

## 고등어 및 망치고등어육의 부위별 생화학적 특성 비교

배진한·윤성호<sup>1</sup>·임선영<sup>2\*</sup>

국립수산물품질검사원, <sup>1</sup>경성대학교 식품생명공학과,

<sup>2</sup>한국해양대학교 해양환경·생명과학부

### A Comparison of the Biochemical Characteristics of Different Anatomical Regions of Chub (*Scomber japonicus*) and Blue Mackerel (*Scomber australasicus*) Muscles

Jin Han Bae, Sung Ho Yoon<sup>1</sup> and Sun Young Lim<sup>2\*</sup>

National Fisheries Products Quality Inspection Service, Busan 600-016, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science & Biotechnology, Kyungsung University,  
Busan 608-736, Korea

<sup>2</sup>Division of Marine Environment & Bioscience, Korea Maritime University,  
Busan 606-791, Korea

Chub and blue mackerels are popular fish resources in Korea, but little is known about each biochemical characters of different anatomical regions. To investigate biochemical characters of chub and blue mackerels, three ordinary muscle regions were identified by their fin position; namely anterior, median, posterior. In addition, red muscle, as a dark muscle, was obtained from beneath the lateral line to compare with ordinary muscles. Proximate and lipid-class compositions did not show any discernible trends in the different anatomical ordinary muscles from mackerel of the same kind, while significant differences between ordinary and red muscles in the same mackerel, or between chub and blue mackerels, were observed. Red muscles from both mackerels had higher levels in lipids with higher neutral lipid class compared with ordinary muscles. The major difference between chub and blue mackerels was the levels of lipids and neural lipid class, indicating that all muscles from chub mackerel showed higher levels of neural lipids compared with those of blue mackerel ( $P < 0.05$ ). Fatty acid compositions showed that the percentage of polyunsaturated fatty acids (PUFA), especially docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3), in median and posterior was higher compared with anterior muscle from both mackerels. When compared with chub mackerel, blue mackerel showed higher percentage of DHA in all muscle regions. In amino acid analysis, taurine concentration was much higher in the red muscle than in the ordinary muscles. But levels of histamine, glutamic acid, leucine and lysine were higher in the ordinary muscles. Our results indicated that chub mackerel contained more lipids than blue mackerel and that red muscle had higher levels of neural lipid and taurine compared to ordinary muscles.

Key words: Chub mackerel, Blue mackerel, Proximate composition, Fatty acids, Amino acids

#### 서 론

고등어는 농어목 고등어과 고등어속에 속하는 어류로 등푸른 생선으로 불리며 eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n-3) 및 docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) 등과 같은 고도불포화지방산 (polyunsaturated fatty acids, PUFA)을 가지고 있어 영양적 가치가 높은 대표적인 고지방 어류이다. 우리나라 전 연근해와 일본, 중국 연해 및 미국 캘리포니아 연안 등의 태평양에 주로 분포하고 있으며 우리나라에 8속 17종, 세계에 15속 49종이 분포하고 있다. 동중국해에서는 3~5월, 제주도와 대마도 연안에서는 5~6월에 산란을 하며 만1년이 되면 약 50%가 성숙하며 2세가 되면 대부분 산란을 한다 (Yamada et al., 1986). 국내에서 소비되는 고등어는 고등어, 망치고등어, 대서

양고등어 등이 있으며 수입산 고등어는 주로 일본, 노르웨이 등에서 수입되며 국내에서는 고등어와 망치고등어가 어획된다. 고등어의 종류 중 고등어 (*Scomber japonicus*)는 우리나라 전 해역에 분포하고 있으며 등부위는 연한 푸른색 바탕에 암청색의 얼룩무늬가 있으며 배부위는 은백색을 띤다. 또 다른 종인 망치고등어 (*Scomber australasicus*)는 고등어보다 남쪽 해역에 주로 분포하고 있으며 등부위는 푸른색 바탕에 암청색의 얼룩무늬가 있고 배에는 은백색 바탕에 작은 암청색 반점들이 흩어져 있다 (Choi et al., 2002). 망치고등어는 고등어보다 육질이 약하고 지방함량이 낮아서 맛이나 영양가가 낮은 것으로 알려져 있다. 2008년 연·근해어업생산량은 1,286천톤이며 그 중에 고등어류의 생산량은 190천톤으로 14.8%를 차지하고 있었다. 또한 고등어류의 생산량은 2007년에 144천톤에서 190천톤으로 31.9% 증가하였는데 이는 난류세력 강세

\*Corresponding author: sylim@hhu.ac.kr

로 한반도 주변해역에 고수온 장기유지로 연근해 어장에 어군 증가에 따른 것으로 보고되었다 (NSO, 2009).

어류의 골격근은 포유류의 골격근과 달리 체절적 구조를 갖는다. 어류의 체절근은 척추골에서 나와 있는 수직격막 (vertical septum)에 의하여 좌우로 양분되고, 다시 수평격막 (horizontal septum)에 의해서도 등쪽과 배쪽으로 양분된다. 전후로 나열된 근절은 근격막 (myoseptum)이라 부르는 결합 조직 (connective tissue)에 의하여 결합되어 있다. 어류의 골격근은 일반적으로 보통근 (ordinary muscle)과 혈합근 (dark muscle)으로 나누어진다. 이 두 근육은 색깔뿐만 아니라 신경 분포, 혈액공급량, 미오글로빈함량, 섬유크기, 미토콘드리아 함량 등에서 차이가 있는 것으로 보고되었다 (Johnston et al., 1972). 혈합근이 정어리, 고등어 등과 같이 회유어에 발달되어 있으며 체중의 48%이상을 차지하는 것으로 알려져 있다. 어류의 보통근은 에너지를 급격하게 소비함으로써 순간적인 운동에 사용되며 에너지원으로 glycogen을 이용한다. 반면에 혈합근은 장시간 운동에 사용되고 지질대사 과정을 에너지원으로 이용한다. 어류의 부위별에 따른 일반조성은 차이가 있는 것으로 알려져 있다. Thakur et al. (2002)는 양식산 방어의 일반조성에서 회분을 제외하고 나머지 성분들은 부위별로 차이가 있는 것으로 보고하였으며 Bell et al. (1998)은 양식산 대서양 연어에서 등지느러미 앞부위에 지질함량이 높고 꼬리부위에서는 지질함량이 낮다고 보고하였다. 또한 Palmeri et al. (2007)는 양식산 Murray cod의 부위별 지질특성 및 축적에 관한 연구에서 머리 뒷부분 등육 지질함량이 가장 낮고 뒷지느러미 배육 지질함량이 가장 높다고 하였다. 국내에서는 몇몇 어종에 대하여 부위 구별 없이 fillet 전체를 시료로 하여 이화학 특성에 관한 연구가 이루어 졌다 (Jeong et al., 1999; Mok et al., 2007). 국외에서는 소비가 많은 어종에 대하여 부위별 특성에 관한 다양한 연구가 이루어지고 있지만 국내에서는 어류의 부위에 따른 생화학적 특성에 관한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라에서 주로 소비되는 고등어와 망치고등어를 대상으로 각각의 부위별 생화학적 특성을 비교 검토하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용된 고등어와 망치고등어는 2009년 5월에 부산 자갈치 시장에서 구입하였으며 일반성상을 Table 1에 나타내었다. Fillet으로 처리한 고등어를 보통근인 전장근 (A), 몸통근 (M) 및 꼬리근 (P)과 혈합근 (R)으로 구별하여 분석에 사용하였다 (Fig. 1).

Table 1. Sample profiles of chub and blue mackerels

Common name	Origin	Body length (cm)	Body weight (g)
Chub mackerel	Korea	31.0 ± 0.4	383.8 ± 35.4
Blue mackerel	Japan	31.8 ± 1.6	455.0 ± 86.7

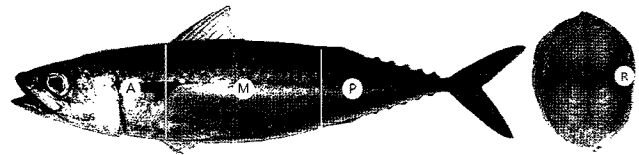


Fig. 1. Diagram showing the anterior (A), median (M), posterior (P) and red (R) muscle regions from where the meat was excised for the study.

### 일반성분 함량

일반성분은 조성은 AOAC (1995)방법에 준하여 실시하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법, 조지방은 에테르를 용제로 한 Soxhlet 추출법, 조회분은 건식회화법으로 분석하였다.

### 지질조성 및 지방산 분석

지질조성 및 지방산조성 분석에 사용하기 위한 지질추출은 Bligh and Dyer (1959)의 방법으로 실시하였다. 지질조성은 추출한 지질을 시료로 하여 Sep-Pak silica cartridge (Watersm Nukfirm MA, USA)에 의하여 chloroform 및 methanol의 용매별 극성 순으로 용출시켜 중성과 극성지질 분획으로 분리하였다. 용매별로 용출된 각 지질 분획은 질소농축기를 사용하여 용매를 제거한 후 증량법에 의하여 함량을 각각 계산하였다 (Thakur et al., 2003).

지방산조성은 BF<sub>3</sub>-methanol을 사용하여 methyl ester (Morrison and Smith, 1964)화 시킨 다음 SP<sup>TM</sup>-2560 fused silica capillary column (I.D., 0.25 mm × 100 mm, Supelco Inc. Bellefonte, USA)이 장착된 gas chromatography (CP-3380, Varian Inc. Walnut Creek, USA)을 이용하여 분석하였다 (Salem et al., 1996). 기기의 분석조건은 detector (FID) 280°C, oven (initial 180°C, 분당증가율은 230°C까지 3°C/min), injector 250°C 그리고 carrier gas는 헬륨을 사용하였다. 지방산 분석은 표준용액의 retention time과 비교하여 정성하였고 개개의 지방산들은 전체 peak area의 퍼센트로 산출하였다.

### 아미노산 분석

시료에 6 N HCl을 넣고 밀봉한 후 110°C에서 24시간 분해하였다. Glass filter를 이용하여 여과한 후, 감압 건조하여 탈이온수를 사용하여 50 mL로 정용하여 시료를 조제한 다음 아미노산 자동분석기 (L-8800, Hitachi, Japan)로 분석하였다.

### 통계처리

어종의 부위별에 따른 통계처리는 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 측정치에 대한 평균 및 표준편차를 구하였으며 차이 검정은 Duncan의 다중비교로  $P < 0.05$ 에서 결과간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

Table 2는 고등어와 망치고등어의 부위별 일반성분을 나타

Table 2. Proximate composition (%) of different anatomical muscle regions from chub and blue mackerels<sup>1)</sup>

	Chub mackerel				Blue mackerel			
	A <sup>2)</sup>	M	P	R	A	M	P	R
Moisture	67.2 ± 1.9 <sup>a)</sup>	66.3 ± 2.1 <sup>a)</sup>	69.4 ± 2.7 <sup>a)</sup>	55.4 ± 1.4 <sup>b)</sup>	73.9 ± 0.4 <sup>a)</sup>	73.6 ± 0.6 <sup>a)</sup>	73.6 ± 0.3 <sup>a)</sup>	73.5 ± 0.5 <sup>a)</sup>
Lipid	8.3 ± 2.6 <sup>b)</sup>	9.0 ± 1.7 <sup>b)</sup>	6.5 ± 2.3 <sup>b)</sup>	22.4 ± 1.3 <sup>a)</sup>	1.3 ± 0.7 <sup>b)</sup>	1.4 ± 0.8 <sup>b)</sup>	0.7 ± 0.1 <sup>a)</sup>	3.1 ± 0.9 <sup>a)</sup>
Protein	20.4 ± 0.4 <sup>a)</sup>	20.4 ± 1.0 <sup>a)</sup>	19.8 ± 0.7 <sup>ab)</sup>	17.7 ± 1.0 <sup>b)</sup>	19.6 ± 0.4 <sup>b)</sup>	20.0 ± 0.6 <sup>b)</sup>	21.5 ± 0.5 <sup>a)</sup>	17.9 ± 0.5 <sup>c)</sup>
Ash	1.2 ± 0.1 <sup>a)</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>a)</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>a)</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>b)</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>a)</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>a)</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>a)</sup>	1.1 ± 0.1 <sup>b)</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean ± standard deviation (n=3).

<sup>2)</sup>Refer to legends of Fig. 1.

<sup>a-c)</sup>Mean values within a row in the same mackerel are significant different at the  $P < 0.05$ .

내었다. 고등어 수분함량은 55.4~69.4% 함유하고 있으며 보통근 중 꼬리근 (P) 수분함량 (69.4%)이 높았지만 유의적 차이가 없었다. 혈합근 (R) 수분함량은 55.4% 나타났으며 보통근과는 유의적 차이가 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 망치고등어는 73.5~73.9% 나타났으며 보통근과 혈합근 (R)의 수분함량은 비슷하게 나타났다. 조지방함량은 고등어에서 6.5~22.4%, 망치고등어에서 0.7~3.1% 나타났다. 고등어 혈합근 (R)의 조지방함량 (22.4%)은 꼬리근 (6.5%)의 약 3.5배, 망치고등어에서는 약 4.5배 높게 나타났다. 고등어와 망치고등어 단백질함량은 20.7~24.5%이었으며 혈합근 (R)이 보통근보다 낮게 나타났으며 유의적 차이가 있었다 ( $P < 0.05$ ). 고등어와 망치고등어 회분함량은 1.0~1.3%으로 혈합근 (R)이 보통근보다 낮게 나타났다. 고등어와 망치고등어 보통근의 부위별 일반성분은 차이가 나타나지 않았지만 보통근과 혈합근 (R)에서 유의적 차이가 있었다 ( $P < 0.05$ ). 부위별에 따른 조지방함량은 수분함량과 역상관관계를 나타내고 있었다. 자연산 방어에서는 지방함량이 낮으므로 부위에 따른 차이는 적지만, 지방함량이 많은 양식산 방어는 부위에 따른 차이가 뚜렷하게 나타나는 것으로 보고되었다 (Saeki and Kumagai, 1979). Thakur et al. (2002)는 양식산 방어의 부위별 생화학적 특성에서 꼬리근 지방함량 (5.4%)이 전장근 (9.8%)과 몸통근 (9.0%)보다 낮게 나타나며 상대적으로 수분함량은 높게 나타나는 것으로 보고하였다. 이는 방어를 인위적으로 양식하면서 사료의 질이나 양 및 운동량에 의하여 지방의 축적에 영향을 미치는 것으로 설명하고 있었다. 또한 Mohan et al. (2008)는 고등어류 (*Rastrelliger kanagurta*)의 부위별 일반성분에서 혈합근의 회분함량 (6.7%)이 보통근 (1.5%)보다 높게 나타났다고 보고하였는데 일반적으로 혈합근의 수분, 단백질, 회분함량은 보통근보다 낮게 나타난다. 회분함량이 높게 나타난 것은 고등어 종 특성에 의한 것으로 판단된다.

### 지질조성

Table 3은 고등어와 망치고등어의 부위별 지질조성을 나타내었다. 고등어 중성지질 함량은 부위에 따라 6.2~21.4 g/100 g,

Table 3. Lipid class composition (g/100 g) of different anatomical muscle regions from chub and blue mackerels<sup>1)</sup>

	Chub mackerel				Blue mackerel			
	A <sup>2)</sup>	M	P	R	A	M	P	R
Neutra l lipids	7.9 ± 2.5 <sup>b)</sup>	8.6 ± 1.6 <sup>b)</sup>	6.2 ± 2.2 <sup>b)</sup>	21.4 ± 1.2 <sup>a)</sup>	1.3 ± 0.7 <sup>b)</sup>	1.3 ± 0.8 <sup>b)</sup>	0.6 ± 0.1 <sup>b)</sup>	3.0 ± 0.8 <sup>a)</sup>
Polar lipids	0.4 ± 0.1 <sup>b)</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>b)</sup>	0.3 ± 0.1 <sup>b)</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>a)</sup>	0.1 ± 0.1 <sup>ab)</sup>	0.1 ± 0.1 <sup>ab)</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>b)</sup>	0.1 ± 0.1 <sup>a)</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean ± standard deviation (n=3).

<sup>2)</sup>Refer to legends of Fig. 1.

<sup>a-b)</sup>Mean values within a row in the same mackerel are significant different at the  $P < 0.05$ .

망치고등어는 0.6~3.0 g/100 g으로 나타나 극성지질보다 그 함량이 높았고 고등어의 모든 근육이 망치고등어보다 많은 중성지질을 함유하였다. 두 종류의 고등어들의 혈합근 중성지질 함량은 보통근보다 유의적으로 높게 나타났고 ( $P < 0.05$ ), 보통근들 중에서 전장근 (A)과 몸통근 (M)이 꼬리근보다 높은 중성지질 함량을 나타내었지만 유의적 차이가 없었다. 고등어 극성지질은 0.3~0.9 g/100 g, 망치고등어는 0.0~0.1 g/100 g으로 나타났다. 고등어와 망치고등어의 부위별에 따른 보통근의 극성지질 함량이 비슷하게 나타났으며 혈합근 (R)과는 유의적 차이가 나타났다 ( $P < 0.05$ ). Thakur et al. (2003)는 양식산 방어의 부위별 지질조성에서 꼬리근 중성지질 (4.8 g/100 g)이 전장근 (9.0 g/100 g)과 몸통근 (8.4 g/100 g)보다 낮게 나타났으나 극성지질에서는 차이가 없는 것으로 보고하였다. 중성지질은 지질의 주된 구성지질으로 트리글리세라이드, 왁스 에스테르, 스테롤 등이 포함되며 극성지질은 인지질, 당지질 등이 포함된다. 트리글리세라이드는 축적지방이지만 인지질은 세포막 형성 및 유동에 필수적 지질이다 (Sargent et al., 1999). 인지질은 중성지질과 비교하여 폴리엔산을 다량 함유하지만 모노엔산은 낮게 함유하고 있다 (Henderson and Tocher, 1987). 이러한 지질조성은 연령, 생리상태, 영양조건 등에 따라서 변화하게 된다. Takeuchi and Watanabe (1982)는 잉어와 무지개송어를 인위적인 기아상태에서 지질 조성을 살펴본 결과, 트리글리세라이드함량의 감소로 지질함량이 감소하였지만 극성지질은 거의 변화가 없는 것으로 보고하였다. 또한 Ackman (1980)는 극성지질함량이 어류근육무게의 1% 미만이며 계절에 의한 변화는 거의 없는 것으로 보고하였다.

### 지방산 조성

고등어와 망치고등어 지방산 조성을 Table 4에 나타내었다. 고등어 지방산 조성은 포화산>모노엔산>폴리엔산 순으로 나타났지만 망치고등어에서는 폴리엔산>포화산>모노엔산 순으로 나타났다. 고등어와 망치고등어 포화지방산 중 palmitic acid (16:0) 및 stearic acid (18:0)가 주를 이루었으며 oleic acid (18:1n-9)는 모노엔산에서 주된 지방산이었다. 망치고등어의 전장근 (A)과 혈합근 (R)은 고등어를 포함한 나머지 근육들에 비해 18:0의 함량이 높았다. 고등어의 근육들은 망치고등어와 비교했을 때 18:1n-9의 함량이 높았다. 폴리엔산의 경우 고등

어보다 망치고등어(33.0~54.0%)에서 그 함량이 높았다. 주를 이루는 것은 DHA로, 특히 망치고등어의 중간근 (M) 및 꼬리근 (P)에 많이 분포되었고, EPA의 경우에는 전장근 (A) 및 중장근 (M)에 많이 함유되었다. 고등어 부위별 폴리엔산은 26.7~36.6%를 함유하였으며 여기서도 DHA의 비율이 높았으나 전장근은 상대적으로 낮은 함량의 DHA와 EPA를 나타내었다. 고등어와 망치고등어의 지방산 조성은 어종에 따른 차

Table 4. Fatty acid composition (area %) of different anatomical muscle regions from chub and blue mackerels

Fatty acid	Chub mackerel				Blue mackerel			
	A <sup>1)</sup>	M	P	R	A	M	P	R
14:0	6.0	4.8	4.6	5.3	0.6	0.6	0.6	2.2
15:0	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.9
16:0	22.3	19.1	20.2	18.6	24.6	24.7	19.3	16.8
17:0	1.3	1.1	1.6	1.3	1.2	0.9	1.2	2.6
18:0	6.3	5.7	6.1	7.7	19.5	6.6	8.9	12.4
20:0	0.3	0.4	0.4	0.5	2.9	0.0	0.0	0.7
Saturated	36.8	31.4	33.5	34.0	49.2	33.1	30.5	35.6
16:1n-1	5.4	4.7	4.9	5.1	1.2	0.7	0.9	2.3
18:1n-9	22.1	20.1	21.2	20.6	13.4	9.2	11.1	12.3
20:1n-9	5.0	3.9	3.9	4.2	1.3	0.1	0.6	1.9
22:1n-9	4.1	3.3	3.3	3.4	1.9	2.8	3.8	3.5
Monoenes	36.5	32.0	33.3	33.3	17.8	12.8	16.3	20.1
18:2n-6	2.2	3.8	2.5	2.1	2.2	0.9	1.1	1.6
18:3n-3	5.0	3.9	3.9	4.2	1.3	0.1	0.6	1.9
20:3n-3	4.1	3.3	3.3	3.4	1.9	2.8	3.8	3.5
20:5n-3	1.9	2.2	2.3	2.8	5.6	4.8	3.6	2.9
22:6n-3	13.5	23.4	21.3	20.2	22.0	45.4	44.3	34.4
Polyenes	26.7	36.6	33.3	32.7	33.0	54.0	53.3	44.3

<sup>1)</sup>Refer to legends of Fig. 1.

Table 5. Amino acid composition (mg/100 g) of different anatomical muscle regions from chub and blue mackerels

	Chub mackerel				Blue mackerel			
	A <sup>1)</sup>	M	P	R	A	M	P	R
Taurine	38.2	29.1	45.0	234.2	28.1	26.8	48.7	190.0
Aspartic acid	1376.2	1319.4	1339.6	1025.5	1280.6	1305.9	1323.5	1128.5
Threonine	639.9	614.8	618.3	516.1	571.0	589.1	584.1	537.6
Serine	508.5	488.0	480.7	398.4	455.9	437.8	480.9	421.5
Glutamic acid	2193.3	2150.7	2158.4	1590.9	2124.6	2097.4	2217.0	1794.7
Glycine	630.1	623.8	596.5	518.7	557.4	581.4	588.4	897.4
Alanine	861.6	828.9	827.1	677.9	776.6	804.6	813.5	859.3
Valine	899.1	848.2	858.3	685.9	792.2	825.6	831.7	711.0
Methionine	518.5	483.7	498.2	377.4	465.2	474.3	480.7	440.8
Isoleucine	730.7	689.5	701.4	572.3	655.4	676.7	688.9	576.6
Leucine	1148.9	1105.4	1122.5	934.6	1057.5	1084.4	1108.9	949.9
Tyrosine	438.4	419.2	410.4	285.0	396.3	415.6	409.6	325.6
Phenylalanine	565.1	527.0	533.6	470.3	498.7	517.3	525.0	480.9
Lysine	1313.1	1261.4	1282.6	931.9	1232.8	1264.0	1283.1	1028.7
Histidine	888.9	793.5	776.0	337.7	787.0	802.1	805.3	458.7
Arginine	771.9	768.3	762.8	571.8	735.4	746.7	753.2	725.6
Proline	477.8	440.0	437.7	387.4	411.7	405.5	425.3	509.6
Total	14000.1	13390.9	13449.2	10516.2	12826.4	13055.1	13367.9	12036.3

<sup>1)</sup>Refer to legends of Fig. 1.

이가 뚜렷하였고 부위별 차이도 살펴 볼 수가 있었다. 고등어 지방산 조성은 고등어의 어획 시기, 지역 등에 의하여 차이가 있다 (Leu et al., 1981). Testi et al. (2006)는 유럽에서 소비되는 양식상 어류의 등육과 배육의 영양적인 특성을 살펴보았는데 유럽산 농어에서는 등육과 배육의 모노엔산, 폴리엔산 및 DHA 함량에서 부위별에 따른 유의적 차이가 나타났지만 돔과 송어에서는 차이가 없는 것으로 보고하였다. 또한 Palmeri et al. (2007)는 양식상 Murray cod에서는 부위별 지방함량과 폴리엔산은 역의 상관관계가 있었지만 모노엔산과는 정의 상관관계가 나타나며, 포화지방산과 EPA 함량은 부위별에 따른 차이가 없지만 DHA 함량은 부위별에 따른 유의적 차이가 있는 것으로 보고하였다. Rhee et al. (2001)는 고등어의 부위별 지방산조성에서 머리부분의 모노엔산이 다른 부위(표피, 내장, 근육)보다 다소 적지만 폴리엔산 중 EPA 및 DHA가 오히려 높게 나타나는 것으로 보고하였다. N-3계 지방산은 축적되지만 n-6계 지방산은 에너지원으로 사용되며 어류의 부위별 지방산 조성은 어종, 사료구성, 양식관리, 환경상태 등에 의하여 영향을 받는 것으로 판단된다 (Arzel et al., 1994; Kirsch et al., 1998).

#### 아미노산 조성

고등어와 망치고등어의 아미노산 조성을 Table 5에 나타내었다. 아미노산 함량은 glutamic acid > aspartic acid > lysine > leucine > alanine 순으로 나타났다. 고등어의 아미노산 총합량은 10516.2~14000.1 mg/100 g, 망치고등어는 12036.3~13367.9 mg/100 g으로 나타났다. 두 종류의 고등어들의 보통근의 부위별에 따른 아미노산 조성은 큰 차이가 없었지만 보통근과 혈합근 (R)의 아미노산 조성 중에서 taurine는 혈합근 (R)에서 압도적으로 높은 함량을 나타내었다. 반면 고등어와 망치고등어 둘 다에서 비교적 낮은 함량의 histamine, glutamic acid, leucine, lysine을 나타냈다. Glutamic acid에 아미노기가 붙으면 glutamine이 되며 골격근의 60%를 차지한다. Glutamine은 생체 내에서 생긴 암모니아를 제거하면서 산-알칼리 균형유지, 신경전달물질 자극제 역할, 근육단백질 합성 등 생체기관에서 중요한 기능을 담당하고 있다 (Deutz et al., 1992). Obatake et al. (1985)는 어류의 혈합근과 보통근에서 추출한 질소화합물의 조성에서 혈합근에서 taurine이 수배 많지만 histamine, glutamic acid, leucine, lysine은 보통근에서 높게 나타났다는 보고와 일치하였다. 혈합근은 보통근보다 근형질과 근기질 단백질이 많은 반면에 근원섬유단백질이 적으며 비타민 B군이나 철분이 많은 것이 특징이다 (Hashimoto et al., 1979). 회유어에서 특히 발달해 있으며 검붉게 보이는 것은 미오글로빈이나 헤모글로빈처럼 heme을 갖는 색소단백질이 많기 때문이다.

고등어는 우리나라 연근해에서 대량으로 어획되는 대표적인 어종으로 값이 저렴하면서도 EPA, DHA 같은 고도 다가불포화지방산 (PUFA)을 가지고 있어 영양적 가치가 높다. 또한 생체 내에서 혈중 콜레스테롤 저하효과, 혈전예방 효과 및 두뇌작용 등에 관련된 생리적 활성도 알려져 있다 (Simopoulou, 1991; Candela et al., 1997). 고등어 및 망치고등어

의 부위별에 따른 생화학적 특성을 살펴본 결과, 망치고등어와 비교했을 때 고등어의 지질 함량과 지질 성분 중 중성지질의 함량이 높았으나 고도로 불포화된 지방산 특히 EPA와 DHA의 함량은 낮았다. 각 고등어의 근육 부위별 생화학적 특성을 비교했을 때 보통근의 부위별에 따른 유의적 차이가 크게 나타나지 않았지만 보통근과 혈합근에서는 유의적 차이가 나타났다. 특히 혈합근의 경우 높은 지질 함량을 나타내었으며 지질 성분들 중 중성지질의 함량이 보통근보다 높았다. 지방산 조성에서는 망치고등어의 경우 혈합근의 PUFA 함량은 몸통근과 꼬리근에 비해 낮았다. 아미노산 중에서는 특히 taurine의 함량이 혈합근에서 높았음을 살펴볼 수가 있었다. 이러한 고등어의 부위별 생화학 특성은 연령, 생리상태, 영양 조건 등에 따라서 영향을 받는 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- Ackman RG. 1980. Fish lipids. Part 1. In : Connell JJ (ed.). *Advances in Fish Science and Technology*. Fishing News Books, Farnham, Quebec, Canada, 86-130.
- AOAC. 1995. *Official methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, U.S.A., 69-74.
- Arzel J, Martinez Lopez FX, Metailler R, Stephan G, Viau M, Gandemer G and Guillaume J. 1994. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. *Aquaculture* 123, 361-375.
- Bell JG, Mcevoy J, John LW, Maghee F, Millar RM and John RS. 1998. Fresh lipid and carotenoid of Scottish farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J Agric Food Chem* 46, 119-127.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.
- Candela M, Astiasarán I and Bello J. 1997. Effects of fryin and warmholding on fatty acid and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Cadus morhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry* 58, 227-231.
- Choi Y, Kim JH and Park JY. 2002. *Marine fishes of Korea*. Kyohaksa Press, Seoul, Korea.
- Deutz NEP, Reijven PLM, Athanasas G and Soeters PB. 1992. Post-operative changes in hepatic, intestinal, splenic and muscle fluxes of amino acids and ammonia in pigs. *Clinical Science* 83, 607.
- Hashimoto K, Watabe S, Kono M and Shiro K. 1979. Muscle protein composition of sardine and mackerel. *Nippon Suisan Gakkaishi* 45, 1435-1441.
- Henderson RJ and Tocher DR. 1987. The lipid composition and biochemistry of fresh water fish. *Progressive Lipid Research* 26, 281-347.
- 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. *J Korean Fish Soc* 32, 30-36.
- Johnston IA, Frearson N and Goldspink S. 1972. Myofibrillar ATPase activities of red and white myotomal muscles of marine fish. *Seperatum Experientia* 28, 713-714.
- Kirsch PE, Iverson SJ, Bowen WD, Kerr SR and Ackman RG. 1998. Dietary effects on the fatty acid signature of whole Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian J Fisheries and Aquatic Sciences* 55, 1378-1386.
- Leu SS, Jhaveri SN, Karakoltsidis P and Constantindides SN. 1981. Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*, L) : seasonal variation in proximate composition and distribution of chemical nutrients. *J Food Sci* 46, 1635-1638.
- Mohan M, Ramachandran D, Sankar TV and Anandan R. 2008. Physicochemical characterization of muscle proteins from different regions of mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Food Chemistry* 106, 451-457.
- Mok JS, Lee DS, Yoon HD, Park HY, Kim YK and Wi CH. 2007. Proximate composition and nutritional evaluation of fisheries products from the Korean coast. *J Kor Fish Soc* 40, 259-268.
- Morrison WR and Smith LM. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J Lipid Res* 5, 600-608.
- NSO. 2009. *Statistic Database for Fisheries Production*. Retrieved from <http://www.nso.go.kr> on February 10.
- Obatake A, Tsumiyama S and Yamamoto Y. 1985. Extractive nitrogenous constituents from the dark muscle of fish. *Nippon Suisan Gakkaishi* 51, 1461-1468.
- Palmeri G, Turchimi GM and De Silva SS. 2007. Lipid characterisation and distribution in the fillet of the farmed Australian native fish, Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). *Food Chemistry* 102, 796-807.
- Thakur DP, Morioka K, Itoh Y and Obatake A. 2002. Influence of muscle biochemical constituents

- on the meat texture of cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) at different anatomical locations. *J Sci Food Agric* 82, 1541-1550.
- Thakur DP, Morioka K, Itoh Y and Obatake A. 2003. Lipid composition and deposition of cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata* muscle at different anatomical locations in relation to meat texture. *Fish Sci* 69, 487-494.
- Rhee SK, Cheon SS and Kim DS. 2001. Lipid content of different section and fatty acid composition of mackerel, Pacific saury and sardine. *J Korean Professional Engineers Association* 34, 82-88.
- Saeki K and Kumagai H. 1979. Muscle components of wild and cultured yellowtail. *J Food Hyg Soc Japan* 20, 101-105.
- Salem N, Reyzer M and Karanian J. 1996. Losses of arachidonic acid in rat liver after alcohol inhalation. *Lipids* 31, 153-156.
- Sargent J, Bell G, Mcevoy L, Tocher D and Estevez A. 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture* 177, 191-199.
- Simopoulou AP. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr* 54, 438-463.
- Takeuchi T and Watanabe T. 1982. The effects of starvation and environmental temperature on proximate and fatty acid composition of carp and rainbow trout. *Bull Jpn Soc Sci Fish* 48, 1307-1316.
- Testi S, Bonaldo A, Gatta PP and Badiani A. 2006. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chemistry* 98, 104-111.
- Yamada U, Tagawa M, Kishda S and Honjo K. 1986. Fishes of the east China sea and Yellow sea. *Bull Seikai Reg Fish Res Lab*, 501.

---

2009년 10월 26일 접수

2009년 11월 25일 수정

2010년 2월 4일 수리