

## Evaluation of Muscle Quality of Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Fed Extruded Pellets Containing Different Protein and Lipid Levels, and Raw Fish-based Moist Pellet

Cheul Min An<sup>1</sup>, Hee-Yeon Park<sup>2</sup>, Meang-hyun Son<sup>1</sup>, Kyoung-Duck Kim<sup>1</sup>,  
Kang-Woong Kim<sup>1</sup> and Mi-Soon Jang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Aquafeed Research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Pohang 791-923, Korea

<sup>2</sup>Food and Safety Research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

### 단백질 및 지질함량이 다른 배합사료와 생사료로 사육한 넙치의 육질평가

안철민<sup>1</sup> · 박희연<sup>2</sup> · 손맹현<sup>1</sup> · 김경덕<sup>1</sup> · 김강웅<sup>1</sup> · 장미순<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>국립수산과학원 사료연구센터, <sup>2</sup>국립수산과학원 식품안전과

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of extruded pellets (EP) containing different levels of protein (51%-55%) and lipid (9%-15%) on flesh quality of flounder (*Paralichthys olivaceus*) comparing with raw fish-based moist pellet (MP). Two replicate groups of 40 fish per each tank (initial mean weight 106 g) were fed one of three experimental EP (EP1, EP2 and EP3) containing different protein and lipid levels, a commercial EP (EP4) and MP for 16 weeks. Moisture content of fish fed MP was significantly higher than that of fish fed all EP. Significantly higher contents of 16:1n-7, 20:4n-6, 20:5n-3 and lower 18:2n-6 were observed in fish fed EP4 and MP compared with fish fed EP1, EP2, EP3. The 22:6n-3 content was not significantly different among all groups. Taurine content of fish fed MP was significantly higher than that of fish fed all EP. Asparagine content of fish fed EP1 was significantly higher than that of fish fed EP2, EP, EP4 and MP. Significant difference were observed in lysine and serine contents of fish fed experimental diets. In nucleotides and their related compounds, ATP and AMP content was not affected by diets. Significant difference were observed in IMP contents of fish fed experimental diets. Textural properties, no significant difference was observed among the fish groups fed different diets.

Key words : extruded pellet, raw fish moist pellet, olive flounder, muscle quality

#### 서 론

넙치는 종묘생산 및 사육기술이 확립되어 있으며, 성장이 빠르고 사료효율이 높아 양식 대상종으로써 많은 장점을 가지고 있으며, 우리나라의 해산 양식어류 중 조피볼락과 함께 연간 양식 생산량이 가장 높은 어종이다. 또한 넙치는 EPA (eicosapentaenoic acid) 및 DHA(docosahexaenoic acid)와 같은 고도불포화지방산 (poly unsaturated fatty acids, PUFA)이 다량 함유되어 있고 단백질 함량이 높아 건강식품으로 각광을 받고 있으며, 육질이 단단하고 씹는 맛이 좋아 주로 횡감으로 소비되고 있다. 넙치를 양식하는 우리나라

양어들의 대부분은 치어기를 제외한 육성기 및 미성어기 육성용 먹이로 생사료를 많이 사용하는데, 이는 성어기의 성장둔화로 배합사료가 생사료에 비해 1~2개월 출하시기가 늦어지거나, 배합사료를 공급할 경우 생사료로 사육한 넙치에 비하여 상품성이 떨어진다고 인식하고 있기 때문이다.

양식 산업의 발달에 따른 양식어 생산량의 증가와 더불어 양식 어체의 품질 개선은 양어가 및 관련 산업의 주요 관심 사항으로 인식되고 있다. 어류의 육질은 사료조성 및 영양소 함량에 영향을 받을 수 있는 것으로 알려져 있다(1). Suárez 등(2)은 단백질, 지질 및 탄수화물 함량이 다른 사료로 dentex (*Dentex dentex*)를 사육하여 어체의 육질변화를 조사한 결과, 어체의 육질은 사료의 영양소 함량에 따라

\*Corresponding author. E-mail : [suni@nfrdi.go.kr](mailto:suni@nfrdi.go.kr)  
Phone : 82-51-720-2651, Fax : 82-51-720-2669

상당한 차이를 나타내었다고 보고하였고, Ioka 등(3)에 의하면 넙치는 저지방의 백색어류로 담백한 풍미를 가지는 육질이기에 때문에 아주 미량의 체성분 등의 변화에 의해 음식 맛이 변하기 쉽다고 하였다. 이에 따라 사료의 차이에 의해 어육의 생화학적 성분, 물성, 관능평가 등에 있어서 그 차이 유무를 명확하게 하는 것은 맛있는 양식어를 육성하기 위한 기술개발로서 중요한 과제의 하나라고 하였다.

최근 넙치용 배합사료 개발을 위한 연구들은 활발하게 진행되어(4-6), 양식현장에서 실험 배합사료를 공급한 넙치의 성장이 생사료에 뒤지지 않을 정도의 효과가 보고되었다(7). 넙치 어체의 품질에 관한 연구로는 어육의 정미성분에 관한 연구(8,9) 및 배합사료와 생사료를 공급한 양식 넙치의 품질에 관한 연구(10,11)가 보고되었다. 그러나 사료의 영양소 함량이 넙치 어체의 품질에 미치는 영향에 관한 연구는 제한적인 실정이다. 따라서 본 연구는 단백질 및 지질 함량이 다른 배합사료로 사육한 넙치와 시판사료 및 생사료로 사육한 넙치의 육질을 비교하기 위해, 각각의 사료를 공급하면서 사육한 약 500 g 전후의 넙치의 등근육을 실험 시료로 하여 일반성분, 지방산 및 아미노산 조성을 조사하고, 핵산관련물질 및 물성평가를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 실험사료

실험사료는 넙치의 영양소 요구(4,12)를 고려하여 설계한 3종류의 실험 배합사료 (EP1, EP2, EP3), 수입산 배합사료 1종류 (EP4, 일본)와 생사료 (MP)로 총 5종류를 설정하였으며, 사료조성 결과를 Table 1에 나타내었다. 실험 배합사료의 원료는 시판사료에 주로 사용되고 있는 것으로 선정하였다. 단백질원으로 갈색어분, 대두박, 크릴밀을 사용하였으며, 지질원료로 탄수화물원료로는 오징어간유와 소맥분을 각각 사용하였다. EP1은 조단백질과 조지질 함량이 55% 및 9%가 되도록 하였으며, EP2, EP3은 어분 함량을 감소하는 대신 어유 함량을 증가시켜, 조단백질을 53% 및 51%로 감소시키며, 조지질이 12%와 15%가 되도록 설계하였다. 부상배합사료의 형태로 실험사료를 제조하기 위하여 사료 회사에 의뢰하여 제조하였다. MP는 양식현장에서 사용하는 냉동 까나리와 분말사료를 95:5의 무게비율로 혼합하여 성형, 제조한 후 -25℃에 보관하면서 사용하였다.

### 사육관리 및 실험재료

사육실험을 위하여 평균체중 106±1.7 g의 넙치를 1.8톤 원형수조에 40마리씩 실험구별로 2반복으로 수용하였다. 사료 공급은 1일 2회 (09:00, 17:00) 실험어가 사료를 먹을 때까지 반복 공급하였으며, 16주간 사육하였다. 사육수는 분당 20 L가 되도록 조절하여 주수하였고, 사육기간 동안의

평균수온은 22±2.4℃였다. 공급한 사료 종류별 어체의 육질 평가를 위하여 각 수조에 수용된 체중 500 g 전후 실험어를 5마리를 채취하여 등근육의 성분분석 및 물성측정 시료로 사용하였다.

### 일반성분 분석

실험사료와 실험어 등근육의 수분은 135℃에서 2시간 건조 후 측정하였으며, 조단백질 (N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Gerhardt VAP500T/TT125, KG, Germany)을 사용하여 분석하였다. 조지방은 조지방 추출기 (Velp SER 148, Usmate, Italy)를 사용하여 ether로 추출한 후 측정하였으며, 조회분은 550℃에서 6시간 동안 회화 후 측정하였다. 총에너지량은 열량분석기 (Parr-6200, Moline, IL, USA)를 사용하여 분석하였다.

### 지방산 분석

지방산 분석은 각 사료구별 넙치의 등근육을 동결건조하고 분쇄한 시료 3 g에 대하여 4배량의 chloroform : methanol 혼합용매 (2 : 1, v/v)를 가하여 homogenizer (Ultra-Turrax® T25 digital, IKA, Germany)로 2분간 교반한 후, 여과하여 얻은 여액을 플라스크에 넣고 evaporator (N1000, Eyla, Japan)로 용매를 제거하여 지질을 추출하였다. 추출한 지질은 14% BF<sub>3</sub>-methanol (Sigma Chemical Co, USA) 2 mL를 가하고 30분간 85℃에서 가열시킨 다음, 석유 ether로 추출하여 지방산 분석용 시료로 사용하였다. GC 분석조건은 HP-INNOWax capillary column (30 m × 0.32 mm id, film thickness 0.5 μm, Hewlett-Packard, USA)이 장착된 gas chromatography (HP6890, USA)로 carrier gas는 helium을 사용하였다. Injector와 detector(FID) 온도는 각각 250℃, 270℃로 설정하였고, oven 온도는 170℃에서 225℃까지 1℃/min 증가시켰다. 각 지방산은 동일조건에서 표준지방산 methyl ester mixture (Sigma Chemical Co, USA)와 retention time을 비교하여 동정하였으며 함량은 각 peak의 면적을 상대적인 백분율로 나타내었다.

### 유리아미노산 분석

유리아미노산은 마쇄한 시료 2 g에 ethanol 30 mL를 넣고 잘 섞은 다음 4℃에서 1시간 방치 후 30분간 균질화하였다. 시료액을 4℃에서 10,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 얻은 상등액을 40℃에서 감압농축 시킨 후 증류수를 넣어 행구어 여두기로 옮기고, ether로 행구어 여두기로 옮기는 과정을 2회 반복하였다. 여두기의 하층액을 수기로 옮겨 55℃이하에서 감압농축한 다음 증류수를 이용하여 감압농축을 3회 이상 반복하였다. 농축된 시료는 lithium citrate buffer (pH 2.20)로 25 mL 정용플라스크에 정용하고 sulfosalicylic acid (Sigma-Aldrich, Inc, USA) 1 g을 첨가하여 암실에서 1시간 방치시킨 후 원심분리 (10,000 rpm, 20

**Table 1. Ingredients and nutrient contents of the experimental diets**

	Diets <sup>1)</sup>				
	EP1	EP2	EP3	EP4	MP
Ingredients (%)					
Brown fish meal	60.6	56.6	51.4	Closed	
Krill meal	3.0	3.0	3.0		
Soybean meal	4.0	4.0	4.0		
Wheat gluten	3.0	3.0	3.0		
Wheat flour	26.5	27.7	28.7		
Squid liver oil	0.5	3.3	7.5		
Others	2.4	2.4	2.4		
Raw fish (sand lance)					95
Binder meal					5
Nutrient contents (dry matter basis)					
Moisture (%)	2.7	6.2	7.8	6.7	78.0
Crude protein (%)	55.1	53.0	50.5	55.4	64.5
Crude lipid (%)	8.8	11.7	15.2	8.5	11.7
Ash (%)	9.0	8.4	7.5	15.3	10.2
Energy (cal/g)	5095	5201	5405	4637	5051

<sup>1)</sup>The experimental diets are as follow; EP1, EP2, EP3: experimental extruded pellets, EP4: commercial extruded pellet, MP: raw fish-based moist pellet.

분)하여 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filter로 여과 한 시료액을 Biochrom 30 아미노산 자동 분석기를 사용하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다. Cation separation column (lithium column, 4.6 mm  $\times$  200 mm)을 사용하였고 이동상의 유속은 0.33 mL/min, ninhydrin 용액의 유속은 0.33 mL/min, column 온도는 31~76 $^{\circ}\text{C}$ , 반응온도는 135 $^{\circ}\text{C}$ 로 하였다.

#### 핵산관련물질 분석

핵산관련물질 분석을 위하여 시료 0.5 g에 10% perchloric acid 10 mL를 가해 균질화 한 후, 4,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층을 분리하였다. 분리된 상층액을 여과하고 5N KOH로 pH를 6.5로 조정후, 10% perchloric acid를 첨가하여 100 mL로 정용하여 시료액으로 사용하였고(13), 고속액체크로마토그래피 (HPLC 200 Series, PerkinElmer, USA)로 분석하였다. 컬럼은 brownlee validated aqueous C<sub>18</sub> (4.6  $\times$  250 mm, 5  $\mu\text{m}$ )을 사용하였으며, 컬럼온도는 40 $^{\circ}\text{C}$ , 이동상은 50 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 7.5), 유속은 0.8 mL/min, UV detector 254 nm에서 측정하였다.

#### 물성평가

물성평가는 각 사료구별 낚치의 등근육을 가로로 폭이 0.5 mm되게 절편으로 만들어 호일에 찢 뒤 얼음위에 1시간 정도 올려 둔 것으로 물성측정을 하였다. 등근육 절편은 Rheometer (COMPAC-100, Sun Scientific Co, Japan)를 이용하여 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성

(gumminess), 과쇄성(brittleness), 경도(hardness), 강도(strength) 및 부착성(adhesiveness)을 측정하였다. 측정조건은 plunger diameter 10 mm, load cell 2 kg(No 25,  $\phi$ 15), table speed 120 mm/min으로 하였고, 모든 측정은 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

#### 통계처리

결과의 통계처리는 SPSS program을 사용하여 One-way ANOVA test를 실시하고 Duncan's multiple range test(14)로 평균간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

#### 일반성분

각 사료의 일반성분 분석 결과는 Table 1에 나타내었고, 각 사료 공급구별 낚치 등근육의 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. Table 1에 나타낸 것처럼, 실험 배합사료 EP1, EP2 및 EP3의 조단백질 함량은 건물기준으로 각각 55.1%, 53% 및 50.5%이었고, 수입산 배합사료 (EP4) 및 생사료 (MP)의 조단백질 함량은 각각 55.4% 및 64.5%였다. 또한 실험 배합사료 EP1, EP2 및 EP3의 조지방 함량은 건물기준으로 각각 8.8%, 11.7% 및 15.2%이었고, EP4 및 MP의 조지방 함량은 각각 8.5% 및 11.7%였다. Table 2에서처럼, 낚치 등근육의 수분 함량은 MP 공급구가 75.4%로 각 실험 배합

사료 공급구 EP1, EP2, EP3 및 수입 배합사료 EP4보다 다소 높은 값을 나타내어 유의적인 차이를 나타내었다. 그러나 각 사료 공급구별로 넙치 등근육의 조단백질과 조지방 함량은 유의적인 차이를 보이지는 않았으나, 실험 배합사료 EP1과 수입 배합사료 EP4를 공급한 넙치의 등근육에서 조단백질 함량이 다소 높았고, 실험 배합사료 EP3과 MP 공급구가 조지방 함량이 다소 높았다. 이는 사료성분 중 조단백질과 조지방 함량이 높은 사료 공급에 기인된 것으로 생각된다.

**Table 2. Proximate composition of the dorsal muscle in flounder fed the experimental diets<sup>1)</sup>**

	Diets <sup>2)</sup>				
	EP1	EP2	EP3	EP4	MP
Moisture (%)	74.7±0.05 <sup>b</sup>	75.0±0.03 <sup>c</sup>	74.7±0.06 <sup>b</sup>	74.3±0.01 <sup>a</sup>	75.4±0.05 <sup>d</sup>
Crude protein (%)	23.6±0.17	23.5±0.27	22.5±0.46	24.1±0.55	23.5±0.69
Crude lipid (%)	0.49±0.02	0.44±0.03	0.56±0.04	0.45±0.09	0.53±0.14

<sup>1)</sup>Values (mean±SD of two replications) in each row with the different superscript are significantly different (P<0.05).

<sup>2)</sup>See the legend of Table 1.

### 지방산 조성

각 사료구별 넙치 등근육의 지방산 조성을 분석하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 넙치 등근육의 포화지방산 (saturated fatty acid, SFA)으로서는 palmitic acid(16:0)의 함

량이 가장 많았고, 불포화지방산(unsaturated fatty acid)으로는 oleic acid(18:1)와 docosahexaenoic acid(22:6, DHA)가 모든 실험사료 공급구에서 공통적으로 가장 많이 함유되어 있었다. 등근육의 oleic acid 함량이 각 사료구별로 유의적인 차이를 나타내었는데, 이 oleic acid는 단일불포화지방산으로서 다량 섭취시 혈중 중성지방이나 콜레스테롤을 낮춤으로써 동맥경화증과 같은 성인병에 유익한 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며(15), oleic acid의 함량이 높으면 관능평가에서 높은 점수를 얻는다는 보고가 있다(16). 한편, 각 사료구별로 넙치 등근육의 linoleic acid(18:2)의 함량이 유의적인 차이를 나타내어, EP4 및 MP 공급구가 1.6%인데 반해 실험 배합사료 EP1, EP2 및 EP3 공급구는 각각 6.3%, 6.2% 및 5.8%로 높은 값을 나타내었다. 또한, eicosapentaenoic acid (20:5, EPA)의 함량도 각 사료구별 넙치 등근육에서 유의적인 차이를 보여 EP4 및 MP 공급구가 각각 9.1% 및 9.6%인데 반해 실험 배합사료 EP1, EP2 및 EP3 공급구는 각각 5.9%, 5.8% 및 6.4%로 낮은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 Table 4에서 제시한 사료의 지방산 조성의 차이로 인해 어육의 지방산 축적 정도가 다른 것으로 판단된다. Morishita 등(17)은 사료의 지방산 조성에 따라 어육의 지방산 조성에 변화가 있다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 반면에 공급한 각 사료의 DHA의 함량은 차이가 있었으나, 넙치 등근육의 지방산 조성은 별 영향을 받지 않아 33%~34%로 일정한 값을 나타내었다. 이는 DHA가 EPA에 비하여 어체 조직에 우선적으로 축적되기 때문인 것으로

**Table 3. Fatty acid composition of the dorsal muscle in flounder fed the experimental diets<sup>1)</sup>**

(unit : % of total fatty acids)

Fatty acid	Diets <sup>2)</sup>				
	EP1	EP2	EP3	EP4	MP
C16:0	25.2±0.08 <sup>bc</sup>	24.7±0.14	25.4±0.48	25.2±0.14	25.1±0.09
C16:1n-7	2.6±0.06 <sup>a</sup>	2.7±0.08 <sup>a</sup>	2.7±0.22 <sup>a</sup>	3.5±0.00 <sup>b</sup>	4.3±0.27 <sup>c</sup>
C18:0	3.4±0.16 <sup>ab</sup>	3.4±0.10 <sup>ab</sup>	3.6±0.15 <sup>ab</sup>	3.2±0.23 <sup>a</sup>	4.1±0.28 <sup>b</sup>
C18:1n-9	15.0±0.43 <sup>ab</sup>	15.7±0.06 <sup>b</sup>	14.6±0.75 <sup>ab</sup>	13.3±0.15 <sup>a</sup>	14.4±0.92 <sup>ab</sup>
C18:2n-6	6.3±0.08 <sup>b</sup>	6.2±0.01 <sup>b</sup>	5.8±0.32 <sup>b</sup>	1.6±0.00 <sup>a</sup>	1.6±0.01 <sup>a</sup>
C18:3n-3	0.9±0.03 <sup>b</sup>	0.9±0.00 <sup>b</sup>	0.8±0.07 <sup>b</sup>	0.4±0.00 <sup>a</sup>	0.5±0.02 <sup>a</sup>
C18:4n-3	0.4±0.03 <sup>a</sup>	0.4±0.00 <sup>ab</sup>	0.4±0.04 <sup>a</sup>	0.4±0.01 <sup>ab</sup>	0.5±0.02 <sup>b</sup>
C20:1n-9	0.6±0.04 <sup>a</sup>	1.1±0.10 <sup>b</sup>	1.3±0.12 <sup>bc</sup>	1.6±0.06 <sup>c</sup>	1.0±0.13 <sup>b</sup>
C20:4n-6	1.3±0.02 <sup>a</sup>	1.4±0.00 <sup>a</sup>	1.4±0.01 <sup>a</sup>	2.0±0.01 <sup>b</sup>	2.4±0.16 <sup>c</sup>
C20:4n-3	0.3±0.00 <sup>a</sup>	0.3±0.05 <sup>ab</sup>	0.3±0.03 <sup>ab</sup>	0.4±0.01 <sup>b</sup>	0.3±0.02 <sup>a</sup>
C20:5n-3	5.9±0.23 <sup>a</sup>	5.8±0.07 <sup>a</sup>	6.4±0.25 <sup>a</sup>	9.6±0.06 <sup>b</sup>	9.1±0.42 <sup>b</sup>
C22:3n-3	1.4±0.02 <sup>bc</sup>	1.3±0.29	1.3±0.09	1.8±0.12	1.4±0.13
C22:5n-3	2.0±0.09 <sup>a</sup>	2.3±0.09 <sup>ab</sup>	2.5±0.05 <sup>b</sup>	3.5±0.11 <sup>c</sup>	2.4±0.11 <sup>b</sup>
C22:6n-3	34.4±0.57	33.7±0.04	33.4±1.30	33.4±0.52	32.9±1.14
C18:0/C18:2	0.54	0.54	0.62	2.00	2.56

<sup>1)</sup>Values (mean±SD of two replications) in each row with the different superscript are significantly different (P<0.05).

<sup>2)</sup>See the legend of Table 1.

판단되며, 기존의 연구에서도 DHA는 자치어의 뇌 및 망막과 같은 신경조직 발달에 필수적이며, 특히 뇌 조직의 지질에 우선적으로 축적된다고 보고되었다(18). 또한 넙치 치어의 필수지방산 요구에 관한 연구에서도 넙치의 성장을 위하여 사료중에 DHA의 첨가가 EPA에 비하여 더 효율적인 것으로 보고되었다(19). 이상의 결과로부터 넙치는 지방함량이 낮은 백색어류로, 사육 기간동안 공급된 사료에 의해 넙치육의 지방산 조성에 미치는 영향이 클 것으로 판단되었다. 각 사료를 공급한 넙치 등근육의 stearic acid (18:0)와 linoleic acid (18:2)의 비율을 나타낸 결과(Table 3), EP4와 MP 공급구의 비율이 각각 2.00 및 2.56을 나타내어 실험 배합사료 EP1, EP2 및 EP3 공급구의 0.54, 0.54 및 0.62보다 높은 값을 나타내었다. Stearic acid 와 linoleic acid의 비율은 지방조직의 경도(firmness) 및 지방의 두께(thickness)를 나타내는 지표로 자주 활용되고 있으며, 18:0/18:2의 비율 값이 클수록 지방의 경도가 크고, 두께 또한 두껍다는 것을 나타낸다(20). 이 결과로부터 수입 배합사료 EP4 및 생사료 MP를 공급한 넙치의 등근육 내 지방 조직이 실험 배합사료 EP1, EP2 및 EP3 공급구보다 더 두껍고 단단함을 예측할 수 있었다.

**Table 4. Fatty acids composition of the experimental diets**

Fatty acid	(unit : % of total fatty acids)				
	Diets <sup>1)</sup>				
	EP1	EP2	EP3	EP4	MP
C14:0	2.6	3.0	3.9	4.0	4.8
C14:1n	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
C16:0	21.9	21.6	21.4	21.1	21.4
C16:1n	3.8	4.1	4.9	4.5	6.7
C17:0	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7
C18:0	3.5	3.3	3.5	5.2	3.8
C18:1n-9	18.8	17.5	18.5	13.9	12.4
C18:2n-6	11.6	11.2	10.5	2.0	2.1
C18:3n-3	2.0	1.8	1.8	0.8	1.4
C18:4n-3	1.1	1.1	1.4	1.0	2.9
C20:1n-9	0.7	0.9	1.4	1.7	1.6
C20:2n-6	0.3	0.2	0.3	0.2	0.0
C20:4n-6	1.0	1.0	1.0	1.9	0.8
C20:4n-3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8
C20:5n-3	8.4	9.0	9.2	13.1	15.0
C22:2n-6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4
C22:3n-3	0.3	0.2	0.2	0.6	0.2
C22:5n-3	0.8	0.9	1.1	2.5	1.0
C22:6n-3	21.8	22.6	19.2	25.5	22.2

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

**유리아미노산 함량**

각 사료구별 넙치 등근육의 유리아미노산 함량을 Table 5에 나타내었다. 넙치 등근육의 유리아미노산은 공급한 사료에 따라서 어체 성분에 약간의 차이를 보였으나 유리아미노산 조성의 분포양상은 비슷한 경향을 나타내었다. 넙치 등근육의 유리아미노산 중 α-amino adipic acid, taurine, alanine이 공통적으로 주요 아미노산이었고, 필수아미노산으로는 threonine, valine, methionine, lysine, isoleucine, leucine의 6종이 검출되었다. 각 사료 공급에 따른 넙치 등근육의 taurine 함량은 유의적인 차이를 나타내었는데, MP를 공급한 넙치의 등근육의 taurine 함량은 15.23%로 실험 배합사료 EP1, EP2, EP3 및 수입산 배합사료 EP4를 공급한 넙치 등근육보다 다소 높은 함량을 나타내었다. Taurine은 고혈압 및 고지혈증의 예방 및 콜레스테롤과 담석 억제작용이 있는 것으로 알려져 있다. Kim 등(21)에 의하면, 완도에서 양식한 넙치의 taurine 함량은 50.1%로 유리아미노산 중 가장 높은 함량을 나타내었다고 보고하였다. 또한 오 등(22)도 양식산 넙치가 45.9%, 천연산이 41.2%를 차지할 정도로 taurine의 양이 절대적으로 많다고 보고하였다. Asparagine의 함량은 MP 공급한 넙치 등근육에서는 검출되지 않았고, sarcosine 성분은 수입산 배합사료를 공급한 넙치의 등근육에서 4.74%로 가장 높게 나타났다. Asparagine은 면역 글로불린과 항체 생산 보조 역할을 하는 serine 성분 및 신경세포에 에너지를 공급하고 다른 아미노산의 대사를 촉진하는 등 신진대사에 중요한 역할을 한다(23). 각 사료구별 넙치 등근육에서 공통적으로 α-amino adipic acid 함량이 가장 높았으며, MP 공급구의 α-amino adipic acid 함량은 53.70%로, 실험배합사료 공급구인 EP1, EP2, EP3의 43.58%, 32.33%, 47.55% 및 수입산 배합사료 공급구 47.29%보다 높았으나 유의적인 차이를 나타내지 않았다. α-Amino adipic acid은 고등식물계에서 lysine 생합성의 전구체이며(24), pyridine 유도체인 1-methyl-4-phenyl 1, 2, 3, 6-tetrahydropyridine에 의하여 유도되는 신경성 질환을 막는 효과가 있다(25). 넙치 등근육 중 단맛을 내는 아미노산인 threonine, serine, glycine 및 alanine의 함량은, 실험 배합사료 EP1, EP2, EP3 및 수입산 배합사료 EP4를 공급한 넙치 등근육에서 MP 공급한 넙치의 등근육보다 다소 높게 나타났으며, 쓴맛을 내는 아미노산인 valine, methionine, isoleucine 및 leucine의 함량은 MP를 공급한 넙치의 등근육에서 실험 배합사료 EP1, EP2, EP3 및 수입산 배합사료 EP4를 공급한 넙치 등근육보다 높은 경향을 보였다.

Table 6은 공급한 각 사료의 유리아미노산 조성을 나타낸 결과로, taurine 함량이 공통적으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 alanine, histidine 순이었다. 공급한 각 사료 중 alanine과 histidine의 함량은 사료별로 크게 차이를 나타내어 수입산 배합사료의 EP4의 경우, alanine 함량은 7.29%로 실험배합사료 EP1, EP2, EP3 및 생사료 MP보다 가장 낮은

값을 나타내었으나, histidine 함량의 경우는 31.94%로 EP1, EP2, EP3 및 MP보다 가장 높은 값을 나타내었다. 그러나 각 사료를 공급한 넙치 등근육의 유리아미노산 함량 중에서 alanine과 histidine은 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 5). 사료가 양식어의 아미노산 조성에 미치는 영향을 검토

한 결과 사료의 조성 과 양식산 넙치의 아미노산 조성 사이에는 뚜렷한 상관관계를 찾아볼 수 없다고 보고한 오 등(22) 및 김과 이(26)의 연구결과와도 일치하는 것으로 보였다. 그러나, 넙치를 사육하는 동안 공급하는 사료의 종류에 따라 넙치 등근육의 특정 아미노산 함량에는 차이가 나타남을

Table 5. Free amino acids content of the dorsal muscle for flounder<sup>1)</sup>

(unit : % to total amino acids)

	Diets <sup>2)</sup>				
	EP1	EP2	EP3	EP4	MP
Taurine	9.68±0.30 <sup>ab</sup>	5.54±4.25 <sup>a</sup>	8.80±1.78 <sup>a</sup>	11.16±0.85 <sup>ab</sup>	15.23±0.19 <sup>b</sup>
Urea	nd <sup>3)</sup>	nd <sup>a</sup>	0.55±0.77 <sup>ab</sup>	0.89±0.20 <sup>ab</sup>	1.05±0.14 <sup>b</sup>
Hydroxyproline	2.97±0.35 <sup>c</sup>	0.49±0.69 <sup>ab</sup>	1.83±1.16 <sup>bc</sup>	nd <sup>a</sup>	nd <sup>a</sup>
Threonine	2.90±0.35	1.94±1.90	2.62±0.09	2.80±0.32	2.33±1.27
Serine	7.46±0.38 <sup>b</sup>	5.06±4.41 <sup>ab</sup>	8.56±0.70 <sup>b</sup>	5.89±1.05 <sup>ab</sup>	1.50±0.44 <sup>a</sup>
Asparagine	2.72±0.47 <sup>c</sup>	1.12±0.81 <sup>ab</sup>	2.17±0.34 <sup>bc</sup>	0.63±0.71 <sup>a</sup>	nd <sup>a</sup>
Glutamic acid	1.70±0.41	1.38±0.95	1.65±0.18	1.16±0.07	2.30±0.66
Sarcosine	0.51±0.03 <sup>a</sup>	0.17±0.15 <sup>a</sup>	1.16±0.17 <sup>b</sup>	4.74±0.39 <sup>c</sup>	0.17±0.00 <sup>a</sup>
α-amino adipic acid	43.58±1.04	32.33±23.20	47.55±5.99	47.29±5.57	53.70±3.45
Glycine	3.20±0.02	1.90±1.68	2.70±0.66	2.01±0.39	2.55±0.37
Alanine	8.58±0.12	5.49±4.33	7.84±1.43	7.76±0.65	6.40±0.78
Citrulline	0.05±0.07 <sup>a</sup>	0.04±0.03 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>a</sup>	0.24±0.02 <sup>b</sup>
α-amino-n-butyric acid	0.14±0.00	0.16±0.13	0.18±0.01	0.13±0.01	0.13±0.04
Valine	0.49±0.03 <sup>a</sup>	0.24±0.19 <sup>a</sup>	0.41±0.05 <sup>a</sup>	0.39±0.00 <sup>a</sup>	0.79±0.16 <sup>b</sup>
Cystine	nd	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	nd
Methionine	0.40±0.02 <sup>b</sup>	0.17±0.12 <sup>a</sup>	0.27±0.02 <sup>ab</sup>	0.32±0.01 <sup>ab</sup>	0.68±0.15 <sup>c</sup>
Cystathionine	1.89±0.07	2.27±2.02	1.91±0.13	1.08±0.58	0.45±0.27
Isoleucine	0.32±0.04	0.27±0.26	0.26±0.04	0.23±0.00	0.48±0.06
Leucine	0.66±0.06 <sup>a</sup>	0.29±0.21 <sup>a</sup>	0.50±0.07 <sup>a</sup>	0.44±0.00 <sup>a</sup>	1.11±0.25 <sup>b</sup>
Tyrosine	0.33±0.04 <sup>ab</sup>	0.15±0.11 <sup>a</sup>	0.32±0.14 <sup>ab</sup>	0.22±0.00 <sup>a</sup>	0.52±0.12 <sup>b</sup>
β-alanine	0.34±0.00	0.21±0.18	0.25±0.08	0.24±0.02	0.42±0.02
Phosphoethanolamine	0.30±0.00 <sup>a</sup>	0.12±0.09 <sup>a</sup>	0.20±0.04 <sup>a</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.67±0.18 <sup>b</sup>
β-aminoisobutyric acid	0.17±0.00 <sup>ab</sup>	0.09±0.06 <sup>a</sup>	0.17±0.04 <sup>ab</sup>	0.20±0.02 <sup>b</sup>	0.17±0.01 <sup>ab</sup>
Homocystine	nd <sup>a</sup>	nd <sup>a</sup>	nd <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>	0.01±0.02 <sup>a</sup>
γ-amino-n-butyric acid	0.03±0.00	0.02±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00	0.03±0.00
Ethanolamine	0.07±0.00 <sup>b</sup>	0.04±0.03 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>b</sup>	nd <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>c</sup>
Ammonium chloride	7.03±0.27 <sup>ab</sup>	3.68±2.83 <sup>ab</sup>	6.58±1.31 <sup>ab</sup>	7.61±1.01 <sup>b</sup>	3.23±1.44 <sup>a</sup>
δ-hydroxylysine	0.25±0.03 <sup>b</sup>	0.14±0.12 <sup>ab</sup>	0.16±0.02 <sup>ab</sup>	nd <sup>a</sup>	0.08±0.02 <sup>a</sup>
Ornithine	0.59±0.03 <sup>b</sup>	0.22±0.23 <sup>a</sup>	0.40±0.10 <sup>ab</sup>	0.64±0.10 <sup>b</sup>	0.60±0.10 <sup>b</sup>
Lysine	1.92±0.00 <sup>ab</sup>	0.91±0.82 <sup>a</sup>	1.43±0.39 <sup>a</sup>	2.23±0.63 <sup>ab</sup>	2.90±0.43 <sup>b</sup>
1-methylhistidine	0.03±0.01 <sup>ab</sup>	0.01±0.02 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>b</sup>
Histidine	0.46±0.04	0.28±0.20	0.37±0.04	0.28±0.02	0.48±0.14
Anserine	0.81±0.02 <sup>b</sup>	0.32±0.31 <sup>a</sup>	0.67±0.15 <sup>ab</sup>	0.91±0.07 <sup>b</sup>	0.53±0.16 <sup>ab</sup>
Arginine	0.41±0.01 <sup>a</sup>	0.16±0.15 <sup>a</sup>	0.30±0.04 <sup>a</sup>	0.36±0.09 <sup>a</sup>	0.90±0.14 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values (mean±SD of two replications) in each row with the different superscript are significantly different (P<0.05).

<sup>2)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>3)</sup>nd: not detected.

Table 6. Free amino acids content of the experimental diets

(unit : % to total amino acids)

	Diets <sup>1)</sup>					
	EP1	EP2	EP3	EP4	MP	
Taurine	20.91	21.49	21.59	20.57	18.86	
Glutamic acid	nd <sup>2)</sup>	nd	nd	3.62	0	
Sarcosine	0.76	0.78	0.62	0.26	0.21	
$\alpha$ -aminoadipic acid	0.08	0.09	0.09	0.16	0.14	
Proline	1.77	1.99	1.95	1.19	4.24	
Glycine	6.16	6.41	6.02	6.72	3.81	
Alanine	15.43	15.77	14.87	7.29	9.96	
Citrulline	0.76	0.78	0.80	0	1.13	
$\alpha$ -amino-n-butyric acid	0.42	0.43	0.44	0.05	0.35	
Valine	5.56	5.55	5.49	2.53	6.57	
Cystine	0.08	0.09	nd	nd	0.28	
Methionine	1.26	1.73	1.15	0.36	4.94	
Cystathionine	0.17	0.17	1.59	0.10	0.85	
Isoleucine	3.20	3.29	3.10	1.76	4.80	
Leucine	6.66	6.76	6.37	3.62	12.15	
Tyrosine	1.52	1.56	1.59	1.45	0.85	
$\beta$ -alanine	1.10	0.09	0.09	nd	nd	
Phosphoethanolamine	2.02	1.99	1.95	1.14	4.10	
$\beta$ -aminoisobutyric acid	0.08	0.09	0.09	nd	nd	
Homocystine	nd	nd	nd	nd	0.64	
$\gamma$ -amino-n-butyric acid	nd	nd	nd	nd	0.85	
Ethanolamine	0.51	0.43	0.44	0.05	0.78	
Ammonium chloride	11.13	8.67	10.97	8.01	0.14	
$\delta$ -hydroxylysine	0.93	0.87	0.88	0.10	0.71	
Ornithine	0.93	0.95	0.97	0.52	1.13	
Lysine	4.55	4.68	4.51	3.93	4.80	
1-methylhistidine	0.08	0.17	0.09	0.05	0.14	
Histidine	8.35	9.53	8.05	31.94	9.11	
Tryptophan	1.85	2.17	1.77	0.72	2.47	
Anserine	0.25	nd	0.62	0.31	0.35	
Carnosine	nd	nd	nd	nd	1.06	
Arginine	3.46	3.47	3.89	3.57	4.59	

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.<sup>2)</sup>nd: not detected.

알 수 있었다. 넙치 어육중의 유리아미노산 함량은 무미(無味)의  $\alpha$ -aminoadipic acid 및 taurine을 제외하면 다른 아미노산은 비교적 적은 양을 함유하고 있으므로, 특정한 아미노산을 많이 함유하는 정도에 따라 어육의 정미성에 영향을 미칠 것으로 예상되었다.

#### 핵산관련물질의 함량

각 사료구별 넙치 등근육의 핵산관련물질 함량을 Table 7에 나타내었다. 넙치 등근육의 ATP (adenosine triphosphate), ADP (adenosine diphosphate), AMP (adenosine monophosphate), IMP (inosine monophosphate), HxR (inosine), Hx

(hypoxanthine)의 총함량은 9~12 mg/100 g 이었고, 각 사료를 공급한 넙치 등근육에서 공통적으로 IMP가 높은 함량을 차지하였다. IMP 함량은 각 사료를 공급한 넙치 등근육에 따라 유의적인 차이를 나타내었는데, MP를 공급한 넙치 등근육에서 7.8 mg/100 g로, 실험 배합사료 EP1, EP2, EP3 및 수입산 배합사료 EP4를 공급한 넙치 등근육인 8.01, 8.24, 7.97 및 8.63 mg/100 g 보다 다소 낮은 함량을 나타내었다. Hong 등(27)에 의하면 횡감 생선의 맛은 핵산관련성분 등의 정미성분의 영향을 받으며, 특히 핵산관련성분은 횡감 생선의 신선도 판정 및 정미성분의 indicator로서 이용되기도 하고(28), 그 자체가 고기 맛을 지니고 있어 식품내의 특정 풍미를 변화시키며 MSG와의 상승작용으로 인해 풍미증진 효과를 나타낸다(29). IMP는 inosine을 거쳐 hypoxanthin으로 분해되므로 시간이 경과함에 따라 IMP의 함량은 감소한다(30)고 하였고, ATP 분해산물 중, IMP는 항 강화제이므로 횡감생선에 바람직한 역할을 하며, IMP의 높은 함량은 횡감의 신선도 및 품질의 좋은 지수로 작용한다고(31)도 하였다. 또한 HxR과 Hx는 불쾌취를 야기시키는 핵산관련성분으로서(32), 특히 Hx의 함량은 여러 종류의 생선에서 신선도 지수로 활용되고 있다(33). 본 실험 결과에서처럼 HxR과 Hx의 성분 함량이 미량 함유되어 있어 맛에는 크게 영향을 미치지 않았을 것으로 판단되었다.

### 물성평가

각 사료구별 넙치 등근육의 물성평가 결과를 Table 8에 나타내었다. 탄력성(stringness)는 MP를 공급한 넙치의 등근육이 77.9%로 실험 배합사료 EP1, EP2, EP3 및 수입산 배합사료 EP4를 공급한 넙치의 등근육보다 탄력성이 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 각 사료를 공급한 넙치의 등근육의 응집성(cohesiveness), 씹음성(gumminess), 경도(hardness), 강도(strength) 및 부착성(adhesiveness)은 유의적인 차이를 보이지 않았다. Lee 등(34, 35)은 양식산 넙치가 천연산 넙치보다 경도와 탄력성이 유의적으로 낮았고, 양식산 도미의 생육과 가열육이 자연산 도미보다 유의적인 차이는 없으나 탄력성이 낮고 응집성이 높다고 보고하였다. 이처럼 양식어에 대한 기호성에는 조직감(texture)의 영향이 크게 미치는 것으로 생각되며, 공급된 사료에 의해 조직감이 약간씩 차이가 나타남을 알 수 있었다. 이상과 같이 배합사료와 생사료를 공급하면서 사육한 넙치 등근육의 육질 평가에 대한 연구결과로 볼 때, 공급한 사료에 따라 특정 지방산 및 유리아미노산 등의 함량에는 차이가 있으나, 전체적으로는 배합사료로 사육한 넙치의 육질과 생사료로 사육한 넙치의 육질이 크게 차이가 나지 않음을 알 수 있었다. 더욱이 배합사료를 공급하는 양식산 넙치의 경우에는 사료에 각종 기능성 물질을 첨가하는 등 고품질,

Table 7. Contents of nucleotides-related compounds of dorsal muscle in flounder fed the experimental diets<sup>1)</sup>

(unit : mg/100 g)

	Diets <sup>2)</sup>				
	EP1	EP2	EP3	EP4	MP
ATP	0.19±0.13	0.25±0.01	0.23±0.03	0.24±0.01	0.19±0.14
ADP	0.36±0.02 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>a</sup>	0.35±0.02 <sup>a</sup>	0.53±0.11 <sup>b</sup>
AMP	0.23±0.01	0.20±0.00	0.19±0.04	0.22±0.00	0.18±0.01
IMP	8.0±0.07 <sup>ab</sup>	8.2±0.22 <sup>b</sup>	8.0±0.03 <sup>ab</sup>	8.6±0.11 <sup>c</sup>	7.8±0.18 <sup>a</sup>
Inosine	0.15±0.01 <sup>b</sup>	0.14±0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>a</sup>	0.15±0.00 <sup>b</sup>	0.17±0.01 <sup>c</sup>
Hypoxanthin	0.97±0.01	0.93±0.03	0.91±0.03	0.93±0.02	1.92±1.44

<sup>1)</sup>Values (mean±SD of two replications) in each row with the different superscript are significantly different (P<0.05).

<sup>2)</sup>See the legend of Table 1.

Table 8. Textural properties of the dorsal muscle in flounder fed the experimental diets<sup>1)</sup>

	Diets <sup>2)</sup>				
	EP1	EP2	EP3	EP4	MP
Stringness (%)	70.7±2.0 <sup>ab</sup>	70.1±0.1 <sup>a</sup>	72.8±2.3 <sup>ab</sup>	75.5±2.0 <sup>ab</sup>	77.9±5.2 <sup>b</sup>
Cohesiveness (%)	33.9±1.6	33.8±3.1	34.5±4.7	38.6±0.4	40.5±7.7
Gumminess (g)	464.4±77.7	488.1±1.0	464.2±47.0	511.5±22.7	470.4±44.9
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	2334.1±385	2607.9±112	2429.1±112	2318.8±20	2068.3±199
Strength (g/cm <sup>2</sup> )	1789.3±288	1961.9±152	1853.1±84	1790.8±19	1593.6±149
Adhesiveness (g)	36.6±5.8	34.9±21.3	33.6±7.5	40.3±22.2	26.0±12.5

<sup>1)</sup>Values (mean±SD of two replications) in each row with the different superscript are significantly different (P<0.05).

<sup>2)</sup>See the legend of Table 1.

가능성 사료를 개발하여 체계적인 관리를 한다면 육질을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 요 약

본 연구에서는 단백질(51~5%) 및 지질(9~15%) 함량이 다른 배합사료(EP)와 생사료(MP)를 공급하면서 사육한 양식넙치의 육질을 비교해 보고자 하였다. 사육실험은 평균체중 106g의 넙치를 원형수조에 40마리씩 실험구별로 2반복으로 수용하면서, 단백질 및 지질 함량이 서로 다른 실험 배합사료(EP1, EP2, EP3)와 수입산 상품 배합사료(EP4) 및 MP를 16주간 공급하면서 사육하였다. 수분함량은 생사료(MP)를 공급한 넙치의 등근육에서 배합사료(EP)를 공급한 넙치의 등근육보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 16:1n-7, 20:4n-6 및 20:5n-3의 함량은, 수입산 배합사료 EP4 및 MP를 공급한 넙치의 등근육에서 실험배합사료 EP1, EP2, EP3을 공급한 넙치 등근육보다 높게 나타났으나, 18:2n-6의 함량은 EP4 및 MP 공급구가 낮게 나타났다. 22:6n-3의 함량은 모든 실험구에서 높게 나타났으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다. Taurine 함량은 MP를 공급한 넙치의 등근육에서 EP를 공급한 모든 넙치의 등근육보다 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다. Asparagine의 함량은 실험배합사료 EP1을 공급한 넙치의 등근육에서 EP2, EP3, EP4 및 MP를 공급한 넙치 등근육보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 각 사료를 공급한 넙치 등근육의 유리아미노산 중 lysine 및 serine의 함량도 유의적인 차이를 보였다. 핵산관련물질 중 넙치 등근육의 IMP 함량은 공급한 각 사료의 영향을 받아 유의적인 차이를 보였다. 물성측정 결과는 공급한 사료에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

## 감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원(고속고온발효기술을 이용한 고부가가치 수산물 제조기술개발, RP-2011-FS-015)의 지원에 의해 운영되었습니다.

## 참고문헌

1. Johnston IA (1999) Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. *Aquaculture*, 177, 99-115
2. Suárez MD, Martínez TF, Abellán E, Arizcun M, Pérez-Jimenez A, Hidalgo MC, Cardenete G (2009) The effects of the diet on flesh quality of farmed dentex

(*Dentex dentex*). *Aquaculture*, 288, 106-113

3. Ioka H, Yamanaka H (1997) Quality evaluation of the muscle of cultured plaice fed with three different diets. *Nippon Suisan Gakk*, 63, 370-377
4. Lee SM, Cho SH, Kim KD (2000) Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. *J World Aquacult Soc*, 31, 306-315
5. Lee SM, Kim KD (2005) Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquacult Nutr*, 11, 1-8
6. Kim KD, Lee SM, Park HK, Bai SC, Lee YH (2002) Essentiality of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids in juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J World Aquacult Soc*, 33, 432-440
7. Kim KW, Kang YJ, Kim KD, Son MH, Choi SM, Bai SC, Lee KJ (2009) Evaluation of extruded pellet for growth performance of olive flounder *Paralichthys olivaceus* in Jeju farm field. *Korean J Fish Aquat Sci*, 42, 604-608
8. Kim HY, Shin JW, Park HO, Choi SH, Jang YM, Lee SO (2000) Comparison of the taste compounds of red sea bream, rockfish, and flounders differing in the localities and growing conditions. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 550-563
9. Lee KH, Lee YS (2001) Observation of muscle structure and DSC measurement of collagen of the cultured and wild red sea bream and flounder. *Korean J Soc Food Cook Sci*, 17, 549-554
10. Jang MS, Kang YJ, Kim KW, Kim KD, Lee HM, Heo SB (2009) Quality Characteristics of cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed with extruded pellets; I. Comparison of fatty acid and amino acid contents. *Korea J Food Sci Technol*, 41, 42-49
11. Kim KW, Kim KD, Kim SK, Son MH, Jang MS, Kang YJ, Bai SC, Lee KJ (2010) Quality characteristics of olive flounder muscle fed with extruded pellet and raw fish-based moist pellet. *Kor J fish Aquat Sci*, 43, 451-456
12. Lee SM, Kim KD, Lall SP (2003) Utilization of glucose, maltose, dextrin and cellulose by juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 221, 427-438
13. Ryu KY, Shim SL, Kim W, Jung MS, Hwang IM, Kim JH, Hong CH, Jung CH, Kim KS (2009) Analysis of the seasonal change of the proximate composition and taste components in the conger eels(*Conger myriaster*) J. *Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 1069-1075

14. Duncan DB (1955) Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42
15. Grundy SM (1986) Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New Engl J Med*, 314, 2855-2856
16. Dryden FD, Marchello JA (1970) Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J Anim Sci*, 31, 36-43
17. Morishita T, Uno K, Araki T, Takahashi T (1989) Comparison of the fatty acid compositions in cultured red sea bream differing the localities and culture methods, and those in wild fish. *Bull Japan Soc Sci Fish*, 55, 847-852
18. Mourente G, Tocher DR (1992) Lipid class and fatty acid composition of brain lipids from Atlantic berring (*Clupea harengus*) at different stages of development. *Mar Biol*, 112, 553-558
19. Kim KD, Lee SM (2004) Requirement of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids for juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 229, 315-323
20. Busboom JR, Miller GJ, Field RA, Crouse JD, Riley ML, Nelms GE, Ferrell CL. (1981) Characteristics of fat from heavy ram and wether lambs. *J Anim Sci*, 52, 83-92
21. Kim HY, Shin JW, Park HO, Choi SH, Jang YM, Lee SO (2000) Comparison of taste compounds of red sea bream, rockfish and flounders differing in the localities and growing conditions. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 550-563
22. Oh KS, Lee HJ, Sung DW, Lee EH (1988) Comparison of nitrogenous extractives, amino acids in wild and cultured bastard. *Korean J Food Sci Technol*, 20, 873-877
23. Lee JC, Hwang YH (1996) Variation of asparagine and aspartic acid contents in beansprout soybeans. *J Corp Sci*, 41, 592-599
24. Jaklitsch WM, Röhr M, Kubicek P (1987) Lysine biosynthesis in *Penicillium chrysogenum*. regulation by general amino acid control and absence of lysine repression. *Exp Mycol*, 11, 141-149
25. Takada M, Li ZK, Hattori T (1990) Astroglial ablation prevents MPTP-induced nigrostriatal neuronal death. *Brain Res*, 509, 55-61
26. Kim KS, Lee EH (1986) Food components of wild and cultured fresh water fishes. *Bull Korean Fish Soc*, 19, 195-211
27. Hong CH, Lee JM, Kim KS (2004) Changes of nucleotides in the raw fishes during the aquarium storage. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 379-384
28. Hasimoto HR (1972) Taste of marine products. *Cookery Sci*, 5, 2-7
29. Yamaguchi S (1991) Roles and efficacy of sensory evaluation in studies of taste. *J Japan Soc Food Sci Technol*, 38, 972-978
30. Yano Y, Kataho N, Watanabe M, Nakamura T, Asano Y (1995) Evaluation of beef aging by determination of hypoxanthine and xanthine contents: application of a xanthine sensor. *Food Chem*, 52, 439-445
31. Fletcher GC, Olley J, Statham JA, Vail AMA (1986) Inosine monophosphate, hypoxanthine and taste panel scores for fish flavor acceptability. CSIRO, Tasmanian Regional Laboratory Occasional Paper No. 12, Tasmania, Australia
32. Ryu KY, Shim SL, Kim W, Jung MS, Hwang IM, Kim JH, Hong CH, Jung CH, Kim KS (2009) Analysis of the seasonal change of the proximate composition and taste components in the Conger eels (*Conger myriaster*). *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 1069-1075
33. Huss HH (1988) Fresh fish quality and quality changes. No. 29, FAO, Rome, Italy
34. Lee KH, Lee YS (1997) Muscle quality of cultured olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Korean J Soc Food Sci*, 13, 448-452
35. Lee KH, Lee YS (1999) Muscle quality of cultured and wild re sea beam (*Pagrosomus auratus*). *Korean J Soc Food Sci*, 15, 639-644