

건조 배합사료로 사육한 양식산 넙치의 어체 품질평가; I. 지방산 및 구성아미노산 조성 비교

장미순* · 강용진¹ · 김강웅¹ · 김정덕¹ · 이해영¹ · 허셋별¹
국립수산물과학원 생명공학연구소, ¹국립수산물과학원 양식사료연구센터

Quality Characteristics of Cultured Olive Flounder *Paralichthys olivaceus* Fed with Extruded Pellets; I. Comparison of Fatty Acid and Amino Acid Contents

Mi-Soon Jang*, Yong Jin Kang¹, Kang-Woong Kim¹, Kyoung-Duck Kim¹, Haeyoung Moon Lee¹, and Saet-Byeol Heo¹
Biotechnology Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute
¹Aquafeed Research Center, National Fisheries Research and Development Institute

Abstract This study analyzed the fatty acid and amino acid compositions of dorsal and fin muscles collected from olive flounder cultured using a formula feed(extruded pellets, EP) and compared them to those of fish cultured with a raw fish moist pellet(MP) feed as a control. The olive flounder in this study were cultured for 10 months with either the formulated extruded pellets(FEP), commercial extruded pellets(CEP), or the MP feed, and their average weight was 1.15 kg. The proximate compositions of the dorsal muscle were not different among the groups, whereas in the fin muscles of the fish fed with the MP diet, moisture content was higher and crude lipid content was lower. The major fatty acids in the dorsal and fin muscles of the fish fed with the MP, CEP, and FEP diets were palmitic acid and oleic acid. Finally, no significant differences were observed among the diet groups in the results for amino acid content or the sensory and textural properties of the muscle.

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

서 론

우리나라, 일본 및 중국해 연안에서 서식하고 있는 어종인 넙치(*Paralichthys olivaceus*)는 우리나라 양식산 어류의 60%이상을 차지할 만큼 가장 많이 양식되는 어종으로 콜라겐 함량이 적어 단단하고 씹는 맛이 좋을 뿐 아니라 지방질 함량이 적어 담백한 맛을 느낄 수 있어 주로 횡감으로 소비되고 있다. 넙치의 횡감부위로 넙치의 등근육과 지느러미 살(지느러미에 붙어있는 날개살)이 주로 애용되는데, 지느러미 살은 엔피라 혹은 미도리가와(綠側)라 부르는 담기골살로 운동량이 제일 많아 가장 맛있는 부위로 알려져 있다. 여기에는 기능성 다당류인 콘드로이친황산과 고도불포화지방산이 함유돼 지방질과 함께 어우러져 입안을 감도는 오돌오돌한 씹힘이 일품이라고 알려져 있다(1). 또한, 넙치는 어린이의 발육에 필요한 라이신이 많아 성장기 어린이에게 좋고 지방질이 적어 소화가 잘되므로 노인과 당뇨병환자, 병의 회복기에 있는 사람에게도 도움이 되는 식품이다.

우리나라 국민들의 수산물에 대한 일반적인 인식은 천연어가

양식어에 비해 영양적으로 풍부하며, 질감 및 기호도가 우수하다고 생각해 횡집에서 천연어가 양식어보다 몇 배 더 비싼 가격에 판매되고 있을 뿐만 아니라 같은 양식어라도 배합사료를 공급한 어류보다 생사료를 공급한 어류가 좋다는 인식이 팽배해 있는 실정이다. 예전부터 천연어와 양식어의 차이에 관한 연구는 많이 이루어져 왔다. 특히 참돔(2,3), 방어(4) 및 은어(5,6)에 관한 연구 보고가 많으며, 그 외에 뱀장어, 미꾸라지 및 잉어의 정미성분(7-9)에 관한 연구 보고도 있다. 한편 넙치에 관해서는 자연산 및 양식산 넙치의 관능적 특성(10)을 비롯해 영양성분(11) 및 육질에 관한 연구(12-14)와 정미성분에 관한 연구(15) 등이 보고되어 있다. 이처럼 많은 연구들이 수행되어 왔음에도 불구하고, 배합사료를 공급한 양식넙치의 품질에 관한 연구로는 Ioka 등(16)과 Kim 등(17)의 연구 외에 찾아보기 힘들다.

따라서 본 연구에서는 생사료를 공급한 양식 넙치를 대조구로 하여, 건조 배합사료를 공급한 양식 넙치의 품질차이를 비교하기 위해 넙치회에 주로 애용되는 등근육과 지느러미 살의 일반성분, 지질 성분, 정미성분에 관여하는 아미노산 조성을 조사하고, 관능검사 및 물성평가를 실시한 결과에 대해 비교 검토하였다.

재료 및 방법

실험어 및 사육관리

실험어는 평균무게 375 ± 19.6 g(mean±S.D.)인 넙치 미성어를 콘크리트수조(30 m², 15톤)에 각각 850마리씩 수용하여 각 실험사

*Corresponding author: Mi-Soon Jang, Biotechnology Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-705, Korea
Tel: 82-51-720-2458
Fax: 82-51-720-2456
E-mail: suni@nfrdi.go.kr
Received August 22, 2008; revised October 30, 2008;
accepted October 31, 2008

료구당 2반복으로 약 10개월간(2007년 2월 26일-2007년 12월 18일) 사육한 평균 1.15 kg 넙치를 대상으로 수행하였다. 각 실험수조는 유수식으로 유수량은 시간당 18-20회전 되도록 조절하였고, 실험기간 중의 사육수온은 18.6±2.7°C(12-26°C)로 전 기간 자연수온에 의존하였다. 사료는 건조 배합사료(extruded pellet, EP) 2종과 대조사료로서 생사료(raw fish moist pellet, MP)를 사용하였고, 모두 1일 1-2회(주 6회) 반복으로 공급하였다. EP 사료는 시중에 판매되고 있는 상품사료(commercial extruded pellet, CEP)와 넙치의 영양소 요구를 고려하여 직접 설계 제조한 실험사료(formulated extruded pellet, FEP)로서 단백질원으로는 어분, 오징어간분, 대두박, 소맥글루텐을, 지질원으로는 어유, 오징어간유를, 탄수화물원으로는 소맥분을 사용하였다(Table 1). FEP에는 CEP에 비하여 어유(대두유) 대신 오징어간유, 면역증강제와 어분을 보강하였다. FEP 및 CEP 사료는 사료공장에서 모두 직경 11-15 mm로 제조하여 공급하였으며, MP는 곤쟁이, 전갱이, 고등어(청어), 가루사료를 각각 30%, 30%, 30%, 10% 비율로 혼합 분쇄하여 펠렛 형태로 성형한 후 냉동보관하면서 사용하였다.

실험재료 및 일반성분

각 사료구의 실험수조에서 무작위로 10마리씩 취하여 활어 상태로 실험실로 옮겨와 즉살시킨 후, 즉시 껍질을 벗기고 Fig. 1(10)에 나타난 것처럼 등(A, B)근육과 배(C, D)근육 및 지느러미(E) 살별로 나누는 것을 실험재료로 사용하였다. 일반성분은 넙치의 등근육(A)과 지느러미 살(E)을 마쇄하여 사용하였으며, AOAC의 방법(18)에 따라 수분은 105°C의 dry oven에서 6시간 건조 후 측정하였고, 조단백질(N×6.25)은 Auto Kjeldahl System(Bunchi B-324/435/124, Switzerland; Metrohm 8-719/806, Switzerland)을 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 조회분은 550°C의 회화로에서 4시간 태운 후 측정하였다.

지방산 분석

각 사료구별 넙치의 등근육(A)과 지느러미 살(E)을 동결건조하고 분쇄한 시료 3 g에 대하여 4배량의 chloroform : methanol 혼합용매 (2 : 1, v/v)를 가하여 homogenizer로 2분간 교반한 후, 여과

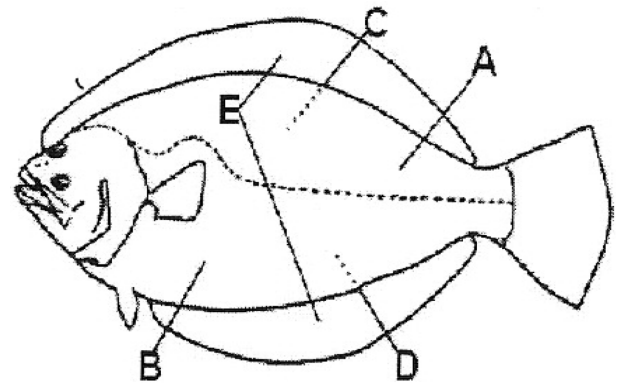


Fig. 1. The shape of *paralichthys olivaceus*

A : Upper back(dorsal muscle), B : Lower back, C : Upper abdomen, D : Lower abdomen, E : Fin muscle

하여 얻은 여액을 플라스크에 넣고 evaporator로 용매를 제거하여 지질을 추출하였다(19). 추출한 지질은 14% BF₃-methanol (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 2 mL를 가하고 30분간 85°C에서 가열시킨 다음, 석유 ether로 추출하여 지방산 분석용 시료로 사용하였다. GC 분석조건은 HP-INNO Wax capillary column(30 m × 0.32 mm i.d., film thickness 0.5 μm, Hewlett-Packard, Palo Alto, CA, USA)이 장착된 gas chromatography(HP6890, USA)로 carrier gas는 helium을 사용하였다. Injector와 detector(FID) 온도는 각각 250°C, 270°C로 설정하였고, oven 온도는 170°C에서 225°C까지 1°C/min 증가시켰다. 각 지방산은 동일조건에서 표준지방산 methyl ester mixture(Sigma Chemical Co.)와 retention time을 비교하여 동정하였으며 함량은 각 peak의 면적을 상대적인 백분율로 나타내었다.

구성아미노산 분석

각 사료구별 넙치의 등근육(A)과 지느러미 살(E) 부위를 동결건조하고 분쇄한 시료 0.5 g을 정밀히 취하여 시험관에 넣고 6 N-HCl 15 mL를 가하여 감압 밀봉한 후 110°C의 dry oven에서 24시간 이상 동안 산 가수분해 시켰다. Glass filter로 분해액을 여과하고 얻은 여액을 55°C에서 감압 농축 하여 염산과 물을 완전히 증발시킨 다음, 농축된 시료를 sodium citrate buffer(pH 2.20)로 25 mL 정용플라스크에 정용하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 시료액을 아미노산 자동 분석기(Biochrom 30, Biochrom Ltd., Cambridge, 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°C, 반응온도는 135°C로 하였고 분석시간은 65 min으로 하였다.

관능검사

각 사료구별 넙치의 등근육(A)을 일정한 크기로 썰어 4 ± 1°C의 냉장고에 1시간정도 넣어 둔 것으로 관능평가를 실시하였으며, 간장을 동반식품으로 하였다. 기호도 검사는 양식관련 연구원 및 어업인 22명을 대상으로 냄새(flavor), 색(color), 맛(taste), 조직감(texture) 및 종합적인 기호도(overall acceptability)에 대해서 9점 척도법을 사용하여 설문지 방식으로 실시하였다(20). 1점은

Table 1. Ingredient and proximate composition of the experimental diets

| Diets | MP ¹⁾ | CEP ¹⁾ | FEP ¹⁾ |
|--|------------------|-------------------|-------------------|
| Ingredients (%) | | | |
| Fish meal | | Closed | 59.0 |
| Squid liver powder and krill meal | | - | 4.3 |
| Soybean meal and other plant protein sources | | - | 7.4 |
| Wheat and wheat gluten | | - | 19.5 |
| Squid liver oil | | - | 6.3 |
| Fish oil + Soy oil | | - | - |
| Vitamin mixture with immunostimulants | | - | 1.7 |
| Mineral mixture | | - | 1.1 |
| Oher additives | | - | 0.7 |
| Raw fish | 90 | | |
| Binder meal | 10 | | |
| Proximate composition (% DM basis) | | | |
| Crude protein | 61.1 | 49.5 | 51.2 |
| Crude lipid | 12.9 | 13.5 | 12.5 |
| Ash | 10.8 | 10.7 | 10.9 |

¹⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet

매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 하여 9단계로 실시하였다.

물성측정

각 사료구별 넙치의 등근육(A)을 가로로 폭이 0.5 mm되게 절편으로 만들어 호일에 싼 뒤 얼음위에 1시간정도 올려 둔 것으로 물성측정을 하였다. 등근육 절편은 Rheometer(COMPAQ-100, Sun Scientific. Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness) 및 겔 강도(gel strength)를 측정하였다. 측정조건은 plunger diameter 10 mm, load cell 20 kg, table speed 120 mm/min으로 하였고, 모든 측정은 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

통계처리

모든 분석결과는 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 test(21)로 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

각 사료구별 넙치 등근육 및 지느러미 살의 일반성분 분석 결과를 Table 2에 나타내었다. 넙치 등근육의 수분은 MP 공급구가

Table 2. Proximate composition of the dorsal muscle and fin muscle in olive flounder fed with different diets¹⁾

| Samples | Dorsal muscle | | | | | | Fin muscle | | | | | |
|-----------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | MP ²⁾ | | CEP ²⁾ | | FEP ²⁾ | | MP ²⁾ | | CEP ²⁾ | | FEP ²⁾ | |
| Composition (%) | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM |
| Moisture | 76.92±0.06 ^b | 0.04 | 75.73±0.33 ^a | 0.23 | 75.08±0.16 ^a | 0.11 | 65.16±0.74 ^b | 0.52 | 56.14±2.34 ^a | 1.66 | 58.84±0.48 ^a | 0.34 |
| Crude protein | 20.84±0.31 | 0.22 | 21.73±0.24 | 0.17 | 21.91±0.56 | 0.40 | 13.73±0.25 ^b | 0.18 | 12.66±0.07 ^a | 0.05 | 12.99±0.06 ^a | 0.04 |
| Crude lipid | 0.84±0.29 | 0.21 | 1.01±0.21 | 0.15 | 1.39±0.04 | 0.04 | 19.80±1.11 | 0.78 | 24.21±5.93 | 4.19 | 26.03±1.96 | 1.39 |
| Ash | 1.25±0.04 ^a | 0.03 | 1.30±0.02 ^b | 0.02 | 1.38±0.02 ^b | 0.02 | 0.82±0.01 ^b | 0.01 | 0.73±0.04 ^a | 0.03 | 0.75±0.01 ^a | 0.01 |

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

²⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet

Table 3. Fatty acid composition (%) of the dorsal muscle in olive flounder fed with different diets¹⁾

| Samples | Dorsal muscle | | | | | |
|--------------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | MP ²⁾ | | CEP ²⁾ | | FEP ²⁾ | |
| Fatty acid | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM |
| 14:0 | 2.45±0.98 | 0.06 | 2.53±0.60 | 0.03 | 2.32±0.18 | 0.10 |
| 15:0 | 0.53±0.01 ^c | 0.01 | 0.36±0.00 ^b | 0.00 | 0.35±0.01 ^a | 0.01 |
| 16:0 | 24.91±0.28 ^c | 0.28 | 22.03±0.09 ^a | 0.09 | 22.74±0.30 ^b | 0.30 |
| 17:0 | 0.89±0.02 | 0.02 | 0.34±0.00 | 0.00 | 0.75±0.48 | 0.48 |
| 18:0 | 5.58±0.18 ^b | 0.18 | 4.63±0.16 ^a | 0.16 | 4.46±0.25 ^a | 0.25 |
| SFA ³⁾ | 34.40±0.12 ^c | 0.07 | 29.90±0.11 ^a | 0.06 | 30.63±0.35 ^b | 0.20 |
| 16:1n-7 | 4.33±0.14 ^b | 0.08 | 3.77±0.13 ^a | 0.07 | 3.64±0.22 ^a | 0.13 |
| 17:1n-7 | 0.36±0.01 ^b | 0.00 | 0.27±0.00 ^b | 0.00 | 0.16±0.14 ^a | 0.09 |
| 18:1n-9 | 13.45±0.23 ^b | 0.14 | 14.08±0.20 ^b | 0.11 | 12.55±0.53 ^a | 0.30 |
| 20:1n-9 | 1.51±0.05 ^a | 0.03 | 1.77±0.03 ^b | 0.02 | 2.92±0.13 ^c | 0.07 |
| MUFA ³⁾ | 19.64±0.40 | 0.23 | 19.89±0.36 | 0.21 | 19.26±1.01 | 0.58 |
| 18:2n-6 | 1.98±0.06 ^a | 0.03 | 9.23±0.08 ^c | 0.05 | 5.13±0.17 ^b | 0.10 |
| 18:3n-6 | 0.21±0.18 | 0.11 | 0.19±0.17 | 0.10 | 0.00 | 0.00 |
| 18:3n-3 | 0.54±0.01 ^a | 0.01 | 1.02±0.04 ^c | 0.02 | 0.62±0.05 ^b | 0.03 |
| 20:4n-6 | 2.73±0.05 ^b | 0.03 | 1.49±0.09 ^a | 0.05 | 1.50±0.02 ^a | 0.01 |
| 20:4n-3 | 0.32±0.01 ^a | 0.00 | 0.55±0.01 ^c | 0.00 | 0.41±0.01 ^b | 0.01 |
| 20:5n-3 | 7.00±0.09 ^b | 0.05 | 6.24±0.02 ^a | 0.01 | 7.65±0.05 ^c | 0.03 |
| 22:5n-6 | 0.93±0.03 ^c | 0.01 | 0.73±0.01 ^a | 0.01 | 0.81±0.02 ^b | 0.01 |
| 22:5n-3 | 2.61±0.03 ^a | 0.02 | 4.00±0.03 ^c | 0.02 | 2.98±0.02 ^b | 0.01 |
| 22:6n-3 | 29.63±0.55 ^b | 0.32 | 26.75±0.38 ^a | 0.22 | 31.01±0.92 ^c | 0.53 |
| PUFA ⁴⁾ | 45.96±0.50 ^a | 0.29 | 50.22±0.33 ^b | 0.19 | 50.11±0.66 ^b | 0.38 |
| 18:0/18:2 | 2.81±0.09 ^c | 0.05 | 0.50±0.02 ^a | 0.01 | 0.87±0.03 ^b | 0.02 |
| BCFA ⁴⁾ | 28.82±0.29 ^c | 0.17 | 25.26±0.11 ^a | 0.06 | 26.17±0.60 ^b | 0.35 |
| 18:2/18:3 | 2.79±0.80 ^a | 0.46 | 7.72±1.27 ^b | 0.73 | 8.30±0.40 ^b | 0.23 |
| n-6/n-3 | 0.15±0.01 ^a | 0.00 | 0.30±0.01 ^c | 0.00 | 0.18±0.01 ^b | 0.00 |

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

²⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet

³⁾SFA, saturated fatty acid; MUFA, monounsaturated fatty acid

⁴⁾PUFA, polyunsaturated fatty acid; BCFA, branched chain fatty acid

76.92%, CEP 및 FEP 공급구가 각각 75.73% 및 75.08%로 유의적인 차이를 나타내었고, 각 사료구의 조단백질은 20-21%, 조지질은 1% 내외였다. 한편, 넙치 지느러미살의 수분함량은 MP 공급구가 65.16%로 CEP 및 FEP 공급구의 수분함량 56.14% 및 58.84%보다 높았고, 조지질 함량에 있어서는 MP 공급구가 19.80%로 CEP 및 FEP 공급구의 24.21% 및 26.03%보다 낮았다. 한편, 넙치를 사육하는 동안 공급한 각 사료의 일반성분 조성을 건물값으로 계산한 것을 Table 1에 나타내었다. 조단백질 함량은 MP 사료가 CEP 및 FEP 사료보다 약간 높았고, 조지방 및 회분 함량은 유사하였다.

지방산 조성

각 사료구별 넙치 등근육의 지방산 조성을 분석하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 넙치 등근육의 포화지방산(saturated fatty acid, SFA) 및 다가불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)의 총 함량은 각 사료구별로 유의적인 차이를 나타내었다. 넙치 등근육의 SFA로서는 palmitic acid(16:0)의 함량이 가장 많았고, 불포화지방산(unsaturated fatty acid)으로는 oleic acid(18:1)와 docosahexaenoic acid(22:6)가 모든 실험사료 공급구에서 공통적으로 가장 많이 함유되어 있었다. 또한, 각 사료구별 넙치 지느러미 살의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4에 나타내었다. 넙치 지느러미 살의 SFA, 단일불포화지방산(monounsaturated fatty acid, MUFA) 및 PUFA의 총 함량은 각 사료구별로 유의적인 차이를 나타내었다. MP 공급구의 SFA의 함량은 49.17%로 CEP 공급구 31.39% 및 FEP 공급구 28.82%보다 상당량 높았고, MUFA의 함량에 있어서는 MP 공급구는 46.45%로 CEP 및 FEP 공급구의 32.62% 및 30.96%보다 높았다. 한편, CEP 및 FEP 공급구의 PUFA의 함량은 36.00% 및 40.22%를 나타내는데 반해, MP 공급구는 4.38%로 상당히 낮았다. 즉, 넙치 지느러미 살의 경우 MP 공급구가 CEP 및 FEP 공급구보다 SFA와 MUFA 함량이 높고 PUFA 함량은 낮은 결과를 나타내었다. 이것은 Table 5에 나타내었듯이, CEP 및 FEP 사료의 PUFA 함량은 46%정도, MP는 30%로 PUFA의 함량이 높은 CEP 및 FEP를 공급한 넙치의 지느러미 살에 더 많은 PUFA가 축적된 것으로 보인다. 이는 Morishita 등(3)이 사료의 지방산 조성에 따라 어육의 지방산 조성에 변화가 있다고 보고한 연구결과와도 일치하는 것으로 보였다. Table 4에 나타낸 것처럼, 넙치 지느러미 살의 지방산은 등근육과 마찬가지로 모든 실험사료 공급구에서 palmitic acid와 oleic acid의 함량이 가장 많이 함유되어 있었다. Oleic acid는 단일불포화지방산으로서 다량 섭취시 혈중 중성지방이나 콜레스테롤을 낮춤으로써 동맥경화증과 같은 성인병에 유익한 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며(22), 식육의 맛과 관련해서는 oleic acid의 함량이 높으면 식육의 맛을 좋게 하고(23), 관능평가에서 높은 점수를 얻는다는 보고가 있다(24). 본 실험결과에서 등근육 및 지느러미 살의 oleic acid 함량이 각 사료구별로 유의적인 차이를 나타낸 것으로 볼 때, oleic acid의 함량은 맛과 관련한 지표로 활용될 수 있을 것으로 예상되었다. 한편, 각 사료구별로 넙치 등근육의 linoleic acid(18:2) 함량은 차이를 나타내어, MP 공급구가 1.98%인데 반해 CEP 및 FEP 공급구는 각각 9.23% 및 5.13%였다. 넙치 지느러미 살도 linoleic acid 함량에 차이를 나타내어 MP 공급구가 1.53%, CEP 공급구는 7.98% 그리고 FEP 공급구는 12.24%였다. Campo 등(25)은 지방산 중에서도 oleic acid와 linoleic acid가 육향에 크게 영향을 준다고 보고하였으며, 몇몇 풍미는 고유한 지방산과 관련이 있어서, oleic acid는 oily odour와 관련이 있고 linoleic acid는 cooking oily odour 그리고 linolenic acid(18:3)

는 fishy odour와 관련 있다고 보고하였다. 또한, Elmore 등(26)은 linolenic acid의 함량이 증가하면 이취를 생성하기도 한다고 하였는데, 이것은 linolenic acid와 같은 n-3계열 지방산은 불포화도가 높아 유리라디칼의 생성이 높고 n-3 다가불포화지방산이 풍부할수록 산화가 쉽게 일어나기 때문이라고 했다. Wood 등(27)은 육우에서 n-3 다가불포화지방산의 함량이 증가할수록 지방산화물인 aldehyde, alcohol 및 ketone의 함량이 증가한다고 보고하였으며, Elmore 등(26)은 aldehyde는 양적으로 이취를 발생시키는데 크게 작용하는데 이러한 aldehyde는 oleic acid와 linoleic acid보다는 linolenic acid에서 많이 형성된다고 하였다. Shackelford 등(28)은 총지방 혹은 천연지방에서 linolenic acid의 농도가 3% 이상일 때 불쾌취를 생성할 수 있고, 지방의 산화를 촉진시킬 수 있다고 보고하였다. 본 실험에서 각 사료구별로 linolenic acid의 함량은 유의적인 차이를 나타내었다. 이것은 CEP 및 FEP 공급구의 경우, CEP 및 FEP 제조시 사용되는 어육의 영향으로 MP 공급구와 비슷하거나 더 많은 linolenic acid의 함량을 나타낸 것으로 보였으며, linolenic acid의 함량을 줄이면 넙치의 fishy odour를 감소시킬 수 있을 것으로 사료되었다. 이상의 결과로부터 넙치는 지방 함량이 낮은 백색어류로, 사육기간동안 공급된 사료에 의해 넙치 육의 풍미 및 정미성에 미치는 영향이 클 것으로 판단되었다. 한편, stearic acid(18:0)와 linoleic acid(18:2)의 비율(29)과 C10-C17의 평균값을 나타내는 BCFA(branched chain fatty acid)는 지방 조직의 경도(firmness) 및 지방의 두께(thickness)를 나타내는 지표로 자주 활용되고 있다. 18:0/18:2의 비율과 BCFA의 값이 클수록 지방의 경도가 크고, 두께 또한 두껍다는 것을 나타내었다고 하였다(30). Table 3 및 4에 나타내었듯이, MP 공급구가 CEP 및 FEP 공급구보다 18:0/18:2의 비 및 BCFA 값이 높아, MP를 공급한 넙치의 등근육 및 지느러미 내 지방 조직이 CEP 및 FEP 공급구보다 더 두껍고 단단함을 예측할 수 있었다. 또한, Vantasever 등(31)은 웰시 블랙퐁종이 홀스타인 품종에 비해 질긴 육질을 나타내었다고 보고하였다. 이 때 n-6/n-3 비율과 18:2/18:3의 비율은 웰시 블랙퐁종이 홀스타인 품종에 비해 낮게 나타났다고 한 보고를 토대로 본 실험에도 적용하여 보았다. Table 3 및 4에서처럼, 넙치의 등근육 및 지느러미살 모두 18:2/18:3의 비율과 n-6/n-3의 비율은 MP 공급구가 CEP 및 FEP구보다 낮았다. 즉, MP 공급구가 CEP 및 FEP 공급구보다 지방 조직이 두껍고 단단해 질긴 육질을 형성함을 예측해 볼 수 있었다.

구성아미노산 함량

MP, CEP 및 FEP 사료의 공급이 넙치의 등근육 및 지느러미살의 구성아미노산 조성에 미치는 영향을 Table 6와 7에 나타내었다. MP, CEP 및 FEP를 공급한 넙치 등근육의 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)의 함량에는 유의적인 차이를 나타내지 않았는데, 이것은 수산동물의 체단백질 구성아미노산의 조성은 어중에 따라 큰 차이가 없다고 한 보고(32)와 뱀장어와 가물치의 필수아미노산 함량은 성장조건별로 큰 변화 양상을 나타내지 않았다고 보고(9)한 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 넙치 등근육 및 지느러미 살의 필수아미노산 중에서 lysine의 함량이 가장 높았으며, 모든 실험사료 공급구에서 구성아미노산의 대부분을 차지하고 있는 것은 aspartic acid, glutamic acid, leucine 및 lysine이었다. 참돔, 조피볼락 및 넙치의 구성아미노산의 대부

Table 4. Fatty acid composition (%) of the fin muscle in olive flounder fed different diets¹⁾

| Samples | Fin muscle | | | | | |
|--------------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|
| | MP ²⁾ | | CEP ²⁾ | | FEP ²⁾ | |
| Fatty acid | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM |
| 14:0 | 9.77±0.28 ^b | 0.16 | 5.29±0.14 ^a | 0.08 | 5.14±0.02 ^a | 0.01 |
| 15:0 | 1.41±0.05 ^b | 0.03 | 0.52±0.01 ^a | 0.01 | 0.51±0.01 ^a | 0.00 |
| 16:0 | 29.48±0.36 ^c | 0.21 | 19.48±0.18 ^b | 0.10 | 18.92±0.08 ^a | 0.05 |
| 17:0 | 1.16±0.02 ^b | 0.01 | 0.72±0.02 ^a | 0.01 | 0.72±0.03 ^a | 0.02 |
| 18:0 | 4.82±0.04 ^c | 0.02 | 3.26±0.05 ^a | 0.03 | 3.53±0.07 ^b | 0.04 |
| 20:0 | 2.12±0.18 ^b | 0.10 | 2.11±0.37 ^b | 0.21 | 0.00 ^a | 0.00 |
| SFA ³⁾ | 49.17±0.57 ^c | 0.33 | 31.39 ± 0.69 ^b | 0.40 | 28.82±0.12 ^a | 0.07 |
| 16:1n-7 | 12.08±0.21 ^c | 0.12 | 7.19±0.11 ^b | 0.06 | 6.76±0.06 ^a | 0.03 |
| 17:1n-7 | 0.76±0.03 ^b | 0.02 | 0.08±0.15 ^a | 0.08 | 0.00 ^a | 0.00 |
| 18:1n-9 | 27.23±0.56 ^b | 0.32 | 20.41±0.51 ^a | 0.30 | 21.27±0.12 ^a | 0.07 |
| 20:1n-9 | 4.80±0.20 ^b | 0.12 | 4.93±0.20 ^b | 0.11 | 2.93±0.05 ^a | 0.03 |
| 24:1n-9 | 1.34±0.16 ^b | 0.09 | 0.00 ^a | 0.00 | 0.00 ^a | 0.00 |
| MUFA ³⁾ | 46.45 ± 0.41 ^c | 0.24 | 32.62±0.96 ^b | 0.55 | 30.96 ± 0.21 ^a | 0.12 |
| 18:2n-6 | 1.53±0.13 ^a | 0.08 | 7.98±0.02 ^b | 0.01 | 12.24±0.04 ^c | 0.03 |
| 18:3n-6 | 0.44±0.06 ^b | 0.04 | 0.00 ^a | 0.00 | 0.00 ^a | 0.00 |
| 18:3n-3 | 0.37±0.02 ^a | 0.01 | 1.21±0.02 ^b | 0.01 | 1.77±0.01 ^c | 0.00 |
| 20:4n-6 | 0.23±0.05 ^a | 0.03 | 0.99±0.06 ^b | 0.03 | 1.00±0.01 ^b | 0.00 |
| 20:5n-3 | 0.68±0.15 ^a | 0.09 | 8.66±0.38 ^c | 0.22 | 7.24±0.03 ^b | 0.02 |
| 22:5n-3 | 0.21±0.18 ^a | 0.11 | 2.96±0.12 ^b | 0.07 | 3.86±0.03 ^b | 0.02 |
| 22:6n-3 | 0.92±0.52 ^a | 0.30 | 14.19±1.00 ^b | 0.58 | 14.12±0.13 ^b | 0.08 |
| PUFA ⁴⁾ | 4.38±0.37 ^a | 0.21 | 36.00±1.56 ^b | 0.90 | 40.22±0.10 ^c | 0.06 |
| 18:0/18:2 | 3.17±0.30 ^b | 0.18 | 0.41±0.01 ^a | 0.00 | 0.29±0.01 ^a | 0.01 |
| BCFA ⁴⁾ | 41.83±0.71 ^b | 0.41 | 26.02±0.35 ^a | 0.20 | 25.29±0.08 ^a | 0.05 |
| 18:2/18:3 | 1.89±0.03 ^a | 0.02 | 6.25±0.12 ^b | 0.07 | 6.92±0.04 ^c | 0.02 |
| n-6/n-3 | 1.08±0.42 ^b | 0.24 | 0.33±0.02 ^a | 0.01 | 0.49±0.00 ^a | 0.00 |

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

²⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet

³⁾SFA, saturated fatty acid; MUFA, monounsaturated fatty acid

⁴⁾PUFA, polyunsaturated fatty acid; BCFA, branched chain fatty acid

분을 차지하고 있는 것은 glutamic acid, lysine, aspartic acid 및 proline 등이라고 보고한 Kim 등(15)의 연구결과와 유사하였으나, 본 실험에서 proline의 함량은 낮았다. Table 6에 나타난 것처럼, 감미성분과 관련이 있는 glycine의 함량은 각 사료구별로 유의적인 차이를 보였고, 지느러미 살의 경우는 맛 관련 성분인 glutamic acid와 감미성분인 glycine 및 alanine이 각 사료구별로 유의적인 차이를 나타내었다(Table 7).

관능평가

각 사료구별로 넙치 등근육의 관능검사를 실시한 결과는 Table 8과 같다. 냄새, 외관, 맛 및 조직감에 있어서 MP, CEP 및 FEP 공급구간에 유의적인 차이를 보이지 않았고, 종합적인 기호도면에서도 각 사료구별로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나, 맛과 조직감에 있어서는 CEP 및 FEP 공급구가 MP 공급구보다 다소 기호도가 높은 경향을 보였고, 색에 있어서는 MP 공급구가 CEP 및 FEP 공급구보다 높았다. Ioka 등(16)에 의하면 넙치는 저지방 백색어류로 담백한 풍미를 가지는 육질이기 때문에, 아주 미량의 체성분등의 변화에 의해 맛이 변화하기 쉬울 것이라고 보고하였다. 본 실험에서 각 사료구별로 관능검사 결과가 유의적인 차이를 보이지 않은 것은, Table 2에 나타내었듯이 넙치 등근육의 조지방 함량은 1% 내외로 그 함량이 적어 각 사료구별로 넙치 어육의 맛과 조직감의 차이를 구분하는데 한계가 있을 것으로 사료되었다. 따라서, 넙치와 같은 흰살 어육의 경우는 어육의

조직감이 맛의 판단에 더 중요한 역할을 할 것으로 생각되어 다음의 물성측정 실험을 실시하였다.

물성평가

각 사료구별 넙치 등근육의 물성측정 결과는 Table 9와 같다. 경도(hardness)는 MP 공급구가 CEP 및 FEP 공급구보다 높았는데, 이는 MP 공급구의 지방 조직이 두껍고 단단하다고 예측할 수 있었던 지방산 조성 분석결과와 일치하는 것으로 사료된다. 생선의 근육조직은 근 수축에 관여하는 액틴과 미오신의 근섬유와 콜라겐의 결합조직으로 구성되어 있다(33). 본 실험에서 겔 강도(gel strength)는 FEP 공급구가 가장 낮은 값을 나타내었는데, 이것은 FEP 공급구가 MP 공급구보다 덜 질긴 육질을 형성하고 있을 것으로 사료되었다. 부착성(adhesiveness)은 각 사료구별로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

이상의 결과로부터, 배합사료를 공급하면서 사육한 넙치 어육의 맛, 풍미 및 조직감 등에 있어서 생사료를 공급하여 사육한 넙치 어육과 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 한편, 특정 지방산과 아미노산의 함량에 따라 각 사료구별로 넙치 어육의 맛과 풍미 및 조직감 등에 유의적인 차이를 나타내는 것으로 볼 때, 특정 지방산과 아미노산의 함량을 적절히 조절한 배합사료의 제조 기술개발은 맛있는 양식어를 생산하기 위한 중요한 과제의 하나라고 생각되었다. 더욱이 배합사료에 각종 기능성 물질을 첨가함으로써 고품질 및 기능성 사료 개발이 가능하므로 체계적인 관

Table 5. Fatty acid composition (%) of the experimental diets

| Fatty acid | Diets | | |
|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | MP ¹⁾ | CEP ¹⁾ | FEP ¹⁾ |
| 14:0 | 4.15 | 3.35 | 2.69 |
| 15:0 | 1.04 | 0.39 | 0.45 |
| 16:0 | 23.29 | 20.81 | 20.11 |
| 17:0 | 1.30 | 1.03 | 1.48 |
| 18:0 | 4.75 | 5.81 | 5.82 |
| SFA ²⁾ | 34.53 | 31.39 | 30.55 |
| 16:1n-7 | 8.39 | 4.09 | 4.49 |
| 17:1n-7 | 0.34 | 0.46 | 0.54 |
| 18:1n-9 | 13.33 | 12.33 | 13.10 |
| 18:1n-7 | 6.65 | 3.43 | 3.16 |
| 20:1n-9 | 1.26 | 1.73 | 1.84 |
| MUFA ²⁾ | 29.97 | 22.04 | 23.13 |
| 18:2n-6 | 2.62 | 11.03 | 12.09 |
| 18:3n-6 | 0.24 | 0.24 | 0.26 |
| 18:3n-3 | 0.20 | 1.42 | 1.37 |
| 20:4n-6 | 2.04 | 1.48 | 1.43 |
| 20:4n-3 | 1.23 | 0.52 | 0.61 |
| 20:5n-3 | 12.44 | 10.43 | 9.65 |
| 22:4n-6 | 4.28 | 0.58 | 0.62 |
| 22:5n-3 | 0.36 | 0.53 | 0.64 |
| 22:6n-3 | 12.09 | 20.34 | 19.65 |
| PUFA ³⁾ | 35.50 | 46.57 | 46.32 |

¹⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet
²⁾SFA, saturated fatty acid; MUFA, monounsaturated fatty acid
³⁾PUFA, polyunsaturated fatty acid

리를 한다면 넙치 어육의 품질을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대되었다. 본 연구결과를 소비자들에게 제공함으로써 그동안 잘못 자리 잡고 있는 배합사료 및 생사료 양식에 대한 고정관념을 탈피할 수 있는 계기가 될 것으로 보이며, 양식산 해산어류에 대한 인식제고가 이루어질 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 건조 배합사료를 공급한 양식 넙치와 생사료를 공급한 양식넙치의 품질특성을 비교해 보고자 하였다. 즉, 건조 배합사료로서는 시중에 판매되고 있는 상품사료(CEP)와 직접 설계 제조한 실험사료(FEP) 2종을 사용하였고 생사료(MP)를 대조구로 하여, 약 10달간 각각의 사료를 공급한 넙치(1.15 kg)의 등근육 및 지느러미 살을 대상으로 하여 각 사료 공급에 의한 일반성분, 지방산, 아미노산, 관능평가 및 물성측정을 통한 어육의 품질차이를 비교하였다.

넙치 등근육의 일반성분의 각 함량은 차이가 없었으나, 지느러미 살의 경우는 MP 공급구가 수분함량이 높고 조지방 함량은 낮았다. 넙치 어육의 지방산 조성은, 넙치를 사육하는 동안 공급하는 사료의 종류에 따라 등근육 및 지느러미살의 지방산 조성은 차이가 있음을 알 수 있었고, 주로 축산육의 품질 측정시 지표로 사용되던 18:0/18:2, 18:2/18:3 및 n-6/n-3과 같은 지방산의 비율을 활용해서 어육의 풍미와 정미성을 비롯해 어육의 질감 차이까지도 예측할 수 있을 것으로 사료되었다. 또한, MP, CEP 및 FEP를 공급한 넙치 등근육의 구성아미노산 조성 중 EAA, FAA,

Table 6. Amino acid contents of the dorsal muscle in olive flounder fed different diets¹⁾ (% to total amino acid)

| Samples | Dorsal muscle | | | | | |
|--------------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|
| | MP ²⁾ | | CEP ²⁾ | | FEP ²⁾ | |
| Amino acid | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM |
| Aspartic acid | 10.70±0.14 | 0.08 | 10.52±0.12 | 0.07 | 10.68±0.37 | 0.22 |
| Threonine | 4.87±0.11 | 0.06 | 4.97±0.25 | 0.14 | 4.91±0.16 | 0.10 |
| Serine | 4.08±0.16 | 0.09 | 4.09±0.07 | 0.04 | 4.07±0.11 | 0.06 |
| Glutamic acid | 15.41±0.39 | 0.22 | 15.06±0.11 | 0.06 | 15.46±0.44 | 0.25 |
| Proline | 2.93±0.30 | 0.17 | 3.10±0.13 | 0.08 | 3.31±0.44 | 0.20 |
| Glycine | 4.31±0.08 ^a | 0.05 | 4.73±0.17 ^b | 0.10 | 4.69±0.10 ^b | 0.06 |
| Alanine | 5.78±0.13 | 0.08 | 5.87±0.18 | 0.11 | 5.95±0.07 | 0.04 |
| Cystine | 1.05±0.38 | 0.22 | 1.33±0.65 | 0.38 | 0.95±0.19 | 0.11 |
| Valine | 5.64±0.72 | 0.41 | 5.60±0.64 | 0.37 | 5.26±0.16 | 0.09 |
| Methionine | 2.92±0.04 | 0.02 | 2.95±0.06 | 0.04 | 2.72±0.54 | 0.31 |
| Isoleucine | 4.90±0.09 | 0.05 | 4.89±0.11 | 0.06 | 4.76±0.20 | 0.11 |
| Leucine | 8.10±0.09 | 0.05 | 8.08±0.12 | 0.07 | 8.29±0.14 | 0.08 |
| Tyrosine | 3.96±0.31 | 0.18 | 3.64±0.02 | 0.01 | 3.67±0.07 | 0.04 |
| Phenylalanine | 4.35±0.39 | 0.23 | 4.26±0.23 | 0.13 | 4.02±0.19 | 0.11 |
| Histidine | 2.52±0.05 | 0.03 | 2.58±0.04 | 0.02 | 2.58±0.13 | 0.07 |
| Lysine | 9.53±0.06 | 0.04 | 9.47±0.06 | 0.03 | 9.35±0.21 | 0.12 |
| Ammonium chloride | 2.99±0.38 | 0.22 | 2.84±0.27 | 0.15 | 3.07±0.22 | 0.13 |
| Arginine | 5.94±0.16 | 0.10 | 5.99±0.12 | 0.07 | 6.25±0.18 | 0.10 |
| EAA ³⁾ | 48.79±0.52 | 0.30 | 48.82±0.25 | 0.14 | 49.13±0.42 | 0.24 |
| FAA ³⁾ | 15.41±0.39 | 0.22 | 15.06±0.11 | 0.06 | 15.46±0.44 | 0.25 |
| SAAA ⁴⁾ | 19.05±0.22 | 0.13 | 19.66±0.45 | 0.26 | 19.62±0.26 | 0.15 |
| SAA ⁵⁾ | 3.97±0.37 | 0.21 | 4.28±0.59 | 0.34 | 3.66±0.71 | 0.41 |
| FRAA ⁵⁾ | 8.31±0.69 | 0.40 | 7.90±0.21 | 0.12 | 7.69±0.26 | 0.15 |

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

²⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet

³⁾EAA, essential amino acid; FAA, amino acid in relation to flavor

⁴⁾SAAA, amino acid in relation to saccharinity

⁵⁾SAA, amino acid with sulfide; FRAA, fragrant amino acid

Table 7. Amino acid contents of the fin muscle in olive flounder fed different diets¹ (% to total amino acid)

| Samples | Fin muscle | | | | | |
|--------------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | MP ²⁾ | | CEP ²⁾ | | FEP ²⁾ | |
| Amino acid | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM |
| Aspartic acid | 10.46±0.28 | 0.16 | 10.98±0.15 | 0.09 | 10.15±0.69 | 0.40 |
| Threonine | 4.70±0.44 | 0.26 | 4.47±0.15 | 0.09 | 4.51±0.40 | 0.23 |
| Serine | 4.33±0.32 | 0.19 | 4.16±0.05 | 0.03 | 4.28±0.25 | 0.14 |
| Glutamic acid | 15.42±0.23 ^{ab} | 0.13 | 15.81±0.37 ^b | 0.21 | 14.55±0.56 ^a | 0.32 |
| Proline | 3.28±0.55 | 0.32 | 0.86±1.50 | 0.86 | 2.17±2.17 | 1.25 |
| Glycine | 6.33±0.16 ^a | 0.09 | 7.28±0.64 ^{ab} | 0.37 | 8.27±0.64 ^b | 0.37 |
| Alanine | 6.05±0.14 ^a | 0.08 | 6.46±0.25 ^b | 0.14 | 6.64±0.19 ^b | 0.11 |
| Cystine | 0.82±1.43 | 0.82 | 0.30±0.51 | 0.30 | 1.20±0.01 | 0.00 |
| Valine | 5.60±1.08 | 0.62 | 5.16±0.07 | 0.04 | 4.98±0.22 | 0.12 |
| Methionine | 2.85±0.12 | 0.07 | 2.91±0.14 | 0.08 | 2.76±0.01 | 0.00 |
| Isoleucine | 4.70±0.47 | 0.27 | 4.61±0.10 | 0.06 | 4.52±0.30 | 0.17 |
| Leucine | 7.65±0.24 | 0.14 | 7.82±0.09 | 0.05 | 7.39±0.36 | 0.20 |
| Tyrosine | 3.38±0.33 | 0.19 | 3.38±0.31 | 0.18 | 3.38±0.10 | 0.05 |
| Phenylalanine | 3.87±0.29 | 0.17 | 4.14±0.08 | 0.04 | 4.13±0.15 | 0.08 |
| Histidine | 2.21±0.20 | 0.11 | 2.36±0.07 | 0.04 | 2.23±0.08 | 0.04 |
| Lysine | 9.05±0.27 | 0.16 | 9.23±0.07 | 0.16 | 8.57±0.62 | 0.36 |
| Ammonium chloride | 3.29±0.27 ^a | 0.16 | 3.31±0.16 ^a | 0.09 | 4.40±0.63 ^b | 0.36 |
| Arginine | 6.19±0.37 ^{ab} | 0.21 | 6.74±0.38 ^b | 0.22 | 5.92±0.12 ^a | 0.07 |
| EAA ³⁾ | 46.82±0.70 | 0.40 | 47.45±0.66 | 0.38 | 44.97±3.13 | 2.21 |
| FAA ³⁾ | 15.24±0.23 ^{ab} | 0.13 | 15.81±0.37 ^b | 0.21 | 14.55±0.79 ^a | 0.56 |
| SAAA ⁴⁾ | 21.21±0.59 ^a | 0.34 | 22.38±1.01 ^{ab} | 0.58 | 23.69±0.25 ^b | 0.18 |
| SAA ⁵⁾ | 3.67±1.31 | 0.76 | 3.21±0.38 | 0.22 | 3.95±0.01 | 0.01 |
| FRAA ⁵⁾ | 7.25±0.37 | 0.22 | 7.52±0.31 | 0.18 | 7.50±0.07 | 0.05 |

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

²⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet

³⁾EAA, essential amino acid; FAA, amino acid in relation to flavor

⁴⁾SAAA, amino acid in relation to saccarinity

⁵⁾SAA, amino acid with sulfide; FRAA, fragrant amino acid

Table 8. Sensory scores¹⁾ of the dorsal muscle in olive flounder fed different diets

| Samples | Dorsal muscle | | | | | |
|-----------------------|------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
| | MP ²⁾ | | CEP ²⁾ | | FEP ²⁾ | |
| Item | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM |
| Flavor | 6.09±1.38 | 0.29 | 5.91±1.41 | 0.30 | 6.18±1.53 | 0.33 |
| Color | 6.86±1.17 | 0.25 | 6.41±1.84 | 0.39 | 6.50±1.71 | 0.37 |
| Taste | 6.41±1.33 | 0.28 | 6.86±1.08 | 0.23 | 6.95±1.13 | 0.24 |
| Texture | 6.45±1.63 | 0.35 | 6.95±1.76 | 0.38 | 7.00±1.41 | 0.30 |
| Overall acceptability | 6.73±1.24 | 0.27 | 6.59±1.33 | 0.28 | 6.95±1.73 | 0.37 |

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

²⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet

Table 9. Textural properties of the dorsal muscle in olive flounder¹⁾

| Samples | Dorsal muscle | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
| | MP ²⁾ | | CEP ²⁾ | | FEP ²⁾ | |
| Textures | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM | Mean±S.D. | Pooled SEM |
| Hardness (dyne/cm ²) | 463359.42±64007.53 | 36954.77 | 440574.65±84059.16 | 48531.58 | 455059.78±51217.10 | 29570.21 |
| Gel strength (dyne/cm ²) | 21262.67±2937.16 | 1695.78 | 22659.88±6747.04 | 3895.41 | 20881.43±2350.06 | 1356.81 |
| Adhesiveness (g) | -21.71±6.18 | 3.57 | -20.33±2.85 | 1.65 | -22.36±4.71 | 2.72 |

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

²⁾MP, moist pellet; CEP, commercial extruded pellet; FEP, formulated extruded pellet

SAAA, SAA 및 FRAA의 함량에는 차이가 없었으나, 지느러미 살의 경우는 맛 관련 성분인 glutamic acid와 감미성분인 glycine

및 alanine이 각 사료구별로 유의적인 차이를 나타내었다. 냄새, 외관, 맛, 질감 및 종합적인 기호도면에 대해 관능검사를 실시한

결과 모든 사료구에서 유의적인 차이는 없었고, 경도(hardness)는 MP 공급구가 CEP 및 FEP 공급구보다 높았다. 물성측정 결과도 역시 모든 사료구에서 유의적인 차이는 없었다.

본 실험 결과로부터 건조 배합사료를 공급한 넙치의 등근육 및 지느러미 살의 품질 특성은 생사료를 공급한 넙치와 큰 차이는 없음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물품질관리원(배합사료 표준화 및 품질관리 연구, RP-2008-AQ-042)의 지원에 의해 운영 되었습니다.

문 헌

- Hong CH, Lee JM, Kim KS. Changes of nucleotides in the raw fishes during the aquarium storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 379-384 (2004)
- Ohshima T, Wada S, Koizumi C. Comparison of lipids between cultured and wild sea breams. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 49: 1405-1409 (1983)
- Morishita T, Uno K, Araki T, Takahashi T. 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 (1989)
- Nakagawa H, Kumai H, Nakamura M, Kasahara S. Effect of algae supplemented diet on serum and body constituents of cultured yellow tail. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 51: 279-286 (1985)
- Suyama M, Hirano T, Okada N, Shibuya T. Quality of wild and cultured ayu:- On the proximate composition, free amino acids and related compounds. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 43: 535-540 (1977)
- Ohshima T, Widjaja HD, Wada S, Koizumi C. A comparison between cultured and wild ayu lipids. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 48: 1795-1801 (1982)
- Yang ST, Lee EH. Taste compounds of fresh water fishes: 5. Sensory evaluation of taste components in the extract of wild common carp and korean snakehead meat. *B. Korean Fish. Soc.* 15: 303-311 (1982)
- Yang ST, Lee EH. Taste compounds of fresh water fishes: 9. Taste compounds of wild loach meat. *B. Korean Fish. Soc.* 17: 177-183 (1984)
- Kim HY, Shin JW, Sim GC, Park HO, Kim HS, Kim SM, Cho JS, Jang YM. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer, and snake head. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 1058-1067 (2000)
- Park BH, Park SH, Jo JS. 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 (2003)
- Sato M, Yoshinaka R, Nishinaka Y, Morimoto H, Kojima T, Yamamoto Y, Ikeda S. Comparison of nutritive components in meat of wild and cultured bastard halibut *Paralichthys olivaceus*. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 52: 1043-1047 (1977)
- Lee KH, Lee YS. Muscle quality of cultured olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Korean J. Soc. Food Sci.* 13: 448-452 (1997)
- Lee KH, Lee YS. The effect of lipid and collagen content, drip volumn 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 (2000)
- Lee KH, Lee YS. 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 (2001)
- Kim HY, Shin JW, Park HO, Choi SH, Jang YM, Lee SO. 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 (2000)
- Ioka H, Yamanaka H. Quality evaluation of the muscle of cultured plaice fed with three different diets. *Nippon Suisan Gakk.* 63: 370-377 (1997)
- Kim KW, Kang YJ, Kim KD, Choi SM, Lee JY, Moon Lee HY, Bai SC C. Long-term evaluation of muscle quality of the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, fed with extruded pellet. *J. Aquaculture* 20: 51-55 (2007)
- AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA (1990)
- Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509 (1957)
- Hatae K, Lee KH, Tsuchiya T, Shimada A. Textural properties of cultured and wild fish meat. *Nippon Suisan Gakk.* 55: 363-368 (1989)
- Duncan DB. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics.* 11: 1-42 (1955)
- Grundy SM. Comparison of mpnounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New Engl. J. Med.* 314: 2855-2856 (1986)
- Lunt DK, Smith SB. Wagyu beefs holds profit potential for U.S. feed lot. *Feedstuffs* 19: 18-26 (1991)
- Dryden FD, Marchello JA. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 31: 36-43 (1970)
- Campo MM, Nute GR, Wood JD, Elmore SJ, Mottram DS, Enser M. Modeling the effect of fatty acids in odour development of cooked meat *in vitro*: Part Sensory perception. *Meat Sci.* 63: 367-375 (2003)
- Elmore JS, Mottram DS, Enser M, Wood JD. Effect of polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. *J. Agr. Food Chem.* 48: 1619-1625 (1999)
- Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. Effect of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.* 66: 21-32 (2004)
- Shackelford SD, Reagan JO, Haydon KD, Miller MF. Effects of feeding elevated levels of monounsaturated fats to growing-finishing swine on acceptability of boneless hams. *J. Food Sci.* 55: 1485-1517 (1990)
- Whittington FM, Prescott NJ, Wood JD, Enser M. The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat of 85kg live weight. *J. Sci. Food Agr.* 37: 753-761 (1986)
- Busboom JR, Miller GJ, Field RA, Crouse JD, Riley ML, Nelms GE, Ferrell CL. Characteristics of fat from heavy ram and wether lambs. *J. Anim. Sci.* 52: 83-92 (1981)
- Vatansver L, Kurt E, Enser M, Nute GR, Scollan ND, Wood JD, Richardson RI. Shelf life and eating quality of beef from cattle of different breeds given diets differing in n-3 polyunsaturated fatty acid composition. *J. Anim. Sci.* 71: 471-482 (2000)
- Lee EH, Sung NY. The taste compounds of fremented squid, *Loligo robiensis*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 9: 255-263 (1977)
- Park BH. Study on the organoleptic characteristics and changes of freshness of cultivated and wild *Paralichthys olivaceus*. MS thesis, Kyung Hee University, Seoul, Korea (2002)