

배합사료 및 습사료를 공급한 넙치 근육의 품질특성

김강웅*·김경덕·김신권·손맹현·장미순¹·강용진²·배승철³·이경준⁴
 국립수산물과학원 사료연구센터, ¹식품안전과, ²중앙내수면연구소,
³부경대학교 양식학과, ⁴제주대학교 해양생명과학과

Quality Characteristics of Olive Flounder Muscle Fed with Extruded Pellet and Raw Fish-Based Moist Pellet

Kang-Woong Kim*, Kyoung-Duck Kim, Shin-Kwon Kim, Maeng Hyun Son, Mi-Soon Jang¹, Yong Jin Kang², Sungchul C. Bai³ and Kyeong-Jun Lee⁴

Aquafeed Research Center, NFRDI, Pohang 791-923, Korea
¹*Food and Safety Research Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea*
²*Inland Fisheries Research Institute, NFRDI, Busan 619-705, Korea*
³*Pukyong National University, Busan 608-737, Korea*
⁴*Jeju National University, Jeju 690-756, Korea*

This study was conducted to evaluate the quality characteristics (proximate composition, fatty acids, amino acids, sensory and textural properties) of whole body and dorsal muscle of olive flounders fed extruded pellets (EP) compared to raw fish-based moist pellets (MP). The olive flounders in this study were reared from 300 g to 1000 g for 7 months by feeding either EP or MP. The fatty acids and total amino acids of the whole body and dorsal muscle of the fish were similar among both groups. The major fatty acids in whole body and dorsal muscle were palmitic acid and oleic acid. Finally, no significant differences were observed between groups for sensory and textural properties of the muscle. These results suggest that EP could be developed to replace MP without adverse effects on olive flounder quality.

Key words: Olive flounder, Quality characteristics, Free amino acids, Fatty acids

서 론

세계적으로 다른 육류에 비해 저지방 고단백인 수산물의 소비 수요는 계속해서 증가하고 있으며, 우리나라에서도 수산물 소비가 단백질원의 공급원으로서 매우 높은 비중을 차지하고 있다. 우리나라의 1인당 연간 수산물 소비량은 2000년 이후 연평균 2.9%씩 증가하여 2006년에 54.2 kg을 기록했다 (FAO, 2007). 이처럼 수산물 소비가 늘어난 것은 국민소득의 향상과 건강에 대한 사회 전반의 관심이 높아져 수산물이 건강식품으로서 소비자의 선호도가 높아졌기 때문이다. 지난 10여 년간 양식 산업의 지속적인 발전 속에 넙치를 비롯한 조피볼락 및 돔류 등이 양식어류 생산량의 90% 이상 차지하는 주요어종으로 주로 횡감에 소비되고 있다. 우리나라 국민들의 수산물에 대한 일반적인 인식은 자연산이 배합사료를 공급한 양식산에 비해 영양적으로 풍부하며, 질감(씹히는 맛)이나 기호도가 우수하다고 생각해 횡감에서 자연산이 양식산보다 몇 배 비싼 가격에 판매되고 있다. 또한 같은 양식산 어류라도 배합사료를 공급한 어류보다 생사료를 공급한 어류가 좋다는 인식이 팽배하고 있는 실정이다. 예전부터 자연산 및 양식산의 육질 차이에 관한 연구는 참돔 (*Pagrus major*), 방어 (*Seriola quinqueradiata*), 은어 (*Plecoglossus altivelis*), 뱀장어 (*Anguilla*

japonica), 잉어 (*Cyprinus carpio*) 등에서 많이 보고되었으며 (Morishita et al., 1989; Nakagawa et al., 1985; Ohshima et al., 1982; Yang and Lee, 1982; Kim et al., 2000a), 최근 우리나라에서도 고단백 건강식품으로써 웰빙 산업의 급성장 및 분위기에 발맞춰 양식산 및 자연산 넙치의 육질 연구가 많이 수행되어져 왔다 (Lee and Lee, 2001; Lee and Lee, 2003; Park et al., 2003; Lee et al., 2005). 이와 같은 많은 연구에도 불구하고 배합사료와 생사료를 공급한 넙치의 육질 연구는 미미한 실정이다 (Kim et al., 2007).

따라서, 본 연구는 배합사료와 생사료로 사육한 넙치의 전어체 및 등근육에 있어서 일반성분, 지질성분, 정미성분에 관여하는 아미노산성분, 관능평가 및 물성평가 등 육질을 비교평가하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

실험어 사육관리 및 실험재료

실험어는 평균무게 300 g 내외인 넙치 육성어를 130마리씩 FRP 원형수조 (10톤, 지름 3.5 m, 면적 9.6 m²)에 배합사료 (EP) 및 습사료 (MP) 실험구로 나뉘어 사육하였으며, 각 실험수조는 유수식 사육장치로 유수량은 시간당 18~24회전으로 조절하였다. 사육기간 동안 수온은 18.7±4.0°C (12.0~26.0°C)

*Corresponding author: kwkim@nfrdi.go.kr

로 자연수온에 의존하였다. 사료공급량은 어체중의 0.1~2.5% (건물기준)로 넙치 300 g~500 g 1일 2회, 넙치 500 g 이상 1회 공급하였으며, 총 사육기간은 7개월이었다.

실험사료 중 상품사료 (수협사료)는 상업용 부상 EP사료를 성장단계별로 구입하여 사용하였으며, 습사료 (MP)는 냉동어류 (고등어, 실치 등)와 넙치 분말사료를 9:1로 혼합하여 양식장 현장에서 직접 크기별로 제조하여 냉동한 후 (-20℃) 사용하였다.

실험재료는 사육되는 크기별 넙치 300 g, 500 g, 1 kg 샘플을 10마리씩 취하여 활어 상태로 실험실로 옮겨와 즉살시킨 후, 일반성분, 지방산 성분, 아미노산 성분을 전어체와 등근육으로 구분하여 분석하였으며, 최종 (1 kg) 샘플을 이용하여 관능검사와 물성측정을 실시하였다.

일반성분

각 실험구는 넙치 크기에 따른 전어체와 등근육을 마쇄하여 사용하였으며, AOAC (1984)방법에 따라 수분은 상압가열건조법 (105℃, 4시간), 조단백질 (N×6.25)은 Kjeldahl 질소정량법 (Bunchi B-324/435/124, Switzerland; Metrohm 8-719/806, Switzerland), 조회분은 직접회화법으로 분석하였다. 조지방은 샘플을 12시간 동결 건조한 후, Soxtec system 1046 (Tacator AB, Sweden)을 사용하여 Soxhlet 추출법으로 분석하였다.

지방산 분석

각 실험구는 넙치 크기에 따른 전어체 및 등근육을 동결건조하고 분쇄한 시료 3 g에 대하여 4배량의 chloroform : methanol 혼합용매 (2 : 1, v/v)를 가하여 homogenizer로 2분간 교반한 후, 여과하여 얻은 여액을 플라스크에 넣고 evaporator로 용매를 제거하여 지질을 추출하였다. 추출한 지질은 14% BF₃-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 i.d., film thickness 0.5µm, Hewlett-Packard, USA)이 장착된 gas chromatography (HP6890, USA)로 carrier gas는 헬륨 (helium)을 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 상대 백분율로 나타내었다.

총아미노산 분석

각 실험구는 넙치 크기에 따른 전어체와 등근육 부위를 동결건조하고 분쇄한 시료 0.5 g을 정밀히 취하여 시험관에 넣고 6 N-HCl 15 mL를 가하여 감압밀봉한 후 110℃의 dry oven에서 24시간 이상 동안 산가수분해 시켰다. Glass filter로 분해액을 여과하고 얻은 여액을 55℃에서 감압농축 하여 염산과 물을 완전히 증발시킨 다음, 농축된 시료를 sodium citrate buffer (pH 2.20)로 25 mL 정용플라스크에 정용하여 0.45 µm membrane filter로 여과 한 시료액을 아미노산 자동 분석기

Table 1. Proximate compositions of the experimental diets¹

Proximate composition(%, DM basis)	Diets	
	EP	MP
Moisture	8.5	60.2
Crude protein	53.7	61.8
Crude lipid	10.0	12.1
Ash	10.9	8.9

¹EP, extruded pellet; MP, moist pellet.

(Biochrom 30, Biochrom Ltd., England)를 사용하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다. Cation separation column (oxidised feedstuff column, 4.6 mm × 200 mm)을 사용하였고 0.2 M sodium citrate buffer (pH 3.20, 4.25)와 1.2 M sodium citrate buffer (pH 6.45) 및 0.4 M sodium hydroxide solution을 이동상으로 사용하였다. 이동상의 유속은 0.42 mL/min, ninhydrin 용액의 유속은 0.33 mL/min, column 온도는 48~95℃, 반응온도는 135℃로 하였고 분석시간은 65 min으로 하였다.

관능검사

각 실험구는 넙치의 등근육을 일정한 크기로 썰어 냉장고에 1시간정도 넣어 둔 것으로 관능평가를 실시하였고, 간장을 동반식품으로 하여 실시하였다. 기호도 검사는 양식관련 연구원 및 어업인 55명을 대상으로 냄새 (Flavor), 색 (Color), 맛 (Taste), 조직감 (Texture) 및 종합적 기호도 (Overall acceptability) 등을 9점 척도법을 사용하여 설문지 방식으로 실시하였다 (Hatae et al., 1989). 1점은 매우 나쁘거나 낮음 (extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함 (extremely good or much)으로 하여 9단계로 실시하였다.

물성측정

각 실험구는 넙치의 등근육을 가로로 폭이 0.5 mm되게 절편으로 만들어 호일에 싼 뒤 얼음위에 1시간 정도 올려 둔 것으로 물성측정을 하였다. 등근육의 절편은 Rheometer (COMPACT- 100, Sun Scientific, Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 경도 (hardness), 부착성 (adhesiveness) 및 겔 강도 (gel strength)를 측정하였다. 측정 조건은 plunger diameter 10 mm, load cell 20.0 kg, table speed 120.0 mm/min로 하였고, 모든 측정은 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

통계처리

모든 분석자료는 3회 반복하여 측정한 평균치 (mean)와 표준편차 (SD)로 나타내었으며, 결과의 통계처리는 SPSS program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 One-way ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test로 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

배합사료와 습사료를 공급한 넙치의 전어체 및 등근육 일반성분 분석 결과는 Table 2와 Table 3에 나타내었다. 전어체에 있어서 실험구 및 크기별 수분, 조단백질, 조지방, 회분 함량은

Table 2. Proximate composition (%) of whole body for flounder fed extruded pellet (EP) and moist pellet (MP)¹

Composition (%)	EP			MP		
	300 g	500 g	1 kg	300 g	500 g	1 kg
Moisture	69.8±0.83	71.7±1.33	70.2±0.77	68.9±0.98	71.9±1.35	71.9±2.10
Crude Protein	19.0±0.32	18.9±0.16	18.9±0.13	19.0±1.16	18.8±0.55	17.9±2.13
Crude Lipid	5.8±0.43	6.0±0.53	7.6±0.53	7.8±0.79	5.0±0.68	6.4±1.11
Ash	3.1±0.05	3.3±0.03	3.7±0.19	3.1±0.02	3.3±0.07	3.9±0.11

¹ Values (three replications) in each row not sharing a common superscript are significantly different ($P<0.05$).

Table 3. Proximate composition (%) of dorsal muscle for flounder fed extruded pellet (EP) and moist pellet (MP)¹

Composition (%)	EP			MP		
	300 g	500 g	1 kg	300 g	500 g	1 kg
Moisture	74.9±1.32	75.6±1.05	75.7±0.38	74.6±0.14	76.7±0.52	76.1±0.45
Crude Protein	23.1±0.31	22.7±0.56	22.7±0.34	23.7±0.45	22.5±0.13	21.7±0.51
Crude Lipid	1.14±0.04 ^a	0.44±0.03 ^b	0.46±0.03 ^b	0.81±0.07 ^{ab}	0.31±0.05 ^b	0.36±0.04 ^b

¹ Values (three replications) in each row not sharing a common superscript are significantly different ($P<0.05$).

Table 4. Fatty acids composition (%) of the experimental diets¹

Fatty acid	EP	MP
14:0	2.69	4.15
15:0	0.45	1.04
16:0	20.11	23.29
17:0	1.48	1.30
18:0	5.82	4.75
SFA ²	30.55	34.53
16:1n-7	4.49	8.39
17:1n-7	0.54	0.34
18:1n-9	13.10	13.33
20:1n-9	1.84	1.26
MUFA ³	23.13	29.97
18:2n-6	12.09	2.62
18:3n-6	0.26	0.24
18:3n-3	1.37	0.20
20:4n-6	1.43	2.04
20:5n-3	9.65	12.44
22:4n-6	0.62	4.28
22:5n-3	0.64	0.36
22:6n-3	19.65	12.09
PUFA ⁴	46.32	35.50

¹EP, extruded pellet; MP, moist pellet

²SFA, saturated fatty acid

³MUFA, monounsaturated fatty acid; ⁴PUFA, polyunsaturated fatty acid.

유의적인 차이는 보이지 않았다. 등근육의 경우, 수분, 조단백질 함량은 유의적인 차이가 없는 반면에 조지질 함량에 있어서 넙치가 성장함에 따라 조지질 함량이 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 특히, 조지질 함량이 높은 사료구에서 낮은 수분함량을 보였다. 이는 넙치 성장단계별 사료내 지질

함량 및 운동량에 따라 근육내 지질 축적에 밀접한 관계가 있는 것으로 사료되며 (Kora et al., 1995; Kim et al., 2000a), 또한 Kim et al. (2000b)은 양식산 넙치가 자연산에 비해 조지질 함량이 높은 반면에 수분함량이 낮은 결과를 먹이 식성과 운동량에 기인한다고 보고하였다.

Table 5. Fatty acids of whole body for flounder fed extruded pellet (EP) and moist pellet (MP)¹

Fatty acid	EP			MP			Pooled SEM
	300 g	500 g	1 kg	300 g	500 g	1 kg	
14:0	2.45	2.95	2.62	2.64	3.23	2.18	0.09
15:0	0.24 ^b	0.36 ^{ab}	0.43 ^a	0.20 ^b	0.40 ^{ab}	0.45 ^a	0.01
16:0	15.67 ^b	15.44 ^b	16.36 ^{ab}	14.64 ^b	14.64 ^b	17.04 ^a	0.25
17:0	0.24	0.81	1.18	0.19	0.90	1.12	0.06
18:0	3.91 ^b	2.48 ^b	3.16 ^b	3.24 ^b	2.98 ^b	5.53 ^a	0.11
SFA ²	22.51 ^b	22.74 ^b	23.75 ^{ab}	25.16 ^a	24.04 ^{ab}	25.37 ^a	0.07
16:1n-7	4.77 ^b	5.52 ^{ab}	6.19 ^a	5.64 ^{ab}	6.40 ^a	5.03 ^b	0.07
17:1n-7	0.27 ^b	0.42 ^{ab}	0.63 ^a	0.43 ^{ab}	0.46 ^{ab}	0.48 ^{ab}	0.01
18:1n-9	15.16 ^{ab}	13.74 ^b	18.84 ^a	11.78 ^b	17.06 ^a	15.98 ^{ab}	0.11
20:1n-9	3.33	2.87	2.94	3.43	3.55	2.30	0.06
MUFA ³	26.07 ^{ab}	25.93 ^{ab}	29.75 ^a	23.05 ^b	30.35 ^a	25.00 ^{ab}	0.23
18:2n-6	5.06 ^{ab}	6.48 ^a	6.73 ^a	5.18 ^{ab}	5.80 ^{ab}	3.26 ^b	0.11
18:3n-6	0.12 ^b	0.44 ^{ab}	0.91 ^a	0.07 ^b	0.48 ^{ab}	0.70 ^a	0.05
18:3n-3	0.86	0.78	0.77	0.91	0.94	0.90	0.01
20:4n-6	2.33 ^a	1.30 ^b	1.88 ^{ab}	2.26 ^a	1.32 ^b	2.85 ^a	0.03
20:5n-3	9.72 ^a	7.93 ^{ab}	6.55 ^b	11.07 ^a	8.99 ^{ab}	7.68 ^{ab}	0.05
22:2n-6	1.69 ^a	0.36 ^b	0.23 ^b	2.32 ^a	0.43 ^b	0.22 ^b	0.03
22:5n-3	3.24 ^a	3.75 ^a	3.50 ^a	3.41 ^a	3.23 ^a	2.16 ^b	0.05
22:6n-3	24.72 ^a	25.09 ^a	23.97 ^{ab}	22.79 ^{ab}	20.29 ^b	25.73 ^a	0.23
PUFA ⁴	51.42 ^a	49.71 ^a	46.50 ^{ab}	50.77 ^a	45.08 ^b	45.67 ^b	0.28

¹ Values (three replications) in each row not sharing a common superscript are significantly different ($P<0.05$).

² SFA, saturated fatty acid

³ MUFA, monounsaturated fatty acid

⁴ PUFA, polyunsaturated fatty acid.

배합사료와 습사료를 공급한 실험사료의 지방산 조성은 Table 4에 표시하였고, 전어체 및 등근육의 지방산 조성은 Table 5와 Table 6에 나타내었다. 각 실험구는 넙치의 크기에 따른 전어체 및 등근육의 지방산 조성에 유의적인 차이를 보였다. 배합사료와 습사료를 공급한 넙치 전어체의 포화지방산 (SFA: saturated fatty acid)으로는 공통적으로 palmitic acid (16:0)의 함량이 가장 많았고, 단일불포화지방산 (MUFA: monounsaturated fatty acid)으로는 oleic acid (18:1)와 다불포화지방산 (PUFA: polyunsaturated fatty acid)로는 docosahexaenoic acid (22:6)가 가장 많이 함유되어 있었다. 넙치 크기별 (3단계; 300 g, 500 g, 1 kg) 배합사료내 PUFA 함량 (51.4%, 49.7%, 46.5%)이 MP사료의 크기별 PUFA 함량 (50.7%, 45.1%, 45.7%) 보다 높게 축적되었다. 이는 Morishita et al. (1989)은 사료의 지방산 조성에 따라 전어체 지방산 조성에 변화에 기인한다는

Table 6. Fatty acids of dorsal muscle for flounder fed extruded pellet (EP) and moist pellet (MP)¹

Fatty acid	EP			MP			Pooled SEM
	300 g	500 g	1 kg	300 g	500 g	1 kg	
14:00	1.42	1.31	0.95	1.48	1.30	1.14	0.09
15:00	0.00	0.30	0.26	0.35	0.24	0.29	0.01
16:00	25.93 ^a	20.40 ^b	22.07 ^{ab}	22.56 ^{ab}	20.53 ^b	24.54 ^a	0.25
17:00	0.00	0.57	0.59	0.66	0.54	0.74	0.06
18:00	5.30 ^b	5.12 ^b	5.47 ^b	5.62 ^b	4.59 ^b	6.12 ^a	0.11
SFA	32.65 ^a	27.70 ^b	29.34 ^{ab}	30.67 ^{ab}	27.20 ^b	32.83 ^a	0.07
16:1n-7	2.22 ^{ab}	2.86 ^a	1.64 ^b	2.22 ^{ab}	2.87 ^a	1.42 ^b	0.07
17:1n-7	0.00	0.38	0.27	0.43	0.31	0.29	0.00
18:1n-9	9.09	8.81	7.67	9.43	7.60	8.28	0.11
20:1n-9	2.21 ^a	1.66 ^b	1.32 ^b	2.39 ^a	1.14 ^b	1.20 ^b	0.03
MUFA	13.52 ^b	15.23 ^a	12.54 ^b	16.21 ^a	13.32 ^b	13.26 ^b	0.23
18:2n-6	3.46 ^{ab}	4.25 ^a	4.22 ^a	3.71 ^{ab}	2.54 ^b	2.16 ^b	0.11
18:3n-6	0.18 ^b	0.30 ^{ab}	0.35 ^a	0.13 ^b	0.21 ^b	0.28 ^{ab}	0.05
18:3n-3	0.12	0.31	0.23	0.44	0.22	0.28	0.01
20:4n-6	1.96 ^a	0.88 ^b	1.76 ^a	2.09 ^a	0.99 ^b	2.29 ^a	0.03
20:5n-3	6.71 ^a	5.30 ^{ab}	4.44 ^b	6.80 ^a	6.17 ^a	5.25 ^{ab}	0.05
22:2n-6	2.18 ^a	0.07 ^c	0.13 ^c	0.75 ^b	0.06 ^c	0.12 ^c	0.03
22:5n-3	2.97 ^b	2.65 ^b	6.54 ^a	2.11 ^b	3.03 ^b	2.05 ^b	0.05
22:6n-3	35.55	39.54	36.90	34.32	42.36	39.47	1.23
PUFA	53.83 ^b	56.50 ^{ab}	58.11 ^a	50.23 ^c	58.09 ^a	53.73 ^b	0.28

¹ Refer to Table 4.

결과와 일치하였다. 단일불포화지방산 중에서 oleic acid와 palmitic acid가 가장 많이 함유되어 있었으며, Oleic acid는 다량 섭취시 혈중 중성지방이나 콜레스테롤을 낮춤으로서 동맥경화증과 같은 성인병에 유의한 효과가 있는 것으로 보고 되고 있으며 (Grundy, 1986), 식육의 맛과 관련해서는 oleic acid의 함량이 높으면 식육의 맛을 좋게 하고 (Lunt and Smith, 1991), 관능평가에서 높은 점수를 얻는다는 보고가 있다 (Dryden and Marchello, 1970). 넙치의 크기 및 실험구별 등근육의 지방산 조성의 결과(Table 5), 주요 지방산도 전어체와 비슷한 palmitic acid, oleic acid, docosahexaenoic acid이었다. 넙치 등근육의 MUFA함량은 SFA보다 상당량 낮았고 PUFA의 함량은 상당량 높았다. 특히, Linoleic acid (18:2) 함량에 있어서는 EP사료를 공급한 사료가 MP사료보다 높은 함량을 나타내었다. Campo et al. (2003)은 지방산 중에서도 oleic acid와 linoleic acid가 육향에 크게 영향을 준다고 보고하였으며, 몇몇 풍미는 고유한 지방산 중 linoleic acid가 cooking oily odor를, 그리고 linolenic acid (18:3)는 fishy odor와 관련이 있다고 보고 하였다. 또한, Elmore et al. (1999)은 linolenic acid의 함량이 증가하면 이취를 생성되는데, 이것은 linoleic acid와 같은 n-3 계열 지방산은 불포화도가 높아 유리라디칼의 생성이 높고 n-3 다가불포화지방산이 풍부할수록 산화가 쉽게 일어나기 때문이라고 보고하였다. 따라서, EP사료 제조시, 어유의 첨가량에 따라 사육기간 동안 공급된 사료에 의해 넙치 근육의 풍미 및 정미성에 미치는 영향을 끼칠 것으로 사료된다. 이상의 결과로부터 사육 기간 동안 공급된 배합사료와 습사료에 의한 넙치육과 성장단계에 따른 지방산 조성에는 큰 차이가 없음을 알 수 있었다.

Table 7. Amino acids of whole body for flounder fed extruded pellet (EP) and moist pellet (MP)¹

Amino acid	(% to total amino acid)						
	EP			MP			Pooled SEM
	300 g	500 g	1 kg	300 g	500 g	1 kg	
Aspartic acid	9.65	9.88	10.03	9.65	9.77	9.63	0.17
Threonine	4.65	4.54	4.59	4.58	4.42	4.45	0.09
Serine	4.23	4.30	4.37	4.17	4.30	4.35	0.11
Glutamic acid	12.92	14.71	15.08	12.78	14.80	14.70	0.23
Proline	5.37 ^a	1.74 ^b	0.98 ^b	5.68 ^a	1.96 ^b	2.59 ^b	0.02
Glycine	7.23	7.29	6.94	7.63	8.36	8.22	0.23
Alanine	7.69	6.61	6.48	7.93	6.82	6.70	0.15
Cystine	0.45	0.52	0.73	0.46	0.59	0.54	0.05
Valine	4.25	5.32	5.25	4.23	5.06	5.03	0.12
Methionine	2.72	2.70	2.73	2.78	2.67	2.71	0.07
Isoleucine	3.87	4.48	4.50	3.85	4.27	4.17	0.11
Leucine	6.13	7.76	7.83	6.17	7.53	7.40	0.21
Tyrosine	2.69	3.29	3.30	2.79	3.14	3.16	0.09
Phenylalanine	4.05	4.02	4.05	4.05	3.95	3.91	0.05
Histidine	2.91	2.44	2.42	2.93	2.18	2.36	0.07
Lysine	8.00	9.14	9.35	7.90	9.06	8.88	0.25
Arginine	8.19	6.22	6.26	7.40	6.41	6.39	0.21
EAA ²	44.8	46.6	47.0	43.9	45.6	45.3	0.39
FAA ³	12.92 ^b	14.71 ^a	15.08 ^a	12.78 ^b	14.80 ^b	14.70 ^a	0.12
SAAA ⁴	23.80	22.74	22.38	24.31	23.9	23.72	0.21
SAA ⁵	3.17	3.22	3.46	3.24	3.26	3.25	0.09
FRAA ⁶	6.74	7.31	7.35	6.84	7.05	7.07	0.29

¹ Values (three replications) in each row not sharing a common superscript are significantly different ($P < 0.05$).

² EAA, essential amino acid; ³ FAA, amino acid in relation to flavor; ⁴ SAAA, amino acid in relation to saccarinity;

⁵ SAA, amino acid with sulfide; ⁶ FRAA, fragrant amino acid.

배합사료와 습사료를 공급한 넙치 전어체 및 등근육의 총아미노산 조성은 Table 7과 Table 8에 나타내었다. 일반적으로 필수아미노산 (EAA: threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine), 맛 관련 아미노산 (FAA: glutamic acid), 감미계 아미노산 (SAAA: threonine, serine, glycine, alanine), 황함유아미노산 (SAA: methionine, cystine) 및 방향족 아미노산 (FRAA: phenylalanine, tyrosine)을 들 수 있다. 배합사료와 습사료를 공급한 전어체 및 등근육의 EAA, SAAA, SAA 및 FRAA 함량에는 유의적 차이가 없었으나, 어류가 성장함에 따라 맛 관련 아미노산인 glutamic acid함량이 상폭크기가 될 수록 점차 높은 값을 보였다. 이와 같은 경향은 관능검사 결과와 상당히 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다. 특히, 배합사료와 습사료 공급한 넙치의 전어체 및 등근육의 필수아미노산 중에서 lysine의 함량이 가장 높았으며, 총아미노산의 대부분을 차지하고 있는 것은 aspartic acid, glutamic acid, leucine 및 lysine 이었다. 참돔, 조피볼락 및 넙치의 총아미노산의 대부분을 차지하고 있는 것은 glutamic acid, lysine, aspartic acid 및 proline 등이라고 보고한 Kim et al. (2000b)의 연구결과와 유사하였으나, 본 실험에서 proline의 함량은 낮았다. 한편, 배합사료와 습사료 공급에 따른 넙치 전어체 및 등근육의 총아미노산 함량에는 차이가 없었다. 이것은 수산동물의 체단백질 총아미노산의 조성은

Table 8. Amino acids of dorsal muscle for flounder fed extruded pellet (EP) and moist pellet (MP)¹

Amino acid	(% to total amino acid)						Pooled SEM
	EP			MP			
	300 g	500 g	1 kg	300 g	500 g	1 kg	
Aspartic acid	6.16	9.30	10.50	9.98	10.61	10.55	0.28
Threonine	5.58	4.35	4.78	4.87	4.69	4.75	0.16
Serine	4.42	3.93	4.26	4.12	4.15	4.13	0.09
Glutamic acid	11.90	15.69	15.87	13.52	15.91	16.14	0.22
Proline	3.87 ^b	1.48 ^b	1.08 ^b	6.04 ^a	0.00 ^b	1.04 ^b	0.05
Glycine	2.09 ^b	5.00 ^a	4.51 ^a	4.99 ^a	4.40 ^a	4.33 ^a	0.12
Alanine	3.76	6.60	5.87	6.70	5.91	5.77	0.23
Cystine	1.53	0.37	0.46	0.47	0.32	0.38	0.09
Valine	5.25	6.00	5.47	4.50	5.56	5.49	0.12
Methionine	2.12	1.57	3.09	2.92	3.00	3.09	0.07
Isoleucine	6.45	5.34	4.87	4.31	5.01	4.93	0.09
Leucine	6.38	9.12	8.45	6.72	8.58	8.50	0.19
Tyrosine	3.10	2.34	3.62	3.06	3.72	3.66	0.09
Phenylalanine	4.55	4.18	4.19	4.32	4.33	4.19	0.03
Histidine	2.86	1.90	2.52	2.82	2.55	2.50	0.07
Lysine	7.21	10.56	10.03	8.71	10.23	10.10	0.12
Ammonium chloride	2.42	6.15	4.48	5.09	5.10	4.41	0.23
Arginine	7.37	6.12	5.98	6.86	5.94	6.03	0.11
EAA	47.77	49.14	49.38	46.03	49.89	49.58	0.30
FAA	11.90 ^b	15.69 ^a	15.87 ^a	13.52 ^{ab}	15.91 ^a	16.14 ^a	0.23
SAAA	15.85	19.88	19.42	20.68	19.15	18.98	0.44
SAA	3.65	1.94	3.55	3.39	3.32	3.47	0.25
FRAA	7.65	6.52	7.81	7.38	8.05	7.85	0.41

¹ Refer to Table 6.

어종에 따라 큰 차이가 없다고 한 보고와 뱀장어와 가물치의 필수아미노산 함량은 성장조건별로 큰 변화 양상을 나타내지 않았다고 보고한 결과와 유사한 경향을 나타내었다 (Kim et al., 2000a).

배합사료와 습사료를 공급한 넙치 등근육의 관능검가 결과를 Table 9에 나타내었다. 냄새, 외관, 맛 및 질감에 있어서 배합사료와 습사료 공급구간에 유의적인 차이를 보이지 않았고, 종합적인 기호도면에서도 각 사료구별로 차이를 보이지 않았다. 본 실험에서 관능검사 결과가 차이를 보이지 않은 것으로 볼 때, 넙치 근육의 저지방 백색어류로서 담백한 풍미를 가지는 육질이기 때문에 맛과 질감의 차이를 구분하는데 한계가 있을 것으로 사료되었다. 따라서, 넙치와 같은 흰살 어육의 경우는 어육의 질감 등이 맛의 판단에 더 중요한 역할을 할 것으로 생각되어 다음의 물성평가 실험을 실시하였다.

Table 9. Sensory scores of the dorsal muscle for flounder fed extruded pellet (EP) and moist pellet (MP)¹

Item	EP	MP
flavor	5.9±0.53	5.9±0.68
color	6.5±0.32	6.5±0.69
taste	6.6±0.09	6.7±0.07
texture	6.4±0.13	6.5±0.11
Overall acceptability	6.8±0.19	6.9±0.13

¹ Sensory scores were assessed on 9 point scale with 1 = extremely bad or slight, 9 = extremely good or much.

Table 10. Textual properties of dorsal muscle for flounder fed extruded pellet (EP) and moist pellet (MP)¹

Textures	EP	MP
Hardness (g/cm ³)	859±95.3	760±75.2
Gel strength(g/cm ³)	670±53.2	593±103
Springeness(%)	85±4.35	75±5.33
Cohesiveness(%)	56±6.45	48±4.23
Adhesiveness (g)	14.1±2.31	16.7±4.12

¹ Values (three replications) in each row not sharing a common superscript are significantly different ($P<0.05$).

각 사료구별 넙치 등근육의 물성평가 결과 (Table 10), 배합 사료 공급구가 습사료 공급구보다 경도 (hardness), 겔 강도 (gel strength), 탄력성 (springeness), 응집성 (cohesiveness)에서 높은 값을 나타내었으나, 두 구간에는 유의적인 차이는 없었다. Lee and Lee (1997)는 양식산 넙치가 천연산 넙치보다 경도와 탄력성이 유의적으로 낮다고 하였고, 양식산 도미의 생육과 가열육이 자연산 도미보다 유의적인 차이는 없으나 탄력성이 낮고 응집성이 높다고 한 연구결과도 있다. 이처럼 양식어에 대한 기호성에는 질감 (texture)의 영향이 크게 미치는 것으로 사료되며, 공급된 사료에 의해 질감이 약간씩 차이가 나타남을 알 수 있었다. Lee et al. (1998)은 한방사료 첨가구와 대조구를 비교하였을 때 전반적인 기호도와 근육의 경도 간에 밀접한 상관관계가 있는 것을 발견하였으며, Hatae et al. (1989)도 어육의 질감 특성은 전반적인 기호도에 영향을 주는 요인이라고 보고하였다. 그리고, 배합사료를 공급하면서 사육한 넙치 육질의 맛, 풍미 및 조직감 등에 있어서 생사료를 공급한 넙치에 비해 결코 떨어지지 않는다는 것이 명확히 밝혀졌다. 더욱이 배합사료를 공급하는 양식산 넙치의 경우에는 사료에 각종 기능성 물질을 첨가하는 등 고품질, 기능성 사료를 개발하여 체계적인 관리를 한다면 육질을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구결과를 소비자들에게 제공함으로써 그동안 잘못자리 잡고 있는 자연산과 양식산, 배합사료와 생사료 양식에 대한 고정관념을 탈피할 수 있으며, 양식산 해산어류에 대한 인식제고가 이루어질 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원(고효율 배합사료 개발 및 실용화 연구, RP-2010-AQ-077)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고문헌

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1984. Official methods of analysis, 16th edition. AOAC International, Arlington, Virginia U.S.A.
 Campo MM, Nute GR, Wood JD, Elmore SJ, Mottram DS and Enser M. 2003. Modeling the effect of fatty acids in odour development of cooked meat in vitro: Part Sensory perception. Meat Sci 63, 367-375.

- Dryden FD and Marchello JA. 1970. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J Anim Sci* 31, 36-43.
- Elmore JS, Mottram DS, Enser M and Wood JD. 1999. Effect of polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. *J Agr Food Chem* 48, 1619-1625.
- FAO. FISHSTAT Plus, universal software for fishery statistical time series. Food and Agriculture Organization, United Nations, Rome. Electronic webpage.
- Grundy SM. 1986. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N Engl J Med* 314, 2855-2856.
- Hatae, K, Lee KH, Tsuchiya T and Shimada A. 1989. Textual properties of cultured and wild fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55, 363-368.
- Kim HY, Shin JW, Sim GC, Park HO, Kim HS, Kim SM, Cho JS and Jang YM. 2000a. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer, and snake head. *Korean J Food Sci Technol* 32, 1058-1067.
- Kim HY, Shin JW, Park HO, Choi SH, Jang YM and Lee SO. 2000b. 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.
- Kim KW, Kang YJ, Kim KD, Choi SM, Lee JY, Moon Lee HY and Bai SC. 2007. Long-term evaluation of muscle quality of the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, fed with extruded pellet. *J of Aquaculture* 20, 51-55.
- Kora H, Osato S, Miyata K, Wu Z, Tashibana K and Tsushimoto M. 1995. Changes in amounts of fat, water, protein and ash in whole body of culture red sea bream, with growth and comparison with wild sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi* 61, 211-216.
- Lee KH and Lee YS. 1997. Muscle quality of cultured olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Korean J Soc Food Sci* 13, 448-452.
- Lee KH and 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 Cookery Sci* 17, 549-554.
- Lee KH and Lee YS. 2003. The effect of lipid and collagen content, drip volume on the muscle hardness of cultured and wild red sea bream (*Pagrosomus auratus*) and flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Korean J Soc Food Sci* 16, 352-357.
- Lee KH, Lee YS, Kim JH and Kim DS. 1998. Utilization of obosan (Dietary herbs) II. Muscle quality of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* fed with diet containing obosan. *Korean J Aquaculture* 11, 319-325.
- Lee MH, Chang HK and Yoo YJ. 2005. Effect of the millet and waxy millet on properties of white layer cake. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 34, 395-402.
- Lunt DK and Smith SB. 1991. Wagyu beefs holds profit potential for U.S. feed lot. *Feedstuffs* 19, 18-26.
- Morishita T, Uno K, Araki T and 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. *B Jpn Soc Sci Fish* 55, 847-852.
- Nakagawa H, Kumai H, Nakamura M and Kasahara S. 1985. Effect of algae supplemented diet on serum and body constituents of cultured yellow tail. *B Jpn Soc Sci Fish* 51, 279-286.
- Ohshima T, Widjaja HD, Wada S and Koizumi C. 1982. A comparison between cultured and wild ayu lipids. *B Jpn Soc Sci Fish* 48, 1795-1801.
- Park BH, Park SH and Jo JS. 2003. A study on the organoleptic characteristics and changes in freshness of cultivated and wild *Paralichthys olivaceus* during storage. *Korean J Soc Food Cook Sci* 19, 72-78.
- Yang ST and Lee EH. 1982. Taste compounds of fresh water fishes: 5. Sensory evaluation of taste components in the extract of wild common carp and koran snakehead meat. *B Korean Fish Soc* 15, 303-311.

2010년 9월 14일 접수

2010년 10월 6일 수정

2010년 10월 13일 수리