

조리방법에 따른 삼치(*Scomberomorus niphonius*)의 식품 영양성분 변화

문수경 · 강지연 · 김인수 · 정보영*

경상대학교 식품영양학과/해양산업연구소

Changes of Nutritional Components in Spanish Mackerel *Scomberomorus niphonius* by Various Cooking Methods

Soo-Kyung Moon, Ji-Yeon Kang, In-Soo Kim and Bo-Young Jeong*

Department of Food and Nutrition/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

The changes in the proximate compositions, lipid classes, and fatty acids of muscle and dripped lipids, and the amino acid compositions and mineral content were studied in Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* muscle cooked using a frying pan, oven, and microwave oven. The moisture content was high in the raw sample (65.7%) and decreased with cooking, decreasing the most with frying pan method (54.5%). Conversely, the protein, lipid and ash contents increased significantly with cooking ($P < 0.05$). The dripped lipid content from the cooked muscles was the highest with the frying pan sample (0.81%) and was approximately half this level in the oven (0.46%) and microwave oven (0.34%) samples. The percentage of non-polar lipid (NL) in the total lipid content exceeded 95% for the muscle lipids (13.9-17.6 g/100 g sample) and 99% for the dripped lipids (0.34-0.81 g/100 g sample). The prominent fatty acids were 18:1n-9, 16:0, 22:6n-3, 16:1n-7, and 20:5n-3 in the muscle and dripped lipids. The frying pan muscle lipid contained high levels of saturates and monoenes such as 16:0, 18:0, and 18:1n-9, and low levels of polyenes compared with other muscle lipids. The fatty acid compositions of the dripped lipids were similar with all three cooking methods. The prominent total amino acids in Spanish mackerel muscle were glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine, and arginine, and their proportions were similar (45.49-45.82%) in all samples. The potassium and phosphorous contents increased significantly with cooking ($P < 0.05$), and while no heavy metals were detected in any sample. These results indicate that the change in nutritional components, especially the lipid content, was lower with the microwave oven and oven methods compared with the frying pan method.

Key words: Amino acid, Cooking methods, Dripped lipid, Fatty acid, Spanish mackerel

서 론

우리나라 국민 1인당 연간 어패류 소비량은 1999년 30.7 kg에서 2009년에 35.4 kg으로 지속적으로 증가 추세를 나타내고 있다(KREI, 2010). 이와 같이 어패류의 소비가 늘어난 것은 국민소득의 향상과 더불어 건강에 대한 관심이 사회 전반적으로 확대되어짐으로써 어패류와 같은 수산물이 곧 건강식품 또는 well-being 식품이라는 인식이 일반소비자들에게도 널리 퍼져 수산물에 대한 선호도가 높아졌기 때문으로 분석된다.

삼치는 우리나라 서, 남해를 비롯하여 동중국해, 일본 중부이남의 연안 표층에서 어군을 형성하며 이동하는 전형적인 표영

성 부어류이며, 봄에 서해와 남해의 연안에서 산란하고, 가을에는 월동을 위해 남쪽으로 이동한다. 또한 삼치는 초기 성장이 매우 빨라 부화 후 6개월이면 체장이 33-46 cm까지 자라고 만 1년이 되면 57 cm까지 성장하며 최대 110 cm까지 성장하는 것으로 알려져 있다(Chyung, 1977; NFRDI, 1994).

우리나라 연안해역에서 어획되는 삼치의 총 어획량이 1970년대에는 10,000 M/T이하 이었으나, 1980년대에 들어 어획량이 점점 증가하여 2000년대 초기에는 약 25,000 M/T이상, 그리고 2000년대 중반부터 2010년까지는 약 35,000 M/T으로 어획량의 급격한 증가를 보이고 있다(Korea Statistical Information Service, 2010).

Article history;

Received 8 March 2012; Revised 19 June 2012; Accepted 3 August 2012

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 1435 Fax: +82. 55. 754. 8630

E-mail address: byjeong@gnu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 45(4) 317-326, August 2012

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0317>

pISSN:0374-8111

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

삼치는 고등어, 정어리, 꽁치와 같은 적색육어류로 단백질과 지질 함량이 높은 고 에너지 식품이며 다른 생선에 비해 특히 육질이 부드러운 특징을 가지고 있다. 그리고 삼치의 지질 성분도 고등어 등 다른 적색육 어류에 함유되어 있는 지질과 마찬가지로 다양한 생리기능을 가진 eicosapentaenoic acid (EPA)와 docosahexaenoic acid (DHA) 등 omega-3 (ω 또는 n) polyunsaturated fatty acid (n-3 PUFA)의 우수한 공급원이다(Jeong et al., 1998a,b). 생체조절 기능성분인 n-3 PUFA를 다량 함유하고 있는 수산식품이 심혈관 건강에 해로운 콜레스테롤과 혈압을 낮추어 준다는 연구(Horrocks, 1999)를 비롯하여 뇌혈관질환, 고혈압, 위암, 간암, 자궁암, 간경변 등에 의한 사망률을 낮출 수 있다고 보고 되어 있다(Hirayama, 1990). 특히 DHA와 같은 n-3 PUFA는 유아의 두뇌발달과 시력발달에 필수적인 성분으로도 잘 알려져 있다(Birch et al., 1998). 우리나라에서 삼치는 보통 겨울에서 봄까지 생선회로 많이 이용되고 있으며, 육질이 매우 연하고 소화가 잘 되므로 여러 가지 요리에 이용되고 있을 뿐 만 아니라 어획고의 절반 이상을 일본, 중국 및 미국 등으로 수출하는 고급 어종 중의 하나로도 알려져 있다.

그 동안 우리나라 가정에서는 보통 생선을 통째로 구입하여 손질하고 조리해야 하므로 전 처리가 다소 번거롭고 손질 중에 비린내가 난다는 이유로 젊은 소비자들의 외면을 받아왔다. 하지만 최근에는 식품가공기술의 발달로 이러한 단점을 보완하여 누구나 손쉽게 조리할 수 있는 1차 가공된 간편한 제품이 많이 유통되고 있어 젊은 소비자들에게 각광받고 있다. 생선조리 방법 가운데 가장 손쉬운 생선구이는 주로 석쇠나 frying pan을 이용하여 굽는 경우가 대부분이었으나, 최근 들어 oven 및 microwave oven과 같은 가전기기가 각 가정에 널리 보급되면서 이들을 이용한 간편하고 신속한 조리방법이 개발되어 바쁜 현대인의 조리시간을 단축시키고 가사노동 경감 효과에 큰 기여를 하고 있다.

현재 소비자들은 건강식품 또는 well-being 식품에 대한 선호도가 높은 경향이고, 식품자체에 함유되어 있는 식품영양성분은 물론 조리과정 중 건강과 관련된 식품영양성분의 변화에 대한 구체적인 정보를 얻기 원한다. 어류의 식품영양성분은 이미 많은 연구를 통하여 밝혀져 왔다(Jeong et al., 1998a,b; Kim et al., 2001; Yoon et al., 2010; Moon et al., 2011). 그러나 어류의 조리과정 중 식품영양성분의 변화에 관한 연구로는 Shim et al. (1994)이 수행한 수중 어육의 가열조건에 따른 아미노산조성의 변화에 관한 연구, 그리고 Park et al. (2010)의 양식 고등어의 가열조리에 의한 지방산조성의 변화에 관한 연구 등 극히 소수에 불과하다. 또한 이들 연구들은 가열조리에 따른 아미노산조성이나 지방산조성 등에 국한되어 있고, 일반성분, 무기질, 중금속 등과 조리 시에 흘러나오는 유출지질을 포함한 식품영양성분의 변화를 종합적인 측면에서 검토한 연구는 찾아 볼 수 없다.

따라서 본 연구에서는 최근 어획량이 증가하고 있고, 건강식

품으로 각광받고 있는 등푸른생선의 일종인 삼치를 시료로 하여 일반가정에서 보편적으로 사용되고 있는 조리기구, 즉 frying pan, oven 및 microwave oven을 이용하여 가열처리한 조리방법이 삼치의 일반성분, 지방산, 아미노산, 무기질 등과 유출지질을 포함한 식품영양성분의 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 검토하였다

재료 및 방법

시료

본 연구에 사용된 삼치(15마리)는 2006년 2월 거제연안의 정치망에서 어획된 것을 제공받아 신선한 상태로 ice box에 얼음을 채워 넣고 통영시 소재 실험실로 운반한 다음 전장, 체장, 체중 및 폐기율을 측정하였다. 삼치를 3장뜨기 필레(fillet)으로 뜯 후 생시료용, frying pan 시료용, oven 시료용 및 microwave oven 시료용으로 구분하여 사용하였다. 일반적으로 가정에서 생선구이에 많이 사용되고 있는 조리기구인 frying pan, oven 및 microwave oven을 이용하여 예비실험을 행하고 가장 적절한 구이조건을 결정하였다. 시료를 조리방법별로 가열처리한 후 육질부와 유출된 지질을 분리하였으며 육질부는 균일하게 마쇄한 다음 -70℃ 냉동고에 저장하면서 분석 시료로 사용하였다.

조리방법에 따른 시료의 조제

Frying pan을 이용한 시료 조제는 테프론으로 코팅된 frying pan과 가스레인지(SAMSUNG SGR-22SB)를 사용하였다. 가열 중에 유출되는 기름을 따로 회수하기 위해서 쿠킹호일을 네모상자모양으로 접어 frying pan 위에 깔고 그 위에 fillet을 올렸다. 중 불에서 육질부분을 먼저 13분간 가열하고 뒤집어서 껍질부분을 7분간 가열하여 총 20분간 가열하였다. Oven 시료는 오븐(Rinnai RSO-Z53H, Rinnai Korea)을 먼저 200℃로 예비가열하여 oven 내부 온도를 일정하게 하였으며, 육질부로부터 유출된 지질을 따로 회수하기 위해서 쿠킹호일을 네모상자모양으로 접어 사기접시 위에 올리고 그 위에 fillet을 담아 18분간 가열하였다. Microwave oven (LG전자 M-M209EC, 2,450MHz)을 이용한 시료는 사기접시 위에 쿠킹호일을 네모상자모양으로 접어 올린 후 그 위에 fillet을 담아 10분간 가열하였다.

이들 각각의 조리방법으로 조제된 삼치의 육질부와 유출된 지질을 분리하여 회수한 후 분석 시료로 사용하였다.

pH 측정

Fillet으로 만든 생시료 약 10 g을 2-3 cm 크기로 절단하여 비이커에 담고 증류수 100 mL를 넣은 후 speed cutter (HANIL, 후드믹서 FM-909T)로 30초간 균질화시켰다. 균질화된 용액

을 pH meter (MP 225 pH Meter, METTLER TOLEDO)를 이용하여 측정하였고 전 과정을 3회 반복하였다.

일반성분 및 인지질 함량 분석

일반성분 중 수분함량은 상압 가열건조법, 단백질함량은 Semimicro Kjeldahl법, 회분함량은 건식회화법으로 측정하였으며, 지질(total lipid, TL) 함량은 Bligh와 Dyer (1959)의 방법에 의하여 지질을 추출하고 중량법으로 측정하였다. 유출 지질량은 쿠킹호일에 유출된 지질을 최대한 주의 깊게 회수하여 클로로포름을 이용하여 50 mL로 정용한 후 중량법으로 측정하였다. TL 중 인지질(phospholipids, PL) 함량은 Bartlett (1959)의 방법에 의해 정량하였고, 비극성지질(non-polar lipid, NL) 함량은 TL과 PL의 함량차이로 계산하였다.

지질 class 및 지방산 조성 분석

TL 중 NL 및 PL class 조성은 Jeong et al. (1990)의 방법에 따라서 분석하였다. TL의 지방산 methyl ester는 14% BF₃-Methanol 용액을 이용하여 조제하였다(AOCS, 1998). TL의 지방산 조성은 Omegawax 320 fused silica capillary column (30 m×0.32 mm×0.25 µm film thickness, Supelco, Inc. Bellefonte, USA)을 장착한 GC (Shimadzu 17A, Shimadzu Seisakusho, Co, Ltd. Kyoto, Japan)로서 분석하였다. 시료 주입구(injector) 및 FI (flame ionization) 검출기(detector) 온도는 250°C로 하였으며, 컬럼오븐(column oven) 온도는 180°C에서 8분간 유지한 후 3°C/min으로 230°C까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)을 사용하고, split ratio는 1:50으로 하였다. 분석된 지방산은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준품(Sigma Chemical Co., St Louis, USA)의 머무름시간(retention time)과 비교하여 동정하고, 표준품이 없는 지방산의 경우는 문헌상(Ackman, 1986; Moon et al., 2005)의 ECL (equivalent chain length)과 비교하여 동정하였다. 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (99%; Aldrich Chem. Co., Milwaukee, USA)를 사용하였다.

아미노산조성 분석

총 아미노산은 잘 마쇄된 시료 100 mg을 test tube에 정확히 취한 후, 6N HCl 3 mL를 가하여 질소를 충전시킨 후, heating block을 사용하여 110°C에서 24시간 동안 가수분해시켰다. 가수분해된 용액을 glass filter로 여과하여 진공증발기(EYELA, SB-1000)에서 HCl을 완전히 제거한 후, citrate buffer를 이용하여 25 mL로 정용하였다. 정용된 시료를 Biochrom 20 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 20. UK)에 의하여 총 아미노산을 분석하였다.

무기질 및 중금속 함량 분석

무기질 및 중금속 함량은 Tsutagawa et al. (1994)의 실험방법에 준하여 습식 분해하여 시료를 조제하여 분석하였다. 즉, 시료 1 g을 100 mL 삼각플라스크에 정확히 취한 후, HNO₃를 약 10 mL 첨가하고, heater에 올려놓고 중간 정도의 열에서 가열하였다. 가열중에 HNO₃가 줄어들면 더 첨가시켜주는 과정을 반복하면서 가열중 HNO₃가 튀거나 넘치지 않도록 주의하였다. HNO₃가 유기물을 모두 분해하게 되면 무색 투명하게 되는 시점까지 분해시키고 용액이 약 1-3 mL정도 남을 때까지 HNO₃를 증발시켰다. 가열된 시료를 냉각시킨 후 1% HCl로 50 mL 정용하여 분석시료로 사용하였다. 무기질 및 중금속 분석은 Inductively Coupled Plasma emission spectrophotometer (ICP, Sequential ICP-AES, Varian, Palo Alto, CA, USA)로 행하였으며, 각 무기질의 정량 분석은 standard calibration curve peak area를 사용하였다.

통계분석

모든 분석은 각 시료를 2 group으로 나누고 각 group은 다시 2회씩 분석하여 각 시료당 총 4회 실시하였다. 분석결과 얻어진 자료는 SPSS (Statistical package for the social sciences)를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 조리방법에 따른 유의성 검정($P < 0.05$)은 One-way ANOVA 및 Duncan's multiple range test에 의해 실시하였다.

결과 및 고찰

삼치의 생물학적 성상

본 연구에 사용된 삼치(Spanish mackerel, *Scomberomorus niphonius*)의 생물학적 성상은 전장 53.0±2.8 cm, 체장 44.2±2.3 cm, 체중 846.8±111.1 g, pH 6.26 (생시료육) 및 폐기율은 41%이었다. 삼치는 초기성장이 매우 빨라 부화 후 6개월이면 체장이 33-46 cm까지 자라고 만 1년이 되면 57 cm까지 성장하므로(NFRDI, 1994) 본 연구에 사용된 시료인 삼치는 약 6개월산으로 추정된다. 또한 삼치의 신선도를 알아보기 위해 생시료육의 pH를 측정한 결과 6.26으로서 비교적 신선한 상태를 알 수 있었다.

일반성분 조성

조리방법에 따른 삼치육의 일반성분 조성 및 유출지질량을 Table 1에 나타내었다. 조리방법에 따른 삼치육 중의 수분함량은 생시료(65.7%)가 가장 높았으며 다른 모든 시료들은 생시료에 비해 수분함량이 유의적으로 낮았다($P < 0.05$). 특히 frying pan 시료(54.5%)가 수분함량이 가장 낮았고 다음으로 microwave oven 시료(55.9%) 및 oven 시료(59.5%)의 순이었다. 이러한 수분함량의 차이는 가열하는 조리방법에 따라 수분의

Table 1. Proximate compositions of Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* muscle by various cooking methods (wt %)

	Raw	Frying pan	Oven	Microwave oven
Moisture	65.66±0.46 ^c	54.5±1.21 ^a	59.5±1.13 ^b	55.9±1.86 ^a
Protein	18.0±0.18 ^a	23.4±0.35 ^c	20.6±0.07 ^b	22.9±0.46 ^c
Lipid	13.9±0.86 ^a	17.6±1.93 ^b	16.4±1.44 ^b	17.0±1.36 ^b
Ash	1.23±0.01 ^a	1.48±0.22 ^b	1.42±0.07 ^{ab}	1.57±0.09 ^b
Dripped lipid		0.81±0.14 ^b	0.46±0.15 ^{ab}	0.34±0.02 ^a

Data are expressed as mean±SD of four determinations(two×two determinations), and different superscript letters indicate statistically significant difference ($P<0.05$).

증발 정도가 각기 다른 것을 시사하고 있다. 뉴질랜드산 king salmon (Larsen et al., 2010)의 경우도 생시료에서 수분함량(63.9%)이 가장 높았고, oven baked (59.4%), microwaved (58.8%), pan fried (56.4%) 순으로 수분함량이 감소하였으며, 특히 pan fried에서 수분함량이 가장 많이 감소하는 것으로 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

단백질함량은 생시료가 18.0%로 가장 낮았으며 다른 모든 시료에서는 생시료에 비해 유의적으로 높았다($P<0.05$). 조리방법에 따른 단백질함량은 수분함량과는 반대로 frying pan 시료(23.4%)에서 가장 높았고, 다음으로 microwave oven 시료(22.9%), 그리고 oven 시료(20.6%)에서 가장 낮았다. 지질함량 역시 생시료가 13.9%로 가장 낮았으며, 모든 가열조리 시료 즉, oven 시료(16.4%), microwave oven 시료(17.0%) 및 frying pan 시료(17.6%)에서 생시료보다 유의적으로 높은 함량을 나타내었다($P<0.05$). 이러한 현상은 단백질함량의 경우처럼 삼치육을 가열조리함으로써 수분함량이 감소한 결과 지질함량이 상대적으로 높아졌기 때문인 것으로 보인다($P<0.05$). 이와 같이 생선을 구운 후 수분의 감소와 더불어 지질과 단백질 함량이 상대적으로 증가한 것은 메기의 경우에도 유사한 결과를 나타내었다고 보고되어 있다(Mustafa and Medeiros, 1985). 또한 회분함량도 생시료(1.23%)가 가장 낮았으며 미량이지만 다른 모든 가열조리 시료에서는 생시료에 비하여 그 함량이 유의적으로 높았다($P<0.05$).

한편 본 연구에 사용된 삼치육(생시료)의 일반성분은 Jeong et al. (1998a)의 결과와 비교했을 때 상당한 차이를 나타내었는데, 즉 시료인 삼치육(생시료)의 일반성분은 수분(65.7% vs. 72.7%), 단백질(18.0% vs. 19.6%), 지질(13.9% vs. 4.93%), 회분(1.23% vs. 1.52%)로서 특히 수분함량과 지질함량에서 큰 차이를 나타내었다. 이러한 결과는 시료의 채취시기 및 어체의 크기에 따른 차이로 생각된다. 즉 본 연구에 사용된 삼치는 2월산으로 체장이 44.2 cm 였고, 후자의 경우에는 8월산으로 체장이 39.5 cm 였다. 또한 일반적으로 삼치는 봄철의 산란기 직전이 지질함량이 많은 것으로 알려져 있다.

그리고 조리방법에 따른 유출된 지질량을 측정된 결과 frying pan 시료(0.81%)에서 가장 많이 유출되었으며 oven 및 microwave oven 시료에서는 각각 0.46% 및 0.34%로 frying pan 시료에 비해 약 1/2 정도의 지질이 유출되었다. 삼치육의 총지질

함량에 대한 유출지질의 비율은 frying pan 시료 4.41%, oven 시료 2.74% 및 microwave oven 시료가 1.96%로 나타났다. 따라서 삼치육을 이용하여 구이를 할 경우 frying pan으로 굽는 대신 지질유출비율이 적어 삼치의 기능성 지질을 최대한 섭취할 수 있는 oven 및 microwave oven을 이용한 조리방법이 권장할만한 구이방법이라 생각된다. 그리고 생선의 가열조리에 따른 유출지질에 관한 다른 연구 예는 찾아 볼 수 없었다.

지질 class 조성

조리방법에 따른 삼치육 및 유출지질의 지질 class 조성을 Table 2에 나타내었다. 모든 시료에서 NL함량은 13.5 (생시료) - 16.8 (frying pan 시료) g/100g의 범위였으며, PL함량은 0.39 (생시료) - 0.74 (frying pan 시료) g/100g으로 NL함량이 PL에 비해 월등하게 높았다. 생시료를 비롯한 모든 시료의 TL 중 NL과 PL 조성비는 각각 95.8% (frying pan 시료) - 97.2% (생시료), 2.8% (생시료) - 4.2% (frying pan 시료)의 범위로 대부분 NL성분이었다. 한편 frying pan 시료에서 NL의 조성비가 다른 시료에 비해 약간 낮게 나타났는데 이는 전술한 바와 같이 대부분 NL로 생각되는 유출지질이 frying pan 시료에서 가장 많았기 때문으로 보이며 실제 유출지질의 99% 이상이 NL이었다.

NL class는 모든 시료에서 triglyceride (TG)와 sterol ester (SE)가 검출되었다. 이들 NL class 중 TG가 NL 함량의 94% 이상을 차지하였으며 frying pan 시료(97.0%)가 다른 시료에 비해 유의하게 높았다($P<0.05$). 삼치와 같은 적색육어류인 천연산 고등어의 경우에는 TL 중 NL이 약 84.3-85.0%를 차지하였고, NL class는 TG (87.4-93.1%)가 주성분이었으나 free sterol (FS, 4.58-10.5%)이 상당량 함유되어 있었으며, 이외에 diglyceride (DG)와 free fatty acid (FFA)가 검출되어 삼치의 경우와는 조금 다른 양상을 나타내었다(Moon et al., 2009). 이러한 결과는 삼치와 고등어는 유사 어종이긴 하지만 어종 특유의 지질조성을 가졌기 때문으로 판단되었다.

한편 PL class는 sphingomyelin (SPM), phosphatidylcholine (PC), phosphatidylethanolamine (PE)이 모든 시료에서 검출되었으며, 이들 중 PC의 조성비가 모든 시료에서 82.6% 이상을 차지하였다. PC 조성비는 생시료에서 82.6%로 가장

Table 2. NL and PL contents and lipid class compositions of Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* muscle and dripped lipid by various cooking methods

	Muscle			
	Raw	Frying pan	Oven	Microwave oven
Total lipid (g/100 g muscle)	13.9±0.86 ^a	17.6±1.93 ^b	16.4±1.44 ^b	17.0±1.36 ^b
Non-polar lipid (g/100 g muscle)	13.5 (97.2%)	16.8 (95.8%)	15.7 (96.1%)	16.3 (96.1%)
Phospholipid (g/100 g muscle)	0.39 (2.8%)	0.74 (4.2%)	0.64 (3.9%)	0.66 (3.9%)
NL class (% of NL content)				
Triglyceride	96.4±0.58 ^b	97.0±0.64 ^b	94.8±0.83 ^a	95.8±0.90 ^a
Sterol ester	3.62±0.58 ^b	2.99±0.64 ^a	5.20±0.83 ^c	4.22±0.90 ^b
PL class (% of PL content)				
Sphingomyelin	9.62±1.91 ^c	4.76±1.55 ^b	2.79±0.28 ^a	2.15±0.62 ^a
Phosphatidylcholine	82.6±2.00 ^a	86.6±1.79 ^b	86.7±1.90 ^b	89.4±1.84 ^c
Phosphatidylethanolamine	7.73±1.99 ^a	8.65±0.74 ^b	10.5±1.81 ^c	8.45±1.93 ^b
	Dripped lipid			
	Frying pan	Oven	Microwave oven	
Total lipid (g/100 g muscle)	0.81±0.14 ^b	0.46±0.15 ^a	0.34±0.02 ^a	
Non-polar lipid (g/100 g muscle)	0.80 (99.0%)	0.458 (99.5%)	0.339 (99.8%)	
Phospholipid (g/100 g muscle)	0.01 (1.0%)	0.002 (0.5%)	0.001 (0.2%)	
NL class (% of NL content)				
Triglyceride	97.2±0.97	96.8±0.33	97.7±0.46	
Sterol ester	2.76±0.97	3.15±0.33	2.30±0.46	
PL class (% of PL content)				
Sphingomyelin	15.5±0.59 ^a	16.3±1.68 ^a	29.8±0.71 ^b	
Phosphatidylcholine	73.8±1.56 ^c	64.5±2.49 ^b	41.3±0.80 ^a	
Phosphatidylethanolamine	10.7±1.42 ^a	19.2±0.86 ^b	28.9±1.51 ^c	

Data are expressed as mean±SD of four determinations (two×two determinations), and different superscript letters indicate statistically significant difference ($P<0.05$).

낮고 다른 시료에서는 86.6%-89.4%로 생시료에 비해 유의적으로 높았다($P<0.05$). SPM은 생시료에서 9.62%로 다른 시료에 비해 유의적으로 높았다($P<0.05$). 또한 PE 조성비는 oven 시료(10.5%)에서 다른 시료(7.73-8.65%)에 비해 유의적으로 약간 높은 조성비를 나타내었다($P<0.05$). 한편 Moon et al. (2009)이 보고한 고등어육의 경우에는 TL중 PL구성비가 약 15.0-15.7%로 삼치육(2.8-4.2%)에 비해 높은 비율을 차지하였다. 또한 고등어의 PL class는 phosphatidylcholine (PC), phosphatidylethanolamine (PE), phosphatidylserine (PS), sphingomyelin (SPM)등이 검출되었으며, 이들 중 PC 및 PE의 조성비가 80% 이상을 차지하였다. 이들 결과는 어류근육의 PL class 중에서 PC 조성비가 가장 높고 그 다음으로 PE 조성비가 높은 것으로 알려져 있는 일반적인 경향과 유사하였다 (Takama et al., 1999; Jeong et al., 2000).

유출지질은 모든 조리방법에서 0.34-0.81%로 소량이 유출

되었지만, 지질 class 조성을 보면 모든 시료에서 NL 조성비가 99.0% 이상으로 대부분을 차지하였으며, PL의 조성비는 0.2-1.0%로 극히 낮았다. 유출지질의 NL class는 삼치육 지질과 마찬가지로 TG 및 SE가 검출되었고 그들의 조성비(96.9-97.2%)도 삼치육(94.8-97.0%)의 경우와 유사 하였다. 유출지질의 PL class도 삼치육과 마찬가지로 PC, PE 및 SPM이 검출되었고, 삼치육에 비하여 PC 조성비는 낮은 반면 PE 및 SPM의 조성비는 높은 경향을 나타내었다. 하지만 유출지질 중 PL 함량은 극미량(0.001-0.01 g/100 g)에 불과하였으며 이는 세포막을 구성하는 인지질이 가열조리에 의하여 유출되기 어렵다는 사실을 시사하여 주었다. 따라서 가열조리 시에 유출된 지질은 거의 대부분이 축적지질인 NL이라고 생각된다.

지방산 조성

조리방법에 따른 삼치육 및 유출지질의 주요 지방산 조성을

Table 3. Fatty acid compositions of Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* muscle by various cooking methods (wt %)

Fatty acid	Raw	Frying pan	Oven	Microwave oven
14:0	4.58±0.18 ^{ab}	4.39±0.16 ^{ab}	4.79±0.44 ^b	4.30±0.26 ^a
15:0 iso	0.19±0.01 ^b	0.12±0.01 ^a	0.21±0.03 ^b	0.20±0.02 ^b
15:0 anteiso	0.06±0.01 ^b	0.05±0.02 ^a	0.07±0.01 ^b	0.06±0.01 ^{ab}
15:0	0.53±0.01 ^b	0.38±0.03 ^a	0.57±0.03 ^c	0.52±0.03 ^b
16:0 iso	0.07±0.00 ^b	0.06±0.01 ^a	0.07±0.00 ^b	0.06±0.01 ^{ab}
16:0	19.59±0.27 ^a	21.08±0.28 ^b	19.32±0.50 ^a	19.4±0.92 ^a
17:0 iso	0.36±0.01 ^{ab}	0.32±0.05 ^a	0.41±0.04 ^b	0.35±0.01 ^a
17:0 anteiso	0.11±0.01 ^a	0.13±0.02 ^a	0.16±0.03 ^b	0.11±0.01 ^a
Phytanic	0.40±0.01 ^{NS2}	0.43±0.02	0.41±0.02	0.38±0.08
17:0	0.47±0.01 ^{bc}	0.39±0.02 ^a	0.50±0.03 ^c	0.46±0.01 ^b
18:0	3.76±0.05 ^a	4.40±0.04 ^b	3.76±0.33 ^a	3.68±0.06 ^a
19:0	0.17±0.02 ^a	0.21±0.01 ^b	0.18±0.03 ^a	0.18±0.01 ^{ab}
20:0	0.45±0.01 ^{NS}	0.35±0.06	0.4±0.08	0.43±0.09
Σ Saturates	30.7	32.3	30.9	30.1
16:1n-7	7.34±0.11 ^{ab}	7.67±0.23 ^b	7.28±0.36 ^{ab}	7.04±0.23 ^a
16:1n-5	0.35±0.02 ^{bc}	0.28±0.02 ^a	0.36±0.01 ^c	0.32±0.04 ^b
17:1n-8	0.51±0.01 ^b	0.39±0.02 ^a	0.53±0.01 ^c	0.50±0.01 ^b
18:1n-9	20.88±0.21 ^a	25.00±1.99 ^b	21.28±0.96 ^a	21.08±1.16 ^a
18:1n-7	21.08±1.16 ^a	4.17±0.36 ^a	4.77±0.46 ^{ab}	4.82±0.46 ^b
18:1n-5	0.53±0.08 ^{NS}	0.42±0.23	0.38±0.19	0.48±0.25
20:1n-9	1.61±0.26 ^{NS}	1.40±0.31	1.84±0.54	1.92±0.09
20:1n-7	0.21±0.03 ^a	0.22±0.02 ^{ab}	0.22±0.02 ^a	0.25±0.01 ^b
22:1n-11	1.22±0.03 ^b	0.44±0.17 ^a	1.33±0.69 ^b	1.28±0.17 ^b
22:1n-9	0.25±0.01 ^{NS}	0.25±0.04 ^a	0.25±0.06 ^a	0.28±0.01 ^a
22:1n-7	0.10±0.01 ^{ab}	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.10±0.02 ^b
Σ Monoenes	37.5	40.3	38.3	38.1
16:4n-3	0.08±0.00 ^{bc}	0.05±0.01 ^a	0.08±0.02 ^c	0.07±0.01 ^b
17:2n-8	0.20±0.00 ^b	0.14±0.02 ^a	0.21±0.01 ^b	0.19±0.01 ^b
18:2n-6	1.65±0.08 ^b	1.07±0.18 ^a	1.75±0.24 ^b	1.67±0.20 ^b
18:2n-4	0.18±0.07 ^a	0.30±0.06 ^b	0.17±0.05 ^a	0.27±0.01 ^b
18:3n-3	1.24±0.02 ^{bc}	0.65±0.01 ^a	1.36±0.14 ^c	1.21±0.08 ^b
18:4n-3	1.73±0.01 ^b	1.04±0.21 ^a	1.82±0.21 ^b	1.62±0.09 ^b
20:2NMID ¹	0.05±0.02 ^a	0.10±0.02 ^c	0.06±0.03 ^{ab}	0.09±0.03 ^{bc}
20:2n-6	0.16±0.03 ^b	0.11±0.02 ^a	0.15±0.01 ^b	0.15±0.01 ^b
20:3n-6	0.09±0.03 ^{NS}	0.08±0.01	0.08±0.00	0.08±0.01
20:4n-6	0.98±0.01 ^a	1.12±0.13 ^b	0.99±0.06 ^a	0.99±0.05 ^a
20:3n-3	0.13±0.05 ^{NS}	0.11±0.01	0.12±0.04	0.15±0.02
20:4n-3	0.54±0.01 ^b	0.38±0.09 ^a	0.54±0.02 ^b	0.51±0.02 ^b
20:5n-3	6.12±0.06 ^{ab}	6.56±0.74 ^b	5.68±0.26 ^a	5.91±0.50 ^{ab}
22:3n-6	0.25±0.02 ^{NS}	0.25±0.07	0.23±0.02	0.25±0.02
22:4n-6	0.20±0.09 ^a	0.28±0.03 ^b	0.27±0.03 ^{ab}	0.30±0.01 ^b
22:5n-6	0.49±0.03 ^b	0.42±0.03 ^a	0.49±0.01 ^b	0.51±0.02 ^b
22:5n-3	1.39±0.01 ^{NS}	1.55±0.17	1.40±0.25	1.44±0.11
22:6n-3	16.28±0.28 ^b	13.2±1.06 ^a	15.46±0.12 ^b	16.43±0.98 ^b
Σ Polyenes	31.8	27.4	30.9	31.8

Data are expressed as mean±SD of four determinations (two×two determinations), and different superscript letters indicate statistically significant difference ($P<0.05$). ¹NMID, non-methylene interrupted diene. ²NS, not significant.

Table 4. Fatty acid compositions of dripped lipid from Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* muscle by various cooking methods (wt %)

Fatty acid	Frying pan	Oven	Microwave oven
14:0	4.23±0.19 ^{NS2}	4.72±0.25	4.67±0.50
15:0 iso	0.13±0.03 ^a	0.20±0.02 ^b	0.21±0.02 ^b
15:0 anteiso	0.05±0.03 ^{NS}	0.06±0.02	0.06±0.01
15:0	0.40±0.07 ^a	0.56±0.03 ^b	0.52±0.02 ^b
16:0	20.21±0.41 ^b	18.7±1.19 ^a	19.45±0.35 ^{ab}
17:0 iso	0.30±0.02 ^a	0.37±0.01 ^b	0.39±0.01 ^c
17:0 anteiso	0.11±0.01 ^a	0.12±0.01 ^b	0.12±0.00 ^b
Phytanic	0.42±0.05 ^{NS}	0.39±0.01	0.43±0.10
17:0	0.38±0.04 ^a	0.45±0.04 ^b	0.45±0.01 ^b
18:0	3.91±0.07 ^b	3.29±0.062 ^a	3.42±0.02 ^{ab}
19:0	0.20±0.03 ^{NS}	0.19±0.03	0.17±0.01
20:0	0.30±0.05 ^a	0.36±0.04 ^{ab}	0.41±0.07 ^b
Σ Saturates	30.6	29.4	30.3
16:1n-7	7.78±0.71 ^{NS}	7.85±0.53	7.69±0.18
16:1n-5	0.32±0.06 ^a	0.36±0.03 ^{ab}	0.42±0.02 ^b
17:1n-8	0.36±0.07 ^a	0.57±0.01 ^b	0.51±0.03 ^b
18:1n-9	23.88±0.88 ^b	22.58±0.98 ^{ab}	22.38±0.31 ^a
18:1n-7	4.48±0.45 ^a	4.73±0.30 ^{ab}	4.73±0.30 ^{ab}
18:1n-5	0.52±0.11 ^{NS}	0.54±0.06	0.54±0.02
20:1n-9	1.50±0.36 ^{NS}	1.86±0.57	1.61±0.04
20:1n-7	0.22±0.03 ^{NS}	0.22±0.02	0.22±0.02
22:1n-11	0.64±0.04 ^a	1.17±0.59 ^{ab}	1.30 ±0.06 ^b
22:1n-9	0.25±0.04 ^{NS}	0.23±0.06	0.29±0.02
22:1n-7	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a
Σ Monoenes	40.0	40.2	40.1
16:4n-3	0.05±0.01 ^a	0.07±0.03 ^{ab}	0.08±0.01 ^b
17:2n-8	0.13±0.02 ^a	0.20±0.01 ^b	0.19±0.01 ^b
18:2n-6	1.34±0.15 ^a	1.79±0.22 ^b	1.56±0.16 ^{ab}
18:2n-4	0.21±0.05 ^{ab}	0.24±0.07 ^b	0.14±0.01 ^a
18:3n-3	0.77±0.22 ^{NS}	1.16±0.50	1.20±0.0 ⁵
18:4n-3	1.12±0.26 ^a	1.90±0.21 ^b	1.70±0.06 ^b
20:2NMID ¹	0.08±0.02 ^b	0.04±0.01 ^a	0.04±0.00 ^a
20:2n-6	0.11±0.02 ^a	0.14±0.01 ^b	0.13±0.00 ^{ab}
20:3n-6	0.09±0.03 ^{NS}	0.08±0.00	0.07±0.01
20:4n-6	1.05±0.04 ^b	0.99±0.01 ^{ab}	0.93±0.07 ^a
20:3n-3	0.10±0.03 ^a	0.15±0.04 ^b	0.08±0.01 ^a
20:4n-3	0.38±0.08 ^a	0.56±0.01 ^b	0.52±0.01 ^b
20:5n-3	6.53±0.25 ^{NS}	5.94±0.11	6.18±0.66
22:3n-6	0.24±0.05 ^{NS}	0.24±0.02	0.26±0.02
22:4n-6	0.22±0.06 ^{NS}	0.36±0.11	0.35±0.12
22:5n-6	0.45±0.06 ^{NS}	0.44±0.02	0.47±0.06
22:6n-3	1.54±0.12 ^{NS}	1.43±0.21	14.25±0.44
22:6n-3	14.98±0.69 ^{NS}	14.65±0.64	14.25±0.44
Σ Polyenes	29.4	30.4	29.6

Data are expressed as mean±SD of four determinations(two×two determinations), and different superscript letters indicate statistically significant difference ($P<0.05$). ¹NMID, non-methylene interrupted diene. ²NS, not significant.

Table 3 및 4에 나타내었다. 삼치육의 모든 시료에서 조성비가 높은 지방산은 18:1n-9, 16:0, 22:6n-3, 16:1n-7, 20:5n-3, 14:0, 18:1n-7, 18:0 등이었다. 이들 중 조성비가 5% 이상인 5개의 지방산 [18:1n-9, 16:0, 22:6n-3 (DHA), 16:1n-7, 20:5n-3 (EPA)] 이 생시료, frying pan 시료, oven 시료 및 microwave oven 시료에서 각각 70.2%, 73.5%, 69.0% 및 69.8%로 총지방산조성비의 2/3 이상을 각각 나타내었다. DHA 조성비는 생시료에서 16.3%로서 oven 시료(15.5%) 및 microwave oven 시료(16.4%)와는 유사하였으나, frying pan 시료에서는 13.2% 를 나타내어 유의적으로 조성비가 가장 낮아 조리방법에 따라 차이가 있었다($P<0.05$). EPA의 경우는 oven 시료에서 5.68%로 가장 낮았고 다른 조리방법에서는 5.91-6.57%로 유의차 없이 유사한 조성비를 나타내었다. 한편 Jeong et al. (1998b)이 보고한 삼치육의 지방산 조성을 보면 주요 지방산으로 18:1n-9가 18.1%, 16:0이 20.3%로 전체의 38.4%를 차지하였고, DHA가 18.3%, EPA가 6.88%, 16:1n-7이 9.83%로 본 연구 결과와는 상당한 차이가 있었다. 이러한 차이는 전술한 바와 같이 양자의 연구에서 사용된 시료의 채취시기 및 성숙도, 지질함량 등에 따른 차이 때문으로 생각된다. 또한 그룹별 지방산조성비를 조리방법에 따라 비교하면 monoenes 및 saturates 조성비는 frying pan 시료에서 각각 40.3% 및 32.3%로서 다른 시료(37.5-38.1%, 30.1-30.9%)에 비하여 약간 높았다. 이와는 반대로 polyenes 조성비는 frying pan 시료에서 27.4%로 가장 낮았고, 다른 모든 시료에서는 30.9-31.8%로 거의 유사한 수준을 나타내었다. 따라서 frying pan 시료가 다른 시료에 비하여 polyenes 조성비가 약 3% 낮았는데 이는 DHA 조성비가 다른 시료에 비하여 낮기 때문으로 보인다. 즉, Table 3에서 보는 바와 같이 DHA의 조성비가 frying pan 시료에서 13.2%로서 다른 시료(15.5-16.4%)에 비하여 약 3%가 낮았다.

조리방법에 따라 삼치육으로부터 추출된 지질의 지방산 조성을 분석한 결과 (Table 4)도 삼치육의 지방산 조성과 유사하였다. 삼치육에서와 마찬가지로 모든 시료에서 주요 지방산은 18:1n-9, 16:0, 22:6n-3, 16:1n-7, 20:5n-3, 14:0, 18:1n-7, 18:0 등이었으며 조성비에서도 삼치육의 경우와 유사하였다. 또한 모든 시료에서 monoenes 조성비(40.0-40.3%)가 saturates (29.4-30.6%) 및 polyenes (29.4-30.4%) 조성비보다 높았다. 그리고 조리방법에 따른 유출지질의 지방산 조성비는 거의 차이가 없었으나, 다만 oven 시료에서 16:0 및 18:0 조성비가 다른 시료에 비하여 미량이지만 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 또한 microwave oven 시료에서는 18:1n-9의 조성비가 frying pan 시료보다, 그리고 frying pan 시료에서 18:1n-7의 조성비가 microwave oven 시료보다 각각 미량이지만 유의적으로 더 낮았다($P<0.05$). 한편 DHA와 EPA 조성비는 모든 시료에서 유의차를 나타내지 않고 일정하였으나, 유출된 지질함량을 고려하면 DHA 및 EPA 함량이 frying pan 시료가 oven 및 microwave oven 시료에 비하여 약 2배나 많게 된다. 따라서 이 결과는 유출지질을 손실지질로 간주하면 fry-

ing pan 조리방법이 oven 및 microwave oven 조리방법에 비하여 DHA, EPA 등 n-3 지방산의 손실량이 많다는 의미가 된다. 따라서 조리방법에 따른 삼치육과 유출지질의 지방산 조성비를 종합해 보면 이들 조리방법중에서 oven 과 microwave oven 조리방법이 frying pan 조리방법 보다 DHA+EPA 조성비가 높고, 유출지질함량도 적어 기능성 지방산을 최대한 많이 섭취할 수 있는 권장할 만한 조리방법이라고 생각된다. 한편 Park et al. (2010)은 8주간 사육한 양식고등어 근육을 후라이팬 구이, 된장조림, 통조림 등으로 조리하여 지방산조성을 분석하였을 때 EPA, DHA의 조성비가 생육의 경우와 거의 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 Gladyshev et al. (2007)은 노르웨이산 송어와 시베리아산 송어, 그리고 청어와 대구 등 4종 어류의 근육을 끓이거나 해바라기기름에서 튀긴 후에 EPA와 DHA 함량의 변화를 관찰했다. 그 결과 노르웨이산 송어에서는 튀김시에 EPA와 DHA 함량이 상당량 감소하였으나 다른 모든 가열조리 시료에서는 생육의 경우와 차이가 없었다고 보고하였다. 그러나 Park et al. (2010) 및 Gladyshev et al. (2007)의 연구에서는 유출지질에 대한 자료가 제시되지 않아 본 연구 결과와는 비교할 수가 없었다.

총 아미노산 조성

조리방법에 따른 삼치육의 총 아미노산 조성을 Table 5에 나타내었다. 조리방법에 따른 삼치육 시료에서 총 17종의 아미노산이 동정되었으며, 생시료의 총 아미노산 함량은 14,919 mg/100 g, frying pan 시료 15,403 mg/100 g, oven 시료 14,658 mg/100 g 및 microwave oven 시료는 16,940 mg/100 g으로 조리방법에 따라 함량차이를 나타내었다. 삼치육의 주요 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine 및 arginine (45.49-45.82%)으로 이들 5종의 아미노산이 전체 아미노산의 약 50%를 차지하였다. 또한 아미노산 중 histidine 만이 조리방법에 따른 유의적인 차이를 나타내었을 뿐 다른 아미노산은 유의적인 차이를 나타내지 않아 조리방법에 따른 아미노산의 변화는 거의 없는 것으로 확인되었다. Shim et al. (1994)의 연구에 의하면 삼치와 같은 적색육어류인 고등어 생육과 콩치 생육의 경우 glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine, valine이 공통적으로 다량 함유된 아미노산이라 보고하였으며 이는 삼치와 유사한 아미노산 조성을 나타내었다. 그러나 시료를 가열함에 따라 아미노산이 감소하는 경향이었고 가열온도가 높을수록 감소하는 폭이 컸다는 결과는 본 연구의 결과와는 차이를 나타내었다. 이와 같은 결과의 차이는 고등어, 콩치 등의 시료 조제과정 즉 습열조리 및 건열조리의 차이 때문으로 생각된다. 삼치육 아미노산 조성의 EAA (Essential Amino Acid)/NEAA (Nonessential Amino Acid) 비율은 생시료, frying pan 시료, oven 시료, 및 microwave oven 시료에서 각각 0.83, 0.82, 0.83, 0.83이었다. 따라서 삼치는 tryptophan을 제외한 모든 필수 아미노산이 적절히 함유된 well-

Table 5. Total amino acid compositions of Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* muscle by various cooking methods

Amino acids	Raw		Frying pan		Oven		Microwave oven	
	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%
Aspartic acid	1369±0.31	9.18±0.08	1408±0.95	9.14±0.02	1336±0.64	9.11±0.04	1536±1.08	9.07±0.02
Threonine	799±0.21	5.36±0.03	824±0.64	5.35±0.05	785±0.32	5.36±0.01	900±0.62	5.31±0.01
Serine	721±0.17	4.83±0.04	739±0.49	4.80±0.01	704±0.26	4.80±0.03	809±0.55	4.78±0.00
Glutamic acid	2031±0.51	2031±0.51	2078±1.23	13.5±0.14	1956±0.92	13.3±0.06	2261±1.36	13.4±0.10
Proline	662±0.22	4.44±0.00	717±1.14	4.62±0.42	686±0.02	4.69±0.19	819±0.43	4.84±0.07
Glycine	745±0.99	4.99±0.50	746±0.28	4.85±0.16	713±0.26	4.86±0.03	819±0.44	4.84±0.07
Alanine	881±0.51	5.90±0.16	899±0.52	5.84±0.07	848±0.35	5.79±0.01	981±0.59	5.79±0.04
Cystine	100±0.14	0.67±0.07	107±0.17	0.70±0.16	98±0.08	0.67±0.02	103±0.14	0.61±0.04
Valine	773±0.14	5.18±0.07	798±0.39	5.18±0.11	760±0.47	5.18±0.10	870±0.71	5.13±0.07
Methionine	648±0.67	4.34±0.31	625±0.52	4.06±0.06	591±0.20	4.03±0.03	689±0.49	689±0.49
Isoleucine	802±0.08	5.38±0.12	836±0.66	5.43±0.05	794±0.43	5.41±0.06	914±0.69	5.40±0.04
Leucine	1089±0.17	7.30±0.12	1109±0.39	7.21±0.25	1059±0.66	7.22±0.14	1209±0.89	7.14±0.04
Tyrosine	627±0.22	4.21±0.28	684±0.68	4.43±0.14	638±0.18	4.35±0.07	752±0.49	4.44±0.01
Phenylalanine	717±0.08	4.81±0.10	749±0.62	4.86±0.07	749±0.27	5.11±0.04	845±0.88	4.98±0.18
Histidine	606±0.10 ^a	4.06±0.06	648±0.66 ^{ab}	4.20±0.14	623±0.34 ^{ab}	4.25±0.05	742±0.48 ^b	4.38 ±0.02
Lysine	1321±0.19	8.86±0.15	1353±0.91	8.79±0.02	1302±0.62	8.88±0.04	1496±1.09	8.83±0.04
Arginine	1028±0.47	6.89±0.10	1083±0.78	7.03±0.02	1016±0.28	6.93±0.11	1195±0.54	7.06±0.16
Total	14919	100.0	15403	100.0	14658	100.0	16940	100.0

Different superscript letters indicate statistically significant difference ($P<0.05$).

balanced 아미노산 조성을 가진 것으로 판단된다.

무기질 및 중금속 함량

조리방법에 따른 삼치육의 무기질 및 중금속 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 5종의 다량 무기질(Ca, K, Mg, P, Na)과 4종의 미량 무기질(Fe, Cu, Zn, Se), 그리고 중금속(Pb, Cd) 함량을 각각 분석하였다. 모든 시료에서 5종의 다량 무기질이 검출되었으며 칼륨(K) > 인(P) > 나트륨(Na) > 마그네슘(Mg) > 칼슘(Ca) 순으로 무기질의 함량이 높았다. 삼치육 생시료인 경우 육 100 g 중 K 404.5 mg, P 219.5 mg, Na 68.6 mg, Mg 30.3 mg, Ca 15.6 mg이 함유되어 있었고 이들 중 대부분은 가열조리 후 함량이 증가하였다. 이는 가열조리함으로써 수분함량의 감소에 따른 무기질함량의 상대적 증가 때문으로 생각된다. 특히 frying pan 시료는 육 100g 당 K 508.3 mg, P 280.0 mg, Na 75.8 mg, Mg 37.4 mg, Ca 16.6 mg 으로 다른 시료에 비해 이들 5종 무기질의 함량이 유의적으로 높았다($P<0.05$). 한국 연안산 어류 53종의 무기질(Mok et al., 2008)을 분석한 결과에 의하면 P가 가식부 100 g당 평균 207.4 mg으로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 K 169.7 mg, Na 101.6 mg, Ca 44.4 mg, Mg 30.4 mg 순이었다고 보고하여 삼치의 무기질 함량과는 상당한 차이를 보이고 있으나 이는 53종 어류를 어종별로 구분하지 않고 연안산 어류를 모두 분석하여 평균을 제시

했기 때문에 여겨진다.

미량 무기질 중에서는 철(Fe), 셀레늄(Se) 및 아연(Zn)이 검출되었다. Fe는 육 100 g 당 생시료에서 1.94 mg으로 가장 높았고, 다른 시료에서는 1.15-1.40 mg 범위로 전자에 비하여 미량이지만 유의적으로 낮아 조리방법에 따라 미미한 차이를 나타내었다. 한편 Mok et al. (2008)은 53종 어류 중 쾡치(16.0 µg/g), 까나리(13.30 µg/g), 청어(12.10 µg/g) 멸치(11.60 µg/g) 고등어(11.30 µg/g) 순으로 Fe함량이 높았으며 백색육어류보다 적색육어류에서 Fe가 더 많이 함유되어 있다고 보고하였다. 본 연구에서 삼치육 생시료의 경우 Fe가 19.4 µg/g (1.94 mg/100 g 육)을 나타내어 Mok et al. (2008)의 쾡치보다 더 높은 함량을 보였으며 조리방법에 따라 다소 증가한 것을 감안하더라도 Fe 함량이 높은 어종으로 확인되었다. Se는 자연계에 미량 존재하는 원소 중의 하나로 최근 심혈관계 질환, 암, 출산능력, 면역기능에 관여하는 연구들이 이루어져 인체에 필요한 미량원소로 여러 나라에서 인정하고 있다(Choi and Hesketh, 2006). 한국인의 Se 섭취기준은 연령 및 성별에 따라 다르며(Korean nutrition society, 2010) 하루 성인의 경우 남성, 여성 모두 45-55 µg이며 상한 섭취량은 400 µg 이다. 삼치의 조리방법에 따른 Se 함량은 0.03-0.04 mg/100 g 육으로 모든 시료에서 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 그리고 Zn의 경우에는 생시료(0.15 mg/100 g)에서만 검출되고 다른 시료에서는 검출되지 않아 추후 더욱 연구가 필요하다고 생각

Table 6. Mineral and heavy metal contents of Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* muscle by various cooking methods (mg/100 g)

	Raw	Frying pan	Oven	Microwave oven
Calcium (Ca)	15.56±0.11 ^b	16.62±0.22 ^b	9.86±0.23 ^a	9.66±0.03 ^a
Potassium (K)	404.51±5.26 ^a	508.33±3.98 ^d	482.65±6.11 ^c	470.99±4.77 ^b
Magnesium (Mg)	30.34±0.15 ^a	37.42±0.48 ^c	35.88±0.67 ^b	35.08±0.09 ^b
Phosphorous (P)	219.50±1.01 ^a	280.24±3.12 ^d	261.61±2.25 ^c	256.80±1.52 ^b
Sodium (Na)	68.58±0.28 ^a	75.81±0.50 ^c	70.32±0.42 ^b	68.07±0.31 ^a
Iron (Fe)	1.94±0.03 ^d	1.40±0.02 ^c	1.15±0.02 ^a	1.33±0.02 ^b
Copper (Cu)	ND ¹	ND	ND	ND
Selenium (Se)	0.03±0.10 ^{NS2}	0.04±0.15	0.03±0.10	0.03±0.18
Zinc (Zn)	0.15±0.01	ND	ND	ND
Cadmium (Cd)	ND	ND	ND	ND
Lead (Pb)	ND	ND	ND	ND

Data are expressed as mean±SD of four determinations (two×two determinations), and different superscript letters indicate statistically significant difference ($P<0.05$). ¹ND, not detected. ²NS, not significant.

된다. 또한 모든 시료에서 납(Pb), 카드뮴(Cd) 등의 중금속이 검출되지 않아 본 연구에 사용된 삼치는 이들 중금속에 의해 오염되지 않은 안전한 어류라고 생각되었다. 한편 한국 연안산 어류의 중금속 함량을 분석한 결과(Mok et al., 2009)에 따르면 Pb 및 Cd의 평균함량은 각각 0.038 µg/g 및 0.017 µg/g으로 우리나라 국민이 어류를 통해 일주일간 섭취하는 Pb 및 Cd의 함량은 안전한 수준이라고 보고하였다.

참고문헌

- Ackman RG. 1986. WCOT (capillary) gas-liquid chromatography. In: Analysis of oils and fats. Hamilton RJ and Rossell JB eds. Elsevier applied science publishers Ltd., London and New York, USA, 137-206.
- AOCS. 1998. AOCS official method Ce 1b-89. In: Official Methods and Recommended Practice of the AOCS (5th ed). Firestone D ed. AOCS, Champaign, USA.
- Bartlett GR. 1959. Phosphorus assay in column chromatography. J Bio Chem 234, 466-468.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917.
- Birch EE, Hoffman DR, Uauy R, Birch, DG and Prestidge C. 1998. Visual acuity and the essentiality of docosahexaenoic acid and arachidonic acid in the diet of term infants. Pediatric research 44, 201-209.
- Choi YS and Hesketh JE. 2006. Nutritional biochemistry of Selenium. J Korean Soc Food Sci Nutr 35, 661-670.
- Chyung MK. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, Korea, 1-727.
- Gladyshev MI, Sushchil NN, Gubanenko GA, Demirchieva SM and Kalachova GS. 2007. Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four fish species. Food Chemistry 101, 1694-1700.
- Hirayama T. 1990. Life-style and mortality: A large-scale census-based cohort study in Japan. Contributions to Epidemiology and Biostatistics 6, 1-133.
- Horrocks LA. 1999. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). Pharmacological Research 40, 211-225.
- Jeong BY, Choi BD and Lee JS. 1998a. Proximate composition, cholesterol and a-tocopherol content in 72 species of Korean fish. J Korean Fish Soc 31, 160-167.
- Jeong BY, Choi BD, Moon SK and Lee JS. 1998b. Fatty acid composition of 72 species of Korean fish. J Fish Sci Tech 1, 129-146.
- Jeong BY, Moon SK, Jeong WG and Ohshima T. 2000. Lipid classes and fatty acid compositions of wild and cultured sweet smelt *Plecoglossus altivelis* muscles and eggs in Korea. Fish Sci 66, 716-724.
- Jeong BY, Moon SK, Choi BD and Lee JS. 1999. Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition of 12 species of Korean fish. Kor J Fish Aquat Sci 32, 30-36.
- Jeong BY, Ohshima T, Koizumi C and Kanou Y. 1990. Lipid deterioration and its inhibition of Japanese oyster during frozen storage. Nippon Suisan Gakkaishi 56, 2083-2091.
- Kim JS, Oh KS and Lee JS. 2001. Comparison of Food Component between Conger eel (*Conger myriaster*) and Sea eel (*Muraenesox cinereus*) as a Sliced Raw Fish Meat. J Korean Fish Soc 34, 678-684.
- Korea rural economic institute (KREI). 2010. Retrived from-www.krei.re.kr.
- Korea statistical information service. 2010. Retrieved from http://kosis.kr.
- Korean nutrition society. 2010. Dietary reference intakes for Korean. Korean nutrition society. Korean nutrition Society, Seoul, Korea, 339-504.
- Larsen D, Quek SY and Eyres L. 2010. Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand king

- salmon(*Oncorhynchus tshawytscha*). Food Chemistry 119, 785-790.
- Mok JS, Lee DS and Yoon HD. 2008. Mineral content and nutritional evaluation of fishes from the Korean coast. J Kor Fish Soc 41, 315-323.
- Mok JS, Shim GB, Cho MR, Lee TS and Kim JH. 2009. Contents of heavy metals from the Korean coasts. J. Korean Soc Food Sci Nutr 38, 517-524.
- Moon SK, Hong SN, Kim IS and Jeong BY. 2009. Comparative analysis of proximate compositions and lipid component in cultured and wild mackerel *Scomber japonicus* muscles. Kor J Fish Aquat Sci 42, 411-416.
- Moon SK, Kim IS, Hong SN and Jeong BY. 2011. Food Components of the muscle and liver of Patagonian toothfish *Disostichus eleginoides*. Kor J Fish Aquat Sci 44, 451-455.
- Moon SK, Kang JY, Kim KD, Kim IS and Jeong BY. 2005. Lipid components of the cultured pearl oyster (*Pinctada fucata martensii*) in Korea. J Fish Sci Technol 8, 189-194.
- Mustafa FA and Medeiros DM. 1985. Proximate composition, mineral content, and fatty acids of catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque) for different seasons and cooking methods. J Food Sci 50, 685-688.
- NFRDI. 1994. Commercial Fishes of the Coastal and Offshore Waters on Korea. Yemunsa, Busan, Korea, 154.
- Park EJ, Kim JT, Choi YJ and Choi BD. 2010. Effects of cooking on the fatty acid compositions of mackerel(*Scomber japonicas*) fed with CLA fortified diet. J Korean Soc Food Sci Nutr 39, 1710-1714.
- Shim KH, Lee JH, Ha YL, Seo KI, Moon JS and Joo OS. 1994. Change in amino acid composition of some fish meat by heating conditions. J Korean Soc Food Nutr 23, 933-938.
- Takama K, Suzuki T, Yoshida K, Arai H and Mitsui T. 1999. Phosphatidylcholine levels and their fatty acid compositions in teleost tissues and squid muscle. Comp Biochem Physiol Part B 124, 109-116.
- Tsutagawa Y, Hosogai Y and Kawai H. 1994. Comparison of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. J Food Hyg Soc Japan 34, 315-318.
- Yoon MS, Heu MS and Kim JS. 2010. Fatty acid composition, total amino acid and mineral contents of commercial Kwamegi. Kor J Fish Aquat Sci 43, 100-108.