

자연산과 양식산 참조기의 식품학적 품질평가

강희웅·심길보¹·조영제^{2*}·강덕영·조기채·김종화·박광재
국립수산과학원 서해수산연구소, ¹양식환경연구소, ²부경대학교 식품공학과

Biochemical Composition of the Wild and Cultured Yellow Croaker (*Larimichthys polyactis*) in Korea

Hee Woong Kang, Kil Bo Shim¹, Young Je Cho^{2*}, Duk Young Kang,
Kee Chae Cho, Jong Hwa Kim and Kwang Jae Park

West Sea Fisheries Research and Development Institute, National Fisheries Research and
Development Institute, Incheon 400-420, Korea

¹Aquaculture Environment Institute, National Fisheries Research and
Development Institute, Tongyeong 650-943, Korea

²Faculty of Food Bioscience & Technology, Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea

The biochemical composition of wild and cultured yellow croaker, *Larimichthys polyactis*, was analyzed in this study. The moisture contents in wild and cultured yellow croaker was high: 75.2±1.60% and 79.5±1.95%, respectively. The crude lipid contents of wild and cultured yellow croaker were low; moreover, the crude protein and ash contents did not differ significantly ($P>0.05$). The total amino acid content of wild and cultured yellow croaker did not differ significantly; however, the cystine content of wild yellow croaker was higher than that of cultured yellow croaker. The essential /nonessential amino acid (E/NE) ratio in wild and cultured yellow croaker was 0.76±0.01 and 0.77±0.02, respectively. The free amino acid and extractive nitrogen contents of cultured yellow croaker were high and differed significantly. The water soluble vitamin (B₁, B₂, B₆, B₁₂, C and folate) and fat-soluble vitamin (A and E) contents did not differ significantly, except for niacin. The niacin content of cultured yellow croaker was higher than that of wild yellow croaker. The fatty acid composition of wild and cultured yellow croaker did not differ significantly. The sodium, magnesium, and copper contents in wild yellow croaker were relatively low. In comparison, the calcium, phosphorus and iron contents in cultured yellow croaker were relatively high. Overall, the biochemical composition of wild and cultured yellow croaker did not differ significantly.

Key words: *Larimichthys polyactis*, Yellow croaker, Biochemical composition

서 론

과거 우리나라 국민들의 에너지 공급원은 대부분이 당질이 차지하였으나 최근 단백질과 지방질이 증가하는 추세로, 어패류는 매우 중요한 식량자원으로 이용되고 있다 (KREI, 2008). 또한 어류는 DHA, EPA 등 유용성분 등이 풍부하고 높은 지방 함량과 낮은 포화지방 등으로 폭넓은 소비가 이루어지고 있다. 특히 우리나라 근해에서 어획되는 조기는 굴비 및 젓갈 등으로 우리나라 사람들이 가장 즐겨먹는 수산물 중의 하나이다.

참조기 (Yellow croaker, *Larimichthys polyactis*)는 몸빛깔이 회색을 띠는 황금색으로 특히 입술이 홍색을 띠고 있고 새강 및 장간막이 흑색이며 전장이 30 cm 내외인 민어과에 속하는 어류이다 (Kim et al., 2003).

우리나라 연근해어업의 참조기 생산량은 1980년대 초반에 48,843톤이었으나 2003년 7,098톤으로 감소하였고, 그 이후 지속적으로 증가하여 2006년 생산량은 21,428톤이었다. 또한 전남 영광지역에서 연간 굴비 생산량은 1만여톤 정도이며

매출액은 1천억원에 이르고 있으나 최근 연안 참조기 자원 감소로 인하여 중국산을 수입하여 가공함으로써 맛과 질이 떨어지고 나아가 소비 촉진에도 장애가 되고 있다 (Cho, 2007). 또한 원료어의 어획량 감소는 수입산 및 부세를 참조기로 둔갑시켜 가공한 굴비 등이 시중에 고가로 판매 및 유통되고 있어 문제시되고 있다.

따라서 수산물 생산량을 늘리기 위해서는 어장 및 산란장의 보호와 함께 자원 증강을 위해 종묘생산에 의한 치어방류로 적극적인 자원관리가 필요하며 동시에 양식산업 활성화가 절실하다.

참조기에 대한 종묘생산과 양식기술에 대한 연구는 1990년 한국해양연구원에서 3년간 조기류 생산기술 연구를 수행하면서 기반기술을 확립한 바 있으나 대량생산에는 성공하지 못하다가 2000년대에 국립수산과학원 서해수산연구소에서 참조기 종묘생산 및 대량생산에 성공하여 그 가치를 인정받고 있다.

따라서 본 연구에서는 국립수산과학원 서해수산연구소에서 종묘생산에 성공하여 24개월 동안 사육한 양식산 참조기의

*Corresponding author: yjcho@pknu.ac.kr

식품학적 품질을 평가하기 위하여 강화도 인근에서 어획된 자연산 참조기와 일반성분 및 영양성분을 비교분석하였으며, 나아가 양식산 참조기의 식품학적 품질의 우수성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

원료어

자연산 참조기는 인천시 강화도 인근에서 어획한 개체를 사용하였으며, 양식산 참조기는 서해수산연구소에서 생산한 인공종묘를 24개월 동안 성장시킨 개체를 사용하였다. 또한 자연산과 양식산 참조기는 비슷한 크기의 개체를 동일시기에 어획하여 빙장상태로 실험실로 운반하여 원료어로 사용하였으며, 어획시기 및 크기 등은 Table 1과 같다.

Table 1. Profile of wild and cultured yellow croaker

	Sampling date	N	Body weight (g)	Body length (cm)	Body depth (cm)	Body height (cm)
Wild	May 19, 2009	5	95.6±8.16 ^{a1)}	19.4±0.62 ^a	4.76±0.29 ^a	2.18±0.13 ^a
Cultured	May 22, 2009	5	90.9±14.3 ^a	19.1±0.87 ^a	4.76±0.27 ^a	2.22±0.08 ^a

¹⁾ Values (mean±SD) in the same column with the different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range at $P < 0.05$.

실험방법

일반성분 함량 측정

일반성분의 측정방법으로 수분은 105°C에서 상압가열 건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다 (AOAC, 1995).

구성아미노산 조성

시료 150 mg을 6 N-HCl로써 110°C에서 24시간 가수분해하였다. 시료용액을 감압 건조시킨 후, pH 2.2의 구연산 완충액으로 50 mL로 정용하여 0.22 μm membrane filter로 여과하여 아미노산 분석기 (Hitachi 835, Japan)를 이용하여 분석하였다.

유리아미노산 조성

시료 5 g을 정확하게 취한 후 75% ethanol을 25 mL를 넣고 6시간 교반하여 준 다음 원심분리(3,000×g, 15 min)하여 상층액을 취하였다. 이 때, 상층액의 색이 무색이 될 때까지 75% ethanol을 첨가하여 원심분리하였다. 이 상층액에서 ethanol을 완전히 제거시키기 위해 감압농축 후 탈이온수로 정용하고, 5 mL을 취하여 5'-sulfosalicylic acid 250 mg을 넣고 잘 혼합하여 균질화시켜 제단백시킨 후 원심분리 (3,000×g, 15 min)하여 얻은 상층액을 0.20 μm membrane filter로 여과한 다음 lithium

citrate buffer (pH 2.2)로 일정량 희석하여 아미노산 자동분석기 (Sykam Amino acid analyzer S433, Germany)로 분석하였다.

엑스분 질소 함량 측정

엑스분 질소 함량은 Hoyle et al. (1994)에 의한 trichloroacetic acid (TCA)법으로 측정하였다.

지방산 조성

선어의 근육을 세절한 다음 지방산 조성은 Folch et al. (1957)의 방법에 의하여 시료의 5배량의 chloroform : methanol (2:1 v/v)용액으로 지질을 추출한 후, 14% BF₃-methanol을 이용하여 지방산을 methyl ester하여, gas chromatography (Hewlett packard 6890A, USA)로써 분석하였다.

수용성 비타민 함량 측정

수용성 비타민 함량은 식품공전 (KFDA, 2009)에 의하여 시료를 5% meta phosphoric acid에 녹여 가열 및 초음파를 이용하여 추출된 시료액을 원심분리 (3000 rpm, 15 min)하여 상층액을 0.20 μm membrane filter로 여과한 다음 HPLC (Agilent 1100 system, USA)로 분석하였다.

지용성 비타민(비타민 A와 비타민 E)함량 측정

지용성 비타민 함량은 식품공전 (KFDA, 2009)에 의하여 시료를 ethanol과 10% pyrogarol-ethanol를 가하여 혼합하고 60% KOH를 가하여 30분간 비누화시키고, 증류수 및 petroleum ether 등을 이용하여 층 분리과정을 거친 후, 40-45 °C에서 감압 농축하였다. 이때 비타민 A 분석은 methanol (HPLC grade), 비타민 E는 hexane (HPLC grade)을 이용하여 농축수기의 잔류물을 각각 녹여 5 mL 정용하였으며, 이 용액을 HPLC (Agilent 1100 system, USA)로 분석하였다.

무기질 함량 측정

무기질 함량은 Standard Methods for Marine Environment (MOMAF, 2002)에 따라 전처리 후 ICP-AES (Optima 3300XL, Perkin elmer, USA)로 측정하여 생물기준으로 나타내었다.

통계처리

통계처리는 SAS 프로그램을 이용한 분산분석표 (analysis of variance table : ANOVA table)를 작성하였으며, Duncan의 다중범위검정 (Duncan's multiple range test)으로 $P < 0.05$ 에서 결과간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 비교

자연산과 양식산 참조기의 일반성분 비교 결과를 Table 2에 나타내었다. 자연산 참조기의 평균 수분함량은 75.2±1.60%이었으며, 양식산 참조기는 79.5±1.95%로 자연산에 비하여 높은 함량을 나타내었다 ($P < 0.05$). 반면 회분함량과 조단백질 평균 함량은 자연산과 양식산이 각각 1.48±0.09%, 17.1±1.12% 및 1.40±0.13%, 16.6±0.80%를 나타내었으며 자연산과 양식산의 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

Table 2. Comparison of proximate composition (%) in the muscle of wild and cultured yellow croaker

	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Wild	75.2±1.60 ^{b1)}	17.1±1.12 ^a	4.89±1.30 ^a	1.48±0.09 ^a
Cultured	79.5±1.95 ^a	16.6±0.80 ^a	2.17±0.88 ^b	1.40±0.13 ^a

1) Values (mean±SD) in the same column with the different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range at $P<0.05$.

Table 3. Comparison of amino acid content (g/100 g) in the muscle of wild and cultured yellow croaker

Amino acid	Wild	Cultured
Essential amino acid (E)		
Isoleucine	0.74±0.03	0.75±0.05
Leucine	1.07±0.03	1.07±0.05
Lysine	1.07±0.02	1.10±0.05
Methionine	0.58±0.03	0.53±0.07
Phenylalanine	0.79±0.01	0.82±0.06
Threonine	0.73±0.02	0.71±0.04
Valine	0.67±0.05	0.72±0.03
Total E	5.33±0.16	5.35±0.38
Nonessential amino acids (NE)		
Arginine	0.94±0.02	0.92±0.07
Histidine	0.46±0.02	0.47±0.03
Aspartic acid	1.22±0.03	1.20±0.06
Serine	0.66±0.02	0.64±0.04
Glutamic acid	1.65±0.04	1.62±0.07
Proline	0.66±0.01	0.67±0.08
Glycine	0.59±0.01	0.61±0.04
Alanine	0.80±0.01	0.80±0.04
Cystine	0.07±0.05 ^{a1)}	0.06±0.00 ^b
Tyrosine	0.44±0.02	0.41±0.04
Total NE	7.01±0.17	0.65±0.47
Total amino acid	13.1±0.24	12.9±0.91
E/NE ratio	0.76±0.01	0.77±0.02

1) Values (mean±SD) in the same row with the different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range at $P<0.05$.

자연산과 양식산 참조기의 조지방 함량은 각각 4.89±1.30% 및 2.17±0.88%로 자연산이 양식산에 비하여 높은 함량을 나타내고 있었다 ($P<0.05$).

참조기의 주 산란시기인 5월경에 주 산란장소인 연평도 근해에서 산란하고 산란을 마친 어군은 계속 부상하거나 황해의 가장 깊은 중심해역으로 이동하여 활발한 먹이섭취 활동을 하다가 가을이 되면 남하하기 시작한다고 보고하고 있다 (Kim et al., 2006). 본 연구에서 시료 채취 시기가 5월 중순이며, 이 시기에는 산란과 밀접한 관계가 있으므로, 자연산과 양식산의 조지방 함량이 차이를 나타내는 것으로 판단된다.

구성아미노산 함량 비교

자연산 참조기의 구성아미노산 총 함량은 13.1±0.24 g/100

g이었으며, 양식산 참조기의 구성아미노산 함량은 12.9±0.91 g/100 g으로 나타났다 (Table 3). 자연산과 양식산 참조기의 주 구성아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine, arginine이며, 특히 glutamic acid 함량이 전체 13% 내외로 가장 높은 함량을 나타내었다. 또한 주요 필수아미노산은 lysine과 leucine으로 전체 구성아미노산의 7.9~8.4% 내외를 차지하고 있다.

구성아미노산 총 함량은 자연산과 양식산간에 유의적인 차이가 없었으며, cystine을 제외한 각 아미노산도 자연산과 양식산이 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 자연산 참조기의 cystine 함량은 0.07±0.05 g/100 g이었으며, 양식산 참조기의 cystine 함량은 0.06±0.00 g/100 g으로, 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었다 ($P<0.05$).

필수아미노산 함량은 자연산 참조기가 5.33±0.16 g/100 g (전체 구성아미노산 대비 46.15~47.09%)였으며, 양식산 참조기는 5.35±0.38 g/100 g (전체 구성아미노산 대비 46.00~47.44%)으로 나타났다. 또한 수산물의 필수아미노산과 비필수아미노산 비율을 일반적으로 0.74로 보고되고 있으며 (Iwasaki et al., 1985), 어종별로 대구류 (*Gadus morhua*) 0.71, 참돔 (*Pagrus major*) 0.77, 고등어 (*Scomber japonicus*) 0.77, 송어 (*Mugil cephalus*)는 0.71, 정어리 (*Sardina melonosticta*) 0.69, 청어 (*Clupea pallasii*) 0.74, 연어 (*Oncorhynchus keta*) 0.75, 넙치 (*Paralichthys olivaceus*) 0.77 로 보고되고 있다 (Jhaveri et al., 1984; Iwasaki and Harada, 1985). 자연산과 양식산 참조기의 필수아미노산과 비필수아미노산 비율이 0.75~0.79로 나타나 균형적인 영양과 고품질 단백질 공급원으로 확인되었다.

유리아미노산 함량 비교

자연산과 양식산 참조기의 유리아미노산 함량은 Table 4에 나타내었다. 자연산 참조기의 유리아미노산 총 함량은 126±23.6 mg/100 g이었으며, 양식산 참조기의 유리아미노산 총 함량은 325±46.2 mg/100 g으로 나타나, 양식산이 자연산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었다. 특히 자연산은 taurine 함량이 전체 60%를 차지하고 있었으나 양식산은 35% 내외를 나타내었으며, 자연산은 anserine 함량이 검출되지 않았으나, 양식산은 102±31.0 mg/100 g으로 전체 유리아미노산 함량의 23.71~39.47%를 차지하고 있었다. Anserine은 히스티딘계 저분자 펩타이드로 거위 근육에서 처음으로 발견되었으며 (Ackermann et al., 1929), 조류, 파충류 그리고 어류에 다량으로 함유되어져 있는 것으로 보고되었다. 일반적으로 회유성 어류의 특징인 이동성과 관련 있는 것으로 알려져 있으며 (Marit et al., 1995; Suyama et al., 1986; Abe et al., 1991), 근육의 운동시 생성된 젖산을 효과적으로 중화시키는 완충능력을 나타냈다고 보고하고 있다 (Harris et al., 1990; Brown, 1981). 따라서 양식산 참조기가 자연산에 비하여 높은 것은 양식산이 운동 중 스트레스로 인한 젖산 함량의 증가가 원인으로 판단된다.

자연산과 양식산 참조기의 엑스분 질소 함량은 각각 333±22.3 mg/100 g과 355±22.2 mg/100 g을 나타내었으며, 양식산이 자연산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었다 ($P<0.05$).

Table 4. Comparison of free amino acid content (mg/100 g) in the muscle of wild and cultured yellow croaker

Amino acid	Wild	Cultured
Taurine	77.3±14.1 ^{b1)}	119±5.29 ^a
Phosphoethanolamine	1.00±0.09	0.82±0.33
Aspartic acid	1.13±0.13	2.29±1.04
Threonine	2.29±0.31 ^b	4.83±1.32 ^a
Serine	1.99±0.46 ^b	8.65±3.22 ^a
Glutamic acid	5.99±1.04 ^b	13.6±2.71 ^a
Sarosine	0.60±0.08	0.44±0.41
Aminoadipic acid	ND ²⁾	0.40±0.56
Proline	ND	1.00±2.24
Glycine	3.34±0.48 ^b	13.3±4.12 ^a
Alanine	9.52±3.74 ^b	18.6±7.11 ^a
Citrulline	1.70±0.88	2.79±0.70
Aminoisobutyric acid	ND	0.16±0.23
Valine	3.70±3.97	4.62±1.20
Cystine	0.10±0.23	ND
Methionine	0.92±0.23 ^b	2.16±0.76 ^a
Cystathionine	ND ^b	0.36±0.26 ^a
Isoleucine	1.21±0.35 ^b	3.57±0.94 ^a
Leucine	1.91±0.59 ^b	4.94±1.24 ^a
Tyrosine	1.13±0.25	1.78±0.75
Phenylalanine	0.97±0.28 ^b	2.01±0.86 ^a
Ethanolamine	ND	0.33±0.73
δ-Hydroxylysine	3.57±0.77	3.67±0.71
Ornithine	1.06±1.20	0.62±0.15
Lysine	5.28±4.77	7.73±2.76
Histidine	1.35±0.34 ^b	5.70±1.51 ^a
Anserine	ND	102±31.0
Total	126±23.6 ^b	325±46.2 ^a
Ex-N	333±22.3 ^b	355±22.2 ^a

¹⁾ Values (mean±SD) in the same row with the different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range at $P<0.05$.

²⁾ ND: not detected.

지방산 조성 비교

자연산과 양식산 참조기 근육에서 추출한 지질의 지방산 조성은 Table 5에 나타내었다. 대부분 포화지방산에서의 조성은 palmitic acid (16:0)가 주요 성분이었으며, 모노엔산에서는 palmitoleic acid (16:1)와 oleic acid (18:1), 그리고 폴리엔산에서는 eicosapentaenoic acid (20:5), docosahexaenoic acid (22:6)의 조성비가 가장 높게 나타났다. 이는 부세의 연령별에 따른 지방산 조성에 대한 Tang et al. (2009)의 결과와 유사하였다.

자연산과 양식산 참조기의 지방산 조성비는 대부분 유의적인 차이가 없었으나 ($P>0.05$), linoleic acid (18:2)의 조성비는 자연산과 양식산이 각각 $3.85±5.23\%$ 과 $12.1±2.58\%$ 로 양식산이 자연산에 비하여 약 4배 이상 높은 조성비를 나타내었다 ($P<0.05$). 필수지방산인 linoleic acid (18:2)은 어체내에서 합성되지 않고 식이를 통해 어체내에 축적되는 지방산이며, 탈포

Table 5. Comparison of fatty acid composition (%) in the muscle of wild and cultured yellow croaker

Fatty acid	Wild	Cultured
C14:0	3.79±0.26	3.32±0.38
C15:0	0.52±0.10 ^{a1)}	0.35±0.01 ^b
C16:0	24.4±1.29	23.1±0.62
C17:0	0.37±0.08 ^a	0.26±0.04 ^b
C18:0	4.20±0.36	4.80±0.99
C20:0	0.28±0.05	0.24±0.04
C22:0	0.03±0.03	0.09±0.14
C23:0	0.52±0.10	0.50±0.12
C24:0	0.00±0.00	0.00±0.00
ΣSFA ²⁾	34.1±1.86	32.6±0.89
C14:1	0.05±0.03	0.08±0.03
C15:1	0.01±0.01	0.02±0.01
C16:1	15.0±1.59 ^a	11.0±2.17 ^b
C17:1	0.55±0.12 ^a	0.34±0.09 ^b
C18:1	23.6±1.55	22.3±2.72
C20:1	0.32±0.16	0.52±0.68
C22:1	ND ³⁾	ND
C24:1	1.55±0.22 ^a	1.92±0.15 ^b
ΣMUFA ²⁾	41.1±1.73 ^a	36.1±4.13 ^b
C18:2	3.85±5.23 ^b	12.1±2.58 ^a
C18:3	0.83±0.14	0.71±0.15
C20:2	ND	0.58±0.13
C20:3	1.43±0.21	1.47±0.45
C20:4	0.90±0.73	0.37±0.04
C20:4	ND	ND
C20:5	5.69±1.31	4.27±1.20
C22:2	0.22±0.03	0.21±0.03
C22:6	11.9±1.54	11.6±2.57
ΣPUFA ²⁾	24.9±2.89 ^b	31.3±3.56 ^a
UFA/SFA	1.97±0.19	2.07±0.09
MUFA/SFA	1.21±0.07	1.11±0.15
PUFA/SFA	0.73±0.12	0.97±0.12
n-3	19.4±3.28	16.3±2.83
n-6	5.27±5.03 ^b	14.2±2.32 ^a
n-3/n-6	5.64±2.60 ^a	1.26±0.44 ^b

¹⁾ Values (mean±SD) in the same row with the different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range at $P<0.05$.

²⁾ SFA, saturated fatty acid; MUFA, monounsaturated fatty acid; PUFA, polyunsaturated fatty acid.

³⁾ ND: not detected.

화 및 연장단계를 거쳐 eicosanoid의 전구체인 불포화지방산으로 전환된다. 따라서 어류 근육 중의 지방산 조성의 차이는 어종, 환경요인, 크기, 연령, 섭식에 따라 다르며 (Gruger, 1967; Saito et al., 1999; Kiessling et al., 2001), 특히 양식산 어류의 지방산 조성은 사료의 지방산 조성에 큰 영향을 받는 것으로 보고된 바 있다 (Mnari et al., 2007). 따라서 자연산과 양식산

참조기의 linoleic acid (18:2) 조성비 차이는 24개월 동안 양식 산 참조기에 급이한 배합사료와 냉동새우로 인한 것으로 판단된다.

또한 n-3 고도불포화지방산 조성비는 자연산과 양식산 참조기가 각각 $19.4 \pm 3.28\%$ 와 $16.3 \pm 2.83\%$ 로 유의적인 차이가 없었으며 ($P > 0.05$), n-6 고도불포화지방산 조성비는 각각 $5.27 \pm 5.03\%$ 과 $14.2 \pm 3.32\%$ 로 양식산이 자연산에 비하여 높은 조성비를 나타내었다 ($P < 0.05$). n-3/n-6 비율은 관상동맥 질환 위험 감소에 매우 중요한 역할을 하게 되며, 일반적으로 어류의 지질에서 높게 나타난다. Hearn et al. (1987)에 의하여 양식산 어류는 약 2.2로 알려져 있으며, 연령별에 따른 양식 중국산 부세는 약 6.1~6.3으로 알려져 있으며, 국내 자연산과 양식산 주요 헷감용 활어에 대한 연구에서는 약 1.3~15.2로 알려져 있다 (Tang et al., 2008, 2009; Kim, 2007). 본 연구에서는 자연산과 양식산이 각각 5.64 및 1.26으로, 자연산이 양식산에 비하여 높은 비율로 나타났다 ($P < 0.05$). 이는 사료에 의한 linoleic acid (18:2) 조성비가 양식산 참조기에서 월등히 높은 것이 원인으로 판단된다.

많은 연구자들이 양식산 어류의 지방산 물질대사에서 사료의 지방산 조성이 미치는 영향과 관련된 연구를 수행하였다 (Castell et al., 1972; Reinitz et al., 1981). 그러나 양식산 어류의 지질의 지방산 조성비가 어류의 물질대사로 인하여 사료의 지방산 조성비와 완전히 일치하지는 않는다는 보고도 있다 (Saglik et al., 2007).

지용성 및 수용성 비타민 함량 비교

식품으로부터 에너지가 생성될 때 필요한 효소의 작용에 보조역할을 하는 수용성 및 지용성 비타민 함량을 Table 6에 나타내었다.

Table 6. Comparison of water-soluble and fat-soluble vitamins content (mg/kg) in the muscle of wild and cultured yellow croaker

	Vitamin	Wild	Cultured
	Vitamin C	4.18 ± 3.08^a	4.40 ± 1.51^a
	Vitamin B ₁	$1.67 \pm 0.17^{a1)}$	1.50 ± 0.06^a
	Vitamin B ₂	0.13 ± 0.04^a	0.76 ± 0.44^b
Water-soluble	Vitamin B ₆	ND ²⁾	ND
	Vitamin B ₁₂	ND	ND
	Niacin	204 ± 18.9^a	43.0 ± 3.86^b
	Folate	0.35 ± 0.19^a	0.14 ± 0.08^b
Fat-soluble	Vitamin A	0.50 ± 0.05^a	0.15 ± 0.02^b
	Vitamin E	4.33 ± 2.13^b	9.54 ± 0.49^a

¹⁾ Values (mean±SD) in the same row with the different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range at $P < 0.05$.

²⁾ ND : Not detected.

자연산과 양식산 참조기의 vitamin C 함량은 각각 4.18 ± 3.08 및 4.40 ± 1.51 mg/kg 함량을 나타내었으며, 자연산과 양식산의 유의적인 차이는 없었다 ($P > 0.05$). 또한 자연산과 양식산 참조기의 수용성 비타민 중 B₆, B₁₂는 검출되지 않았으며, vitamin B₁ 함량은 자연산과 양식산 참조기가 각각 1.67 ± 0.17 mg/kg 및 1.50 ± 0.06 mg/kg으로 나타났으며, 유의적인 차이는 없었다 ($P > 0.05$). Vitamin B₂ 함량은 자연산 참조기가 0.13 ± 0.04 mg/kg, 양식산 참조기가 0.76 ± 0.44 mg/kg으로 나타났으며, 양식산이 자연산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었다 ($P < 0.05$).

어류는 비타민 B의 좋은 공급원으로 알려져 있으며 한국수산물성분표 (NFRDA, 1995)에 따르면 Vitamin B₁과 B₂ 함량은 넙치가 각각 0.1 mg/100 g, 0.20 mg/100 g, 조기 0.19 mg/100 g, 0.18 mg/100 g, 복어 0.08 mg/100 g, 0.10 mg/100 g이며 고등어 각각 0.18 mg/100 g, 0.46 mg/100 g으로 각각 평균이 0.08~0.2 mg/100 g과 0.10~0.46 mg/100 g으로 확인되어, 본 연구와 비슷한 함량을 나타내었다.

자연산과 양식산 참조기의 niacin 함량은 각각 204 ± 18.9 및 43.0 ± 3.86 mg/kg으로 나타났으며, 자연산 참조기가 양식산에 비하여 약 5배 높은 함량으로 나타났다 ($P < 0.05$). 이는 원료어인 양식산 참조기가 알을 수정하고 있었으며, 이로 인한 에너지 대사와 관련된 조효소들의 구성성분이 되었기 때문으로 판단된다.

Folate 함량은 자연산과 양식산 참조기가 각각 0.35 ± 0.19 mg/kg 및 0.14 ± 0.08 mg/kg으로 나타났으며, 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었다 ($P < 0.05$).

반면 지용성 vitamin A 및 E 함량은 자연산이 각각 0.50 ± 0.05 mg/kg 및 4.33 ± 2.13 mg/kg으로 나타났으며, 양식산은 각각 0.15 ± 0.02 mg/kg 및 9.54 ± 0.49 mg/kg으로 나타났다. 자연산과 양식산 참조기의 vitamin A 함량은 자연산이 vitamin E 함량은 양식산이 다소 높은 것으로 나타났다 ($P < 0.05$). 이는 Table 2에서 밝힌 바와 같이 조지방 함량이 자연산이 양식산에 비하여 다소 높아 비타민 A 함량도 자연산이 다소 높게 나타난 것이다.

무기질 함량 비교

자연산과 양식산 참조기의 무기질인 Na, Ca, K, Mg, P 등의 대량 원소들과 Fe, Cu, Zn 등의 미량원소 함량에 대하여 조사를 실시하였으며 그 결과를 Table 7에 나타내었다. 자연산과 양식산 참조기의 나트륨 (Na) 함량은 각각 124 ± 15.8 mg/100 g과 70.4 ± 10.9 mg/100 g로 나타났으며 자연산이 양식산에 비하여 월등히 높은 함량을 나타내었다 ($P < 0.05$). 자연산과 양식산 참조기의 칼슘 (Ca) 함량은 43.4 ± 10.2 mg/100 g, 66.4 ± 43.4 mg/100 g으로 나타나 양식산이 자연산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었다 ($P < 0.05$).

칼륨 (K) 함량은 자연산이 399 ± 29.3 mg/100 g, 양식산이 390 ± 13.7 mg/100 g으로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 ($P > 0.05$), 마그네슘 (Mg) 함량도 자연산과 양식산이 각각 34.6 ± 1.84 mg/100 g, 31.4 ± 2.49 mg/100 g으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P > 0.05$). 자연산 참조기의 인 (P), 철 (Fe),

Table 7. Comparison of mineral content in the muscle of wild and cultured yellow croaker

Mineral	Wild	Cultured
Na (mg/100 g)	124±15.8 ^a	70.4±10.9 ^b
Ca (mg/100 g)	43.4±10.2 ^b	66.4±43.4 ^a
K (mg/100 g)	399±29.3 ^a	390±13.7 ^a
Mg (mg/100 g)	34.6±1.84 ^a	31.4±2.49 ^b
P (mg/100 g)	216±7.36 ^b	236±23.3 ^a
Fe (mg/kg)	6.39±1.43 ^b	5.24±1.77 ^a
Cu (mg/kg)	2.19±0.51 ^a	1.77±0.38 ^b
Zn (mg/kg)	3.39±0.92 ^a	3.88±0.74 ^a

¹⁾ Values (mean±SD) in the same row with the different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range at $P < 0.05$.

구리 (Cu), 아연 (Zn) 함량은 각각 216±7.36 mg/100 g, 6.39±1.43 mg/kg, 2.19±0.51 mg/kg 및 3.39±0.92 mg/kg이었으며 양식산 참조기의 인 (P), 철 (Fe), 구리 (Cu), 아연 (Zn) 함량은 각각 236±23.3 mg/100 g, 5.24±1.77 mg/kg, 1.77±0.38 mg/kg 및 3.88±0.74 mg/kg으로 나타났으며, 인과 철의 함량은 양식산이 높았으며, 구리 함량은 자연산이 양식산에 비하여 높았다 ($P < 0.05$). 그러나 아연 함량은 자연산과 양식산의 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

2005년 한국영양학회에서 개정된 영양섭취기준 (KNS, 2005)에 따르면 20세 이상 성인 남성의 1일 미네랄의 권장섭취량으로 칼슘 700 mg, 나트륨 1,000~1,500 mg (충분섭취량), 칼륨 4,700 mg (충분섭취량), 마그네슘 340~350 mg, 철 10 mg, 아연 8~10 mg, 구리 0.8 mg, 망간 3.5 mg (충분 섭취량), 셀레늄 50 µg으로 설정하였다. 그리고 성인 여성의 1일 미네랄의 권장 섭취량으로 칼슘 700~800 mg, 마그네슘 280 mg, 철 9~14 mg, 아연 7~8 mg, 망간 3.0 mg (충분섭취량)이며, 그 외는 남성과 동일하다. 자연산과 양식산 참조기는 미네랄의 중요한 공급원으로 이들 섭취를 통하여 보충할 수 있을 것으로 판단한다.

자연산과 양식산 참조기의 식품학적 품질을 살펴보면, 자연산 참조기의 조지방 함량이 높았으며, 자연산과 양식산 참조기의 구성아미노산은 유의적인 차이가 없었으나, 맛에 중요한 역할을 하는 엑스분 질소 및 유리아미노산 함량은 자연산에 비하여 양식산이 다소 높았다. 수용성 및 지용성 비타민 함량의 비교에서는 자연산과 양식산이 가장 큰 차이를 나타낸 niacin은 양식산 참조기가 산란기를 맞아 알을 수정하였기 때문으로 판단된다. 또한 지방산 조성비는 자연산과 양식산이 유의적인 차이가 없었으며, 나트륨, 마그네슘, 구리는 자연산이 다소 높은 함량을 나타내었으며, 칼슘, 인, 철 함량은 양식산이 높은 함량을 나타내었다.

따라서 각 영양성분별로 함량의 차이는 나타났으나, 동일한 시료채취시기, 연령, 크기 등을 고려할 때, 자연산과 양식산의 식품학적 품질은 차이가 없었으며, 자연산과 양식산 참조기

모두 양질의 단백질과 미네랄 공급원이며, 불포화지방산인 DHA 및 EPA을 다량 함유하고 있는 고급 식품으로 확인되었다.

참고문헌

A.O.A.C. 1995. Official method of analysis of the association of official chemists. In: P. Cunniff (Ed.), International, VA. Vol I Chapter 4, Arlington, Virginia, U.S.A., 1-17.

Abe H and Okuma E. 1991. Effect of temperature on the buffering capacities of histidine-related compounds and fish skeletal muscle. J Jap Fish Soc 57, 2101-2107.

Ackermann D, Timpe O and Poller K. 1929. Über das anserine, m einen ueuen bestandteil der vogel-muskulatur. Z Physiol Chem 183, 1-10.

Brown CE. 1981. Interaction among carnosine, anserine, ophidine and copper in biochemical adaptation. J Theor Biol 88, 245-256.

Castell JD, Lee DJ and Sinnhuber RO. 1972. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): lipid metabolism and fatty acid composition. J Nutr 102, 93-100.

Cho KC. 2007. Seeding production of *Larimichthys polyactis*. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea, 1-3.

Folch J, Lees M and Sloane-Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol Chem 226, 497-509.

Gruger EH. 1967. Fatty acid composition. In: Stansby, M.E. (Ed.), Fish Oils. AVI Publishing Co., Westport, CT, 3-30.

Harris RC, Marlin DJ, Dunnett M, Snow DH and Hultman E. 1990. Muscle buffering capacity and dipeptide content in the thoroughbred horse, greyhound dog and man. Comp Biochem Physiol 97A, 249-251.

Hearn TL, Sgoutas SA, Hearn JA and Sgoutas DS. 1987. Polyunsaturated fatty acids and fat in flesh for selecting species for health benefits. J Food Sci 52, 1209-1211.

Hoyle NT and Merritt JH. 1994. Quality fish protein hydrolysates from herring (*Clupea harengus*). J Food Sci 59, 76-79.

Iwasaki M and Harada R. 1985. Proximate and amino acid composition of the roe and muscle of selected marine species. J Food Sci 50, 1585-1587.

- Jhaveri SN, Karakoltsidis PA, Montecalvo J and Constantinides SM. 1984. Chemical composition and protein quality of some southern new England marine species. *J Food Sci* 49, 110-113.
- KFDA (Korea Food & Drug Administration). 2009. Food Code. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea, 2.1.9.
- Kiessling A, Pickova J, Johansson L, Asgard T, Storebakken T and Kiessling KH. 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. *Food Chem* 73, 271-284.
- Kim HY, Kwon YK, Hong YP, An YS, Kim TU, Park HO, Chin MS, Chang HC, Lee MY, Shin IS and Jo JS. 2003. Physicochemical properties of yellow pigments in domestic and imported yellow croaker and their changes during distribution and storage. *Korean J Food Sci Technol* 35, 803-811.
- Kim YC. 2007. A study on food quality and sanitary safety of wild and cultured fishes. M.S. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea, 45-53.
- Kim YH, Lee SK, Lee JB, Lee DW and Kim YS. 2006. Age and growth of small yellow croaker, *Larimichthys polyactis* in the south sea of Korea. *Korean J Ichthyol* 18, 45-54.
- KNS (The Korean Nutrition Society). 2005. Dietary reference intakes for Koreans. The Korean Nutrition Society. Seoul, Korea, 199-312.
- KREI (Korea Rual Economic Institute). 2008. 2007 Foodstuff supply, Korea Rual Economic Institute, Seoul, Korea, 9-181.
- Marit A, Lief J and Hans G. 1995. Quantitative high-resolution ^{13}C nuclear magnetic resonance of anserine and lactate in withe muscle of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Comp Biochem Physicol* 112B, 315-321.
- Mnari A, Bouhlel I, Chraief I, Hammami M, Romdhane MS, El Cafsi M, and Chaouch A. 2007. Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Food Chem* 100, 1393-1397.
- MOMAF (Ministry of Maritime Affairs & Fisheries). 2002. Standard methods for marine environmental. MOMAF, Korea, 1-330.
- NFRDA (National Fisheries Research and Development Agency). 1995. Supplemented chemical composition of marine products in Korea. NFRDA, Korea, 1-83.
- Reinitz GL, Yu TC. 1981. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* 22, 359-366.
- Saglik S, Imre S. 2001. ω 3-Fatty acids in some fish species from Turkey. *J Food Sci* 66, 210-212.
- Saito H, Yamashiro R, Alasalvar C and Konno T. 1999. Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily caesioninae (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and family siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids* 34, 1073-1082.
- Suyama M, Hinaro T and Suzuki T. 1986. Buffering capacity of free histidine and its related dipeptides in white and dark muscle of yellow fin tuna. *Bull Jap Soc Sci Fish* 52, 2171-2175.
- Tang HG, Chen LH, Xiao CG and Wu TX. 2009. Fatty acid profiles of muscle from large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* R.) of different age. *J Zhejiang Univ Sci B* 10, 154-158.

2009년 10월 15일 접수

2010년 2월 1일 수정

2010년 2월 18일 수리