

CLA(Conjugated Linoleic Acid)가 함유된 사료를 섭취한 고등어 (*Scomber japonicus*)의 가열조리에 의한 지방산조성의 변화

- 연구노트 -

박은정¹ · 김종태² · 최영준¹ · 최병대^{1*}

¹경상대학교 해양식품공학과
²경남특수사료

Effects of Cooking on the Fatty Acid Compositions of Mackerel (*Scomber japonicus*) Fed with CLA Fortified Diet

Eun Jung Park¹, Jong-Tae Kim², Yeung Joon Choi¹, and Byeong-Dae Choi^{1*}

¹Dept. of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry,
Gyeongsang National University, Gyeongnam 650-160, Korea

²Gyeongnam Special Feed Company, Gyeongnam 638-962, Korea

Abstract

The effects of frying, steaming with soybean paste, and canning on the fatty acid compositions of farmed mackerel fed with CLA were evaluated. Saturates and monoenes acid content of the cooked mackerel control and CA25 groups at 27.5% and 44.6% and at 28.8% and 41.0%, respectively, were not significantly different from the raw samples at 27.1% and 35.6%, respectively. The polyenes acid content of control and CLA-fed groups were 31.2% in RO-8GM and 30.7% in RO-8CM after roasting, 27.1% in BO-8GM and 31.5% in BO-8CM for boiling, and 25.4% in CA-8GM and 28.4% in CA-8CM after canning which were not significantly different from the raw samples with 29.45% and 31.9%, respectively. Ratio of the n-6/n-3 in roasted group were 0.29 and 0.24, in steaming with soybean paste were 0.28 and 0.27, and in canned mackerel were 0.28 and 0.31 for the control and CA25 groups, respectively.

Key words: mackerel, conjugated linoleic acid (CLA), cooking methods, fatty acid compositions

서 론

고등어(*Scomber japonicus*)는 한국과 일본의 전 연안 및 동중국해 등에 분포하는 어종으로 알에서 부화하여 6년 정도까지 생존하며(1), 등 푸른 생선의 대표어종으로 비교적 싼값에 고단위 단백질을 섭취할 수 있어 서민들의 사랑을 받아온 어류이다. 지구 온난화로 수온이 높아져 지난해부터 국내의 고등어 풍어가 이루어지고 있으나 고등어의 크기는 작아지고 값은 오르고 있다. 통계청의 자료에 의하면 2008년 국내에서 잡힌 고등어는 18만7249톤으로 2007년에 비해 어획량이 30% 증가되었으나, 현재 어획되는 고등어는 무게가 300 g 전후로 2007년 450 g에 비하여 크기가 작아져서 밥상용으로 쓰기가 힘들어 동남아시아에 사료용으로 수출되고 있다(2).

사회통계국 농어업통계과의 '2009년 어업생산동향'에 따르면 해외로 수출되는 고등어 물량은 매년 증가하고 있으며, 2006년 3,890톤, 2007년 1만3,926톤, 2008년 4만1,019톤으로

증가하고 있는 실정이다(2). 2008년부터 제주 근처에 한류와 난류가 만나는 수온 전선대가 형성돼 고등어가 산란하기 좋은 환경이 조성되면서 고등어 개체 수가 급증했고, 이로 인해 '먹이경쟁'이 생기다보니 고등어가 덩치를 키울 수 없게 되었다. 전국 20여 곳에서 새끼를 잡아 축양하는 수준에 머물고 있으나, 배합사료의 공급과 활동량 부족 등으로 품질의 저하로 이어지고 있으며, 이를 극복하고 부가가치를 높이기 위해서는 고등어에 기능성을 부여하고 크기를 키워 소비자의 수요를 창출해야 한다.

국립수산과학원 남서해수산연구소에서 2008년 말 개발에 성공한 고등어 양식기술의 현장 적용과 대중화를 위한 종묘 생산을 시작하였고, '완전한 양식기술'을 개발함으로써 수정란에서 400~500 g 크기의 어미 고등어 5~6만 마리를 양식하여 시장에 공급할 예정으로 치어생산에 주력하고 있다(3). 자연산 고등어는 장거리 운반하면 대부분 죽지만, 양식된 고등어는 장거리 이동이 가능하므로 유통감용으로 개발 가능할 것으로 여겨진다.

*Corresponding author. E-mail: bdchoi@gnu.ac.kr
Phone: 82-55-640-3173, Fax: 82-55-646-2038

본 실험은 EPA, DHA 등의 고도불포화지방산의 함량이 높은 고등어에 기능성 물질인 CLA가 함유된 사료로 사육한 다음 여러 가지 방법으로 요리하였을 때의 지방산조성의 변화를 조사하여 소비자에게 양식 고등어의 적절한 조리방법을 제공하기 위하여 실험하였다.

재료 및 방법

실험어

본 실험에 사용된 고등어(*Scomber japonicus*)는 남해안에 위치한 통영시 산양면 연안가두리 양식장(크기 5×5×7 m)에서 2009년 10월 15일부터 12월 15일까지 총 8주 동안 사육실험을 실시하였다. 양식방법은 한 그룹은 일반사료를 먹인 고등어(Control)와 다른 그룹은 일반사료에 carotenoids 및 CLA가 첨가된 사료를 먹인 고등어(CA25)로 나누어 먹이를 급이하였다. 급이 방법은 하루 2회 실시하였으며, 실험어의 재료는 0주, 4주, 8주 총 3회에 걸쳐 양식장에서 직접 채취하여 실험실로 이송한 후 -40°C에 저장하면서 실험에 사용하였다.

실험사료

양식고등어의 사료는 경남 고성군 영현면에 소재한 경남 특수사료에서 생산된 어류용 EP(extruded pellet) 사료를 급이 하였고, 실험사료의 조성은 Table 1과 같다. CLA 및 carotenoids 첨가사료는 다른 영양성분의 양은 동일하게 하였고, CA25에는 control의 어유량을 줄인 만큼 CLA 2.5% 및 carotenoids 1.0%를 첨가하여 보충하였다. 실험사료에 첨가한 carotenoids는 남해안에서 폐기된 멧게껍질 일정량을 3배량의 아세톤에 침지한 후, 실온에 방치하는 방법으로 두

Table 1. Compositions of the experimental diets

Ingredients	Dietary treatments (g/kg)	
	Control	CA25
Fish meal	550	550
Soybean meal	70	70
Wheat flour	250	250
Yeast	10	10
Vitamin mix ¹⁾	10	10
Mineral mix ²⁾	10	10
Soybean oil	40	40
Fish oil (squid liver)	60	19
CLA (purity 79%)	0	31
Carotenoids ³⁾	0	10

¹⁾Vitamin mixture (mg kg⁻¹ diet or IU): thiamin, 50 mg; riboflavin, 60 mg; calcium pantothenate, 200 mg; biotin, 1 mg; folic acid, 20 mg; pyridoxine, 40 mg; cyanocobalamin, 0.05 mg; niacin, 250 mg; ascorbic acid, 1000 mg; inositol, 400 mg; retinyl acetate, 8000 IU; DL-cholecalciferol, 2400 IU; DL-alpha tocopherol acetate, 300 IU; sodium menadione bisulphate, 5 mg.

²⁾Mineral mixture (mg kg⁻¹): calcium carbonate, 850 mg; magnesium oxide, 750 mg; copper sulphate, 25 mg; manganese sulphate, 100 mg; ferric citrate, 150 mg; zinc sulphate, 120 mg.

³⁾Carotenoids: Ascidian tunic extracts.

차례 반복하여 색소성분을 충분히 추출, 여과한 후 여과된 아세톤 추출물을 회전진공증발농축기로 40°C 이하에서 농축하여 제조하였고, 전체사료 중 1.0% 양이 되도록 첨가하였다(4).

CLA는 (주)HK바이오택(Jinju, Korea)에서 화학적으로 합성된 자체규격검사를 통과한 CLA를 구매하여 전체 사료량의 2.5%가 되도록 첨가하였다. 본 실험에 사용된 CLA는 잇꽃유로 합성하여 c9,t11-CLA 이성체와 t10,c12-CLA 이성체가 각각 48%씩 함유되어 있었고 그 외 이성체는 미량으로 존재하였다. CLA 농도를 2.5%로 결정한 것은 Choi 등(5)이 CLA 사료를 활용한 잉어의 성장을 측정한 연구결과를 참고하였다.

고등어의 조리

조리를 위한 고등어는 8주된 시료를 사용하였고, 고등어 구이를 위해 Control과 CA25 고등어 각각 한 마리씩 머리와 내장을 제거한 후 수세하고, 고등어 무게의 2.0%에 해당하는 소금을 뿌려 20분간 방치하였다. 테프론 처리된 후라이팬에 기름을 두르지 않고 앞뒷면 각각 3분씩 골고루 갈색빛이 나도록 구웠다. 고등어 된장조림을 위해 Control과 CA25 고등어 각각 한 마리씩 머리와 내장을 제거한 후 수세하고, 바닥이 두꺼운 조림용 냄비에 1.0 cm 두께의 무를 깔고 그 위에 손질한 고등어를 놓고, 만들어 둔 된장소스를 고등어 위에 끼얹어 무가 잠길 정도로 부은 후 센 불에서 한소끔 끓인 후, 중간 불에서 20분간 조렸다. 된장소스는 고등어 200 g당 물 1 cup에 시판용 된장(CJ Cheiljedang Corp., Seoul, Korea) 2 Ts, 설탕 1 Ts, 마늘 1 ts, 생강즙 1 ts을 넣어 만들었다. 고등어 통조림을 위해 Control과 CA25 고등어 각각 한 마리씩 머리와 내장을 제거한 후 수세하고 4.0 cm 크기로 절단하여 2.0%의 식염수에 30분간 침지하였다. 그 후 밀봉하여 110°C 고온에서 40분간 가열한 다음 실험을 위해 상온에서 방냉하였다.

총지질의 추출과 지방산조성

조리된 고등어로부터 지질추출을 위해 Bligh와 Dyer법(6)에 따라 chloroform : methanol 혼합용매(2:1, v/v)로 반복 추출한 다음 포화식염수를 이용하여 지질과 수분을 분리한 후, 지질층을 농축하여 클로로포름으로 100 mL로 정용한 다음 무게를 측정하여 정량하였다. 지방산조성 분석을 위해 AOCS법(7)에 따라 50 mg의 지질시료를 cap tube에 넣고 0.5 N NaOH-methanol용액을 더하여 질소 충전한 후, 100°C에서 3분간 가열하여 검화하였다. 방냉 후 1.0 N H₂SO₄ 2.0 mL를 더한 후, 55°C에서 20분간 가열하여 methylester화 하였다. 이를 상온에서 냉각한 후 isooctane 1.0 mL를 첨가한 후 30초간 vortex mixer로 혼합하였다. 이후 5.0 mL의 포화식염수를 더하여 흔들어 방치한 후 isooctane층이 분리되도록 하였다. 분리된 isooctane층은 시료 병에 옮기고 cap tube에 다시 isooctane 1.0 mL를 더하여 재추출하여 시료 병에 모았

다. 이를 capillary column(Omegawax-320, 30 m×0.25 mm i.d., Supelco Co., Bellefonte, PA, USA)이 장착된 gas chromatography(Shimadzu GC-17A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다. 이때의 분석조건은 column 온도 180°C에서 5분간 유지 후 230°C까지 3°C/min씩 온도를 올려 15분간 유지하였고, injector 온도 250°C, detector 온도 260°C, 그리고 carrier gas는 He(1.0 kg/cm²)을 사용하였으며 split rate는 1:100으로 설정하였다. 각 구성 지방산의 동정은 표준품과의 머무름 시간(RT)의 비교 및 equivalent chain length법(8)에 의해 동정하였다.

통계처리

각 실험은 모두 3회 이상 반복실험을 통해 결과를 얻었으며, 결과의 통계처리는 SPSS(Statistical package for the social science, Chicago, IL, USA) program version 12.0을 이용하였으며, 각각의 시료에 대해서는 평균±표준편차로 나타냈다. 각 시료에 대한 유의차 검정은 One-way ANOVA test와 T-test를 실시하여 분산분석한 후, Duncan's multiple

Table 2. Fatty acid compositions of mackerel muscle after roasting (fed for 8 weeks with experimental diet)

Fatty acids	RO-8GM	RO-8CM
14:0	2.8±0.1	3.4±0.1
16:0	19.1±0.2	17.3±0.2
17:0	0.4±0.0	0.6±0.0
18:0	5.2±0.1	5.6±0.0
ΣSaturates	28.5	28.0
16:1n-7	6.2±0.1	6.0±0.1
16:1n-5	0.2±0.0	0.3±0.0
18:1n-9	24.2±0.2	22.3±0.1
18:1n-7	4.3±0.0	4.2±0.0
20:1n-11	0.7±0.1	1.6±0.0
20:1n-9	2.3±0.0	2.7±0.1
22:1n-11+13	1.3±0.1	2.7±0.1
22:1n-9	0.5±0.0	0.6±0.0
ΣMonoenes	40.3	41.3
16:2n-4	0.9±0.0	1.0±0.0
16:3n-4	0.7±0.3	0.8±0.0
18:2n-6	3.4±0.0	2.5±0.0
18:3n-3	0.8±0.0	0.8±0.0
CLA-1 ¹⁾	0.0±0.0	0.5±0.0
18:4n-3	1.0±0.0	1.1±0.0
CLA-2 ²⁾	0.0±0.0	0.4±0.0
20:4n-6	1.7±0.0	1.4±0.1
20:5n-3	6.6±0.1	6.1±0.0
22:5n-6	0.4±0.0	0.4±0.0
22:5n-3	2.1±0.0	1.8±0.0
22:6n-3	10.6±0.1	11.0±0.1
ΣPolyenes	31.2	30.7
Total CLA	0.0	0.9
Σn-6	6.4 ^a	5.2 ^b
Σn-3	22.3 ^a	22.1 ^a
Σn-6/Σn-3	0.29 ^a	0.24 ^a

The values are mean±SD (n=3). Different superscript letters within a row represent significant differences between treatments (p<0.05). RO-8GM: fed diets without CLA for 8 weeks, RO-8CM: fed diets with CLA 2.5% for 8 weeks.

¹⁾CLA-1: c9,t11-CLA. ²⁾CLA-2: t10,c12-CLA.

range test에 의해 정직유의차검정을 실시하여 유의차 검정 (p<0.05)을 실시하였다.

결과 및 고찰

조리 후 지방산조성의 변화

신선한 양식산 고등어를 손질하여 구이, 된장조림, 통조림으로 요리한 후 지방산조성을 분석하여 Table 2, 3 및 4에 각각 나타내었다. 조리 후 포화산은 RO-8GM, RO-8CM이 28.5%, 28.0%, BO-8GM, BO-8CM이 28.6%, 28.5%, CA-8GM, CA-8CM은 29.7%, 29.3%로 8주 후 생육의 Control 27.5%, CA25 28.8%와 차이가 없었다. 포화산의 주된 지방산은 C16:0와 C18:0으로 전체의 약 83~85%를 차지하였다. 모노엔산의 경우도 RO-8GM, RO-8CM이 각각 40.3%, 41.3%, BO-8GM, BO-8CM은 44.3%, 40.0%, CA-8GM, CA-8CM은 44.9%, 42.3%를 나타내어 역시 8주 생육의 Control 44.6%, CA25의 41.0%와 차이가 없었다. 모노엔산의 주성분은

Table 3. Fatty acid compositions of mackerel muscle after steaming in soybean paste (fed for 8 weeks with experimental diet)

Fatty acids	BO-8GM	BO-8CM
14:0	3.1±0.0	3.4±0.0
15:0	0.4±0.0	0.5±0.0
16:0	18.3±0.2	17.0±0.4
17:0	0.4±0.0	0.6±0.0
18:0	5.8±0.0	6.4±0.0
ΣSaturates	28.6	28.5
16:1n-7	6.3±0.1	5.9±0.1
18:1n-9	27.9±0.1	21.6±0.3
18:1n-7	4.3±0.0	4.2±0.0
20:1n-11	0.7±0.0	1.7±0.0
20:1n-9	2.2±0.0	2.5±0.0
22:1n-11+13	1.6±0.0	2.6±0.0
22:1n-9	0.5±0.0	0.6±0.0
ΣMonoenes	44.3	40.0
16:2n-4	0.9±0.0	0.9±0.0
16:3n-4	0.8±0.0	0.8±0.0
18:2n-6	2.8±0.0	3.7±0.0
18:3n-3	0.7±0.0	1.3±0.6
CLA-1 ¹⁾	0.0±0.0	0.8±0.0
18:4n-3	0.9±0.0	1.1±0.0
CLA-2 ²⁾	0.0±0.0	0.7±0.0
20:4n-6	1.3±0.0	1.2±0.0
20:4n-3	0.5±0.0	0.5±0.0
20:5n-3	5.6±0.0	6.0±0.1
22:5n-3	1.7±0.0	1.8±0.1
22:6n-3	9.0±0.3	10.3±0.6
ΣPolyenes	27.1	31.5
Total CLA	0.0	1.5
Σn-6	5.3 ^b	5.9 ^a
Σn-3	18.8 ^b	21.7 ^a
Σn-6/Σn-3	0.28 ^a	0.27 ^a

The values are mean±SD (n=3). Different superscript letters within a row represent significant differences between treatments (p<0.05). BO-8GM: fed diets without CLA for 8 weeks, BO-8CM: fed diets with CLA 2.5% for 8 weeks.

¹⁾CLA-1: c9,t11-CLA. ²⁾CLA-2: t10,c12-CLA.

Table 4. Fatty acid compositions of mackerel muscle after canning (fed for 8 weeks with experimental diet)

Fatty acids	CA-8GM	CA-8CM
14:0	3.1±0.1	3.0±0.1
15:0	0.4±0.0	0.3±0.0
16:0	19.0±0.8	18.3±0.4
17:0	0.4±0.0	0.4±0.0
18:0	5.7±0.1	6.7±0.1
ΣSaturates	29.7	29.3
16:1n-7	6.4±0.3	6.2±0.1
18:1n-9	28.1±1.0	26.4±0.2
18:1n-7	4.5±0.2	4.1±0.0
20:1n-11	0.7±0.0	0.8±0.0
20:1n-9	2.6±0.1	2.1±0.0
22:1n-11+13	1.2±0.6	1.5±0.0
22:1n-9	0.4±0.2	0.5±0.0
ΣMonoenes	44.9	42.3
16:2n-4	1.0±0.0	0.9±0.0
16:3n-4	0.8±0.0	0.6±0.2
18:2n-6	2.4±0.1	2.7±0.0
18:3n-3	0.6±0.0	0.6±0.0
CLA-1 ¹⁾	0.0±0.0	0.9±0.0
18:4n-3	0.9±0.0	0.9±0.0
CLA-2 ²⁾	0.0±0.0	0.8±0.0
20:4n-6	1.3±0.1	1.3±0.0
20:4n-3	0.5±0.1	0.4±0.0
20:5n-3	5.0±0.4	5.5±0.0
22:5n-3	1.6±0.1	1.7±0.0
22:6n-3	7.8±1.4	8.5±0.1
ΣPolyenes	25.4	28.4
Total CLA	0.0	1.7
Σn-6	4.8 ^a	5.6 ^a
Σn-3	17.4 ^a	18.2 ^a
Σn-6/Σn-3	0.28 ^a	0.31 ^a

The values are mean±SD (n=3). Different superscript letters within a row represent significant differences between treatments (p<0.05). CA-8GM: fed diets without CLA for 8 weeks, CA-8CM: fed diets with CLA 2.5% for 8 weeks.

¹⁾CLA-1: c9,t11-CLA. ²⁾CLA-2: t10,c12-CLA.

C18:1n-9, C16:1n-7 및 C18:1n-7이었다. 폴리엔산 역시 RO-8GM, RO-8CM이 31.2%, 30.7%, BO-8GM, BO-8CM은 27.1%, 31.5%, CA-8GM, CA-8CM은 25.4%, 28.4%를 나타내어 8주 생육의 Control 29.4%, CA25의 31.9%와 비교하였을 때 된장조림 및 통조림의 경우 CLA 무첨가구에서 함량이 감소하였지만, CLA 첨가구에서는 통조림구에서만 감소하는 경향을 보였다. 고등어의 주요한 지방산인 EPA 및 DHA는 Control과 CA25 생육에서는 각각 5.5, 5.8 및 9.0, 8.9이었으나, 통조림 시료 CA-8GM과 CA-8CM에서 각각 5.0, 5.5 및 7.8, 8.5로 CLA가 함유되지 않은 대조구에서의 DHA 함량의 감소를 보였다. 특히 CLA 함량을 살펴보면 생육 CA25구에서 2.3%이었으나, 구이는 0.9%, 된장조림은 1.5%, 통조림은 1.7%로 된장조림과 통조림이 가장 높은 함량을 보여 조리방법에 따른 CLA의 잔유량에 차이를 나타내었다. Bhourri 등(9)에 따르면 다양한 요리를 시도한 후 지방산조성을 분석하였을 때 식물성유에 튀기는 조리법을 제외하고는 요리 이후의 지방산조성은 큰 변화가 없었다고 보고

하고 있고, Gokoglu 등(10)이 무지개 송어를 대상으로 요리 방법에 따른 성분조성을 측정된 결과에 의하면 튀기는 조리법은 전체 지방량의 증가를 가져온다고 보고하였으며, 건강을 위해 굽는 조리법을 권장하고 있다. 그러나 Gladyshev 등(11)의 '4가지 어종을 대상으로 한 열처리 후의 필수지방산 조성 연구'에 의하면 끓이거나 튀긴 후에도 날것과 비교했을 때 EPA와 DHA의 유의미한 감소는 없다는 연구결과를 내놓고 있기도 하다.

본 실험에서도 8주 생육과 비교했을 때 요리 후 지질의 EPA와 DHA의 변화는 거의 없었다. 또한 Ozogul 등(12)에 의하면 열에 의해 가열되는 요리의 경우 전체 지방의 함량 중에 확연히 n-6계 지방의 상대적인 증가로 인해 n-3계 지방이 감소한 것을 볼 수 있다고 하였는데, 본 실험에서는 n-6계와 n-3계 지방산의 변화가 거의 없었다. 이는 튀기는 조리법을 제외하곤 n-6계, n-3계의 변화가 거의 없다고 주장하는 Türkkan 등(13)의 연구결과와 일치하는 것으로 나타났다.

현대 한국인의 n-6/n-3 권장비율은 4-10:1이 적절한 것으로 밝혀져 있으나, 중년남성은 11:1, 대학생은 8.3:1, 폐경 여성은 7:1로 보고되어 있고, 육류나 인스턴트식품을 많이 먹는 청소년들은 20:1을 넘을 것으로 추정하고 있다(14). 국민건강영양조사에 따르면 한국인 지방 섭취량의 주요 급원식품 1위는 콩기름이다. 하루 섭취량은 4.5 g이며, 전체 섭취지방의 9.7%로 나타났다(15). 조리된 고등어 중 n-6/n-3의 비는 구이의 경우 Control 및 CA25구 각각에서 0.29, 0.24, 된장조림의 경우 각각 0.28, 0.27 그리고 통조림의 경우 각각 0.28, 0.31로 나타나 우수한 지방 공급원으로서의 가치가 인정된다.

요 약

CLA가 함유된 사료를 섭취하고 성장한 고등어에 함유된 EPA, DHA 등의 고도불포화지방산을 포함한 여러 종류의 지방산이 여러 가지 방법으로 요리하였을 때의 어떠한 변화를 나타내는가를 조사함으로써 소비자에게 양식 고등어의 적절한 조리방법을 제공하고자 하였다. 조리 후 포화산 및 모노엔산은 생육의 Control 27.5%, CA25 28.8%와 차이가 없었다. 폴리엔산 역시 RO-8GM, RO-8CM이 31.2%, 30.7%, BO-8GM, BO-8CM은 27.1%, 31.5%, CA-8GM, CA-8CM은 25.4%, 28.4%를 나타내어 생육의 Control 29.4%, CA25의 31.9%와 비교하였을 때 된장조림 및 통조림의 경우 CLA 무첨가구에서 함량이 감소하였지만, CLA 첨가구에서는 통조림구에서만 감소하는 경향을 보였다. 조리된 고등어 중 n-6/n-3의 비는 구이의 경우 Control 및 CA25구 각각에서 0.29, 0.24, 된장조림의 경우 각각 0.28, 0.27 그리고 통조림의 경우 각각 0.28, 0.31로 나타났다.

감사의 글

본 연구과제는 2009년도 경남테크노파크에서 시행한 지역기반육성기술개발사업 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사를 드립니다(과제번호: 20094001).

문헌

1. Hiyama Y, Yoda M, Ohshimo S. 2002. Stocks size fluctuation of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the East China sea and the Japan/East sea. *Fisheries Oceanography* 11: 347-353.
2. KOSIS. 2009. www.kosis.kr/abroad/abroad_03List.jsp
3. NFRDI. 2009. www.nfrdi.re.kr/bbs?id=sf_insmaterial&flag=pre&boardIdx=20741&gubun=B
4. Choi BD, Kang SJ, Choi YJ, Youm MG, Lee KH. 1994. Utilization of ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic 3. Carotenoid compositions of ascidian tunic. *Bull Korean Fish Soc* 27: 344-350.
5. Choi BD, Kang SJ, Ha YL, Ackman RG. 1999. Accumulation of conjugated linoleic acid (CLA) in tissues of fish fed diets containing various levels of CLA. In *Quality Attributes of Muscle Foods*. Xiong XL, Ho CT, Shahidi F, eds. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA. p 61-71.
6. Bligh EG, Dyer WT. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917.
7. AOCS. 1998. AOCS official methods of Ce 1b-89. In *Official Methods and Recommended Practice of the AOCS*. 5th ed. Firestone D, ed. AOCS, Champaign, IL, USA.
8. Ackman RG. 1986. WCOT (capillary) gas-liquid chromatography. In *Analysis of Oils and Fats*. Hamilton RJ, Rossell JB, eds. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York. p 137-206.
9. Bhourri AM, Harzallah HJ, Dhibi M, Bouhleb I, Hammami M, Chaouch A. 2010. Nutritional fatty acid quality of raw and cooked farmed and wild sea bream (*Sparus aurata*). *J Agric Food Chem* 58: 507-512.
10. Gokoglu N, Yerlikaya P, Cengiz E. 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chem* 84: 19-22.
11. Gladyshev MI, Sushchik NN, Gubanenko GA, Demirchieva SM, Kalachova GS. 2007. Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four fish species. *Food Chem* 101: 1694-1700.
12. Ozogul Y, Ozyurt G, Boga EK. 2009. Effects of cooking and reheating methods on the fatty acid profile of sea bream treated with rosemary extract. *J Sci Food Agric* 89: 1481-1489.
13. Türkkan AU, Cakli S, Kilinc B. 2008. Effects of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758). *Food Bioprod Process* 86: 163-166.
14. Lee GS. 2009. [//health.chosun.com/site/data/html_dir/2009/02/17/2009021701236.html](http://health.chosun.com/site/data/html_dir/2009/02/17/2009021701236.html)
15. Korea National Health and Nutrition Examination Survey. 2008. [//knhanes.cdc.go.kr/include/IFrameNull.jsp?url=/board/DownloadLarge.jsp?fileName=\(9\)2008국민건강통계.pdf](http://knhanes.cdc.go.kr/include/IFrameNull.jsp?url=/board/DownloadLarge.jsp?fileName=(9)2008국민건강통계.pdf)

(2010년 7월 30일 접수; 2010년 10월 4일 채택)