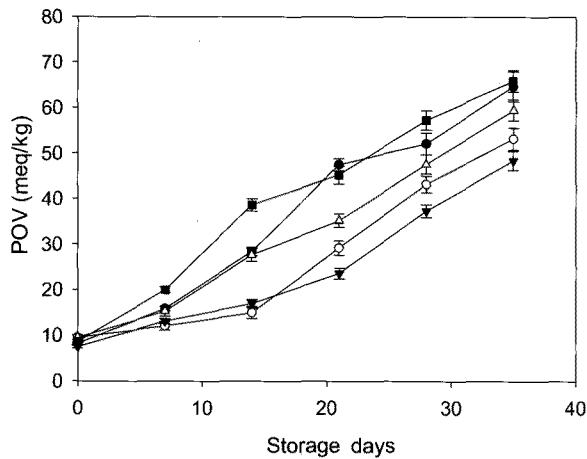


Fig. 2. Changes of the peroxide value (POV) of salted mackerel products during storage at 4°C for 35 days. ●, surface seawater salt; ○, intermediate seawater salt; ▼, deep seawater salt; △, refined salt; ■, sun-dried salt.

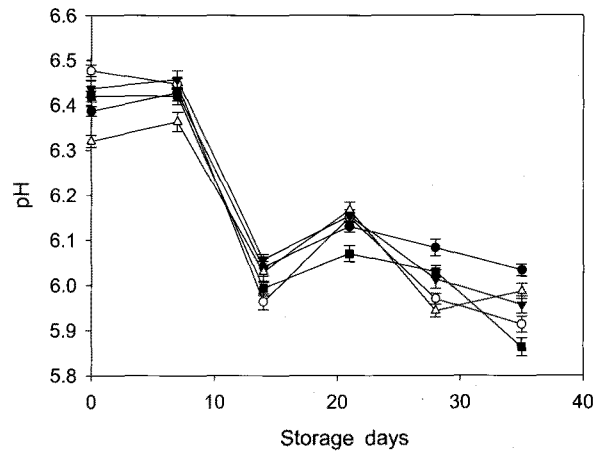


Fig. 4. Changes of the pH of salted mackerel products during storage at 4°C for 35 days. ●, surface seawater salt; ○, intermediate seawater salt; ▼, deep seawater salt; △, refined salt; ■, sun-dried salt.

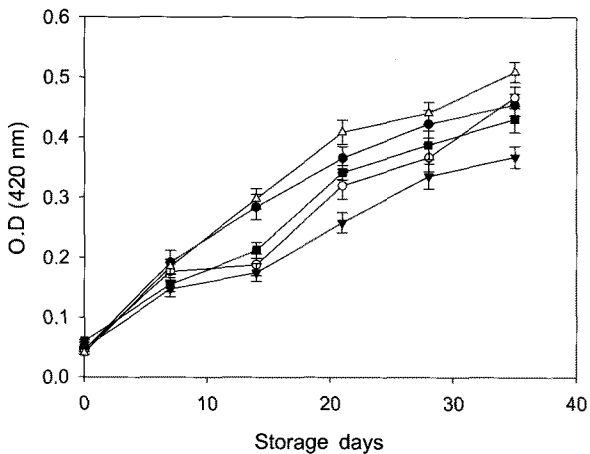


Fig. 3. Changes of the browning value ($E_{420\text{nm}}^{4\%}$) of salted mackerel products during storage at 4°C for 35 days. ●, surface seawater salt; ○, intermediate seawater salt; ▼, deep seawater salt; △, refined salt; ■, sun-dried salt.

0.147-0.192로 약 3배 가량 증가하였다. 저장기간 14일째에는 표층해수염, 제제염으로 절인 간고등어군이 각각 0.284, 0.298로 다른 시료군에 비해 높게 나타났다. 저장 21일째부터 심층해수염으로 절인 간고등어군을 제외한 시료들은 비슷하게 증가하여 35일째에는 0.368-0.509로 나타났다. 갈변도는 지방산화 최종단계의 상황을 알려주는 지표로서 저장 35일 후에 심층해수염 처리 간고등어 제품이 가장 낮은 갈변도 값을 나타냄으로써 다시 한번 심층해수염의 항산화성을 확인할 수 있었다 (Lee, 2007).

저장 중 pH의 변화

저장기간 동안 각 시료로 절인 간고등어의 pH 변화는 Fig. 4와 같다. 초기 pH 범위는 6.32-6.48로 시료들간에 차이가 없었으나 저장 7일째에 중층해수염으로 절인 간고등어 제품

의 경우 6.48에서 6.45로 감소하였고 다른 시료들은 증가하였다. 저장 14일째에는 모든 시료들이 5.96-6.06으로 급격한 감소를 나타내었으며, 저장 21일째에 6.07-6.17로 증가추세를 나타내다가 저장 28일과 35일째에 완만한 감소를 나타내었다. Arnold and Brown (1978)의 보고에 따르면 일반적으로 살아있는 어육의 경우 pH는 보통 7.2-7.4 정도를 나타내며, 사후의 신선한 어육은 대개 pH 5.5-6.5 범위의 약산성이다. 어육 중의 pH는 사후에 해당반응의 진행에 따라 생성되는 젖산과 상관관계가 높아 생성된 젖산에 의해 pH가 저하되기 때문이며, 적색육 어류의 경우 최저도달점 (ultimate pH)이 pH 5.6-5.8에 이르기도 한다 (Park et al., 1997). 그러나 시간이 경과함에 따라 여러 종류의 효소가 육단백질을 분해하여 아미노태, 암모니아 질소가 점차 증가하여 pH 상승을 유발하는 것으로 알려져 있다. Yang and Lee (2000)의 보고에 의하면 일반적으로 pH 감소는 산도의 증가를 나타내므로 어류의 저장시 나타나는 지속적인 산도의 증가에도 불구하고 pH가 증가함은 오염 미생물이 어류의 단백질을 분해시켜 저분자량의 peptide와 amino acid, amine 등 양성 전해질을 생성하고 이들 물질이 완충작용을 하는 것으로 알려져 있다. Park et al. (1997)은 적색육 어류에서는 pH 6.2-6.4 정도를 초기부패점으로 보는데 선도가 좋지는 않으나 식용에는 지장이 없는 정도이며, 부패 어육은 pH 6.5 이상으로 식용이 곤란한 정도의 선도로 판단하였다. 이와 같은 결과에서 보듯이 실험에 사용된 모든 시료는 저장 35일째까지 pH 5.8-6.5 사이로 pH가 더 이상 증가하지 않고 저장 21일째부터 완만한 감소추세가 나타나 사후의 해당반응이 진행되고 있는 상태로 판단되어진다.

저장 중 휘발성염기질소의 변화

각 시료로 절인 간고등어를 35일간 저장하면서 휘발성염기질소의 변화를 조사한 것은 Fig. 5와 같다. 모든 실험군에서 VBN은 실험 시작시 3.07-5.63 mg/100 g으로 신선한 상태였으

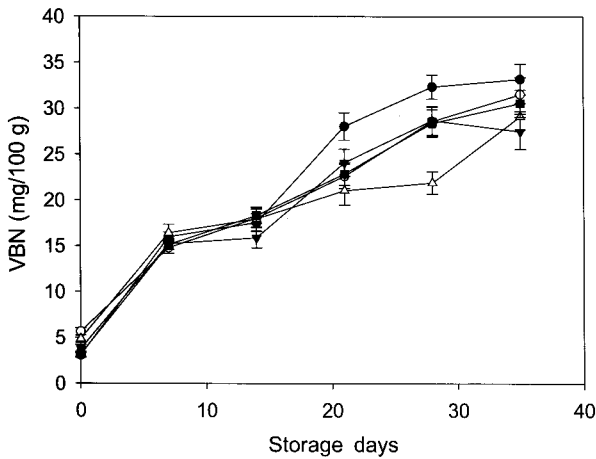


Fig. 5. Changes of the volatile basic nitrogen (VBN) content of salted mackerel products during storage at 4°C for 35 days. ●, surface seawater salt; ○, intermediate seawater salt; ▼, deep seawater salt; △, refined salt; ■, sun-dried salt.

나 저장 7일째에 15.13-16.42 mg/100 g로 2-3배 이상 증가하였다. 저장 14일째에는 15.88-18.33 mg/100 g으로 약간의 증가추세를 나타냈고, 저장 21일, 28일, 35일째까지 5-10 mg/100 g의 증가 추세를 나타내어 최종 35일째에는 표층해수염, 중층해수염, 심층해수염, 제재염, 천일염으로 각각 절인 간고등어의 VBN 함량이 33.19, 31.53, 27.51, 29.15, 30.57 mg/100 g을 나타내었다. VBN함량 변화는 심층해수염과 제재염으로 절인 간고등어군에서 가장 낮은 VBN 함량을 보였고 표층해수염으로 절인 간고등어군이 다른 시료들에 비해 VBN 함량 증가폭이 가장 컸다. Takahashi (1935)에 의하면 VBN 측정은 어패류의 선도판정법 중에서 신선한 육에는 없거나 미량 함유되어 있던 것이 선도저하에 따라 생성되어 증가하는 물질을 지표로 하는 대표적인 방법으로 어획 후 시간이 경과할수록 계속 증가한다고 하였다. 이와 같이 휘발성 염기질소 함량이 증가하는 것은 어육 내 인지질 등의 지질성분의 산화나 TMAO의 환원에 의해 생성되는 TMA 등의 저급 염기성물질과 세균의 증식에 의해 단백질이 분해되어 생성되는 암모니아질소 등에 기인하는 것으로 보고 있다 (Lee et al., 1998). Song et al. (2005)는 신선한 어육의 경우 VBN 함량이 일반적 기준으로 5-10 mg/100 g은 극히 신선한 어육, 15-25 mg/100 g은 보통 선도의 어육, 30-40 mg/100 g은 부패 초기의 어육, 50 mg/100 g 이상인 경우 부패 정도가 심한 어육으로 판정한다. 이에 따라 저장 35일째까지의 VBN 함량이 비교적 신선한 상태를 유지하는 것으로 판단되는 시료로는 제재염, 심층해수염으로 절인 간고등어군으로 판단되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 천일염과 제재염, 심층해수염으로 처리하였을 때 휘발성염기질소 발생량이 감소하였으며, 표층해수염, 중층해수염, 심층해수염 처리군에서는 역시 심층해수염 처리군이 가장 부패를 덜 일으키는 효과를 보였다. 이는 해양심층수중의 특정미네랄이 항산화성과 함께 항균성에서도 효과를 발휘한 결과라 추정된다

(Lee, 2007).

저장 중 총균수의 변화

저장기간에 따른 간고등어의 미생물 총균수를 측정한 결과는 Fig. 6과 같다. 제조직후에 해당되는 저장 0일차 총균수를 보면 5.3×10^5 - 7.6×10^5 CFU/g으로 Park과 Choi (1986)가 보고한 어획한 직후 구입한 어류의 세균수가 대략 10^3 - 10^4 CFU/g이라는 것에 비하여 실험에 사용된 시료는 세균수가 다소 높은 것으로 나타났다. 4°C 저장 7일째에 표층해수염, 중층해수염, 천일염으로 절인 간고등어제품군은 1.3×10^7 - 3.8×10^7 CFU/g로 나타났고 심층해수염, 제재염으로 절인 간고등어군에서는 7.0×10^5 - 0.4×10^6 CFU/g로 확연한 차이를 나타내기 시작하였다. 저장 21일째까지는 완만한 증가를 나타내다가 저장 28일째에 중층해수염으로 절인 간고등어군이 9.5×10^7 CFU/g로 가장 높게 나왔으며 제재염으로 절인 간고등어군은 4.1×10^6 CFU/g로 가장 낮은 미생물수를 나타내었다. 저장 35일째에는 표층해수염, 중층해수염, 천일염으로 절인 간고등어군이 7.4×10^7 - 10^8 CFU/g로 비슷하게 나왔으며, 심층해수염과 제재염으로 절인 간고등어군은 각각 2.1×10^7 CFU/g과 3.5×10^7 CFU/g로 낮은 미생물수를 나타내었다. Park et al. (1997)에 의하면 일반적으로 살아있는 어패류의 근육, 장기 등 직접의 부와 접촉하지 않는 조직은 일반적으로 무균설이 인정되고 있으나, 어획한 어체에는 이미 아가미, 어체 표면 및 소화관 등에 세균이 부착되어 있고, 이들 어육의 엑스성분이나 저분자화합물을 영양원으로 하여 어느 정도 증식한 다음, 차차 육내부로 침입하여 간다. 이러한 세균의 증식과 이들이 분비하는 단백질분해효소에 의하여 복잡한 양식으로 일어나는 것이 어육의 부패기작이다. 또한, 어패류의 선도판정에 있어 부착된 세균수를 측정하는 방법은 조작이 복잡하고, 측정시의 오염 등에 의한 오차가 생기기 쉬운 한계점이 있으나, 일반적으로 어육중의 세균수가 10^5 이하면 신선하고, 10^5 - 10^6 정도면

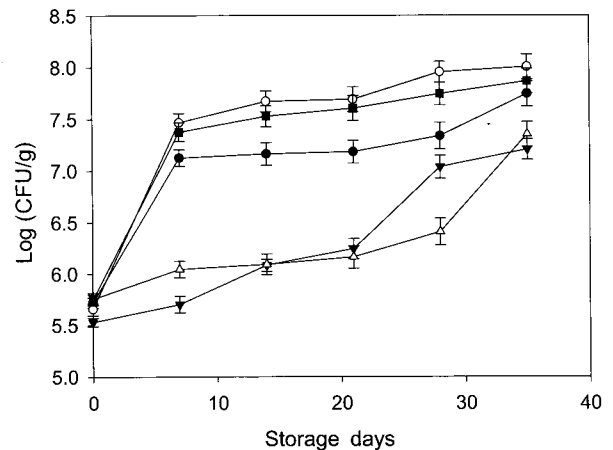


Fig. 6. Changes of the total viable cells of salted mackerel products during storage at 4°C for 35 days. ●, surface seawater salt; ○, intermediate seawater salt; ▼, deep seawater salt; △, refined salt; ■, sun-dried salt.

Table 3. Sensory evaluation of the salted mackerel products stored at 4°C for 7 days. Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Treatment	Flavor	Taste	Color	Texture	Overall acceptance
Surface seawater salt	6.3±1.7 ^{ab}	5.4±1.7 ^b	6.7±1.5 ^{ab}	6.3±1.8 ^a	6.2±1.3 ^{ab}
Intermediate seawater salt	6.6±1.3 ^a	6.1±1.6 ^{ab}	6.0±1.9 ^b	6.4±1.4 ^a	6.3±1.4 ^{ab}
Deep seawater salt	7.1±1.1 ^a	7.0±1.3 ^a	7.3±1.2 ^a	6.9±1.3 ^a	7.1±1.0 ^a
Refined salt	6.0±1.6 ^{ab}	4.9±1.6 ^b	6.5±1.3 ^{ab}	6.1±1.6 ^a	6.0±1.2 ^b
Sun-dried salt	5.2±1.9 ^b	5.0±1.7 ^b	5.9±1.1 ^b	5.7±1.5 ^a	5.5±1.2 ^b

초기부패, 1.5×10^6 이상이면 부패에 달한 것으로 보고 있다. 이와 같은 결과로 볼 때, 초기 세균수에 비해 심층해수염, 제재염으로 절인 간고등어군에서 저장 35일째까지 부패에 달하지 않는 것으로 보아 타염으로 절입하였을 때보다 높은 염침투를 나타내지 않았는데도 불구하고 (Table 2 참조) 해양 심층수가 미생물을 억제시키는 효과를 발휘한 때문인 것으로 사료된다.

제품의 관능검사

간고등어 제조 후 7일후에 실시한 관능검사 결과는 Table 3과 같다. 제조한 간고등어의 일정한 부위를 잘라 가스오븐레인지에 똑같이 구운 후 15명의 관능요원에 의해 9점법으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사 결과 제품을 씹어 혀로 느끼는 맛이나 씹는 동안 느끼게 되는 향에 대한 선호도는 심층해수염으로 절인 간고등어 제품의 선호도가 가장 좋았으며, 천일염과 제재염으로 절인 간고등어 제품이 가장 낮았다. 간고등어육에 대한 색도면과 조직감에서도 해양심층수염으로 절인 간고등어 제품이 가장 선호도가 좋은 것으로 나타났다. 전체적으로 심층해수염으로 절인 간고등어구가 7.05로 가장 높은 점수를 나타내었고, 제재염과 천일염으로 절인 간고등어군은 다른 시료들에 비해 짠맛과 비린내가 강하여 각각 5.5 및 6.0으로 가장 낮은 점수를 나타내었으며, 중층해수염과 표층해수염으로 절인 간고등어는 서로 비슷한 점수를 나타냈다. 이상의 관능검사 결과로 미루어 볼 때 심층해수염으로 간고등어를 제조하였을 때가 관능적으로도 가장 우수한 제품을 만들 수 있는 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 산업자원부 지정 강릉대학교 RIC (동해안해양생물자원연구센터) 연구과제지원에 의해 수행된 결과입니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA, 69-74.
- Arnold, H. and D. Brown. 1978. Histamine toxicity from fish products. *Adv. Food Res.*, 24, 113-154.
- Folch, J., M. Lees, G.H. and Sloane Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- Hendel, C.B., G.F. Bailey and D.H. Taylor. 1950. Measurement of nonenzymatic browning of dehydrated vegetables during storage. *Food Technol.*, 4, 344.
- Hu, Y.M. 2005. *Le Grand Chef*. Vol. 10. Gimmyoung Publisher, Seoul, Korea, 10-101.
- Hwang, S.H. 1988. A study on the heavy metal contents of common salts in Korea. *Kor. J. Environ. Health Soc.*, 14, 73-86.
- Kim, M.H., M.C. Kim, J.S. Park, J.W. Kim and J.O. Lee. 2001. The antioxidative effects of the water soluble extracts of plants used as tea materials. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 33, 12-18.
- Lee, J.S., D.S. Joo, J.S. Kim, S.Y. Cho and E.H. Lee. 1993. Processing of a good quality salted and semi-dried mackerel by high osmotic pressure resin dehydration under cold condition. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 25, 468-474.
- Lee, K.H., B.K. Song, I.H. Jeong, B.I. Hong, B.C. Jung and D.H. Lee. 1997. Processing condition of seasoning material of the mixture of laminaria and enzyme treated mackerel meat. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 29, 77-81.
- Lee, K.H., B.I. Hong and B.C. Jung. 1998. Processing of low salt mackerel fillet and quality changes during storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 30, 1070-1076.
- Lee, K.O. 2007. Patent trends of deep seawater. *Food World*, 8, 103-110.
- Medina, A.R., A.G. Gimenez, F.G. Camacho, J.A.S. Perez, E.M. Grima and A.C. Gomez. 1996. Concentration and purification of stearidonic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids from cod liver oil and the marine microalga *Isochrysis galbana*. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72, 575-583.
- Kraemer, E.O. and A.J. Stamm. 1924. Mohr's method for the determination of silver and halogens in other than neutral solutions. *J. Am. Chem. Soc.*, 46, 2707-2709.
- Nordoy, A., L.F. Hatcher, D.L. Ullman and W.E. Connor. 1993. Individual effects of dietary saturated fatty acids

- and fish oil on plasma lipids and lipoproteins in normal men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 57, 634-639.
- Park, C.S. and K.H. Choi. 1986. Changes in the microflora of marine fishes during storage by partial freezing. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 15, 56-92.
- Park, M.W. and Y.K. Park. 1998. Change of physico-chemical and sensory characteristics of oiji (Korean pickled cucumbers) prepared with different salts. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.*, 27, 419-424.
- Park, R.S., S.J. Kim and L.H. Lee. 1977. Survey on sodium content of low salt diet at 27 hospitals. *Kor. J. Nutr.*, 1, 38-43.
- Park, Y.H., D.S. Jung and S.T. Kim. 1997. *Processing and Using of Fishery Science*. Hyungseol Press, Seoul, Korea, 1-73.
- Pharmaceutical Society of Japan. 1980. *Standard Methods of Analysis for Hygienic Chemists with Commentary*. Kyumwon Publishing Co., Tokyo, Japan, 62-63.
- Shin, S.U., M.S. Jang, M.A. Kwon and H.J. Seo. 2004. Processing of functional mackerel fillet and quality changes during storage. *Kor. J. Food Preserv.*, 11, 22-27.
- Shin, S.R., J.Y. Hong, H.S. Nam, S.M. Huh and K.S. Kim. 2006. Chemical changes of salted mackerel by korean herbal extracts treatment and storage methods. *Kor. J. Food Preserv.*, 13, 18-23.
- Simopoulos, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, 438-463.
- Song, H.N., D.G. Lee, S.W. Han, H.K. Yoon and I.K. Hwang. 2005. Quality changes of salted and semi-dried mackerel fillets by UV treatment during refrigerated storage. *Kor. J. Food Cook. Sci.*, 21, 662-668.
- Takahashi, T. 1935. Distribution of trimethylamine oxide in the piscine and molluscan muscle. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 41, 91.
- Yang, S.T. and H.S. Lee. 2000. Effects of modified atmosphere packaging on the shelf-life of semi-dried mackerel. *J. Kyungsoong Univ.*, 21, 141-154.

2008년 2월 4일 접수
2008년 6월 23일 수리