

산천어(*Oncorhynchus masou*)의 함유성분 분석

오현택¹ · 김수현¹ · 유수정¹ · 최현진¹ · 정미자² · 함승시^{1*}

¹강원대학교 BT특성화학부(대학) 식품생명공학전공

²강원대학교 BK21 사업단(뉴트라슈티컬 바이오)

Component Analysis of Masou Salmon (*Oncorhynchus masou*)

Hyun-Taek Oh¹, Soo-Hyun Kim¹, Su-Jung Yoo¹, Hyun-Jin Choi¹,
Mi-Ja Chung², and Seung-Shi Ham^{1*}

¹Dept. of Food Science and Biotechnology, School of Biotechnology,

²Nutraceutical Bio Brain Korea 21 Project Group, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

Levels of minerals, vitamin, amino acids, fatty acids and chemical compositions were determined in the fleshy parts that are used for food. The moisture, crude protein, crude lipid, crude ash and carbohydrate contents of masou salmon were 73.6 ± 0.4 , 17.7 ± 0.3 , 3.3 ± 0.2 , 1.3 ± 0.1 and $4.1 \pm 0.2\%$, respectively. Potassium was the highest followed by phosphorus, calcium and sodium. The vitamin C and E levels in masou salmon were 600 and 200 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, respectively. Sixteen amino acids were detected and essential amino acids among them are threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine, arginine, and histidine. Oleic acid was the most abundant fatty acid in masou salmon and polyunsaturated fatty acids were EPA, DHA, linoleic acid, α -linolenic acid, γ -linolenic acid and arachidonic acid. These results may offer a scientific basis for the commercial use of masou salmon.

Key words: *Oncorhynchus masou*, minerals, vitamin, amino acids, fatty acids

서 론

현대 사회는 급격히 변동하고 있으며 고도로 발달된 산업으로 인해 생활수준의 향상과 더불어 식생활 습관의 서구화가 이루어지고 있다. 이로 인해 각종 성인병이 사망의 가장 큰 비중을 차지하며 그에 따라 예방과 치료에 대한 관심이 집중되고 있는 실정이다(1,2). 실제로 사람들은 각종 질병에 대하여 약물로 치료하기보다는 평소의 식습관과 생활패턴을 조절하여 건강한 몸을 유지하고 질병의 발생을 예방하려고 노력하고(3), 이는 경제 발달에 의한 생활수준의 발달과 소득 증가로 인해 식품에 대한 기대가 영양과 에너지 소비 측면을 넘어 생체기능 유지 및 강화를 비롯해 질병의 치료에 까지 미치고 있는 것이다(4). 2002년 미국의 저명한 시사저널 잡지 타임지는 10대 건강식품을 발표하였다(5). 이는 포도주, 토마토, 녹차, 마늘, 연어, 브로콜리, 귀리, 견과류, 시금치 및 머루였으며 이 중 연어만이 유일하게 동물성 식품이었다. 연어는 송어, 은연어 및 곱사연어 등과 함께 연어과에 속하는 어류이며 산천어 역시 연어와 더불어 연어과(Salmonidae)의 한 어류이다. 산천어의 학명은 *Oncorhynchus masou*로서 현재 우리나라 하천에 서식하거나 하천으로 회

귀하는 연어속 어종은 연어, 산천어, 시마연어와 무지개송어 뿐이다. 시마연어는 산천어의 강해형(降海型, *O. masou var masou*)이며 흔히 산천어라 하면 육봉형(陸封型, *O. masou var ishikawa*)을 말한다. 지방에선 곤돌메기, 연무기, 열목이 등으로도 불리며, 강해형인 시마연어와 형태가 비슷하다(6-8). 우리나라의 대표적인 민물고기로서 알려져 있고 예로부터 건강식으로 이용되어 온 산천어에 대한 연구들은 최근 각 지방자치단체들이 지역의 홍보와 경영수익 사업에 관심을 갖게 되면서 활기를 띠기 시작하였다. 그 가운데에서도 '화천 산천어축제'가 전국적으로 명성을 얻으며 2006년에는 100만 명 이상의 관광객을 유치하는 등 지역경제 발전에 이바지하는 경제적 효과 역시 크게 창출하는 것으로 알려져 있다(9,10). 이와 같이 관심이 집중되고 있는 산천어지만 이것에 관한 연구는 서식지의 분포나 형태학적 연구 및 어체의 질병에 관한 연구, 냉수성 어종의 다양화에 따라 각광을 받을 수 있는 양식 대상어이기 때문에 경제성을 고려해 양식을 위한 품종의 개량 등에 관한 연구에 국한되어 있다(11-13).

따라서 본 연구에서는 산천어의 일반성분, 무기질, 비타민, 아미노산 및 지방산 함량을 분석한 결과를 제시하므로 산천어가 산업적 목적으로 이용될 수 있는 기능성 소재로서

*Corresponding author. E-mail: hamss@kangwon.ac.kr
Phone: 82-33-250-6453, Fax: 82-33-250-6453

의 개발 가능성 평가를 위한 과학적 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 이용한 산천어 시료는 강원도 화천군 나라축제 조직위원회로부터 제공받아 암수 개체의 구분 없이 실험에 이용하였으며 머리, 꼬리 및 지느러미를 제거한 뒤 가용 부위만 마쇄과정을 거쳐 각종 성분분석 실험을 실시하였다.

일반성분 분석

산천어의 일반성분을 분석함으로써 영양적 가치와 그 특성을 예측할 수 있기 때문에 산천어의 일반성분을 분석하였다. 일반성분 분석은 AOAC법(14)에 따라 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 즉 수분은 105°C 상압건조법, 조회분은 건식회화법, 조지방은 산분해법, 조단백질은 Kjeldahl법으로 분석하였다(14). 탄수화물은 100에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 함량을 뺀 가감법으로 그 값을 구하였다.

산천어의 무기질 분석

무기질은 AOAC법(14)에 의해 분석하였다. 즉, 수분을 완전히 건조시킨 산천어 1 g을 정밀히 평량하여 회화 용기에 넣고 예비 탄화를 시킨 후 550°C에서 2시간 동안 회화하였다. 여기에 증류수 10 mL 가량을 넣어 적신 후 50% 질산 3~4 mL를 가하였다. 이에 열을 가해서 여분의 질산을 증발시킨 후 다시 회화실에서 1시간 더 가열하였다. 여기에 염산을 1:1로 가하여 용해시킨 후 용량 플라스크로 옮겨서 증류수로 부피를 50 mL로 맞추었다. 이 용액의 무기질 조성을 유도 결합 플라즈마 방출 분광계(Atomn Scan 25, Thermo Jorell Ash Co., France)로 분석하였으며, 분석 조건은 approximate RF Power가 1,150 W이며, analysis pump rate는 100 rpm으로 하였고, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30 psi 및 15 mm로 하였다.

비타민 분석

산천어의 비타민 조성은 다음의 방법에 의하여 알아보았다. 비타민 A는 Lee 등(15)의 방법에 의해 추출하였다. 비타민 A 분석에 사용된 HPLC 조건은 μ Bondapak C₁₈ column(0.39×30 cm, Waters)을 사용하였고, 온도는 40°C, 이동상은 methanol:water(90:10, v/v), 이동속도는 1.0 mL/min, 검출기는 UV(325 nm)이었다(15). 비타민 B₁과 B₂는 Kim과 Ryu(16)의 방법과 Ivanovic 등(17)의 방법을 약간 변경하여 추출하였으며, 비타민 B₁과 B₂ 분석에 사용된 HPLC 조건은 capcell-pak C₁₈ AG 120 column(250 mm×4.6 mm, Shiseido)을 사용하였고, 이동상은 hexanesulphonic acid sodium salt:triethanolamine in water-methanol(85:15, v/v, pH 2.8), 이동속도는 1.0 mL/min, 검출기는 UV(280

nm)이었다(16,17). 비타민 C는 Lee 등(18)의 방법에 의해 추출하였으며, 비타민 C 분석은 같은 HPLC를 사용하였고, UV 검출기로 254 nm에서 분석하였다. 칼럼은 YMC Pack(4.6×250 mm, YMC Co., Ltd), 온도는 40°C, 이동상으로는 acetonitrile:50 mM NH₄H₂PO₄(70:30, v/v) 용액이었으며, 이동속도는 1.0 mL/min이었다(18). 비타민 E는 Kwak 등(19)의 방법에 의해 추출하였으며, 비타민 E의 분석은 μ -Porasil column(4.6×250 mm, Waters), n-hexane:isopropanol(99.92:0.08, v/v), US 검출기는 280 nm에서 측정하였고, 이동속도는 1.0 mL/min이었다(19).

아미노산 분석

Tryptophan을 제외한 아미노산 분석은 Pico-Tag 방법(20)에 따라 분석하였으며 동결 건조 시료 10 mg을 취하여 시험관에 넣고 0.03% β -mercaptoethanol을 함유하는 6 N HCl용액 10 mL를 가하고, 탈기하여 밀봉한 후 110°C에서 24시간 가수분해하여 농축한 후 건조하여 염산을 날려 보낸 다음 pH 2.2로 맞추어 시료로 사용하였다. 전처리를 거친 시료 50 μ L를 취하여 진공펌프가 장착된 Pico-Tag workstation(Waters, USA)에서 건조한 후, water:methanol:trimethylamine(2:2:1) 혼합용액 10 μ L를 첨가하여 다시 건조시켰다. 건조된 시료에 water:methanol:trimethylamine:phenylisothiocyanate(7:1:1:1) 혼합 용액 20 μ L를 첨가하여 phenylisothiocyanate 아미노산으로 유도체화 시킨 후 다시 건조시켰다. 여기에 시료 희석액 250 μ L를 첨가하여 건조된 시료를 용해한 후 HPLC로 분석을 행하였다. 분석은 HPLC system에서 행하였고, column은 Pico-Tag column(3.9×150 mm, 4 μ m, Waters)을 사용하였으며, 분석 중에는 47°C로 유지하였다. 이동상 용매 A(HPLC용 물)과 이동상 용매 B(60% acetonitrile)를 이용하여 용매구배(gradient elution)시켜 분석하였다. Gradient 조건은 0% B 용매가 linear rate로 17.7분에 100% B까지 되게 하고 이후 3분간 0% A:100% B를 유지하였으며 21분에 다시 B용매가 0%가 되도록 설정하였다. 이동속도는 1.0 mL/min으로 하였다.

지방산 분석

산천어 가용부분의 지방질은 클로로포름과 메탄올의 비율이 2:1(v/v)인 용액으로 추출하고(21,22), 가수분해하여 boron trifluoride를 사용하여 methyl ester화 시킨 후 GLC(Agilent 6890N, Agilent, USA)로 분석하였다(23,24). 분석 시 검출기는 FID, column은 HP-INNOWAX(30 m×0.32 mm id×0.50 μ m df) capillary column을 사용하였으며, column의 초기온도는 170°C로 유지하여 분당 5°C로 260°C까지 승온하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과는 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 각 군당 3개의 시료를 사용하여 실험은 3회 반복

Table 1. Proximate composition of masou salmon

Sample	(unit: %)				
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate
Masou salmon	73.6±0.4	17.7±0.3	3.3±0.2	1.3±0.1	4.1±0.2

Table 2. Mineral contents of masou salmon

Sample	(unit: mg/100 g)				
	Ca	P	Fe	K	Na
Masou salmon	75.5±0.8	226.2±1.3	0.1±0.0	357.9±2.1	8.3±0.2

시행하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

화천군 나라축제 위원회로부터 제공받은 산천어는 암수 개체의 구분 없이 실험에 이용하였으며 가용부위의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 산천어의 경우 수분을 제외하고는 단백질이 17.7%로 가장 많은 양 함유되어 있었으며 탄수화물과 지방이 각각 4.1%와 3.3% 함유되어 있었다. 연어와 송어의 단백질 함량이 각각 20.6%와 21.0%라고 발표된 농촌진흥청의 자료와 비교하였을 때 다소 적은 함유율을 나타내며 조지방과 조회분에서는 뚜렷한 차이를 나타내지 않는다. 또한 산천어의 탄수화물 함유율은 4.1%로 연어 및 송어가 각각 0.2%와 0.1%를 나타내는 것에 비해서 높은 수치였다(25).

무기질 함량

산천어의 무기질 조성을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 산천어의 무기질 분석은 Ca, K, Fe, Na 및 P에 대하여 실시하였으며 실험 결과, Fe과 Na은 각각 0.1 mg/100 g 및 8.3 mg/100 g으로 다른 무기물에 비해 적은 양 함유되어 있었으나 Ca의 함량은 산천어 100 g 중 75.5 mg이며 P와 K가 각각 226.2 mg 및 357.9 mg으로 산천어의 주요 무기질인 것으로 나타났다. 이는 농촌진흥청 자료와 비교하였을 때 P와 K는 연어(각각 243 mg과 330 mg)나 송어(각각 263 mg과 400 mg)와 함량에 있어 차이가 없었지만 Fe과 Na 함량은 연어와 송어에 비해 약 10분의 1 정도 밖에 함유되어 있지 않았다. 또한 Ca의 함량이 연어와 송어의 경우 각각 24 mg과 35 mg인 것으로 보고된 것과 비교하여 산천어에서는 그 함량이 약 2~3배 높았다(25). 따라서 산천어는 Ca 공급을 위한 좋은 급원인 것으로 사료되었다.

비타민 함량

산천어의 비타민 조성 결과는 Table 3과 같다. 산천어는 100 g당 비타민 C가 600 µg/100 g으로 산천어에 존재하는 다른 비타민에 비하여 가장 많은 양이 함유되어 있었으며

Table 3. Vitamin contents of masou salmon

Sample	(unit: µg/100 g)				
	A	B ₁	B ₂	C	E
Masou salmon	-	99.1±0.3	46.4±0.2	600.0±1.8	200.0±0.7

그 다음으로 비타민 E가 200 µg/100 g 함유되어 있었다. 비타민 A는 검출되지 않았지만 비타민 B군 중 B₁과 B₂의 함량이 각각 99.1 µg/100 g과 46.4 µg/100 g으로 나타났다. 그러나 본 연구에서는 육류보다 고단백의 어류를 통해서 더 많은 요구량을 충족시킬 수 있다(26)고 알려진 비타민 B₆의 경우에는 검출이 되지 않았다.

본 연구결과는 산천어가 이미 잘 알려져 있는 항산화 비타민인 비타민 C와 비타민 E를 많이 함유하고 있어 산천어를 이용한 기능성 소재 개발에 대한 가능성을 제시하고 있다.

아미노산 함량

산천어에 대한 아미노산을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 아미노산 분석 결과 16종의 아미노산이 검출되었으며 건조된 산천어 가용부위 1 g에 함유되어 있는 아미노산의 총량은 286.0 mg으로 이 중 glutamine(42.4 mg/g)이 가장 많이 함유되었다. 특히 인체에서 합성이 불가능하여 식품으로 섭취해야만 하는 필수아미노산의 경우 threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine, arginine 및 histidine의 총 9종이 각각 5.4, 34.3, 6.6, 9.4, 15.7, 6.3, 27.3, 19.3 그리고 0.8 mg/g의 함량으로 산천어에 존재하는 것으로 나타났다. Tryptophan을 제외한 필수아미노산과 총 아미노산 비율은 43.7%로서 FAO 권장량 42.17%보다 다소 높았다(27). 이는 사람의 경우 식품으로 섭취해야하는 총 10종의 필수아미노산 중 대부분을 산천어를 통해서 충족시킬 수 있음을 보여주는 결과이다. 이들 결과는 천연 및 양식산 담수어의 식품성분에서 아미노산의 함량에 대한 연구를

Table 4. Contents of amino acids in masou salmon

Kinds of amino acids	(unit: mg/g)	
	mg/g	
Asparagine	28.7±0.3	
Threonine	5.4±0.2	
Serine	3.7±0.1	
Glutamine	42.4±0.4	
Proline	30.4±0.3	
Glycine	33.3±0.3	
Alanine	20.3±0.2	
Valine	34.3±0.4	
Methionine	6.6±0.2	
Isoleucine	9.4±0.1	
Leucine	15.7±0.3	
Tyrosine	2.1±0.1	
Phenylalanine	6.3±0.2	
Lysine	27.3±0.3	
Histidine	0.8±0.1	
Arginine	19.3±0.2	
Total	286.0±1.1	

실행한 Kim과 Lee(28)는 서식지나 양식지에 따라 아미노산 조성은 크게 달라지지 않는다고 보고하였으며 천연 및 양식장의 뱀장어에 대해 연구한 Choi 등(29)에 의하면 천연산이나 양식산에 관련 없이 아미노산의 조성은 lysine, glycine, aspartic acid 및 glutamine이 전체 아미노산 함량의 45% 이상을 차지한다고 보고하였다. 앞서 보고된 연구와 마찬가지로 산천어 역시 특정의 몇몇 아미노산(glutamine, valine, glycine, proline, asparagine, lysine)이 전체 아미노산 함량의 68.7%를 차지하였다. 이렇듯 인체 내에서 다양한 작용을 하는 아미노산이 산천어에는 다량 함유되어 있으며 이러한 결과는 산천어의 인체에 대한 생리활성의 근거로 이용될 가능성이 있다.

지방산 함량

산천어의 지방산 분석을 위하여 가용부분의 지방질을 추출하여 실험을 실시하였으며 그 결과는 Table 5와 같다. 산천어에 존재하는 지방산 함량을 분석을 통해 알아본 결과 20종의 지방산이 검출되었으며 총 지방산의 함량 중 oleic acid가 24.6%로 가장 많이 함유되어 있었으며 그 다음으로 palmitic acid(19.8%), linoleic acid(17.4%) 및 docosahexaenoic acid(12.5%)가 높은 함량을 나타내었다. 이렇듯 4종의 지방산이 총 지방산 함량의 70% 이상을 차지하며 나머지 16종은 10% 이하의 비슷한 함량으로 함유되어 있다. 특히 omega-3 지방산으로 알려져 있는 α -linolenic acid, EPA와 DHA를 비롯하여 omega-6 지방산 계열인 linoleic acid, γ -linolenic acid 및 arachidonic acid 등이 모두 함유되어 있었다. 굴비의 지방산 함량을 분석한 결과 22종의 지방산이 검출되었으며(30), 이는 산천어와 유사하였다. 따라서 산천어는 다수의 필수지방산을 함유하고 있었으며 이러한 구성성

분으로 인한 다양한 생리활성이 기대되는 바이다.

요 약

산천어를 식이로 사용하는 부분만을 취하여 일반성분, 무기질, 비타민, 아미노산 및 지방산 함량을 분석하였다. 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 그리고 탄수화물 함량이 각각 73.6 ± 0.4 , 17.7 ± 0.3 , 3.3 ± 0.2 , 1.3 ± 0.1 그리고 $4.1 \pm 0.2\%$ 이었다. 분석한 무기질 중에는 칼슘 함량이 가장 높았고 다음은 인, 칼륨, 나트륨, 철 순으로 높은 함량을 나타내었다. 산천어에 함유된 비타민 C와 E는 각각 600와 200 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이었다. 16종류의 아미노산이 검출되었으며 그들 중에 필수아미노산은 threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine, arginine, 그리고 histidine이었다. Oleic acid가 산천어의 가장 풍부한 지방산이고 불포화지방산으로는 EPA, DHA, linoleic acid, α -linolenic acid, γ -linolenic acid, and arachidonic acid를 함유하고 있었다. 이 연구 결과들은 산천어를 상업적으로 이용하기 위한 유용한 과학적 기초 자료를 제공하여 주는 것이라고 생각된다.

문 헌

1. Ham SS, Oh HT, Kim SH, Yoo SJ. 2007. The antimutagenic effects and cytotoxic activities of *Agaricus blazei* murill mycelium extracts and fractions. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 563-570.
2. Choi JW, Ryu DY, Kim YK, Hong EG, Kwun MS, Han JS. 2000. Extraction and purification of bioactive materials from *Agaricus blazei* fruiting bodies. *Kor J Biotechnol Bioeng* 15: 293-298.
3. 정두일, 이한수, 김평현, 전계택, 김채웅, 김병철, 이세원, 김경훈. 2005. 바이오의학특론. 강원대학교 출판부, 춘천. p 8-25.
4. Miquel J, Quintanilha AT, Weber H. 1989. *Handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine*. CRC press, New York. Vol I, p 223.
5. Time. 2002. 10 Foods that pack a wallop. New York Time, Monday, January, 21.
6. 이종래. 1991. 한·영·일 수산물 식물영양사전. 현대해양사, 서울. p 112.
7. 최기철. 1993. 우리 민물고기 백가지. 현암사, 서울. p 484-487.
8. 김인배. 1974. 한국산 담수어류. 태화출판사, 서울. p 40-41.
9. Ko JY. 2007. A comparative study on behavioral analysis and WTP by local festival types. *PhD Dissertation*. Kangwon National University, Chuncheon. p 12-15.
10. Lee S, Ko JY, Shin HJ. 2007. An analysis of purchasing patterns of local agricultural produces by truncating the WTP-Focusing on tourists in cherry salmon festival. *Kor J Tour Agric* 14: 183-196.
11. Jeon SR. 1992. Morphological and distributional studies on the *Oncorhynchus masou masou* (Pisces: Salmonidae) from Korea. *J Basic Sci* 6: 1-15.
12. Sohn SG, Park MA, Lee SD. 1991. Studies on a viral disease of masu salmon, *Oncorhynchus masou*- I -A histopathological study on masu salmon fry. *J Fish Pathol* 4: 79-85.
13. Park IS, Zhang CI. 1994. Morphometrical differences between diploid and induced triploid cherry salmon, *Oncor-*

Table 5. Contents of fatty acids in masou salmon

(unit: %)	
Kinds of fatty acids	%
C12:0 (Lauric acid)	0.7±0.1
C14:0 (Myrist acid)	3.6±0.2
C15:0 (Pentadecaenoic acid)	0.6±0.1
C16:0 (Palmitic acid)	19.8±0.4
C16:1 (Palmitoleic acid)	5.4±0.3
C17:0 (Magaric acid)	0.6±0.1
C18:0 (Stearic acid)	0.4±0.1
C18:1 (Oleic acid)	24.6±0.5
C18:2 (Linoleic acid)	17.4±0.3
C18:3- α (α -Linolenic acid)	1.8±0.1
C18:3- γ (γ -Linolenic acid)	0.3±0.1
C20:0 (Arachidonic acid)	0.4±0.1
C20:1 (Galdoleic acid)	2.2±0.1
C20:2 (Docosatrienoic acid)	1.7±0.2
C20:5 (Eicosapentaenoic acid)	4.0±0.1
C22:1 (Behenic acid)	1.1±0.2
C22:2 (Clupanodonic acid)	0.7±0.1
C23:0 (Tricosanoic acid)	1.0±0.2
C24:0 (Leagnoseriac acid)	0.2±0.0
C22:6 (Docosahexaenoic acid)	12.5±0.3

- hynchus masou*. *Kor J Ichthyol* 6: 206-221.
14. AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. p 9, 22, 49-59.
 15. Lee BY, Park EM, Kim EJ, Choi HD, Kim IH, Hwang JB. 1996. Analysis of chemical components of Korean loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit. *Korean J Food Sci Technol* 28: 428-432.
 16. Kim SY, Ryu CH. 1995. Studies on the nutritional components of purple sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Korean J Food Technol* 27: 819-825.
 17. Ivanovic D, Popovic A, Radulovic D, Medenica M. 1999. Reversed-phase ion-pair HPLC determination of some water-soluble vitamins in pharmaceuticals. *J Pharm Biomed Anal* 18: 999-1004.
 18. Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853.
 19. Kwak BM, Lee KW, Ahn JH, Kong UY. 2004. Simultaneous determination of vitamin A and E in infant formula by rapid extraction and HPLC with photodiode array detection. *Korean J Food Sci Technol* 36: 189-195.
 20. Waters Associates. 1983. Official method of amino acid analysis. In *Amino acid analysis system of operators manual of the Waters Associates*. Milford, MA, USA. p 37.
 21. Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid methods of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917.
 22. Folch J, Lee M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple methods for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
 23. Metcalfe LD, Schmitz AA. 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 33: 363-364.
 24. Shim TH, Han KS, Lee TJ, Cheong EH, Lee HK. 1994. Composition of lipid and amino acid in *Semisulcospira gottschei* tissues. *J Food Hyg Saf* 9: 81-87.
 25. 농촌진흥청 농촌자원개발연구소. 2006. 식품성분표. 제7개정판. 농촌진흥청 출판부, 수원. p 276-496.
 26. Kim YT. 1993. Enzymatic studies on vitamin B6 metabolism. *J Fish Pathol* 6: 133-142.
 27. FAO. 1991. Amino acid content of food and biological data on protein. Rome, Italy
 28. Kim KS, Lee EH. 1986. Food components of wild and cultured fresh water fishes. *Bull Kor Fish Soc* 19: 195-211.
 29. Choi JH, Lim CH, Choi YJ, Byun DS, Kim CM, Oh SK. 1986. Comparison of protein and amino acid in wild and cultured eels. *Bull Kor Fish Soc* 19: 60-66.
 30. Shin MJ, Kim JM. 2004. Effect of garlic and onion juice on fatty acid compositions and lipid oxidation in Gulbi (salted and semi-dried yellow croaker). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1337-1342.

(2008년 4월 17일 접수; 2008년 6월 30일 채택)