

시판 고등어의 지방산 조성 및 무기질 함량

박수자¹ · 김근영² · 임성빈³ · 박민정² · 김복순² · 유양자¹ · 정윤화^{2*}

¹세종대학교 생활과학과, ²단국대학교 식품영양학과, ³경민대학 호텔조리과

Fatty Acid Composition and Mineral Content of Marketed Mackerels

Soo-Ja Park¹, Keun-Young Kim², Seoung Been Yim³, Minjeong Park², Bog Soon Kim²,
Yang-Ja Yu¹ and Yoonhwa Jeong^{2*}

¹Dept. of Human Life Science, Sejong University, Seoul 143-743, Korea

²Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

³Dept. of Culinary Art, Kyungmin College, Eujeongbu 480-702, Korea

Abstract

We investigated the general composition, fatty acid composition and mineral content of ten kinds of marketed(3 domestic and 7 imported) mackerels. The moisture contents of domestic mackerels ranged from 62.9~67.8%, and those of imported mackerels ranged from 61.1~74.7%. Ash content was less than 2% in all mackerels. Crude protein content was greatest in Oman mackerel(24.1%) and lowest in UK mackerel(19.7%). Lipids contents ranged from 1.4%(Chile mackerel) to 19.7% (UK mackerel); mackerels with high lipid content tend to have low moisture content. Saturated fatty acids ranged from 18.2% to 31.1% of the total fatty acids content. The mackerel imported from Chile(26.8%) contained the least monoenes, while UK mackerel monoene content(48.7%) was highest. Polyenes were lowest in Tong-yeong mackerel(30.9%) and highest in Chile mackerel(50.0%). DHA content was highest in Chile mackerel(36.4%) and lowest in USA mackerel(14.6%). The mineral content of mackerels were in increasing order; K, Na, Mg, Ca, Fe, Zn and P. The K, Na, Mg and Ca content ranged from 261~420, 261~420, 37~176, 34~49 and 5~22 mg/100 g, respectively.

Key words : Mackerels, fatty acid composition, mineral content.

서론

우리나라는 삼면이 한류와 난류가 교차하여 어장 환경이 좋은 환경에 살고 있으며 수산물로부터 많은 영양을 공급 받아왔다. 우리나라 연간 어패류 생산량은 약 30 만톤에 달하고 있으며, 생산량을 기준으로 고등어를 비롯한 갈치, 멸치, 오징어, 명태, 조기류가 대종을 이루고 있다. 그 중 고등어는 일시 다확성 어류로 우리나라에서 연간 10 만톤 이상 어획되는 어종이다(Sin *et al* 2004). 한국 근해의 환경 악화와 어로 수역의 제한 등으로 국내산 생선의 생산량은 줄어가는 대신, 무역 개방으로 인해 외국산 생선의 수입과 소비는 해가 갈수록 증가하고 있다. 외국에서 수입되는 주요 생선에는 참치류, 고등어, 넙치, 삼치 등이 있으며, 참치류 수입이 가장 많고 그 다음으로 고등어가 차지하고 있다. 고등어는 참치와 달리 가격이 상대적으로 낮고, EPA(eicosapentaenoic acid)나 DHA(docosahexaenoic acid) 등 우수한 영양소를 많이 포함하고

있어 영양적 가치가 높다. 생체 내에서 EPA와 DHA는 prostaglandin(PG)과 leucotrien(LT)과 같은 생리 활성 물질로 전환하여 혈중 콜레스테롤 저하 효과, 혈전 예방 효과 및 두뇌 작용을 활성화시키는 건뇌 효과가 있다고 알려져 있다(Ryu *et al* 2002). 국내의 고등어에 관한 연구는 훈제 고등어를 이용한 필렛형 조미료 및 복합 분말 조미료의 개발(Oh and Oh 2001), 저온 삼투압 탈수법에 의한 고품질의 반염건 고등어의 제조(Lee *et al* 1993), 고등어 가공 잔사를 이용한 어간장의 제조(Lee *et al* 1986), 다시마와 효소 처리 고등어육을 이용한 조미 소재의 제조 조건(Lee *et al* 1997b), 고등어 지질 성분의 항산화 효과(Jeong *et al* 1995), 고등어 구이의 지질 산화 안정성(Ryu *et al* 2002), 기능성 고등어 저장 중 품질 변화(Sin *et al* 2004) 등이 있다. 생선의 영양 성분과 관련한 연구는 많이 이루어지고 있지만 대부분 국내에서 생산되는 생선에 관한 것들이며, 시판되는 수입 생선의 영양 성분 연구는 활발하게 이루어지지 않고 있다. 본 연구에서는 시판되고 있는 국내산 고등어 3종과 수입산 고등어 7종의 일반 성분, 지방산 조성 과 무기질 함량을 알아보고자 하였다.

* Corresponding author : Yoonhwa Jeong, Tel : +82-2-709-2472, Fax : +82-2-796-2472, Email : yjeong@dankook.ac.kr

재료 및 방법

1. 실험 재료

고등어는 2004년 8월에 서울 가락동 수산시장, 신인천 시장과 한남동 인성실업에서 구입한 냉동 고등어를 사용하였다. 서울 가락동 수산 시장에서는 부산, 대만, 미국, 영국산울, 신인천 시장에서는 제주도, 일본, 중국산을 구입하였고 한남동 인성실업에서 통영, 칠레, 오만산을 구입하였다. 국내산 고등어는 3종으로 부산, 제주, 통영산이며, 이 중 통영산은 양식 고등어였다. 고등어의 영양 성분은 계절별로 차이가 난다고 보고되고 있으나, 본 실험에 사용된 산지별 고등어의 어획 시기는 알 수 없었다. 시료 고등어의 길이와 무게는 Table 1과 같으며, 고등어의 형태는 Fig. 1과 같다. 길이와 무게는 크기와 체중이 비슷한 것으로 10 마리를 취하여 평균

값으로 나타내었다.

2. 시료의 제조

냉동 고등어를 흐르는 물에 해동하고 머리, 꼬리, 내장, 뼈를 제거하였으며 근육 부위의 성분 분석을 위해 껍질을 제거하여 필렛의 형태로 한 다음 분쇄기로 근육을 마쇄 혼합하여 -70℃에서 동결 저장하여 실험에 사용하였다.

3. 일반 성분 분석

일반 성분은 A.O.A.C법(1993)에 의하여 정량하였으며, 수분 함량은 105℃에서 2시간 상압 가열 건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 측정하였으며, 질소 환산 계수는 6.25를 사용하였다. 조지방 함량은 산 분해법으로 정량하였으며 회분은 직접 회화법으로 측정하였다. 실험은 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

4. 지방산 조성 분석

각 시료에서 산 분해법에 의해 분리한 총 지질을 BF₃-methanol을 사용하여 methyl ester화 시킨 다음 GC(Hewlett packard 6890, USA)로 분석하였다. Column은 HP-FFAP 30 m, 0.25 mm ID를 사용하였고 column 온도는 160℃에서 1분간 유지시킨 다음, 3℃/min으로 220℃까지 승온시키고 9분간 유지시켰다. Injector 및 detector(FID)의 온도는 각각 220℃, 240℃로 하였으며 carrier gas는 helium(25 mL/min)을 사용하였다.

5. 무기질 분석

시료는 습식법으로 전처리하여 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 칼륨(K), 철(Fe), 아연(Zn), 망간(Mn)을 측정하였다. 시료 5 g을 25 mL HNO₃ 용액에 녹여 실온 방치한 후 열판에서 가열 분해하여 5 mL 이내로 농축하여 0.5 N HNO₃로 50 mL 정용한 후 atomic absorption spectrophotometer(Hitach Model Z-5700, Japan)로 분석하였으며, 각 무기질별 기기의 분석 조건은 Table 2와 같다.

인의 정량은 습식분 해법으로 동일하게 전처리하고 몰리브덴청 비색법(채 등 2000)에 따라 시험하였고, 기기는 spectrophotometer(Scinco-2100, USA)를 사용하여 650 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 시판 고등어의 일반적 특성 및 일반 성분 조성

수입산 및 국내산 고등어의 일반 성분은 Table 3과 같다. 국내산 고등어의 수분 함량은 62.9~67.8%, 수입산 고등어는 61.1~74.7%로 나타났다. 수입산 고등어의 수분 함량은 영국

Table 1. Characteristics of the marketed mackerels

Origin	Body length (cm)	Body weight (g)	Length/weight (%)	
Domestic mackerel	Pusan	31.6±0.7	302.0±21.4	10.5±0.7
	Jeju	27.2±1.0	223.7±23.4	12.2±0.8
	Tongyeong	34.9±0.9	468.8±27.7	7.4±0.6
Imported mackerel	Japan	33.7±0.7	420.0±35.5	8.0±0.6
	China	37.6±0.5	609.4±77.8	6.2±0.7
	Taiwan	39.9±1.4	627.0±46.2	6.4±0.3
	USA	35.8±0.8	531.3±18.4	6.7±0.2
	UK	37.1±1.1	516.7±47.5	7.2±0.6
	Chile	32.1±1.1	227.2±23.7	14.1±1.2
	Oman	34.0±1.1	416.7±36.8	8.6±0.6

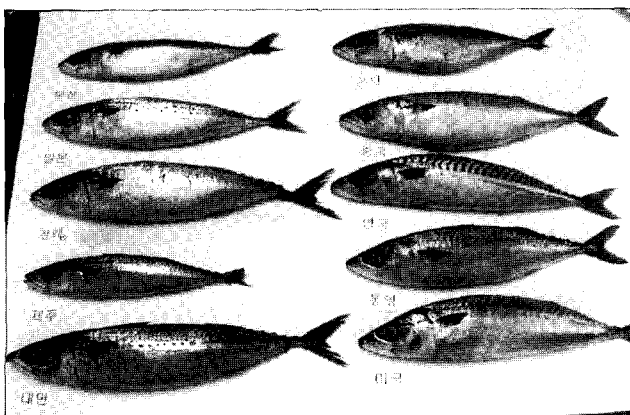


Fig. 1. The marketed mackerels used in this study.

Table 2. Operating condition of atomic absorption spectrophotometer for mineral analysis

	Ca	Mg	K	Fe	Zn
Flame type	Air-C ₂ H ₂	Air-C ₂ H ₂	Air-C ₂ H ₂	Air-C ₂ H ₂	Air-C ₂ H ₂
Wave length(nm)	422.7	285.2	404.4	248.3	213.9
Slit width(nm)	1.3	1.3	1.3	0.2	1.3
Fuel flow(L/min)	2.4	2.2	2.4	2.0	2.0
Oxidant flow(L/min)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Standard curve range(mg/L)	0.5~2.0	0.1~0.4	50~200	0.5~4.0	0.5~1.0
Lamp current(mA)	9.0	9.0	12.0	15.0	0.5

Table 3. General composition of the marketed mackerels

Unit (%)

Origin	Moisture	Ash	Crude protein	Crude lipid	
Domestic mackerel	Pusan	67.8±2.7 ¹⁾	1.6±0.1(4.3) ²⁾	23.2±0.8(71.8)	7.4±0.9(23.0)
	Jeju	67.1±4.9	1.2±0.1(3.8)	22.2±0.8(68.8)	8.8±1.4(27.3)
	Tongyeong	62.9±0.2	1.1±0.2(2.9)	23.0±1.1(58.6)	12.3±3.2(31.2)
Imported mackerel	Japan	67.6±5.0	1.3±0.1(3.9)	22.5±1.2(69.3)	7.5±0.9(23.1)
	China	69.8±1.8	1.3±0.1(4.2)	23.7±0.6(78.6)	4.6±0.5(15.2)
	Taiwan	70.8±1.8	1.4±0.2(5.0)	22.0±0.7(75.4)	5.4±0.3(18.6)
	USA	64.2±5.6	1.3±0.0(3.7)	22.1±1.0(61.8)	10.9±3.2(30.4)
	UK	61.1±0.5	1.2±0.1(3.0)	17.1±0.8(44.0)	19.7±4.3(50.5)
	Chile	74.7±0.1	1.6±0.1(6.3)	22.2±1.4(86.8)	1.4±0.6(5.3)
	Oman	70.8±0.0	1.5±0.1(5.3)	24.1±0.8(84.5)	2.7±0.0(9.5)

¹⁾ Mean value of three determinations.²⁾ () : Figures in parenthesis refer to dry basis.

산이 6.11%로 가장 낮은 수분 함량을 나타내었으며, 칠레산이 74.7%로 가장 높았다. 부산 고등어의 수분 함량은 약 70%로 보고되었는데(Lee et al 1993, Kang & Park 1984, Lee et al 1983), 본 실험에서의 67.8%와 유사하였으며, 강릉부근 바다 고등어의 수분은 63.3%로(Jeong et al 1995) 국내산 고등어와 큰 차이를 보이지 않았다. 회분은 모든 고등어에서 2% 미만이었으며, 국내산과 수입산 고등어 간에 큰 차이는 없었다. 국내산 고등어 중 부산 고등어의 회분이 가장 높았고(1.6%), 통영산 고등어가 낮았다(1.1%). 수입산 고등어의 회분 함량은 칠레(1.6%), 오만(1.5%), 대만(1.4%)의 순이었다. 다른 연구에서 보고한 회분 함량은 1.3~1.7%로(Lee et al 1993, Lee et al 1997, Kang & Park 1984, Lee et al 1983) 본 실험 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 조단백질 함량은 오만산이 24.1%로 가장 높았으며 영국산 고등어가 17.1%로 가장 낮았다. 다른 연구에서 보고한 고등어의 조단백질 함량은

16.0~21%로(Lee et al 1993, Lee et al 1997, Kang & Park 1984, Lee et al 1983) 본 실험의 국내산 고등어 조단백질 함량(22.2~23.2%)이 더 높았다. 조지방 함량은 국내산 고등어에서는 통영산 고등어가 12.3%로 가장 높았으며, 수입산 고등어에서는 영국산 고등어가 19.7%로 국내산 및 수입산 중 가장 높은 조지방 함량을 보였다. 반면 칠레와 오만산 고등어는 각각 1.4%와 2.7%로 그 함량이 다른 산지의 고등어에 비해 낮았다. 이와 같은 지방 함량의 차이는 수온, 먹이 및 생식주기와 관련이 있는 것으로 생각된다. 山田 et al(1977)은 정어리 근육 지방질의 연중 변화에 대하여 2~3월 산란기의 지방 함량은 4% 정도에 불과하지만 5월 중순부터는 점차 높아져 20% 정도까지 증가한다고 하였으며, 생식선이 발달하는 시기에는 어체 각 부위에 축적된 지방질이 일시적으로 감소하는데 특히 근육 지방질의 감소가 현저하다고 보고하였다. Lee et al(1986b)의 연구에 의하면 5~6월 사이 구입한 고

등어의 부위별 지방 함량을 측정된 결과 머리와 꼬리를 제거한 몸통 부위에서 13.27 g/100 g, 근육 2.30 g/100 g, 내장 0.99 g/100 g과 어피 5.09 g/100 g으로 부위별로 그 함량이 다름을 보고하였으며, 본 실험 결과와 비교할 때 국내산 및 수입산 고등어의 지방 함량이 다른 연구에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 이는 사용된 고등어의 부위가 다른 연구에서 사용된 부위보다 광범위하고, 어획한 계절, 산지 등에 따른 차이로 사료된다.

2. 지방산 조성

수입산 및 국내산 시판 고등어의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 전체 고등어의 총 지방산 함량에서 포화지방산은 18.2~31.1% 범위였고, 영국산이 18.2%로 가장 낮았으며 오만산 고등어가 31.1%로 가장 높았다. 단일 불포화지방산의 함량은 칠레산 고등어가 26.8%로 가장 낮았으며, 영국산은 칠레산의 약 1.5배 높은 48.7%이었다. 다가 불포화지방산은 통영산 고등어가 30.9%로 낮았으며, 칠레산 고등어가 50.0%로 가장 높은 값을 나타내었다. 부산 고등어는 지방산 조성이 polyene(43.3%) > monoene(30.8%) > saturate(25.9%)의 순이었으며, 이는 Lee *et al*(1993)의 결과와 유사하였다. 불포화 지방산인 oleic acid(C_{18:1})는 통영과 미국산 고등어에서 각각 28.7%, 29.2%로 가장 높았으며, 오만산 고등어는 palmitic acid(C_{16:0})가 22.1%로 가장 높았다. 영국산 고등어를 제외한 고등어의 주요 지방산은 C_{16:0}, C_{18:1} 그리고 C_{22:6}가 전체 지방산의 62% 이상을 차지하였고, 부산 고등어는 C_{16:0}(18.0%), C_{18:1}(18.7%), C_{22:6}(29.5%)가 전체 지방산의 66.2%이었다. 다른 연구에서는 C_{16:0}(21.7%, 19.8%), C_{18:1}(22.6%, 23.5%), C_{22:6}(15.0%, 15.3%)로 전체의 약 59.0%로 본 실험 결과와 차이가 있었다(Ryu *et al* 2002, Lee *et al* 1997). 콜레스테롤 저하 효과, 혈전 예방 효과 및 두뇌 작용을 활성화 시키는 건뇌 효과(Simpoulos AP 1991, Nordoy *et al* 1993, Medina *et al* 1996)가 있는 docosahexaenoic acid(DHA)나 eicosapentaenoic acid(EPA)는 국내산 고등어에서 각각 평균 24.5%와 7.9%로 나타났다. 이 등(Lee & Lee 1990)이 수산시장으로부터 구입한 고등어의 DHA와 EPA가 각각 18.31%와 7.6%이었으며, EPA 함량은 본 결과와 유사했으나, DHA 함량은 실험 결과와는 다소 차이가 있었다. 미국, 영국산과 통영산 고등어의 총 지방산에 대한 DHA함량은 각각 14.6, 18.5%, 그리고 17.7%로 20% 미만이었고 부산, 제주, 일본, 대만, 칠레, 오만산 고등어의 DHA값은 각각 29.5, 26.4, 25.9, 23.2, 36.4, 20.9%으로 20% 이상이었다. 전체 고등어 중 칠레산 고등어의 DHA 함량이 36.4%로 가장 높았다. EPA 함량은 국내산 고등어의 경우 제주산이 10.2%로 높았고, 수입산 고등어인 오만산과 중국산이 각각 12.5%와 11.3%로 다른 산지의 고등어에 비해 높은 경향을 보였다. 어류의 지방산 조성은 서식 장소, 계절 등의

외적 요인과 성장률, 지방 함량의 내적 요인에 의해 영향을 받는다고 알려져 있다(Lee *et al* 1986a). Hayashi *et al*(1977)은 정어리의 먹이가 되는 동물성 플랑크톤의 주된 구성 지방산은 14:0, 16:0, 16:1 및 20:5로서 이 중 14:0, 16:0, 16:1은 바로 조직에 축적되어 정어리의 saturates 및 monoenes의 성분이 된다고 하였다. Lee *et al*(1986b)은 고등어의 지방산 조성은 계절과 부위에 따라 다소 경향이 다르며 saturates와 monoenes는 여름철에 낮아지고 polyenes는 높아진다고 보고하였다. 본 연구에 사용한 고등어 시료는 어획시기를 정확히 알 수 없어 시기에 따른 비교는 할 수 없지만 원산지가 다른 만큼 그에 따른 먹이 조성도 다를 것으로 생각되며, 멸치나 요각류, 난바다곤쟁이류 등을 섭취하는 고등어의 섭식 형태에 따른 지방산 조성 차이도 있을 것으로 사료된다(Cha *et al* 2004).

3. 무기질 함량

고등어의 산지별 무기질 함량은 Table 5와 같다. 전체 무기질 중 칼륨이 가장 높은 함량을 나타내었으며 나트륨, 마그네슘 순이었다. 나트륨 함량은 칠레산 고등어가 176.2 mg/100 g으로 고등어 중 가장 높았으며, 통영산 고등어가 37.1 mg/100 g으로 나타나 수입산 고등어의 나트륨 함량이 국내산 고등어에 비해 높게 나타났다. 마그네슘 함량은 36~49 mg/100 g 이었으며, 국내산 고등어의 경우 통영산 고등어(34.7 mg/100 g)가 가장 낮았으며, 부산 고등어가 49.4 mg/100 g이었으며, 수입산 고등어는 일본 고등어가 46.3 mg/100 g으로 높았다. 칼슘은 칠레산 고등어가 가장 높았으며(22.9 mg/100 g), 미국산 고등어가 5.9 mg/100 g으로 가장 낮았다. 고등어의 아연 함량은 0.8~1.7 mg/100 g으로 미국산 고등어가 가장 높았다. 철분 함량은 수입산 고등어에서 그 함량이 높았으며, 부산과 통영산 고등어가 1.5 mg/100 g으로 낮았다. 인 함량은 국내산 및 수입산 고등어에서 1.0 mg/100 g 이하로 나타났다. 이는 고등어뿐만 아니라 다른 어류의 무기물 조성도 부위별로 그 함량이 차이가 다르기 때문으로 사료되며, 참치의 경우, 어피육과 어피, 꼬리, 혈합육 및 복육의 부위에 따라 무기질 함량의 차이가 큰 것으로 보고되었다(Kang *et al* 2000). 실험에 사용한 부위는 머리와 내장, 꼬리, 어피를 제거한 부위만을 사용하였으므로 이에 따른 성분의 차이도 클 것으로 생각된다.

요약 및 결론

시판되고 있는 수입산 고등어 7종과 국내산 고등어 3종을 구입하여 일반 성분, 지방산 조성 및 무기질 함량을 분석하였다. 국내산 고등어의 수분 함량은 62.9~67.8%로 산지별로

Table 4. Fatty acid composition of the marketed mackerel lipid

Fatty acids	Domestic mackerel									Imported mackerel					
	Pusan			Jeju			Tongyeong			Japan			China		
	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel
16: 0	111.9	18.0	8.3	147.4	22.5	13.0	159.7	20.7	19.6	147.3	23.2	11.0	116.1	18.4	5.3
18: 0	48.8	7.9	3.6	42.6	6.5	3.7	48.7	6.3	6.0	43.8	6.9	3.3	48.5	7.7	2.2
Saturates	160.6	25.9	11.9	190.0	29.0	16.7	208.4	27.0	25.6	191.1	30.1	14.3	164.6	26.1	7.5
16 : 1	23.0	3.7	1.7	34.1	5.2	3.0	38.4	5.0	4.7	36.9	5.8	2.8	28.7	4.5	1.3
18 : 1	115.6	18.7	8.6	118.6	18.1	10.4	221.0	28.7	27.2	132.5	20.9	9.9	126.3	20.0	5.8
20 : 1	30.3	4.9	2.2	4.6	0.7	0.4	34.4	4.5	4.2	4.9	0.8	0.4	22.0	3.5	1.0
22 : 1	21.7	3.5	1.6	22.7	3.5	2.0	29.5	3.8	3.6	10.5	1.7	0.6	14.3	2.3	0.7
Monoenes	190.6	30.8	14.1	180.0	27.5	15.8	323.3	42.0	39.7	184.8	29.2	13.7	191.3	30.3	8.8
18 : 2	8.7	1.4	0.6	16.2	2.5	1.4	27.7	3.6	3.4	9.9	1.6	0.7	10.9	1.7	0.5
18 : 3	9.1	1.5	0.7	14.1	2.1	1.2	10.3	1.3	1.3	9.6	1.5	0.7	9.6	1.5	0.4
20 : 4	25.5	4.1	1.9	16.2	2.5	1.4	12.7	1.6	1.6	23.4	3.7	1.8	21.0	3.3	1.0
20 : 5	42.4	6.8	3.1	66.6	10.2	5.9	51.8	6.7	6.4	52.1	8.2	3.0	71.6	11.3	3.3
22 : 6	182.7	29.5	13.5	173.4	26.4	15.3	136.3	17.7	16.8	164.3	25.9	12.3	163.7	25.9	7.5
Polyenes	268.4	43.3	19.8	286.5	43.7	25.7	238.8	30.9	29.5	259.3	40.9	18.5	276.8	43.7	12.7
Recovery(%)	62.0			65.7			77.0			63.5			63.3		
Fatty acids	Imported mackerel														
	Taiwan			USA			UK			Chile			Oman		
	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel	mg/g lipid	% in total fatty acids	mg/g mackerel
16: 0	144.9	21.7	7.8	134.6	20.9	14.7	98.2	15.5	19.3	88.0	15.0	1.2	131.2	22.1	3.5
18: 0	50.5	7.6	2.7	45.6	7.1	5.0	17.4	2.7	3.4	47.7	8.1	0.7	53.7	9.0	1.4
Saturates	195.4	29.3	10.5	180.2	28.0	19.7	115.6	18.2	22.7	135.7	23.1	1.9	184.9	31.1	4.9
16 : 1	36.1	5.4	2.0	40.3	6.3	4.4	23.5	3.7	4.6	11.9	2.0	0.2	32.8	5.5	0.9
18 : 1	129.4	19.4	7.0	187.9	29.2	20.5	87.6	13.8	17.3	103.1	17.6	1.4	115.1	19.4	3.1
20 : 1	19.0	2.8	1.0	4.1	0.6	0.4	82.4	13.0	16.2	25.6	4.4	0.4	11.5	1.9	0.3
22 : 1	11.7	1.8	0.6	12.6	2.0	1.4	115.3	18.2	22.7	16.1	2.8	0.2	9.3	1.6	0.3
Monoenes	192.2	29.4	10.6	244.9	38.1	26.7	308.8	48.7	60.8	156.7	26.8	2.2	168.7	28.4	4.6
18 : 2	8.2	1.2	0.4	8.4	1.3	0.9	15.8	2.5	3.1	9.4	1.6	0.1	9.5	1.6	0.3
18 : 3	9.5	1.4	0.5	8.6	1.3	0.9	17.6	2.8	3.5	7.3	1.2	0.1	7.2	1.2	0.2
20 : 4	44.5	6.7	2.4	50.2	7.8	5.5	11.0	1.7	2.2	29.3	5.0	0.4	25.1	4.2	0.7
20 : 5	59.2	8.9	3.2	57.0	8.9	6.2	48.9	7.7	9.6	34.1	5.8	0.5	74.1	12.5	2.0
22 : 6	155.0	23.2	8.4	93.9	14.6	10.2	117.2	18.5	23.1	213.2	36.4	3.0	123.9	20.9	3.3
Polyenes	276.4	41.1	14.9	28.1	33.9	23.7	210.5	33.2	41.5	293.3	50.0	4.1	239.8	40.4	6.5
Recovery(%)	66.8			64.3			63.5			58.6			59.4		

Table 5. Mineral contents of the marketed mackerels

(mg /100 g)

		Mg	Na	K	Zn	Fe	Ca	P
Domestic mackerel	Pusan	49.4	56.0	420.4	0.8	1.5	15.4	0.9
	Jeju	40.5	81.2	321.3	1.4	1.4	15.2	0.9
	Tongyeong	34.7	37.1	318.9	1.2	1.5	17.4	0.7
Imported mackerel	Japan	46.3	131.7	261.9	1.3	1.7	16.2	0.8
	China	41.0	75.2	329.2	1.3	2.0	12.1	0.8
	Taiwan	46.5	86.1	395.6	0.7	1.8	5.9	0.9
	USA	36.2	94.5	340.9	1.7	2.1	13.7	0.8
	UK	40.5	116.7	299.1	1.1	1.2	17.8	0.6
	Chile	44.9	176.2	358.9	0.9	2.2	22.9	1.0
	Oman	46.0	95.5	402.7	1.2	2.8	9.3	1.1

큰 차이가 없었으며, 수입산 고등어의 수분 함량은 61.1~74.7%로 큰 차이를 나타내었다. 회분은 모든 고등어에서 2% 미만이었으며, 국내산과 수입산의 차이가 크지 않았다. 조단백질 함량은 오만산이 24.1%로 가장 높았으며, 영국산 고등어는 17.1%로 다른 산지의 고등어보다 낮았다. 조지방 함량은 수입산 고등어 중 영국산이 19.7%로 가장 높았으며, 칠레산 고등어가 1.4%로 가장 낮았다. 포화지방산 함량은 영국산이 18.2%로 낮았으며 통영산이 31.1%으로 높은 경향을 보였다. 다가 불포화지방산은 칠레산 고등어가 50.0%로 가장 높았고 통영산 고등어가 30.9%로 낮았다. 영국산 고등어를 제외한 고등어의 주요 지방산은 C_{16:0}, C_{18:1} 그리고 C_{22:6}가 전체 지방산의 62% 이상을 차지하였다. DHA 함량은 칠레산 고등어가 36.4%로 높았고, 미국산 고등어가 14.6%로 낮았으며, EPA 함량은 오만산 고등어가 12.5%로 높았으며, 칠레산 고등어가 5.8%로 낮았다. 전체 고등어의 무기질 함량은 칼륨이 261~420 mg/100 g, 나트륨은 37~176 mg/100 g, 마그네슘과 칼슘은 34~49 mg/100 g, 5~22 mg/100 g, 철, 아연, 인은 각각 1.2~2.8 mg/100 g, 0.7~1.7 mg/100 g, 0.6~1.1 mg/100 g 범위의 분포를 보였다.

국내산 및 수입산 고등어의 크기, 일반 성분, 지방산 및 무기질의 조성은 원산지에 따라 다르게 나타났으며, 특히 조지방과 지방산 조성 및 함량의 차이가 컸다. 이는 실험에 사용된 부위뿐만 아니라 포획 시기, 서식 장소, 먹이 등에 의한 것으로 사료된다.

문헌

채수규, 강갑석, 마상조, 방광웅, 오문현 (2000) 표준식품분석학. 지구문화사, 서울. p 449-451.

AOAC (1993) Method of analysis for nutrition labeling, Sullivan, DM. and Carpenter, D.E.(Ed.), A.O.A.C. International Virginia, p 161.

Cha BY, Gong YG, Lee CH, Kim DH (2004) Feeding ecology of pacific mackerel, *Scomber japonicus*, in Korean waters. *J Korean Soc Fish Res* 6: 13-22.

Hayashi K, Takaki T (1977) Seasonal variation in lipids and fatty acids of sardine, *Sardinops melanosticta*. *Bull Fac Fish* 28: 83-94.

Jeong YS, Hong JH, Byun DS (1995) Antioxidant activity of different lipid extracts from mackerel. *Viscera* 24: 98-104.

Kang CH, Jung HY, Lee DH, Park JK, Ha JU, Lee SH, Hwang YI (2000) Analysis of chemical compounds on tuna processing by-products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:981-986.

Kang JH, Park YH (1984) Effect of food additives on the histamine formation during processing and storage of mackerel (2) effect of glucose, glycine, sucrose and sorbic acid. *Bull Korean Fish Soc* 17: 485-491.

Lee EH, Chung SH, Cho SY, Jun Cha YJ, Kim SW (1983) Storage stability of intermediate moisture deep-fried mackerel. *Korean J Food Sci Technol* 15: 353-358.

Lee EH, Oh KS, Ahn CB, Chung YH, Kim JS, Jee SK (1986a) Seasonal variation lipids and fatty acid composition of sardine, *Sardinops melanosticta*. *Korean J Food Sci Technol* 18: 245-2248.

Lee EH, Park HS, Ahn CB, Hwang GC (1986) Preparation of fish sauce from mackerel scrap. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 15: 201-206.

Lee JS, Dong DS, Kim JS, Cho SY, Lee EH (1993) Proce-

- ssing 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.
- Lee KH, Cho HS, Lee JH, Shim KH, Ha YL (1997a) Lipid oxidation in roasted fish meat. I. Rancidity in roasted and/or reheated dark muscled fish. *J Korean Fish Soc* 30: 708-713.
- Lee KH, Jeong IH, Hong BI, Jung BC, Jung WJ, Jin Gi Min (1997b) Quality changes of seasoning material of the mixture of laminaria and enzyme treated mackerel meat during storage. *Korean J Food Sci Technol* 29: 77-81.
- Lee KH, Jeong IH, Suh JS, Jung WJ, Kim CG (1986b) Utilization of polyunsaturated lipids in red muscled fishes. 1. Lipid composition and seasonal variation in fatty acid composition of body oil and lipids from different sections of sardine and mackerel. *Bull Korean Fish Soc* 19: 423-436.
- Lee YK, Lee HS (1990) Effects of onion and ginger on the lipid peroxidation and fatty acid composition of mackerel during frozen storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 19: 321-329.
- Medina AR, Gimenez AG, Camacho FG, Perez JAS, Grima EM, Gomez AC (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.
- Nordoy A, Hatcher LF, Ullman DL, Connor WE (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.
- Oh YJ, Oh HS (2001) Development of fillet-type seasoner and mixed powder-type seasoner using smoked mackerel. *Culinary Research* 7: 145-161.
- Ryu SH, Lee YS, Moon GS (2002) Effects of salt and soy-sauce condiment on lipid oxidation in broiled mackerel (*Scomber japonicus*). *Korean J Food Sci Technol* 34: 1030-1035.
- Simpoulos AP (1991) Omega-3 fatty acid in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr* 54: 438-463.
- Sin SU, Jang MJ, Kwon MA, Seo HJ (2004) Processing of functional mackerel fillet and quality changes during storage. *Korean J Preservation* 11: 22-27.
- 山田紀作, 坂田七郎, 飯田律子 (1977) 西海區水産研究報告書. p 41.

(2006년 5월 9일 접수, 2006년 12월 4일 채택)