

배합사료로 장기간 사육된 넙치의 육질평가

김강웅*, 강용진, 김경덕, 최세민, 이종윤, 이해영¹, 배승철²
국립수산과학원 양식사료연구센터, ¹국립수산과학원 자원조성연구팀, ²부경대학교 양식학과

Long-term Evaluation of Muscle Quality of the Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*, Fed with Extruded Pellet

Kang-Woong Kim, Yong Jin Kang, Kyoung-Duck Kim, Se-Min Choi, Jong Yun Lee,
Haeyoung Moon Lee¹ and Sungchul C. Bai²

Aquafeed Research Center, NFRDI, Pohang 791-802, Korea
¹Fisheries Resources Enhancement Research Team, NFRDI, Busan, Korea
²Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

This study was conducted to evaluate the muscle quality of the olive flounder fed on extruded pellet (EP) diets compared with a raw fish moist pellet (MP) diet for olive flounder, *Paralichthys olivaceus* in a commercial scale for a year. The sensory and physical qualities and palatable compounds were compared for evaluation of muscle quality in fish. Four diets were formulated for this experiment: two experimental EP diets (EP 1 and 2), one commercial EP diet (CEP) and MP diet. Crude lipid of fish fed EP1 and EP2 was significantly higher ($P<0.05$) than that of fish fed CEP, but not significantly different from that of fish fed MP ($P>0.05$). In the palatable compounds, the free amino acids composition were much alike in that of all the diets. Proline, glycine and alanine from fish fed diet EPs were the most abundant compound among amino acid compositions. There was little difference in the free amino acid compositions of all flounder from localities and the growing conditions between wild and cultured fishes. Taurine of fish fed EP1 was dominantly high over that of fish fed EP2, CEP and MP. In all nucleotides and their related compounds, ATP and IMP from fish fed EP diets were higher ($P<0.05$) than those of fish fed MP. In the sensory score, overall-acceptability of fish fed EP2 were significantly higher ($P<0.05$) than that of fish fed EP1, CEP and MP. Hardness of physical properties from fish fed EP2 was significantly higher ($P<0.05$) than those of fish fed CEP ($P<0.01$). These results strongly suggest that diets EP could be developed to replace MP diet for the grow-out stage of olive flounder without adverse effect on growth performance.

Keywords: Olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, Physical properties, Free amino acids, Nucleotide

서 론

세계적으로 다른 육류에 비해 저지방 고단백인 수산물의 소비 수요는 계속해서 증가하고 있으며, 우리나라에서도 수산물에 동물성 단백질원의 공급원으로서 매우 높은 비중을 차지하고 있다. 우리나라의 2002년도 1인당 어류소비량은 연간 49.2 kg으로 세계 1인당 어류소비량인 연간 15.8 kg보다 3배 정도 많으며, 일본에 이어 세계 두번째로 계속적으로 증가추세에 있다(FAO, 2003). 지난 10여 년간 양식 산업의 지속적인 발전 속에 넙치를 비롯한 조피볼락 및 돔류 등이 양식어류 생산량의 90% 이상 차지하는 주요 어종으로 주로 횡감에 소비되고 있다. 우리나라 국민들의 수산물에 대한 일반적인 인식은 자연산이 배합사료를 공

급한 양식산에 비해 영양적으로 풍부하며, 질감(씹히는 맛), 기호도가 우수하다고 생각하고 있을 뿐만 아니라 같은 양식산 어류라도 배합사료를 공급한 어류보다 생사료를 공급한 어류가 좋다는 인식이 팽배하고 있는 실정이다.

최근 우리나라에서도 고단백 건강식품으로써 웰빙산업의 급성장 및 분위기에 발맞춰 양식산 및 자연산 넙치의 육질 연구가 (Lee and Lee, 1997; Lee et al., 1998; Kim et al., 2000; Lee and Lee, 2001; Lee and Lee, 2003; Park et al., 2003; Lee et al., 2005). Lee and Lee (1997) 측정, 정미성분 등의 육질을 비교하여 큰 차이가 없다고 보고한 반면에 Park et al. (2003)은 관능검사에서 양식산 넙치가 자연산 넙치보다 높은 지방함량으로 인해 탄력성을 감소시켜 낮은 선호도를 보였다. 양식 넙치에 있어서 한방사료 첨가제를 이용하여 관능검사, 물성 및 정미성분 등을 측정한 결과, 우수한 육질개선 효과를 나타내었다(Lee et al., 1998).

*Corresponding author: kwkim@momaf.go.kr

이와 같은 많은 연구에도 불구하고 양식산 넙치의 배합사료와 습사료를 장기간에 걸쳐 사육한 육질 연구는 미미한 실정이다.

따라서, 본 연구는 실용 배합사료를 자체 제작한 2종의 배합사료(EP1 및 EP2), 상품사료 및 습사료를 장기간 걸쳐 섭취한 넙치의 육질을 평가하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

실험어 및 사육관리

실험어는 평균무게 30.1 ± 0.2 g (mean \pm SD)인 넙치 치어를 큰 크리트수조에 각각 2,600마리씩(80 kg) 수용하여 각 사료구당 2 반복으로 13개월간(2004년 5월 31일 - 2005년 6월 30일) 사육한 평균 600 g 넙치를 대상으로 수행하였다. 실험사료의 조성은 Table 1에 나타내었다. 실험사료는 고품질 및 경제성 배합사료를 고려하여 2종(EP1 및 EP2)을 설계 제조하였고, 상품사료(CEP) 및 습사료(MP)를 비교하기 위해서 사용하였다.

일반성분 및 관능검사

일반성분은 각 수조별로 5마리씩 무작위로 추출하여 분쇄한

Table 1. Ingredients and nutrient contents of experimental diets

	Diets			
	EP1	EP2	CEP	MP
<i>Ingredients</i>				
White fish meal ¹	56.0	61.1	-	-
Dehulled soybean meal ¹	5.0	3.0	-	-
Corn gluten meal ¹	2.0	2.0	-	-
Krill meal ¹	5.0	4.0	-	-
Squid liver powder ¹	2.0	2.0	-	-
Kelp meal ¹	3.0	2.0	-	-
Fish oil + Soya-oil ¹	0.0	6.1	-	-
Yeast ¹	1.0	1.0	-	-
Frozen horse mackerel	-	-	-	80
Commercial binder meal ¹	-	-	-	20
Wheat flour ¹	11.5	12.4	-	-
Wheat gluten ¹	-	2.0	-	-
Oil mixture ²	7.0	0.0	-	-
Vitamin premix ³	1.0	1.0	-	-
Vitamin premix ³	1.0	1.3	-	-
Protector ⁴	4.5	-	-	-
Additive ⁵	-	2.1	-	-
<i>Proximate analysis</i> (% DM basis)				
Moisture	8.7	8.5	8.3	60.2
Crude protein	53.2	53.7	51.5	61.8
Crude lipid	12.0	10.0	8.9	12.1
Crude ash	11.6	10.9	10.6	8.9

¹ Provided by Suhyup Feed Co., Kyong-Nam, Korea.

² Fish oil, Corn oil, Ethoxyquin, Lecithin, Vit A, D and E.

³ Premix (mg/kg): KI 250, MnSO₄·H₂O 2800, ZnSO₄·H₂O 2350, Vt.K 225, Biotin (2%) 3500, Niacin 4850, Calcium pantothenate 11000, folic acid 2000, Vt-B₁ 1500, Vt-B₂ 2000, Vt-B₆ 2000, Vt-C 50000.

⁴ Anti-oxidant, glucan, Gelatin, betaine, Choline, wheat flour.

⁵ Enzyme, Choline, Glucan, Lecithin.

전어체를 분석하였으며, AOAC (1984)방법에 따라 수분은 상압 가열건조법(105, 4시간), 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법(N \times 6.25), 조지방은 직접회화법으로 분석하였다. 조지방은 샘플을 12시간 동결 건조한 후, Soxtec system 1046(Tacator AB, Sweden)을 사용하여 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 관능검사는 각 사료구의 넙치 시료를 즉시 껍질을 벗긴 후 등과 배, 지느러미를 기준으로 전체를 5등분하여 일정한 크기로 자른 다음 간장을 동반식품으로 하여 실시하였다. 기호도 검사는 양식관련 연구원 및 어업인 30명을 대상으로 향(Flavor), 외관(Color), 맛(Taste), 질감(Texture) 및 종합적 기호도(Overall acceptability) 등을 9점 선호도 척도법을 사용하여 설문지 방식으로 실시하였다(Hatae et al., 1989). 대조군을 0으로 했을 때, 대조군보다 매우 좋으면 +4, 매우 좋지 않으면 -4로 하여 9단계로 실시하였다.

정미성분분석

유리아미노산은 마쇄한 어육 1 g에 Ethanol 30 mL를 넣고 잘 섞어, 4°C에서 1시간 방치 후 30분간 균질화 한 후, 시료액을 10,000 rpm으로 4°C에서 15분간 원심분리하여 상등액을 취한다. 얻어진 상등액을 40°C에서 감압 농축시킨 후 증류수를 넣어 행구어 여두기로 옮기고, Ether (총 20 mL)로 행구어 여두기로 옮긴다(2회 반복). 여두기의 하층액을 수기로 옮겨 55°C 이하에서 감압농축하고, pH 2.2 Lithium Citrate buffer로 25 mL에 정용하고, Sulphosalicylic acid 1 g을 넣어 1시간 방치 후 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 시료액으로 사용하였다. 유리아미노산의 조성 및 정량 분석을 위하여 Amino Acid Analyzer (Ninhydrin 법)를 사용하였다(Column: Separation column Amino Acid LCAK07 Physiology Fluids (4.6 \times 150 mm)) 핵산관련물질은 마쇄한 어육 2 g에 10% 과염소산(PCA)용액 10 mL를 가하여 균질화 한 후, 시료를 원심분리기에 10분 동안 3,000 rpm으로 원심분리하여 상층을 분리하고 침전물에 대하여 10% PCA 용액 10 mL로 위와 같은 조작을 2회 반복하여 상층액을 합하였다. 상층액을 여과하고 5N KOH로 pH 6.5로 조정한 다음 10% PCA 용액을 첨가하여 100 mL로 정용하였다. 0에서 30분간 방치한 다음 0.45 μ m membrane filter로 여과한 다음 HPLC를 사용하였다. Column은 C18(4.6 mm I.d. \times 250 mm)을 장착하고 이동상으로 1% triethylaminephosphoric acid (pH 6.5)를 1 mL/min의 유속으로 흘리면서 HPLC에 시료를 20 μ L 주입하여 UV 254 nm에서 검출하였고, 표준용액의 retention time을 비교하여 핵산관련성분을 확인하였다.

물성 측정 및 통계처리

어육의 경도, 탄력성, 응집성은 물성측정기(Surr Rheometer compact-100)을 이용하여 시료를 일정하게 10 \times 10 \times 10 mm로 자른 후 사료구당 5마리를 1마리당 3회씩 측정하였다(조건: critical diameter 10 mm, load cell 10.0 kg, chat speed 100.0 mm/min, table speed 60.0 mm/min). 모든 자료의 통계처리는 Computer

Program Statistix 3.1(Analytical Software, St. Paul MN, USA) 로 분산분석(ANOVA test)을 실시하여 최소유의차검정(LSD: Least Significant Difference)으로 평균간의 유의성($P<0.05$)을 검정하였다.

결과 및 고찰

전어체의 일반성분은 Table 2와 같다. 조단백질은 EP2가 EP1 및 CEP 사료구보다 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$), MP 와 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았다. 조지방은 EP2 및 MP 사료구가 CEP 사료구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났 으며($P<0.05$), EP1과 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았다 ($P>0.05$). 수분은 모든 사료구간에서 유의적인 차이를 보이지 않 았으며($P>0.05$), 조지방 함량이 높은 사료구에서 낮은 수분함량 을 나타내었다. 넙치 사료내 지방함량에 높을수록 어류의 근육 으로 전달되어 축적되기 때문이며, 더 나아가 한정된 지역 내에 서 양식되므로 운동량과 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다 (Kora et al., 1995; Kim at al., 2000). Kim at al. (2000)은 양식 산 넙치가 자연산에 비해 조지방 함량이 높은 반면에 수분함량 이 낮은 결과를 먹이 식성과 운동량에 기인한다고 보고하였다. 근육내 유리아미노산의 성분분석은 Table 3에 나타내었다. 유리 아미노산은 생체 활성 물질의 구성성분으로 중요할 뿐 아니라 그 자체가 특징있는 맛을 식품에 부여하기도 한다(Ohta, 1976). 아미노산의 맛 분류에서 glycine, alanine, threonine, proline, serine 등은 단맛, leucine, isoleucine, methionine, phenylalanine, lysine, valine, arginine 등은 쓴맛, aspartic acid는 신맛, glutamic acid는 감칠맛을 갖는다고 하였다(Shou, 1969). 단맛을 내는 아 미노산인 proline, glycine, alanine의 함량이 대체로 MP 사료구 보다 EP 사료구에서 높게 나타났으며, 감칠맛은 EP 사료구보다 MP 사료구에서 상당히 높은 경향을 보였다. 특히, 타우린(taurine) 에 있어서는 EP1 사료구가 다른 실험구보다 높은 값을 보였다. 이 성분은 최근에 고혈압과 고지혈증의 예방 및 콜레스테롤과 담석의 억제작용이 있다고 알려져 있어(Kim at al., 2000), 배합 사료를 공급한 넙치가 육질 면에서 우수한 것으로 판단된다. 쓴 맛을 내는 아미노산(valine, isoleucine, leucine, lysine)은 모든 사 료구간에 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 경향은 관능검사 결 과와 상당히 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다.

핵산관련물질 결과는 Table 4에 나타내었다. 핵산 관련물질 중 ATP 및 IMP의 양에서 배합사료에서 습사료보다 높은 값을

Table 3. Free Amino acid contents of the dorsal muscle for flounder fed EP diets and MP diet (units: %)

Free amino acids	Diets			
	EP1	EP2	CEP	MP
Phosphoserine	0.0060	0.0050	0.0050	0.0050
Taurine	0.1980	0.1840	0.1790	0.1820
Phosphoethanolamine	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004
L-Aspartic acid	0.0031	0.0029	0.0029	0.0031
L-Threonine	0.0110	0.0130	0.0090	0.0130
L-Serine	0.0030	0.0030	0.0020	0.0040
Asparagine	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002
L-Glutamic acid	0.0030	0.0010	0.0010	0.0060
L-a-Aminoadipic acid	0.0007	0.0006	0.0007	0.0005
L-Proline	0.0050	0.0050	0.0050	0.0010
L-Glycine	0.0050	0.0030	0.0030	0.0010
L-Alanine	0.0070	0.0080	0.0080	0.0030
L-Valine	0.0060	0.0060	0.007	0.0060
L-Cystine	0.0030	0.0030	0.002	0.0030
L-Methionine	0.0002	0.0003	0.0001	0.0010
L-Isoleucine	0.0030	0.0020	0.0040	0.0030
L-Leucine	0.0050	0.0050	0.0080	0.0060
L-Tyrosine	0.0040	0.0040	0.0040	0.0050
L-Phenylalanine	0.0050	0.0040	0.0070	0.0050
β-alanine	0.0009	0.0007	0.0006	0.0007
L-Ornithine	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070
L-Lysine	0.0010	0.0010	0.0020	0.0020
1-Methyl-L-Histidine	0.0070	0.0100	0.0180	0.0170
3-Methyl-L-Histidine	0.0040	0.0030	0.0030	0.0040
L-Arginine	0.0005	0.0001	0.0002	0.0004

보였으며, 특히 EP2 사료구에서 높았다. ADP 및 inosine은 모 든 사료구에서 검출되지 않았다. Hypoxanthin에 있어서도 EP2 가 다른 배합사료구와 비교하여 50%정도 높은 값을 보였으며, MP 사료구가 가장 낮은 값을 나타내었다. 동물이 죽은 직후 ATP 형태에서 탈인산화가 일어나 ADP, AMP, IMP, HxR (inosine), Hx (hypoxanthine)로 변화되어 가는데 부패되기 전까지는 주로 IMP의 형태로 축적된다(Lee and Lee, 1997). 상기 결과는 MP 사료구와 비교하여 EP 사료구에서 어육의 변화가 늦게 일어났 음을 시사하는 것으로서 배합사료가 즉살 후 넙치어육의 신선도 를 오래 지속시킬 수 있을 것으로 생각된다. 그러나, 핵산관련물 질의 분해속도는 어체의 생리조건, 치사조건, 죽기 직전의 운동 량, 저장조건에 따라 심한 차이를 보이므로 향후 많은 검토가 필 요할 것으로 생각된다(Lee and Lee, 2001).

Table 2. Proximate composition (%) of whole body for flounder fed EP diets and MP diet¹

Diets	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
EP1	70.8±1.58	19.5±0.40 ^b	3.1±0.34 ^a	3.7±0.34 ^b
EP2	70.1±1.38	20.9±0.06 ^a	3.1±0.10 ^a	4.5±0.03 ^a
CEP	72.0±0.12	19.4±0.20 ^b	2.6±0.45 ^b	3.0±0.15 ^c
MP	72.8±0.72	20.1±0.03 ^{ab}	2.8±0.23 ^{ab}	3.6±0.14 ^b

¹Values (mean±SE of three replications) in each line not sharing a common superscript are significantly different ($P<0.05$).

Table 4. Nucleotides and their related compounds of flounder fed EP diets and MP diet (units: mg/g)

Contents	Diets			
	EP1	EP2	CEP	MP
AMP	0.003	0.010	0.009	0.004
ATP	0.013	0.024	0.005	ND ¹
IMP	2.220	3.741	1.614	0.950
Hypoxanthin	0.321	0.712	0.418	0.202

¹ND: not detected**Table 5.** Sensory scores of flounder fed EP diets and MP diet

Contents	Diets				Pooled SEM ¹
	EP1	EP2	CEP	MP	
Flavor	6.33	6.60	6.37	6.13	0.18
Color	6.87	6.67	6.83	6.60	0.28
Taste	7.00	7.13	6.70	6.97	0.16
Texture ²	6.90 ^b	7.10 ^a	6.97 ^{ab}	6.97 ^{ab}	0.09
Overall-acceptability ²	6.77 ^b	7.03 ^a	6.77 ^b	6.73 ^b	0.11

¹Values (mean±SE of three replications) in each row not sharing a common superscript are significantly different ($P<0.05$).² $P<0.01$.

관능검사는 Table 5와 같다. 향, 외관, 맛에 있어서 EP 사료구와 MP 사료구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 질감에 있어서 EP2 사료구는 CEP 및 MP 사료구와 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않은 반면에 EP1 사료구보다 유의적으로 높게 나타났다. 전반적인 기호도에 있어 EP2가 다른 사료구들보다 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$), EP1, CEP 및 MP 사료구간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 어육의 질감 특성을 객관적으로 검토해 보기 위해 경도, 탄력성 및 응집성을 실시한 결과는 Table 6에 나타내었다. 경도에 있어서 EP2는 MP 사료구와 유의적인 차이를 보이지 않은 반면에 EP1 및 CEP 사료구와 비교하여 높게 나타났으며, 탄력성과 응집성은 모든 사료구에서 차이를 보이지 않았다. 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.

이상과 같이 육질 평가에 대한 연구결과, 배합사료로 사육한 넙치의 품질이 생사료로 사육한 넙치에 비해 결코 떨어지지 않는다는 것이 명확히 밝혀졌다. 더욱이 배합사료를 공급하는 양

식산 넙치의 경우에는 사료에 각종 기능성 물질을 첨가하는 등 고품질, 기능성 사료를 개발하여 체계적인 관리를 한다면 육질을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 따라서, 이러한 정확한 정보를 국민들에게 제공함으로써 그동안 잘못 이해하고 있는 자연산과 양식산, 배합사료 및 생사료 양식에 대한 고정관념을 탈피할 수 있으며, 양식산 해산어류에 대한 인식제고가 이루어질 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

이 연구는 실용 배합사료를 자체 제작한 기존의 배합사료, 상품사료 및 습사료를 장기간 걸쳐 사육한 넙치에 대해 육질을 평가하기 위해 수행하였다. 실험어는 13개월간 사육한 넙치 성어(600 g 전후) 대상으로 수행하였으며, 실험사료는 시험사료(EP1 및 EP2) 2종, 상품사료(CEP) 및 습사료(MP)를 공급하였다.

전어체의 성분분석은 조단백질은 EP2가 EP1 및 CEP 사료구보다 유의적으로 높게 나타났으며, 조지방은 EP2 및 MP 사료구가 CEP 사료구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다. 근육 내 유리아미노산의 성분분석은 EP사료구간에서 MP 사료구보다 proline, glycine, alanine 함량이 높게 나타났으며, taurine에 있어서 EP1 사료구가 다른 사료구와 비교하여 높은 경향을 보였다. 핵산 관련물질 성분분석은 ATP 및 IMP의 양에서 배합사료에서 습사료보다 높은 값을 보였으며, 특히 EP2에서 다른 사료구와 비교하여 높은 값을 보였다. 관능검사는 향, 외관, 맛에 있어서 EP 사료구와 MP 사료구가 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 전반적인 기호도에 있어 EP2가 다른 사료구들보다 유의적으로 높게 나타났다. 물리적 성질의 경도 측정은 EP2는 EP1 및 CEP 사료구와 비교하여 높게 나타났으며, 탄력성과 응집성은 모든 사료구에서 차이를 보이지 않았다.

상기 결과를 토대로 그동안 배합사료를 넙치에 공급한 연구 결과를 고려하였을 때, 생사료를 공급한 넙치에 비해 품질이 결코 떨어지지 않으며, 오히려 배합사료를 공급한 양식산 넙치가 체계적인 관리 하에 앞으로 품질향상을 더 높일 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원(해산어 실용배합사료개발, RP-2006-AQ-032)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고문헌

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1984. Official methods of analysis, 16th edition. AOAC International, Arlington, Virginia.
- FAO FISHSTAT Plus statistic database, 2003.
- Hatae, K., K. H. Lee, T. Tsuchiya and A. Shimada, 1989. Textual properties of cultured and wild fish meat. Nippon Suisan Gak-

Table 6. Physical properties of flounder fed EP diets and MP diet

Contents	Diets				Pooled SEM ¹
	EP1	EP2	CEP	MP	
Hardness (dyne/cm ²)	48.32 ^b	54.35 ^a	49.35 ^b	51.29 ^{ab}	2.35
Springiness	0.52	0.59	0.46	0.58	0.06
Cohesiveness	0.41	0.43	0.41	0.44	0.02

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

- kaishi, 55, 363–368.
- Kim, H. Y., J. W. Shin, H. O. Park, S. H. Choi, Y. M. Jang and S. O. Lee, 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.
- Kora, H., S. Osato, K. Miyata., Z. Wu, K. Tashibana and M. Tsushimoto, 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 Gakkai-shi*, 61, 211–216.
- Lee, K. H. and Y. S. Lee, 1997. Muscle quality of cultured olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 13, 448–452.
- Lee, K. H. and Y. S. Lee, 2001. Changes of nucleotides and their related compounds in cultured and wild red sea bream and flounder muscle. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17, 517–522.
- Lee, K. H. and Y. S. Lee, 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, K. H., Y. S. Lee, J. H. Kim and D. S. Kim, 1998. Utilization of obosan (Dietary herbs) . Muscle quality of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* fed with diet containing obosan. *J. Aquaculture*, 11, 319–325.
- Lee, M. H., H. K. Chang and Y. J. Yoo, 2005. Effect of the millet and waxy millet on properties of white layer cake. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.*, 34, 395–402.
- Ohta, S., 1976. Food seasoning (in) *Saiwaisyobow*, Tokyo, Japan, pp. 146-187.
- Park, B. H., S. H. Park and J. S. Jo, 2003. A study on the organoleptic characteristics and changes in freshness of cultivated and wild *Paralichthys olivaceus* during storage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 19, 72–78.
- Shou, H., 1969. Food component and taste. *J. of Food Industry of Japan*, 16, 83–87.

원고접수 : 2006년 10월 25일

수정본 수리 : 2007년 2월 15일