

시판 간고등어의 식품학적 품질 특성

윤민석 · 김형준 · 박권현 · 박준용 · 이정석¹ · 전유진¹ · 손희진² · 허민수³ · 김진수*
 경상대학교 해양식품생명공학과, ¹아쿠아그린텍, ²설인수산,
³경상대학교 식품영양학과

Food Quality Characterizations of Commercial Salted Mackerel

Min Seok YOON, Hyung Jun KIM, Kwon Hyun PARK, Jun Yong PARK,
 Jeong-Suk LEE¹, You-Jin JEON¹, Hee Jin SON², Min Soo HEU³, Jin-Soo KIM*
 Dept. of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry,
 Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea
¹Aqua Green Techonology Co., Jeju 690-150, Korea
²Seolinsusan Co., Jeju 690-012, Korea
³Dept. of Food Science and Nutrition/Institute of Marine Industry,
 Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

This study was conducted to obtain basic data for developing a special salted mackerel. For this purpose, food quality characterization data on 11 kinds of salted commercial mackerels were gathered. Korean Industrial Standards (KSH 6029) stipulate that a salted mackerel should be less than 1.0×10^6 CFU/g in viable cells, negative for *Escherichia coli*, less than 50 mg% for volatile basic nitrogen (VBN) and less than 3% for salinity. Only one sample (code 10) among the 11 kinds of commercial salted mackerels is believed to posses acceptable limits according to KSH 6029. The others except code 2 and 4 showed less than 50 mg/kg in histamine content, a safe range for allergies. The peroxide values of 4, 5, 7, 10 and 11 in sample code were lower than 22 meq/kg, which were low compared to the other salted mackerels. The major fatty acids of all salted mackerels were 16:0 (13.2-22.1%), 18:1n-9 (11.7-23.1%), and 22:6n-3 (13.5-20.4%). The Hunter color values ranged from 31.1 to 51.0 (average 37.9) for lightness, from 0.6 to 8.1 (average 3.3) for redness, from -2.9 to 9.3 (average 5.8) for yellowness, and from 46.8 to 65.8 (average 59.5) for color difference. From these results, it was concluded that the code 10 is superior than the other salted mackerels. Thus, a new salted mackerel product should be superior or similar to the food quality characteristics of this sample.

Key words: Biogenic amine, Mackerel, Salted fish, Salted mackerel

서론

고등어는 우리나라 연안에 서식하면서 수온이 10-20°C 정도의 청정해역을 따라 회유하는 습성을 가지고 있다. 이로 인하여 고등어는 멸치 등과 함께 제주도를 위시한 우리나라 전 연안에서 일시에 대량으로 어획되고 있는 대표적인 연근해 어종 중의 하나이다(Kim et al., 2007). 뿐만이 아니라 고등어는 곡류 제한아미노산인 lysine과 threonine이 풍부하고(Leu et al., 1981), 혈소판 응집 억제 작용, 노인성 치매 예방, 학습기능의 향상, 항암 및 항알러지(anti-allergy) 작용 등의 기능을 가진 eicosapentaenoic acid (EPA) 및 docosahexaenoic acid (DHA) 등과 같은 n-3계 고도불포화지방산의 조성비가 높아 식품영양 및 건강 기능학적으로도 상당히 의미가 있는 수산가공 소재 중의 하나이다(Simopoulou, 1991). 그러나, 고등어는 정어리, 멸치 등과 같이 대표적인 일시 다획성 적색육 어류이어서 일반성분이 균일하지 않고(Jeong et al., 1998), 선도저하

가 신속하여 histamine과 같은 알러지 성분의 생성이 용이하며(Klausen and Lund, 1986), EPA 및 DHA와 같은 고도불포화지방산의 산화가 신속(Kim et al., 1997)한 등으로 인하여 저장성이 부여된 보일드 및 조미 통조림과 간고등어로 가공되어 이용되고 있는 실정이다.

한편, 과거에 생산된 간고등어는 저장성 부여를 목적으로 다량의 식염을 이용함으로써 인해 과도한 짠맛으로 선호받지 못하였다. 그러나, 근년에 생산되고 있는 간고등어는 저장성 부여에 초점을 맞추기 보다는 건강 기능성과 편리성 부여 이외에 소비자들의 기호에 초점을 맞추어 저염 처리함으로써 특유의 조식감과 적당한 짠맛으로 소비자들로부터 아주 선호 받고 있는 수산가공품 중의 하나이다. 이로 인하여 안동, 부산, 대구 및 제주 등지에서 다양한 형태의 간고등어가 개발되어 지역 브랜드 제품으로서 시판되고 있고, 앞으로도 이 이외의 지역에서도 품질이 우수하면서 위생적이고 새로운 기능을 가진 지역 명품 간고등어의 개발을 시도할 것으로 판단된다. 그러나, 지역 명품 간고등어의 개발을 위하여는 현재 시판되

*Corresponding author: jinsukim@gnu.ac.kr

고 있는 간고등어보다 품질이 우수한 제품을 개발하여야 하고, 이를 위하여는 시판 간고등어의 식품학적 품질 특성에 대한 검토가 반드시 있어야 한다고 생각된다.

그러나, 현재 간고등어에 대한 연구로는 해양심층수(Kim et al., 2008), 죽염(Kong et al., 2005), 한방재료 추출물(Hong et al., 2005; Shin et al., 2006), 식용식물 추출물(Yoou et al., 2007), 유자액(Jung et al., 2004) 등을 이용한 건강 기능성 간고등어의 제조 및 이의 특성에 관한 연구들이 주류를 이루고 있고, 명품 간고등어의 개발을 위한 대조 제품인 시판 간고등어의 식품학적 품질 특성에 대한 조사는 시도된 없다.

본 연구에서는 지역 명품 간고등어의 개발시에 기초 자료로 활용할 목적으로 6종의 냉장 시판 간고등어와 5종의 냉동 시판 간고등어의 식품학적 품질 특성에 대하여 살펴 보았다.

재료 및 방법

재료 및 시약

시판 간고등어 중 시료 코드(sample code) 1-3과 10은 경상남도 통영시 소재 E마트에서, 시료 코드 4, 6, 9 및 11은 경상남도 통영시 소재 롯데마트에서, 그리고 시료 코드 5, 7 및 8은 경상남도 통영시 소재 탐마트에서 냉장(시료 코드 1-6) 및 냉동(시료 코드 7-11) 상태로 2008년 10월부터 11월 사이에 각각 구입하여 분석시료로 사용하였다. 이 때 시판 간고등어의 원료는 시료 코드 10(노르웨이산)을 제외하고는 모두 국내 연안산이었고, 원료 처리 형태는 eviscerated 형태(시료 코드 2 및 6), semi-dressed 형태(시료 코드 3 및 7), 그리고, fillet 형태(시료 코드 1, 4, 5, 8-11)와 같이 3종이었다. 저장성 및

맛부여를 위하여 처리한 소금은 무처리(시료 코드 10), 천일염(시료 코드 2-4, 6, 7, 11), 정제염(시료 코드 9), 죽염(시료 코드 8), 해양심층수염(시료 코드 5) 및 회화염(시료 코드 1)와 같은 6종이었고, 이들의 식염처리 농도는 시료 코드 6(5% 이내)과 10(무처리)을 제외하고는 0.5-2.0% 범위 이내이었다. 시판 간고등어의 유통을 위한 포장재는 시료 코드 2(상층은 랩 하층은 스티로폼)를 제외하고는 polyethylene 단독(시료 코드 1, 4-6, 8, 9, 11) 또는 nylon과 polyethylene 적층 필름(시료 코드 3, 7, 10)으로 이루어져 있었다. 이상에서 언급한 시판 간고등어의 리스트 및 그 특성은 Table 1과 같다.

Biogenic amine의 분석을 위하여 표준품으로 사용한 agmatine (AGM) sulfate (97%), putrescine (PUT) dihydrochloride (98%), cadaverine (CAD) (95%), spermidine (SPD), spermine (SPM), tryptamine (TRY), tyramine (TYR) hydrochloride (99%), histamine (HIS) dihydrochloride (99%), β -phenylethylamine (PHE) hydrochloride, dopamine (DOP) hydrochloride와 내부표준물질로서 사용되는 1,7-diaminoheptane (I.S.) 및 유도체 시약인 dansyl chloride는 모두 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. 그리고, 이동상인 acetonitrile과 ether도 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서 HPLC 급과 특급으로 각각 구입하여 사용하였다.

일반성분, 휘발성염기질소, pH 및 염도

일반성분은 AOAC법(1995)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조회분은 건식회화법 및 조지방은 Soxhlet법으로 각각 측정하였다.

pH는 분쇄 시료의 일정량을 취한 다음 여기에 10배에 해당

Table 1. Sample codes and states of salted mackerels used in the experiment

Storage method	Sample code	Manufacturer code	Caught area	Sample state	Additives		Packaging		Expiration date
					Salt	Others	Material	Method	
Chilled	1	TI	Domestic	Fillet	1% Ashed salt	None	PE ²⁾	Vacuum	08.10.08
	2	EM	Domestic	Eviscerated	NC ¹⁾	NC	Polystyrene foam (bottom)/Wrap film (cover)	Aerobic	08.10.06
	3	ASM	Domestic	Semidressed	1% Salt	None	Nylon/PE	Vacuum	08.10.11
	4	TD	Domestic	Fillet	2% Salt	Concentrated Prunus mume	PE	Vacuum	08.10.07
	5	ASM	Domestic	Fillet	Salt from deep seawater	NC	PE	Vacuum	08.11.13
	6	SF	Domestic	Eviscerated	Less than 5% salt	None	PE	Vacuum	08.11.16
Frozen	7	ASM	Domestic	Semidressed	1% Salt	None	Nylon/PE	Vacuum	09.08.25
	8	ASM	Domestic	Fillet	Bamboo salt	NC	PE	Vacuum	09.01.21
	9	IE	Domestic	Fillet	Refined salt	Green tea	PE	Vacuum	09.07.22
	10	NS	Foreign (Norway)	Fillet	Unsalted	None	Nylon/PE	Vacuum	09.08.05
	11	CH	Domestic	Fillet	0.5% Salt	Rice powder	PE	Vacuum	09.10.20

¹⁾NC, No commented; ²⁾PE, Polyethylene.

하는 순수를 가하고 마쇄하여 pH meter (Model P25, Istek Co., Korea)로 측정하였고, 휘발성염기질소는 Conway unit를 사용하는 미량화산법 (Ministry of Social welfare of Japan, 1960)으로 측정하였다.

염도는 일정량의 시료를 취한 다음 10배량의 탈이온수를 가하고 균질화한 다음 염도계 (Model 460CP, Istek Co., Korea)로 측정하였다.

색조

색조는 직시색차계 (ZE 2000, Nippon Denshoku Industries Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 시료 (간고등어 중 내부 중골부 위와 접한 부분)에 대한 Hunter L (명도), a (적색도), b (황색도) 및 ΔE 값 (색차)을 측정하였다. 이 때 표준백판은 L값이 96.85, a값이 -0.43 및 b값이 0.64이었다.

생균수 및 대장균군

생균수는 APHA법 (1970)에 따라 표준한천평판배지를 사용하여 배양 ($35\pm 1^\circ\text{C}$, 48시간)한 후, 집락수를 계측하여 나타내었다.

대장균군은 APHA법 (1970)에 따라 5개 시험관법으로 실시하였으며, 추정시험의 경우 lauryl tryptose broth를, 확정시험의 경우 brilliant green lactose bile (2%) broth를 사용하여 배양 ($35\pm 1^\circ\text{C}$, 24-48시간)한 후, 최확수 (most probable number, MPN)/100 g으로 나타내었다.

과산화물값 및 지방산 조성

과산화물값 및 지방산 조성의 분석에 사용하기 위한 지질 추출은 Bligh and Dyer법 (1959)으로 실시하였다.

과산화물값은 추출한 일정량의 지질을 시료로 하여 포화 KI 용액을 사용하는 AOCS법 (1990)에 따라, 그리고, 지방산 조성도 추출한 일정량의 지질을 시료로 하여 AOCS법 (1990)으로 methyl ester화 한 후에 이를 capillary column (i.d., 0.32 mm \times 30 m, Omegawax 320 fused silica capillary column, Supelco Park, Bellefonte, PA, USA)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu GC 14A, Shimadzu Seisakusho, Co. Ltd., Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다. 지방산의 분산을 위한 GC의 operation condition은 injector 및 detector (FID) 온도를 각각 230°C 까지 승온시키고, 15분간 유지한 다음 실시하였다. 그리고, carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)를 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다.

Biogenic amine 함량

Biogenic amine의 분석은 일본위생시험법 (The Pharmaceutical Society of Japan, 18)의 불휘발성부페아민 분석법을 약간 수정하여 사용하였다. 즉, 일정량의 시료 (약 2-5 g)에 산성용액 (0.1 N 염산 또는 0.4 M 인산 또는 5% trichloroacetic acid) 20 mL를 가하고, 균질화 및 원심분리 (8,832 \times g, 4°C , 20 min)한 후 상층액을 취하고 잔사에 다시 산성용액 20 mL를 가하여 위의 조작을 반복한 다음 얻은 상층액을 합쳐 산성용

액 50 mL로 한 것을 추출용액으로 하였다. Dansyl chloride를 이용한 유도체화는 혼합 표준용액 및 추출용액 각각 1 mL를 마개 달린 시험관에 취한 다음 내부 표준용액 (100 mg/L) 100 μL 를 가한 후 포화 탄산나트륨 용액 0.5 mL와 1% dansyl chloride 아세톤 용액 1 mL를 가하여 혼합한 후 마개를 하여 45°C 에서 1시간 동안 유도체화 하였다. 유도체화 후 10% proline 용액 0.5 mL를 가하여 과잉의 dansyl chloride를 제거하였다. 이어서, 시험관에 에테르 5 mL를 가하여 3분간 진탕하고 상층액을 취하여 질소농축한 후 acetonitrile 1 mL를 가하여 0.45 μm 로 여과한 것을 시험용액으로 하였다.

Biogenic amine의 분석은 5C₁₈-AR column (i.d., 4.6 \times 250 mm, 5 μm , Waters Co., Massachusetts, USA)이 장착된 HPLC (L-2000 serise system, Hitachi Co., Tokyo, Japan)를 사용하였고, dansyl chloride 유도체의 이동상 조건은 55% acetonitrile을 최초 10분간 유지 후 15분까지 65%, 20분까지 80%로 상승시킨 다음 여기서 5분간 유지 후, 30분까지 90%로 상승시키고, 다시 5분간 유지시켰다. 이 때, 유속은 1 mL/min로 하였고, UV detector (L-2400, Hitachi Co., Tokyo, Japan)의 파장은 254 nm로 하였다.

통계처리

각 실험은 3회 이상 반복 실험을 통하여 결과를 얻었으며, SPSS 12.0을 사용하여 통계처리 하였으며, 각각의 시료에 대하여 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 각 시료군에 대한 유의차 검정은 ANOVA test를 이용하여 분산 분석한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중위검정으로 실시하였다.

결과 및 고찰

일반성분

6종의 냉장 및 5종의 냉동 시판 간고등어의 일반성분 함량은 Table 2와 같다. 시판 간고등어의 일반성분 함량은 6종의 냉장품과 5종의 냉동품이 수분의 경우 각각 62.7-69.5% 범위 및 58.2-74.2% 범위, 조단백질의 경우 각각 18.3-20.0% 범위 및 17.4-19.9% 범위, 조지방의 경우 각각 6.9-12.7% 범위 및 2.4-21.6% 범위 및 조회분의 경우 각각 2.3-4.6% 범위 및 1.5-2.9% 범위이었다. 이와 같은 시판 간고등어의 일반성분 결과로 미루어 보아 시판 간고등어의 일반성분은 유통온도에 따른 일정한 패턴은 없었고, 제품 간에 편차는 아주 컸다. 시판 간고등어 간에 일반성분의 차이 중 수분 함량과 회분 함량에 대한 차이는 염수에 대한 침지와 탈수 조건 등과 같은 제조방법에 따른 영향이 컸으리라 추정되었고, 수분함량과 지질함량에 대한 차이는 원료 고등어의 종류 즉 어획시기와 어획지 등과 같은 차이가 주원인이라 추정되었다. 한편 Leu et al. (1981)은 고등어의 계절에 따른 식품성분 특성 변화에 관한 연구에서 고등어 가식부의 일반성분 중 특히 수분 함량과 지질 함량이 계절적 변화가 두드러졌고, 이들 두 성분 간에는 음의 상관관계를 나타내었다고 보고한 바 있다. 이와

Table 2. Proximate composition of commercial salted mackerels

Storage method	Sample code ²⁾	Proximate composition (g/100 g)			
		Moisture	Protein	Lipid	Ash
Chilled	1	69.5±1.9 ^{b1)}	20.0±0.0 ^a	6.9±0.0 ^h	2.3±0.2 ^d
	2	64.8±0.1 ^d	19.0±0.1 ^{cd}	11.1±0.1 ^d	3.9±0.1 ^a
	3	65.8±0.0 ^c	19.2±0.1 ^c	10.6±0.0 ^e	3.4±0.1 ^b
	4	68.0±0.2 ^b	18.3±0.0 ^e	9.6±0.2 ^f	3.0±0.4 ^{bc}
	5	65.5±0.3 ^c	19.0±0.2 ^c	11.6±0.8 ^{cd}	2.7±0.1 ^c
	6	62.7±0.3 ^e	18.8±0.1 ^d	12.7±0.5 ^c	4.6±0.5 ^a
	Sub-range (Average)	62.7-69.5 (66.1)	18.3-20.0 (19.1)	6.9-12.7 (10.4)	2.3-4.6 (3.3)
Frozen	7	74.1±0.2 ^a	19.4±0.1 ^{bc}	2.4±0.8 ^j	2.9±0.1 ^c
	8	74.2±0.9 ^a	17.4±0.0 ^g	4.3±0.7 ⁱ	2.7±0.2 ^{cd}
	9	68.4±1.3 ^b	19.9±0.2 ^a	8.1±0.2 ^g	2.5±0.3 ^{cd}
	10	58.2±0.4 ^f	17.6±0.1 ^f	21.6±0.5 ^a	1.5±0.2 ^e
	11	64.8±1.4 ^{cd}	17.7±0.1 ^f	14.5±0.1 ^b	1.8±0.1 ^e
	Sub-range (Average)	58.2-74.2 (67.9)	17.4-19.9 (18.4)	2.4-21.6 (10.2)	1.5-2.9 (2.3)
	Total range (Average)	58.2-74.2 (66.9)	17.4-20.0 (18.8)	2.4-21.6 (10.3)	1.5-4.6 (2.8)

¹⁾Different superscript letter in the column indicate a significant difference at P<0.05.

²⁾Sample codes (1-11) are the same as shown in Table 1.

같은 결과로 미루어 보아 원료 고등어의 어획시기 및 어획 장소에 따라 간고등어의 품질이 상당히 차이가 있으리라 추측되었다.

생균수, 대장균, pH, 휘발성염기질소 및 염도

6종의 냉장 및 5종의 냉동 시판 간고등어의 품질 규격을 살펴보기 위하여 측정된 생균수, 대장균, pH, 휘발성염기질소 및 염도의 결과는 Table 3과 같다. 냉장 및 냉동 시판 간고등어는 생균수가 각각 $1.6\text{-}7.9 \times 10^5$ CFU/g 범위 및 $2.3 \times 10^4\text{-}1.1 \times 10^5$ CFU/g 범위, 대장균이 각각 음성 -1.3×10^3 MPN/100 g 범위 및 음성 -1.4×10^2 MPN/100 g 범위, pH가 각각 6.11-6.35 범위 및 6.07-6.24 범위, 휘발성염기질소 함량이 각각 15.6-29.7 mg/100 g 범위 및 6.3-10.4 mg/100 g 범위, 그리고, 염도가 각각 2.1-4.7% 범위 및 1.6-3.0% 범위이었다. 이와 같이 생균수, 대장균, pH 및 휘발성염기질소 함량이 냉동 간고등어가 냉장 간고등어에 비하여 낮아 냉동 간고등어가 냉장 간고등어에 비하여 대체로 신선하다고 판단되었다. 따라서, 냉장 시판 간고등어는 선도저하를 억제하기 위하여 냉동 시판 간고등어에 비하여 고염을 사용하였으리라 판단되었다. 한편, 간고등어의 식품규격은 식품공전 (KFDA, 2008)의 경우 냉동품 (냉동 전 비가열하고, 섭취시 가열하는 식품)에 한하여 생균수가 3.0×10^6 CFU, 대장균이 음성이어야 한다고 규정하고 있고, KS규격 (Korean Standards Association, 2006)의 경우 식염이 3.0% 이하, 휘발성염기질소 함량이 50.0 mg% 이하, 생균수가 1.0×10^6 CFU/g 이하 및 대장균이 음성이어야 한다고 규정하고 있다. 이와 같은 식품공전과 KS규격을 시판 간고등어에 적용하는 경우 생균수와 휘발성염기질소 함량의 경우 전제품에서 모두 만족하였으나, 염도(식염)의 경우 냉장품 2종(시료 코드 1 및 5)과 냉동품 4종(시료 코드 8-11)으로 총 6종이 만족하였고, 대장균의 경우 냉장품 2종(시료 코드 2 및 6)과 동결품 1종(시료 코드 10)으

로 총 3종이 만족하였으며, 이들 4가지 항목을 모두 만족하는 제품은 노르웨이산 고등어를 원료로 하여 간고등어를 제조한 다음 냉동 유통시키고 있는 시료 코드 10의 1종에 불과하였다.

Biogenic amine 함량

일반적으로 biogenic amine은 단백질을 함유한 식품이 부패하거나 발효 및 숙성 과정에서 유리아미노산이 미생물의 탈탄산 작용으로 생성되는 물질로서 인체 및 동물 체내에서 중추 신경의 신경전달물질 또는 직간접적인 혈관계 조절에 관여한다. 이들 biogenic amine은 구조상 지방족 화합물 (putrescine, cadaverine, agmatine, spermine 및 spermidine), 방향족 화합물 (tyramine 및 2-phenylethylamine) 및 헤테로고리 화합물 (histamine 및 tryptamine)로 나눌 수 있는데, 지방족 화합물은 부패의 지표물질로서 흔히 이용되고 있고, 방향족 및 헤테로고리 화합물은 과량 섭취시 신경계 및 혈관계를 자극하여 독성을 유발하는 vasoactive amine으로 알려져 있다 (Cho et al., 2006). 또한, 최근에 이들 polyamine류는 N-nitrosamine과 같은 발암물질로 전환될 수 있는 잠재성을 가지고 있는 것으로 알려져 더욱더 부정적인 시각에서 주목을 받고 있다. 이러한 일면에서 시판 간고등어의 위생성을 살펴보기 위하여 6종의 냉장 및 5종의 냉동 시판 간고등어의 biogenic amine 함량을 HPLC로 분석하여 나타낸 결과는 Table 4와 같다. Biogenic amine 중 agmatine (냉장 시판 간고등어의 경우 116-2,041 ppm으로 평균 646 ppm이었고, 냉동 시판 간고등어의 경우 558-1,534 ppm으로 평균 1,057 ppm이었음), cadaverine (냉장 시판 간고등어의 경우 8-243 ppm으로 평균 84 ppm이었고, 냉동 시판 간고등어의 경우 5-17 ppm으로 평균 13 ppm이었음) 및 histamine (냉장 시판 간고등어의 경우 30-216 ppm으로 평균 75 ppm이었고, 냉동 시판 간고등어의 경우 34-37 ppm으로 평균 35 ppm이었음)은 냉장 및 냉동과 같은 유통조건에 관계없

Table 3. Total viable cells, *E. coli*, pH, volatile basic nitrogen (VBN) and salinity of commercial salted mackerels

Storage method	Sample code ²⁾	Total viable cells (CFU/g)	<i>E. coli</i> (MPN/100 g)	pH	VBN (mg/100 g)	Salinity (%)
Chilled	1	5.6×10 ⁵	4.5×10	6.35	23.1±1.6 ^b	2.1±0.2 ^{fg}
	2	4.9×10 ⁵	Negative	6.28	24.4±1.2 ^b	3.8±0.2 ^b
	3	3.4×10 ⁵	6.8×10	6.16	15.6±0.0 ^d	3.4±0.1 ^{bc}
	4	7.9×10 ⁵	6.8×10	6.24	29.7±0.8 ^a	3.0±0.3 ^{cd}
	5	4.1×10 ⁵	1.3×10 ³	6.22	27.7±1.6 ^a	2.8±0.3 ^{de}
	6	1.6×10 ⁵	Negative	6.11	16.9±0.0 ^c	4.7±0.3 ^a
	Sub-range (Average)	1.6×10 ⁵ -7.9×10 ⁵ (4.6×10 ⁶)	0-1.3×10 ³ (2.5×10 ²)	6.11-6.35 (6.23)	15.6-29.7 (22.9)	2.1-4.7 (3.3)
Frozen	7	2.3×10 ⁴	1.4×10 ²	6.07	7.6±0.8 ^{fg}	3.0±0.2 ^{cd}
	8	3.2×10 ⁴	6.8×10	6.22	10.4±1.2 ^e	2.8±0.3 ^{de}
	9	3.1×10 ⁴	2.0×10	6.21	8.8±1.1 ^{ef}	2.5±0.1 ^{ef}
	10	2.3×10 ³	Negative	6.24	6.3±0.8 ^g	1.6±0.2 ^g
	11	1.1×10 ⁵	2.0×10	6.16	7.9±0.9 ^{fg}	1.9±0.2 ^g
	Sub-range (Average)	2.3×10 ³ -1.1×10 ⁵ (4.4×10 ⁴)	0-1.4×10 ² (5.0×10)	6.07-6.24 (6.18)	6.3-10.4 (8.2)	1.6-3.0 (2.4)
	Total range (Average)	2.3×10 ³ -7.9×10 ⁵ (2.7×10 ⁵)	0-1.3×10 ³ (1.6×10 ²)	6.07-6.35 (6.21)	6.3-29.7 (16.2)	1.6-4.7 (2.9)

¹⁾Different superscript letter in the column indicate significant difference at P<0.05.

²⁾Sample codes (1-11) are the same as shown in Table 1.

Table 4. Biogenic amine contents of commercial salted mackerels

Storage method	Sample code ²⁾	Biogenic amine ¹⁾ (mg/kg)									
		AGM	TRY	PHE	PUT	CAD	HIS	TYR	SPD	DOP	SPM
Chilled	1	740±22	ND ¹⁾	ND	38±1	243±5	42±3	68±2	8±1	ND	ND
	2	197±6	ND	ND	9±1	34±2	81±2	13±1	12±1	ND	5±0
	3	395±10	ND	ND	ND	17±2	33±1	9±1	6±0	ND	8±1
	4	116±5	ND	18±1	68±3	184±8	216±6	67±2	6±1	67±2	5±0
	5	385±14	ND	ND	5±0	19±1	47±2	ND	ND	ND	4±0
	6	2,041±45	9±1	ND	ND	8±1	30±2	ND	7±0	14±0	8±1
	Sub-range (Average)	116-2,041 (646)	0-9 (2)	0-18 (3)	0-68 (20)	8-243 (84)	30-216 (75)	0-68 (26)	0-12 (7)	0-67 (14)	0-8 (5)
Frozen	7	1,534±65	ND	ND	4±0	15±1	36±2	ND	4±0	ND	3±0
	8	1,151±54	ND	ND	ND	12±1	34±2	ND	ND	ND	ND
	9	558±30	ND	ND	5±0	16±1	35±1	ND	3±0	102±4	5±0
	10	684±36	ND	ND	ND	17±1	35±1	7±0	4±0	ND	ND
	11	1,356±67	ND	ND	ND	5±0	37±2	ND	ND	ND	ND
	Sub-range (Average)	558-1,534 (1,057)	ND	ND	0-5 (2)	5-17 (13)	34-37 (35)	0-7 (1)	0-4 (2)	0-102 (20)	0-5 (2)
	Total range (Average)	116-2,041 (832)	0-9 (1)	0-18 (2)	0-68 (12)	5-243 (52)	30-216 (60)	0-68 (15)	0-12 (5)	0-102 (17)	0-8 (3)

¹⁾AGM, Agmatine sulfate; PHE, 2-Phenylethylamine; PUT, Putrescine; CAD, Cadaverine; His, Histamine; TYR, Tyramine; SPD, Spermidine; DOP, Dopamine; SPM, Spermine.

²⁾Sample codes (1-11) are the same as shown in Table 1.

이 시판 간고등어 11종 전제품에서 검출되어 주성분으로 판단되었고, 나머지 putrescine (0-68 ppm 범위; 냉장품에서 4종, 냉동품에서 1종 검출), spermine (0-8 ppm 범위; 냉장품에서 5종, 냉동품에서 2종 검출), spermidine (0-12 ppm 범위; 냉장품에서 5종, 냉동품에서 3종 검출), tyramine (0-68 ppm 범위; 냉장품에서 4종, 냉동품에서 1종 검출), 2-phenylethylamine (0-18 ppm 범위; 냉장품에서 1종, 냉동품에서 무검출) 및 tryptamine (0-9 ppm 범위; 냉장품에서 1종, 냉동품에서 무검

출)은 일부 제품에서만 검출되었다. 시판 간고등어의 주요 biogenic amine인 agmatine, cadaverine 및 histamine의 함량은 냉동 시판 간고등어가 냉장 시판 간고등어에 비하여 대체로 agmatine의 함량은 높은 경향이었고, cadaverine 및 histamine의 함량은 낮은 경향을 나타내었다. 고등어, 꽂치, 정어리 및 참치 등과 같은 적색육어류를 비위생적으로 처리하는 경우 선도저하로 인하여 다량 발생하여 scombrototoxicosis를 유발하는 성분 (Tylor, 1986)으로 알려져 있는 histamine은 시판 간고

등어에서 30-216 ppm 범위로 검출되었고, 특히 생균수가 많으면서 휘발성염기질소 함량이 높아 선도가 저하한 제품으로 간주되는 시료 코드 1, 2, 4 및 5에서 40 ppm 이상으로 다량 검출되었다. 한편, Bartholomew et al. (1987)은 식품에서 histamine의 함량이 50 ppm 이하이면 안전하고, 50-200 ppm 범위이면 독성을 나타낼 가능성이 있으며, 200-1,000 ppm이면 독성을 나타내고, 1,000 ppm 이상이면 위험하다고 보고한 바 있다. 시판 간고등어를 histamine 함량 기준으로 보는 경우 냉장 시판 간고등어인 시료 코드 2와 4, 그리고 수치상으로 조금 못미치는 5를 제외하면 다소 안전한 범위로 판단되었다.

과산화물값 및 지방산 조성

시판 간고등어는 지질함량이 2.4-21.6%로 높으면서 산화가 용이한 고도불포화지방산의 조성비가 높아 저장 및 유통 중 지질 산화가 문제될 수 있다. 따라서 간고등어의 품질 지표 중 하나인 지질산화 정도를 살펴보기 위하여 시판 간고등어로 부터 지질을 추출하여 과산화물값을 살펴 본 결과는 Fig. 1과 같다. 시판 간고등어의 과산화물값은 냉장 처리 제품의 경우

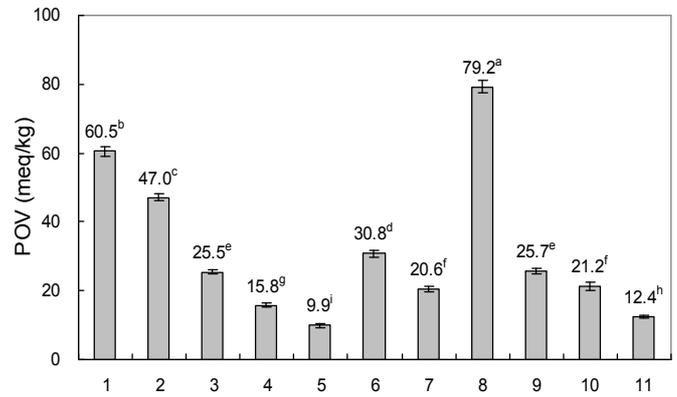


Fig. 1. Peroxide value (POV) of commercial salted mackerels. Sample codes (1-11) are the same as shown in Table 1. Different superscript letters on the bars indicate significant differences (P<0.05).

9.9-60.5 meq/kg, 냉동 처리 제품의 경우 12.4-79.2 meq/kg으로 저장방법에 따른 차이는 인정되지 않았다. 한편, 시판 간고등어 제품 중 과산화물값이 20 meq/kg 이하인 제품으로는 청매

Table 5. Fatty acid composition (area %) of commercial salted mackerels

Fatty acid	Chilled							Frozen						
	1 ²⁾	2	3	4	5	6	Average	7	8	9	10	11	Average	
14:0	5.4	6.6	4.9	5.8	8.7	6.2	6.3	5.7	4.5	5.2	8.6	7.3	6.3	
15:0	1.5	1.6	0.9	1.1	1.7	1.4	1.4	1.1	1.0	1.2	1.0	0.9	1.0	
16:0	21.3	22.4	18.8	20.6	20.6	18.0	20.3	20.4	19.1	22.1	13.2	19.5	18.9	
17:0	0.8	1.5	0.3	0.4	0.4	0.7	0.7	0.6	0.3	0.7	0.4	0.6	0.5	
18:0	5.2	4.0	3.9	3.9	3.2	3.2	3.9	3.9	3.5	4.5	1.8	3.4	2.4	
20:0	0.4	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	-	0.2	0.1	
Saturated	34.6	36.5	29.0	32.1	34.9	29.7	32.8	31.8	28.5	33.9	25.0	31.9	30.2	
16:1n-7	5.8	5.4	4.6	5.5	6.2	6.5	5.7	5.0	5.1	6.3	4.6	5.6	5.3	
18:1n-9	16.8	14.0	17.3	15.8	14.0	15.9	15.6	19.2	23.1	18.2	11.7	22.1	18.9	
18:1n-7	1.4	3.3	4.9	3.4	2.4	1.9	2.9	1.4	1.4	2.2	2.0	2.2	1.8	
20:1n-9	2.1	3.3	2.5	3.2	1.5	2.2	2.5	1.6	1.5	2.4	7.5	1.9	3.0	
22:1n-9	1.6	3.6	2.5	3.6	3.8	1.4	2.8	1.8	0.8	1.6	10.4	1.5	3.2	
Monoenes	27.7	29.6	31.8	31.5	27.9	27.9	29.4	29.0	31.9	30.7	36.2	33.3	32.2	
16:2n-4	1.5	0.3	0.3	1.1	0.5	0.6	0.7	0.3	0.3	1.3	0.8	0.2	0.6	
16:4n-3	1.1	1.2	1.9	1.2	1.9	2.0	1.6	1.4	1.4	1.2	1.3	0.7	1.2	
18:2n-6	1.6	2.5	2.3	2.3	2.1	1.7	2.1	1.0	1.4	1.8	1.9	1.5	1.5	
18:3n-4	0.8	0.5	0.1	-	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	
18:3n-3	1.1	2.4	2.1	1.8	3.7	3.1	2.4	1.6	1.9	1.4	2.1	2.2	1.8	
18:4n-3	1.7	3.5	3.7	3.8	2.3	1.7	2.8	2.0	2.2	2.5	6.2	1.5	2.9	
20:2n-6	1.8	0.1	0.2	-	0.2	0.1	0.4	0.1	-	-	0.1	-	0.0	
20:3n-6	0.1	1.2	1.0	1.2	1.0	1.6	1.0	1.8	1.3	1.4	0.6	1.1	1.2	
20:4n-3	0.5	0.6	0.7	0.8	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.6	1.3	0.4	0.6	
20:5n-3	7.0	6.0	9.9	7.4	7.3	8.4	7.7	8.9	8.6	7.1	8.4	9.9	8.6	
21:5n-3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	-	0.2	0.1	-	0.2	0.4	0.9	0.3	
22:5n-6	1.3	0.7	0.3	0.4	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5	0.7	0.1	0.2	0.4	
22:5n-3	1.6	1.1	1.6	1.2	1.0	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.5	0.2	1.2	
22:6n-3	17.4	13.5	14.8	15.0	15.5	20.4	16.1	19.2	19.7	15.5	13.7	15.7	16.8	
Polyenes	37.7	33.9	39.2	36.4	37.3	42.5	37.8	39.3	39.3	35.4	38.8	34.8	37.5	
22:5n-3+22:6n-3	24.4	19.5	24.7	22.4	22.8	28.8	23.8	28.1	28.3	22.6	22.1	25.6	25.3	
Ratio ¹⁾	1.15	0.87	1.31	1.09	1.11	1.60	1.2	1.38	1.48	1.02	1.67	1.31	1.4	

¹⁾Ratio: (20:5n-3+22:6n-3)/16:0.

²⁾Sample codes (1-11) are the same as shown in Table 1.

실 처리 제품 (시료 코드 4), 해양심층수 처리 제품 (시료 코드 5) 및 쌀 세척수 처리 제품 (시료 코드 11) 등이 여기에 속하였는데, 이는 청매실 (Seo et al., 2008), 해양심층수 식염 (Kim et al., 2008) 및 쌀 세척수 (Bac et al., 2001)의 항산화성 때문이라 판단되었다. 이와 같은 시판 간고등어의 과산화물 값 결과로 미루어 보아 간고등어의 지질 산화는 원료 고등어의 지질산화 정도, 제조 및 유통 조건 이외에도 항산화 물질의 처리에 의하여도 어느 정도의 억제 가능하리라 판단되었다. 한편, Kim et al. (2008)은 시판 간고등어의 제조시 천일염과 해양심층수 유래 식염으로 제조하여 14일째 과산화물값을 살펴 본 결과 각각 40 meq/kg 및 15 meq/kg이었다고 보고한 바 있다.

시판 간고등어로부터 추출한 총지질의 지방산 조성을 GLC로 살펴 본 결과는 Table 5와 같다. 시판 간고등어의 지방산 조성은 냉장 제품의 경우 시료 코드 2와 3을 제외하고는 폴리엔산이 36.4-42.5%로 가장 높았고, 다음으로 포화산 (29.7- 34.9%) 및 모노엔산 (27.7-31.5%)의 순이었으나, 냉동 제품의 경우 시료 코드 7 및 9를 제외하고는 폴리엔산이 34.8-39.3%로 가장 높았고, 다음으로 모노엔산 (31.9-36.2%) 및 포화산 (25.0- 31.9%)의 순이어서, 냉장 및 냉동 시판 고등어 간에 차이가 있었다. 이와 같이 냉장 및 냉동 시판 간고등어 간에 지방산 조성에 있어 차이는 저장방법의 차이에 의한 영향 이외에 어획시기 및 어획지 차이에 따른 원료 고등어의 지방산 조성에서 차이가 있었기 때문이라 판단되었다 (Leu et al., 1981). 한편, 11종 시판 간고등어의 총지질을 구성하는 주요 지방산의 종류 및 조성은 16:0 (13.2-22.1%), 18:1n-9 (11.7-23.1%) 및 22:6n-3 (13.5-20.4%) 등으로 제품 간에 종류에 있어서는 차이가 없었고, 조성에 있어서는 차이가 인정되었다. 한편, 시판 간고등어의 EPA 및 DHA 조성은 전 제품이 19.5-28.8% 범위로 상당히 높아, 시판 간고등어의

EPA 및 DHA에 의한 건강 기능성은 기대되었으나, 저장 및 유통 중 지질산화에 의한 대책은 세워져야 하리라 판단되었다. 시판 간고등어의 (20:5n-3+22:6n-3)/16:0은 0.87-1.67의 범위에 있었고, 과산화물값의 경향과는 차이가 있었다. 이와 같은 시판 간고등어의 (20:5n-3+22:6n-3)/16:0에 대한 결과는 간고등어가 동일 시료로 제조되지 않았기 때문이라 판단되었다.

헌터 색조

시판 간고등어 (내부 근육부위)의 헌터 색조를 직시 색차계로 측정하여 나타낸 명도, 적색도, 황색도 및 색차의 결과는 Table 6과 같다. 시판 간고등어의 헌터 색조는 명도의 경우 31.1-51.0 범위, 적색도의 경우 0.6-8.1 범위, 황색도의 경우 -2.9-9.3 범위 및 색차의 경우 46.8-65.8 범위로 제품 간에 차이가 아주 컸다. 또한, 냉장 및 냉동 시판 간고등어의 헌터 색조는 명도의 경우 각각 31.1-39.7 범위 (평균 36.2) 및 33.6-51.0 범위 (평균 39.6), 적색도의 경우 각각 0.7-8.1 범위 (평균 4.0) 및 0.6-3.8 (평균 2.5), 황색도의 경우 각각 3.8-8.9 범위 (평균 7.7) 및 -2.9-9.3 범위 (평균 5.0), 그리고 색차의 경우 각각 57.5-65.8 범위 (평균 60.9) 및 46.8-63.4 범위 (평균 57.7)로, 냉동 시판 간고등어가 냉장 시판 간고등어에 비하여 명도의 경우 높았으나, 적색도, 황색도 및 색차의 경우 낮았다. 이와 같은 결과는 냉동 시판 간고등어가 냉장 시판 간고등어에 비하여 수용성 또는 지용성 갈변의 진행 정도가 컸었기 때문이라 판단되었다.

사 사

본 연구는 제주특별자치도 (대행기관: 제주대 RIC)에서 시행한 향토산업 브랜드 전략제품 기술개발사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

Table 6. Hunter color value of commercial salted mackerels

Storage method	Sample code ²⁾	Hunter color value			
		L	a	b	ΔE
Chilled	1	39.7±1.9 ^{b1)}	0.7±0.6 ^d	5.1±2.9 ^c	57.5±2.0 ^c
	2	36.5±3.4 ^{bc}	3.4±0.9 ^b	6.5±1.1 ^{bc}	60.8±3.6 ^{bc}
	3	37.3±3.1 ^{bc}	2.5±1.5 ^{bcd}	5.8±1.7 ^c	59.9±3.2 ^{bc}
	4	38.8±1.6 ^b	8.1±1.9 ^a	8.2±2.6 ^{abc}	59.2±2.0 ^{bc}
	5	35.7±1.1 ^c	7.8±1.6 ^a	8.9±1.3 ^{ab}	62.3±0.9 ^b
	6	31.1±0.6 ^d	1.4±1.0 ^{cd}	3.8±2.1 ^c	65.8±0.7 ^a
	Sub-range (Average)	31.1-39.7 (36.2)	0.7-8.1 (23.9)	3.8-8.9 (7.7)	57.5-65.8 (60.9)
Frozen	7	35.9±3.2 ^{bc}	3.2±1.6 ^{bcd}	7.6±2.0 ^{abc}	61.5±3.1 ^{bc}
	8	40.5±5.6 ^{bc}	3.3±1.9 ^{bc}	-2.9±1.9 ^d	56.6±5.5 ^{bc}
	9	37.1±1.7 ^{bc}	3.8±1.3 ^b	7.3±2.0 ^{abc}	60.4±2.0 ^{bc}
	10	51.0±1.3 ^a	0.6±0.6 ^d	9.3±1.2 ^a	46.8±1.2 ^d
	11	33.6±3.5 ^{cd}	1.5±0.7 ^c	3.7±2.4 ^c	63.4±3.4 ^{ab}
Sub-range (Average)	33.6-51.0 (39.6)	0.6-3.8 (2.5)	-2.9-9.3 (5.0)	46.8-63.4 (57.7)	
Total range (Average)	31.1-51.0 (37.9)	0.6-8.1 (3.3)	-2.9-9.3 (5.8)	46.8-65.8 (59.5)	

¹⁾Different superscript letter in the column indicate significant difference at P<0.05.

²⁾Sample codes (1-11) are the same as shown in Table 1.

참 고 문 헌

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., 69-74.
- AOCS. 1990. AOCS official method Cd 8-53, in Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, fourth edition, vol I. American Oil Chemists' Society, Champaign, Illinois, USA.
- APHA. 1970. Recommended procedures for the bacteriological examination of seawater and shellfish. 3rd ed. APHA Inc. New York, USA, 17-24.
- Bae, S.M., J.H. Kim, C.W. Cho, T.J. Jeong, J.U. Ha and S.C. Lee. 2001. Effect of microwave treatment on the antioxidant activity of rice processed by-products. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30, 1026-1032.
- Bartholomew, B.A., P.R. Berry, J.C. Rodhouse and R.J. Gilbert. 1987. Scombrototoxic fish poisoning in Britain: features of over 250 suspected incidents from 1976-1986. Epidem. Inf., 99, 775-782.
- Bligh, E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911-917.
- Cho, T.Y., G.H. Han, K.N. Bahn, Y.W. Son, M.R. Jang, C.H. Lee, S.H. Kim, D.B. Kim and S.B. Kim. 2006. Evaluation of biogenic amines in Korean commercial fermented foods. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 730-737.
- Hong, J.Y., H.S. Nam, S.M. Huh and S.R. Shin. 2005. Changes on the rheology of salted mackerel by treatment of Korean herbal extracts and methods of storage. Korean J. Food Preserv., 12, 578-582.
- Jeong, B.Y., B.D. Choi and J.S. Lee. 1998. Seasonal variation in proximate composition, cholesterol and α -tocopherol content of 12 species of Korean fish. J. Korean Fish. Soc., 31, 160-167.
- KFDA (Korea Food and Drug Administration). 2008. 2008 Food code. vol I. KFDA, Seoul, 3-1-2.
- Kim, G.W., H.K. Kim, J.S. Kim, H.Y. An, G.W. Hu, J.K. Son, O.S. Kim and S.Y. Cho. 2008. Characterizing the quality of salted mackerel prepared with deep seawater. J. Kor. Fish. Soc., 41, 163-169.
- Kim, J.S., M.S. Heu, H.S. Kim and J.H. Ha. 2007. Fundamentals and Applications of Seafood Processing. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 19-23.
- Kim, Y.S., I.S. Lee, J.H. Lee and N.J. Sung. 1997. Effect of ascorbic acid or BHA on the formation of cholesterol oxidation products during storage of salted mackerel, *Scomber japonicus*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 261-269.
- Klausen, N.K. and E. Lund. 1986. Formation of biogenic amines in herring and mackerel. Z. Lebensm Unters Forsch., 182, 459-463.
- Kong, C.S., S.S. Bak, K.O. Jung, J.H. Kil, S.Y. Lim and K.Y. Park. 2005. Antimutagenic and anticancer effects of salted mackerel with various kinds of salts. J. Kor. Fish. Soc., 38, 281-285.
- Korean Standards Association. 2006. Korean Industrial Standards KSH 6029. Korean Standards Association, Seoul, Korea.
- Leu, S.S., S.N. Jhaveri, P. Karakoltsidis and S.N. Constantinides. 1981. Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*, L): seasonal variation in proximate composition and distribution of chemical nutrients. J. Food Sci., 46, 1635-1638.
- Ministry of Social Welfare of Japan. 1960. Guide to Experiment of Sanitary Infection. III. Volatile basic nitrogen. Kenpakusha, Tokyo, Japan, 30-32.
- Seo, K.S., C.K. Huh and Y.D. Kim. 2008. Comparison of antimicrobial and antioxidant activities of Prunus mume fruit in different cultivars. Korean J. Food Preserv., 15, 288-292.
- 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. Korean J. Food Preserv., 13, 18-23.
- Simopoulou, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. Am. J. Clin. Nutr., 54, 438-463.
- The Pharmaceutical Society of Japan. 2005. Methods of Analysis in Health Science. Kanehara & Co., Ltd., Tokyo, Japan, 180-182.
- Taylor, S.L. 1986. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. Crit. Rev. Toxicol. 17, 91-128.
- Jung, B.M., G.H. Chung, M.S. Jang and S.U. Shin. 2004. Quality characteristics of citron treated mackerel oil and fillet during refrigerated storage. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 574-579.
- Yoou, K.Y., J.Y. Hong, M.H. Kim, Y.S. Cho and S.R. Shin. 2007. Changes on the characteristics of salted mackerel treated extracted of edible plants during storage. Korean J. Food Preserv., 14, 439-444.

2009년 1월 23일 접수
 2009년 3월 10일 수정
 2009년 4월 9일 수리