

## 무화과 잎 추출물 첨가 사료를 급이한 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*) 치어의 영양학적 특성

황재호 · 이시우 · 라성주 · 한경호 · 김선재<sup>1\*</sup>

전남대학교 해양기술학부, <sup>1</sup>전남대학교 해양바이오식품학과

### Nutritional Characteristics of Juvenile Black Rockfish *Sebastes schlegeli* Fed a Diet of Fig Leaf Extract

Jae-Ho Hwang, Si-Woo Lee, Sung-Ju Rha, Kyeong-Ho Han and Seon-Jae Kim<sup>1\*</sup>

Division of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

<sup>1</sup>Department of Marine Bio Food, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

The present study investigated the effect of diets supplemented with different levels (0, 1, 3, and 5 %) of fig leaf ethanol extract (FLEE) on the nutritional composition of black rockfish *Sebastes schlegeli*. Fish (10.05 ± 0.44 g) were fed to apparent satiation twice daily for 8 weeks. Adding FLEE decreased crude lipid levels and increased crude protein and ash. Among the three organic acids in the whole body of black rockfish, lactic acid was predominant, followed by citric acid and oxalic acid. Five free sugars were found in all groups. Fucose and glucose were the dominant free sugars in the FLEE-added group. The abundant fatty acids in the FLEE-added group were C16:0, C18:1-*cis* (n9), and C22:6n-3. The major amino acids in the samples were glutamic acid, aspartic acid, glycine, leucine, alanine, lysine, and arginine. The abundant free amino acids in the FLEE-added group were taurine, glutamic acid, alanine, leucine, and arginine.

Key words: Fig leaf, Black rockfish, Organic acid, Free sugar, Fatty acid, Amino acid

## 서론

국내경제와 생활수준의 향상, 웰빙 식품에 대한 관심이 높아짐에 따라 소비자들의 식품 선택에 있어 맛과 영양성분 외에도, 식품의 기능성까지 중요시되고 있다. 이러한 추세에 따라 수산식품에 대한 선호도가 높아지고 있으며, 소비자들이 수산물을 선호하는 이유가 독특한 맛(28.6%), 각종 영양성분의 풍부성(26.5%), 성인병 예방(21.1%)의 순으로 보고된 바 있다 (Kim et al., 2003). 최근, 육류에 대한 소비량의 일정 부분이 수산물로 대체됨과 동시에 수산물 소비 증가는 양식수산물의 생산량을 증가시켰다(Kang, 2009). 이러한 측면에서 국내 양식 생산물은 생산성 향상은 물론 맛과 영양성분을 강화하여 품질 향상을 위해 지속적인 노력이 필요한 시점이다.

최근 양식어류의 생산성과 품질 향상 그리고 질병예방을 위해 다양한 기능성 천연물질을 사료첨가제로서 활용하기 위한

연구가 지속적으로 진행되고 있으며(Fermández-Navarro et al., 2008; Kim et al., 2011), 국내 대표적 양식어종인 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*)에서도 구기자, 생균제, 혼합생약제, 미역, 창자과래, 황토, 녹차 등을 사료첨가제로 활용하기 위한 연구가 이루어졌다(Yi and Chang, 1994; Bae et al., 2000; Kang et al., 2000; Park et al., 2008; Lee et al., 2008; Lim et al., 2009; Seo et al., 2009; Hwang et al., 2012).

항산화 활성(Kim, 2001; Jeong et al., 2002)과 항미생물(Kang and Jung, 1995) 및 살충활성을 가진 무화과(*Ficus carica* L.)는 남부지방에서 많이 재배되고 있는 아열대성의 반교목성 낙엽성 과수로서 뿌나무과에 속하며 600여종 이상이 알려져 있으며(William et al., 1968; 이, 1980; Vinson, 1999), 성장속도가 빠르고 내병성이 크기 때문에 농약을 사용하지 않는 무공해 식품이면서, 한방에서는 건과로 하여 청열해독(淸熱解毒) 치료제로 사용되고 있다(Shin, 1997). 또한, 단백질 분해효

#### Article history;

Received 24 September 2012; Revised 30 October 2012; Accepted 21 November 2012

\*Corresponding author: Tel: +82. 61. 659. 7214 Fax: +82. 61. 659. 7210

E-mail address: foodkims@jnu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 45(6) 570-578, December 2012

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0570>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science. All rights reserved

소인 ficin이 다량 함유되어 있으며 수분이 많고 유기산 함량이 적으며 식이섬유, 폴리페놀, 무기질이 많아 칼슘함량이 매우 높고, 지방과 나트륨 함량이 적으며, 피토스테롤(phytosterols), 라노스테롤(lanosterol)과 스티그마스테롤(stigmasterol) 등을 함유하고 있어 콜레스테롤을 저하시키는 건강과일로 알려져 있다(Fleming et al., 1969; Beuchat and Golden, 1989; Clark et al., 1990; Kim et al., 1992; Choi, 1997; Vinson, 1999). 근래에는 무화과의 과실만 아니라 부산물인 잎의 살충활성, 항미생물, 무화과의 잎과 뿌리의 항산화 활성에 대하여 연구되고 있다(Chon et al., 2008; Lee, 2008). 무화과나무는 한 그루에서 약 1.5 kg의 잎이 채취 가능하며, 현재 국내에서 재배되고 있는 면적을 보면 연간 1,740톤 정도의 무화과 잎이 방치되고 있는 실정이다. 무화과를 재배할 때는 결과지가 40-50 cm 정도 유지되도록 필요한 부분을 남기고 나머지 가지는 제거하기 때문에 더 많은 무화과 잎의 채취가 가능하다고 볼 수 있다(Kim, 2001).

따라서, 본 연구는 국내 대표적 양식대상어종으로 질병에 대한 내성이 강하며, 광염 및 광온성 어종으로 국내 해산어 양식 어류 총생산량에서 넙치(약 45%) 다음으로 가장 높은 생산량(약 30% 이상)을 보이고 있는(Lee et al., 2005; NFRDI, 2007; Lim et al., 2009) 양식산 조피볼락의 품질 개선과 생리적 기능을 향상시키고 최종적으로 양질의 수산식품을 얻기 위한 연구의 일환으로 조피볼락의 사료에 무화과 잎 추출물을 첨가하여 사육한 조피볼락의 영양학적 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험어 및 사육관리

본 실험에 사용된 조피볼락(*Sebastes schlegelii*)은 2010년 3월에 축제식 양식장에서 생산되어져, 5월에 전남대학교 수산증양식센터로 수송하였다. 사육실험 전 사육어를 안정시키기 위해 상업용 사료(crude protein 48%, crude lipid 12%, Japan)를 공급하여 예비사육을 3개월간 실시하였다. 실험에 사용된 조피볼락(평균중량 10.05±0.44 g, 평균전장 8.28±0.69 cm)은 300 L FRP 수조에 무작위로 40마리씩 수용하여 8주간 3반복으로 실험하였다. 사료공급은 1일 2회(08:00, 18:00)로 먹지 않을 때까지 반복급이 하였으며, 실험기간 중, 사육수는 유수식(5 L/min)으로 유지하였고, 수온은 20.2±2.3°C, 용존산소는 6.3±0.4 mg/L, 염분농도는 32.0±1.2 psu이었다.

### 무화과 잎 추출물(fig leaf ethanol extract, FLEE)

실험에 사용된 무화과 잎은 전라남도 영양군에서 재배된 무화과나무에서 채취하여 냉동 보관하면서 필요 시 사용하였으며, 무화과 잎의 소수성, 친수성 물질 모두를 추출하기에 가장 효과적이며, 정제 시 제어가 쉬우며, 식품 첨가물로서 활용하

기 위해 에탄올 추출을 실시하였다. 즉 무화과 잎 5 kg을 5 L의 100% 에탄올과 함께 homogenizer (NISSEI AM-7, Japan)로 마쇄하면서 추출하여 여과(No. 2)하였고, 얻어진 여액을 cooling aspirator (EYELA COOL ACE CA-111, Japan)가 장착된 진공농축기(EYELA TYPE N-N, Japan)로 감압농축 후 에탄올을 제거하여 약 100 mL의 무화과 잎 에탄올 추출물(fig leaf ethanol extract, FLEE)을 확보하였다.

### 실험사료 및 실험구

실험어에 공급할 실험사료 조성의 단백질원으로 갈색어분(Itata, Chile), 지질원으로 오징어간유(Ihwa, Korea), 탄수화물원은 밀가루(CJ, Korea)를 각각 사용하였다. 실험어의 어체크기에 맞는 영양요구량을 고려해 시판사료의 조단백질 함량을 48%로 제조하였으며, 이를 기준으로 FLEE 첨가량을 대조구(0%) 및 첨가구(1, 3, 5%)로 총 4개구를 설정하였으며, 30%의 물과 함께 사료 100 g에 최종농도 1, 3, 5% FLEE가 첨가되도록 사료에 혼합하여 moist pellet 제조기로 성형 후 -45°C에 냉동보관하여 사용하였다.

### 실험어 채집

8주간 FLEE첨가 실험사료를 공급한 조피볼락 치어의 영양학적 특성을 조사하기 위해 각 실험구별로 수조 당 10마리씩 무작위로 채집하였으며, 채집된 실험어는 일반성분, 유기산, 유리당, 지방산, 구성아미노산, 유리아미노산을 분석하기 위해 -40°C 초저온냉동고(OPERON, Korea)에 그대로 급속 냉동시켜 사용하였다.

### 일반성분 분석

채집된 실험어의 일반성분 분석은 동결된 어체를 분쇄하여 AOAC (2000)에 따라 수분은 자동수분분석기(HR 73 halogen moisture analyzer, Swizerland), 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법(N×6.25), 조지방은 Soxhlet 추출법(ether 추출법), 조회분은 직접회화법으로 각각 분석하였다.

### 유기산 분석

분쇄한 실험어를 건조하여 분말화 한 시료 5 g을 homogenizer (Tissue grinder, IKA, Germany)에 넣고 80% ethanol 20 mL를 가하여 균질화 시킨 다음 250 mL의 정용플라스크에 옮기고 80% ethanol (v/v) 80 mL를 가한 후 환류냉각기에 연결하였다. 수욕상에서 3시간 동안 환류 추출한 후, 6,000 rpm으로 30분간 원심분리하여, 여과(No.1)하였다. 여액은 rotary evaporator (CCA1110, Eyela Co. Ltd. Japan)를 이용하여 완전히 에탄올을 휘발시켜 약 1 mL로 농축한 후 증류수를 사용하여 10 mL로 정용하였다. 이 용액 3 mL를 membrane filter (0.45 µm)로 여과하여 유기산 분석 시료로 사용하여 HPLC

(DX-600 IC system Dionex Co., USA)로 분석하였다. 컬럼은 IonPac AS11-HS Analytical (4 mm, USA), guard는 IonPac AG11-HS Guard (4 mm, USA)를 각각 사용하였다. Eluent는 EG50-24 mM KOH, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20  $\mu$ L이었다. Detection은 ED50 Conductivity를 사용하였다.

### 유리당 분석

실험어 시료 분말 1 g을 250 mL round 삼각 플라스크에 넣은 다음, 80% ethanol을 30-50 mL를 가한 후 시료가 담긴 라운드 삼각플라스크를 heating mantle에 넣고, circulator가 연결되어 있는 냉각관에 삼각플라스크를 연결한 다음 heating mantle을 75°C 로 올려 약 5시간동안 당을 추출하였다. 여과(No. 1) 후, Rotary evaporator로 에탄올을 휘발시켜 시료용액을 10 mL로 농축, 정용한 후 이온크로마토그래피(DX-600 IC system Dionex Co., USA)로 분석하였다.

### 지방산 분석

지방산은 AOCS법(1990)에 따라 실험어 시료분말을 methyl ester화한 후에 capillary column (Omegawax 320 fused silica capillary column, 30 m $\times$ 0.32 mm i.d., Supelco Pack, Bellefonte, Pa, USA)이 장착된 gas-liquid chromatography (Shimadzu GC 14A, Shimadzu Seisakusho, Co. Ltd., Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 injector (Fid) 온도를 250°C로 하고, 컬럼 온도는 180°C 에서 8분간 유지시킨 다음, 3°C/min로 230°C까지 승온시키고 15분간 유지시켰다. Carrier gas는 helium (수송 유압: 1.0 kg/cm<sup>2</sup>)을 사용하였으며 split ratio는 1:50으로 하였고, 내부표준물질로는 methyltricosanoate (AldrichChem. Co., Milwaukee, WI, USA)를 사용하였다.

### 구성아미노산 분석

구성아미노산은 실험어 시료분말 0.5 g을 18 mL 시험관에 칭량하여 6 N HCl 3 mL를 가한 다음 진공펌프를 이용하여 시험관을 밀폐하였다. 밀폐한 시험관은 121°C 로 heating block에서 24시간 가수분해 시킨 후, 50°C, 40 psi의 rotary evaporator로 산을 제거한 후 Sodium loading buffer로 10 mL 정용한 다음, 이 중 1 mL를 취하여 membrane filter (0.2  $\mu$ L)로 여과하여 아미노산분석기(S433-H, SYKAM, Germany)로 정량 분석하였다. 컬럼은 cation separation column (LCA K06/Na)을 사용하였고, 컬럼 크기는 4.6 $\times$ 150 mm, 컬럼 온도는 57-74°C, flow rate에서 buffer는 0.45 mL/min, reagent는 0.25 mL/min이었으며, 이때 buffer의 pH 범위는 3.45-10.85이었으며, wavelength는 각각 440 nm과 570 nm이었다.

### 유리아미노산 분석

Table 1. Proximate composition of whole body in black rock fishes *Sebastes schlegeli* fed different diets

Proximate Composition (g/100 g)	FLEE level (%)			
	Control (0)	1	3	5
Moisture	64.56 $\pm$ 0.56 <sup>ns</sup>	66.11 $\pm$ 0.76	65.50 $\pm$ 0.80	65.94 $\pm$ 1.70
Crude protein	15.46 $\pm$ 0.10 <sup>a1</sup>	15.78 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	15.88 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	15.89 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
Crude lipid	15.17 $\pm$ 1.71 <sup>b</sup>	11.44 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>	10.85 $\pm$ 0.23 <sup>a</sup>	11.92 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup>
Ash	3.57 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	3.99 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>	4.07 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	4.07 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>
Carbohydrate <sup>2</sup>	2.03 $\pm$ 0.76 <sup>ns</sup>	2.68 $\pm$ 1.23	3.71 $\pm$ 0.75	2.17 $\pm$ 1.29

<sup>1</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Values are means $\pm$ SD (n=3).

<sup>2</sup>Carbohydrate (%) = 100 - (moisture + crude protein + crude lipid + ash) %.

Ns is not significant.

유리아미노산은 실험어 시료분말 2 g을 칭량하여 증류수 20 mL를 가한 후 균질화하여 3000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상층액에 sulfosalicylic acid 20 mg을 첨가하여 4°C 에서 1시간 방치시킨 후, 다시 3000 rpm에서 20분간 원심분리하여 20 mL 정용하였다. 이 중 1 mL를 취하여 membrane filter (0.2  $\mu$ m)로 여과시켜 위의 구성아미노산과 같은 조건에서 정량 분석하였다.

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복한 평균치로 나타내었으며, 유의성 검증은 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package (ver. 19)를 사용하여  $P < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분 함량

무화과 및 에탄올 추출물(FLEE) 첨가에 따른 조피분락 치어의 일반성분 분석결과는 Table 1과 같다. 실험어의 일반성분 조성에서 수분은 대조구와 FLEE첨가구 간에 유의적 차이가 없었으며, 조단백질에서는 모든 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ), 그러나 조지방에서는 FLEE첨가구가 대조구보다 유의적으로 낮았으며( $P < 0.05$ ), 회분에서는 모든 FLEE 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ). 탄수화물은 실험구간 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Cho et al.,(2009)은 넙치 치어에게 무화과 추출물을 사료내 1% 첨가하여 8주 동안 사육한 결과, 조단백질, 조지방, 회분에서 차이를 보이지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 다른 결

Table 2. Organic acid contents of whole body in black rockfishes *Sebastes schlegeli* fed different diets

	(mg/100 g)			
	Control (0)	FLEE level (%)		
		1	3	5
Lactic acid	111.79±1.54 <sup>c1</sup>	97.02±1.02 <sup>a</sup>	104.86±1.77 <sup>b</sup>	98.84±3.09 <sup>a</sup>
Oxalic acid	3.12±0.18 <sup>ab</sup>	3.40±0.26 <sup>b</sup>	3.43±0.09 <sup>b</sup>	2.72±0.39 <sup>a</sup>
Citric acid	5.78±0.54 <sup>ns</sup>	6.02±0.20	5.22±0.11	5.97±0.98
Total	120.69±1.90 <sup>c</sup>	106.44±0.86 <sup>a</sup>	113.51±1.92 <sup>b</sup>	107.53±2.84 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test. Values are means±SD (n=3).

Ns is not significant.

Table 3. Free sugar contents of whole body in black rockfishes *Sebastes schlegeli* fed different diets

	(mg/100 g)			
	Control (0)	FLEE level (%)		
		1	3	5
Fucose	23.12±2.16 <sup>a1</sup>	27.80±0.39 <sup>b</sup>	25.17±1.20 <sup>a</sup>	29.45±0.63 <sup>b</sup>
Glucose	13.67±0.31 <sup>a</sup>	36.14±0.91 <sup>d</sup>	20.94±0.62 <sup>c</sup>	19.85±0.14 <sup>b</sup>
Mannose	5.09±0.13 <sup>a</sup>	14.33±0.10 <sup>b</sup>	15.26±0.18 <sup>c</sup>	14.46±0.27 <sup>b</sup>
Fructose	8.89±0.39 <sup>a</sup>	18.30±0.30 <sup>c</sup>	22.38±0.22 <sup>d</sup>	17.45±0.26 <sup>b</sup>
Ribose	1.37±0.09 <sup>a</sup>	4.39±0.29 <sup>b</sup>	4.23±0.09 <sup>b</sup>	4.29±0.17 <sup>b</sup>
Total	52.14±1.26 <sup>a</sup>	100.95±0.56 <sup>d</sup>	87.98±1.00 <sup>c</sup>	85.50±0.84 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test. Values are means±SD (n=3).

과를 나타내었다. 이러한 차이는 무화과 과실과 무화과 잎 추출물이라는 부위별 차이에서 발생할 수 있다. Mohsen et al., (2010)은 식물성 잎성분인 녹차분말을 0.125-2.000 g/kg으로 단계적으로 첨가한 사료를 나이틸라피아에게 12주동안 공급 하였을 때 어체의 조단백질이 높아지고, 조지방과 회분은 감소한다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 즉 FLEE의 첨가가 조피볼락 체내 지방합성에 영향을 주어 체내 지방 감소가 이루어진 것으로 보이지만 FLEE의 어떤 기능성 물질이 발견되었는지 본 연구에서 밝히지 못하였으나, 넙치와 조피볼락간 다른 사육결과를 보이는 것은 종 특이적 생애 및 생리적 차이에 기인한다고 생각된다. 양식 조피볼락은 일반적으로 지질함량이 높은 경향을 보이는데(Lee et al., 2000), 지속적인 FLEE첨가 사료의 공급은 체내 지질을 감소시켜 자연산 어체에 가까운 체조성으로 만드는 것이 가능할 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 치어에서 성어까지의 장기간 사육이 이루어지지 않은 만큼 향후 장기사육에 대한 추가연구가 필요할 것으로 보인다. FLEE가 아닌 기타 생약재 첨가 사료로 사육한 치어 및 육성기 조피볼락의 실험에서 등근육, 간, 내장 및 전어체

의 수분, 단백질, 지질 및 회분 함량은 사료 첨가제에 영향을 받지 않았으나(Seo et al., 2009), 미역을 첨가한 사료로 140일간 사육한 조피볼락의 조단백질, 회분은 증가하였고, 조지방은 감소하였으며(Kang et al., 2000), 창자파래에서 추출한 DMPT (dimethyl-β-propiothetin) 첨가사료를 공급한 조피볼락 어체 내 조단백질은 DMPT 첨가농도에 의존적으로 증가하였다고 보고되었다(Bae et al., 2000).

### 유기산 함량

FLEE를 첨가한 사료로 사육한 조피볼락의 유기산 함량은 Table 2와 같다. 유기산, lactic acid, oxalic acid, citric acid가 검출되었으며, 이중 lactic acid가 가장 높았으며, FLEE 첨가구가 유의적으로 낮은 값을 나타내었다( $P<0.05$ ). 총 유기산 함량은 대조구가 FLEE 첨가구보다 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ).

일반적으로 어류의 유기산 함량은 어획방법, 사후의 방치시간 및 조건, 측살방법에 따라 영향을 미친다(Kim et al., 2009). 어패류에는 propionic acid, pyruvic acid, fumaric acid, malic acid, citric acid 등과 같은 다양한 유기산들이 검출 되는데 (Kim et al., 2009), 본 연구의 모든 실험구에서 lactic acid, oxalic acid, citric acid가 검출되었고, 이중 lactic acid 함유량이 가장 높았으며 대조구가 FLEE 첨가구보다 유의적으로 높았다 ( $P<0.05$ ). Lactic acid는 어류가 측살될 때 함량이 대체로 적고 스트레스나 운동량이 많을 때는 일반적으로 높은 함량을 나타내며 백색육 어류가 적색육 어류보다 낮게 나타나는 것이 일반적이다(Kim et al., 2000). Kim et al. (2000)은 자연산 및 양식산 참돔(*Pagrus major*), 넙치, 조피볼락의 어체 내 유기산 함량에서 lactic acid가 특이하게 높게 나타나는 이유로는 근육의 사후관계와 관련있는 것으로 보고하였다. Park (1982)은 어패류 사후변화에서 당질대사의 중요한 과정 중 glycogen에서 lactic acid에 이르기까지의 혐기성 분해 즉, 해당작용에 의하여 생성되는 lactic acid는 산소 공급이 충분한 상태에서 그 일부가 산화대사경로에 들어가 탄산가스와 물로 분해되고, 나머지는 glycogen으로 재합성되어 lactic acid의 축적은 없다고 하였으나, 동물의 사후 산소 공급이 없다면 호기성 효소계의 작용이 정지되므로 lactic acid가 축적된다고 하였다. 본 연구에서도 lactic acid의 함량이 다른 유기산 보다 높은 함량을 나타내고 있어 유사한 결과를 보였다. 그러나 FLEE 첨가구의 lactic acid 함량이 대조구와 비교해 유의적으로 감소되는 경향을 보이고 있어, FLEE 유래 기능물질이 해당과정에 작용해 체내 lactic acid의 축적시간을 지연시켜 어류 품질에도 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

### 유리당 함량

본 연구에서 FLEE를 단계적으로 첨가한 사료를 급이한 조피볼락의 총 유리당은 FLEE 첨가구 모두 대조구보다 유의적으로 높았으며( $P<0.05$ ), 특히 1% FLEE 첨가구는 모든 실험구

보다 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 검출된 유리당은 fucose, glucose, mannose, fructose, ribose이었으며, 3% FLEE 첨가구의 fucose 함량을 제외한 모든 FLEE 첨가구의 유리당 함량이 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 어류가 주로 함유하는 유리당은 glucose와 ribose이며, 일반적으로 glucose는 생존상태에서 근육 중에 상당량이 존재하지만 사후에는 glycogen이 효소 분해되어 증가하며(Park et al., 1997), 어체 내 glucose는 사후 방치시간 및 조건에 따라 변할 수 있다고 보고되었다(Kim et al., 2009). 본 연구에서 FLEE 첨가구의 glucose 함량이 대조구보다 유의적으로 높았는데, 1% FLEE 첨가구의 급격한 glucose 함량 증가는 적절한 FLEE 첨가가 근육 내 glucose 함량에 영향을 미쳤다고 예상된다. 이러한 유리당의 차이는 다른 항목에서도 확인되었다. Ribose의 경우, 살아있는 어류 근육에서도 상당량 검출되지만, 사후에는 ATP가 분해되어 만들어지는 inosine으로부터 유리된다(Park et al., 1997). 즉, 양어사로 내 FLEE 첨가는 지방대사를 억제하여 실험어의 근육에 단백질함량과 glucose와 같은 당류를 높이고 사후 당류 함량에도 영향을 미쳤을 가능성도 있다.

### 지방산 함량

조피볼락의 지질 함량은 계절이나 환경에 따라 크게 영향을 받지만 일반적으로 양식산이 4~10%, 자연산이 2~4%이며(Seo et al., 2009; 국립수산물과학원, 2009), 어류의 지질함량이 높은 방어는 약 19%, 지질함량이 낮은 가다랑어나 대구는 약 0.8%정도인데(Park et al., 1997), 조피볼락 자연산은 어류 평균보다 낮은 편이고, 양식산은 어류의 평균적 수준을 나타낸다. FLEE 첨가량을 달리하여 제조한 사료로 사육한 조피볼락 치어의 지방산 조성에서, palmitic acid (C16:0), oleic acid [C18:1-*cis* (n9)], DHA (C22:6n-3)의 조성비가 높았고, 이들이 전체 구성 지방산의 약 60%를 차지하였으며, 이 3종의 지방산은 각 실험구별로 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 4). 또한, 모든 실험구에서 saturates의 조성비가 49.72%-50.51%로 가장 높았고 다음으로 monoenes (28.72%-29.81%), polyenes (19.49%-19.84%)의 순이었으며, 각 실험구별 saturates와 monoenes, polyenes간의 유의적 차이는 없었다.

녹차 에탄올 추출물 첨가 사료를 급이한 조피볼락 치어는 체내 지방산 함량에 영향을 받지 않으며(Hwang et al., 2011), 생약제 첨가 사료를 급이한 조피볼락의 치어와 성어 역시 체내 지방산에 영향을 주지 않아(Seo et al., 2009), 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 그러나, 청자파래 첨가사료를 급이한 조피볼락 치어의 근육 내 지방산은 첨가량이 높아질수록 증가되는 경향을 나타냈다고 보고되어(Bae et al., 2000), 본 연구와 차이를 나타냈다. 청자파래를 급이한 조피볼락 치어의 경우, 조지방과 함께 지방산이 증가되었지만, FLEE 첨가로 지방함량은 감소하였으나 지방산 함량은 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 4. Fatty acid composition of whole body in black rockfishes *Sebastes schlegeli* fed different diets

Fatty acid	FLEE Level (%)			
	control(0)	1	3	5
C12:0	0.18±0.00 <sup>ns</sup>	0.18±0.00	0.18±0.00	0.18±0.00
C13:0	0.05±0.00 <sup>1</sup>	0.06±0.00 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>b</sup>
C14:0	8.12±0.05 <sup>ns</sup>	7.75±0.48	7.96±0.08	7.82±0.04
C15:0	0.85±0.11 <sup>ns</sup>	0.87±0.02	0.85±0.02	0.86±0.04
C16:0	25.71±1.13 <sup>ns</sup>	24.70±1.27	24.73±1.58	24.89±1.57
C17:0	0.80±0.06 <sup>ns</sup>	0.81±0.01	0.85±0.04	0.81±0.02
C18:0	7.74±0.48 <sup>ns</sup>	7.95±0.36	7.76±0.27	7.97±0.24
C20:0	2.03±0.05 <sup>ns</sup>	1.99±0.13	2.15±0.15	2.03±0.12
C21:0	0.25±0.00 <sup>c</sup>	0.24±0.01 <sup>bc</sup>	0.22±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.01 <sup>ab</sup>
C22:0	0.95±0.15 <sup>a</sup>	2.55±0.16 <sup>b</sup>	2.67±0.15 <sup>b</sup>	2.61±0.33 <sup>b</sup>
C23:0	1.41±0.05 <sup>ns</sup>	1.49±0.12	1.48±0.01	1.43±0.05
C24:0	1.61±0.19 <sup>ns</sup>	1.62±0.14	1.60±0.14	1.57±0.16
Saturates	49.72±1.81 <sup>ns</sup>	50.22±0.49	50.51±2.00	50.46±1.06
C14:1	0.38±0.03 <sup>b</sup>	0.32±0.04 <sup>ab</sup>	0.35±0.03 <sup>ab</sup>	0.31±0.03 <sup>a</sup>
C16:1	6.25±0.55 <sup>ns</sup>	5.53±0.53	5.77±0.12	5.57±0.15
C17:1	0.77±0.04 <sup>ab</sup>	0.77±0.01 <sup>ab</sup>	0.73±0.02 <sup>a</sup>	0.81±0.02 <sup>b</sup>
C18:1- <i>trans</i> (n9)	0.53±0.03 <sup>ns</sup>	0.58±0.04	0.56±0.04	0.55±0.03
C18:1- <i>cis</i> (n9)	16.75±1.15 <sup>ns</sup>	16.82±0.67	16.53±0.18	16.56±0.39
C20:1	3.63±0.67 <sup>ns</sup>	3.60±0.29	3.43±0.04	3.63±0.28
C22:1n-9	0.74±0.12 <sup>ns</sup>	0.73±0.05	0.69±0.03	0.74±0.02
C24:1	0.74±0.07 <sup>a</sup>	0.68±0.01 <sup>a</sup>	0.65±0.02 <sup>a</sup>	0.85±0.06 <sup>b</sup>
Monoenes	29.81±1.61 <sup>ns</sup>	29.03±1.18	28.72±0.22	29.02±0.49
C18:2- <i>trans</i> (n6)	0.18±0.01 <sup>ns</sup>	0.18±0.01	0.18±0.00	0.18±0.00
C18:2-( <i>cis</i> ) (n6)	0.83±0.05 <sup>ns</sup>	0.77±0.05	0.79±0.02	0.81±0.04
C20:2	0.75±0.04 <sup>ns</sup>	0.76±0.03	0.72±0.01	0.76±0.04
C22:2	0.09±0.00 <sup>c</sup>	0.09±0.00 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.07±0.00 <sup>a</sup>
C18:3n-6	0.32±0.00 <sup>b</sup>	0.37±0.02 <sup>c</sup>	0.33±0.03 <sup>b</sup>	0.25±0.02 <sup>a</sup>
C18:3n-3	1.19±0.11 <sup>a</sup>	1.22±0.04 <sup>a</sup>	1.28±0.06 <sup>ab</sup>	1.41±0.06 <sup>b</sup>
C20:3n-6	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>
C20:3n-3	0.14±0.02 <sup>ns</sup>	0.16±0.01	0.13±0.01	0.16±0.03
C20:4n-6	0.30±0.01 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>ab</sup>	0.29±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>
C22:6n-3	16.65±1.44 <sup>ns</sup>	16.86±1.33	16.93±0.76	16.53±0.82
Polyenes	19.49±1.60 <sup>ns</sup>	19.84±1.34	19.80±0.65	19.56±0.75
n-3	17.99±1.57 <sup>ns</sup>	18.24±1.30	18.33±0.70	18.11±0.78
n-6	1.68±0.06 <sup>ns</sup>	1.69±0.02	1.65±0.02	1.61±0.04

<sup>1</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test. Values are means±SD (n=3).

Ns is not significant.

Table 5. Total amino acid content of whole body in black rockfishes *Sebastes schlegeli* fed different diets

(mg/100 g)

Amino acid	FLEE Level (%)			
	Control (0)	1	3	5
Aspartic acid	4434.53 ± 44.01 <sup>a</sup>	4584.79 ± 42.28 <sup>b</sup>	4389.00 ± 32.83 <sup>a</sup>	4640.58 ± 54.18 <sup>b</sup>
Threonine	2000.31 ± 32.36 <sup>a</sup>	2097.32 ± 86.01 <sup>a</sup>	1989.58 ± 88.20 <sup>a</sup>	2132.21 ± 53.51 <sup>b</sup>
Serine	2098.37 ± 15.44 <sup>a</sup>	2225.58 ± 96.28 <sup>bc</sup>	2123.67 ± 55.41 <sup>ab</sup>	2263.62 ± 39.17 <sup>c</sup>
Glutamic acid	6112.27 ± 111.13 <sup>a</sup>	6325.80 ± 89.65 <sup>ab</sup>	6860.22 ± 58.04 <sup>c</sup>	6410.60 ± 181.06 <sup>bc</sup>
Proline	2249.13 ± 25.19 <sup>a</sup>	2317.36 ± 68.57 <sup>ab</sup>	3272.40 ± 108.29 <sup>c</sup>	2464.61 ± 127.85 <sup>b</sup>
Glycine	3487.89 ± 110.44 <sup>a</sup>	3782.83 ± 98.75 <sup>bc</sup>	3624.50 ± 115.37 <sup>ab</sup>	3921.30 ± 129.85 <sup>c</sup>
Alanine	3069.78 ± 56.13 <sup>a</sup>	3186.26 ± 77.78 <sup>a</sup>	3091.88 ± 113.49 <sup>a</sup>	3261.61 ± 58.10 <sup>b</sup>
Cystine	283.84 ± 12.11 <sup>bc</sup>	299.39 ± 12.33 <sup>b</sup>	228.28 ± 8.13 <sup>a</sup>	276.91 ± 10.74 <sup>b</sup>
Valine	2077.65 ± 37.07 <sup>b</sup>	2053.76 ± 17.16 <sup>b</sup>	1981.48 ± 55.98 <sup>a</sup>	2058.65 ± 19.22 <sup>b</sup>
Methionine	1332.21 ± 29.89 <sup>ns</sup>	1359.36 ± 13.34	1343.15 ± 47.55	1380.02 ± 35.84
Isoleucine	1787.14 ± 24.97 <sup>b</sup>	1789.24 ± 17.36 <sup>b</sup>	1716.66 ± 17.91 <sup>a</sup>	1763.65 ± 47.34 <sup>ab</sup>
Leucine	3130.67 ± 49.91 <sup>b</sup>	3092.16 ± 40.97 <sup>b</sup>	2981.18 ± 43.60 <sup>a</sup>	3223.60 ± 35.49 <sup>c</sup>
Tyrosine	1301.39 ± 19.54 <sup>b</sup>	1294.30 ± 16.95 <sup>b</sup>	1253.64 ± 28.29 <sup>a</sup>	1310.20 ± 10.43 <sup>b</sup>
Phenylalanine	1791.64 ± 23.39 <sup>b</sup>	1801.14 ± 25.78 <sup>bc</sup>	1714.23 ± 24.10 <sup>a</sup>	1855.36 ± 41.30 <sup>c</sup>
Histidine	1293.24 ± 60.21 <sup>ab</sup>	1358.26 ± 15.84 <sup>c</sup>	1257.13 ± 30.19 <sup>a</sup>	1307.28 ± 51.29 <sup>b</sup>
Lysine	2704.39 ± 41.19 <sup>b</sup>	2869.35 ± 22.95 <sup>c</sup>	2598.75 ± 21.03 <sup>a</sup>	3088.09 ± 25.14 <sup>d</sup>
Ammonia	1082.25 ± 15.21 <sup>a</sup>	1150.52 ± 26.31 <sup>ab</sup>	1135.48 ± 44.33 <sup>a</sup>	1084.20 ± 32.21 <sup>a</sup>
Arginine	2497.36 ± 20.44 <sup>a</sup>	2698.75 ± 40.56 <sup>b</sup>	2642.59 ± 38.37 <sup>b</sup>	2878.67 ± 22.39 <sup>c</sup>
Total amino acid	42734.06 ± 118.96 <sup>a</sup>	44285.64 ± 214.71 <sup>b</sup>	44203.81 ± 252.92 <sup>b</sup>	45501.15 ± 25.19 <sup>c</sup>
Total EAA <sup>2</sup>	18614.61 ± 184.26 <sup>b</sup>	19119.35 ± 64.17 <sup>c</sup>	19224.76 ± 91.41 <sup>a</sup>	19867.53 ± 160.95 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Values are means ± SD (n=3).

<sup>2</sup>Essential amino acid : threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine Ns is not significant.

## 구성 아미노산 함량

FLEE 첨가량을 달리한 사료로 사육한 조피볼락의 구성아미노산을 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 수산동물 체단백질의 구성아미노산 조성은 어종에 따라 큰 차이가 없는 것으로 알려져 있으며(Lee and Sung, 1977), 어류는 육상동물과는 달리 에너지원으로서 탄수화물의 이용성이 낮아 단백질을 더 요구한다(Wilson, 2002). 따라서 체내 단백질 함량은 어류에게 중요한 에너지원이며 영양학적으로 중요하고, 정상적인 성장을 위해서도 각 어종별 아미노산 요구량을 충족하는 먹이 섭취가 필요하다(Wilson, 2002). 사육 후 조피볼락 치어를 분석한 총 아미노산은 FLEE 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높았으며( $P < 0.05$ ), 필수아미노산(Essential amino acid, EAA)은 FLEE 첨가구 모두 대조구보다 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ). Kim et al.,(2000)은 자연산 조피볼락의 구성아미노산중 대부분을 차지하는 아미노산은 glutamic acid, lysine, aspartic acid,

proline 등 4종으로 전체의 47-50%를 차지하며, 양식산과 자연산의 구성아미노산간에는 큰 차이가 없다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 glutamic acid와 aspartic acid는 다른 아미노산과 비교해 다소 높은 값을 보였으나, proline, lysine은 glycine, alanine, leucine보다 낮은 함량을 나타내었다. Bae et al. (2000)은 창자파래추출물 첨가사료를 급이하여 사육한 조피볼락 치어의 근육 내 구성아미노산에서 glutamic acid, aspartic acid, glycine, lysine, alanine, leucine의 함량이 높았는데, 그 원인으로는 창자파래에서 추출된 DMPT (dimethyl-β-propiothetin)에 의한 섭취촉진으로 체내 단백질 함량이 증가한 것으로 보고하였다. 본 연구의 구성아미노산은 Bae et al. (2000)과 유사한 결과를 나타내었지만, FLEE의 사료 내 첨가가 섭취촉진을 가져왔다고는 단정지을 수 없다. 무화과 단백질 분해 효소로 알려진 ficin으로 인해 체내 생리대사에 영향을 주었을 가능성이 있으며, 특히 무화과 잎의 페놀류 성분들이 지방대사에 영향을 주면서 체내 지방 감소 또는 에너지원으로 활용되면 단

Table 6. Free amino acid content of whole body in black rockfishes *Sebastes schlegeli* fed different diets

(mg/100 g)

Free amino acid	FLEE Level (%)			
	Control(0)	1	3	5
Phosphoserine	76.89 ± 3.14 <sup>b</sup>	114.89 ± 2.36 <sup>c</sup>	80.03 ± 4.16 <sup>b</sup>	67.95 ± 1.95 <sup>a</sup>
Taurine	602.72 ± 57.53 <sup>ns</sup>	605.56 ± 29.69	562.16 ± 31.54	530.71 ± 44.18
Phosphoethanolamine	2.85 ± 0.13 <sup>b</sup>	3.41 ± 0.11 <sup>c</sup>	2.47 ± 0.29 <sup>b</sup>	1.42 ± 0.23 <sup>a</sup>
Urea	0.79 ± 0.16 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.17 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.09 <sup>ab</sup>	0.82 ± 0.14 <sup>b</sup>
Asparticacid	262.41 ± 20.54 <sup>b</sup>	250.54 ± 19.18 <sup>b</sup>	285.07 ± 13.23 <sup>c</sup>	137.35 ± 16.45 <sup>a</sup>
Hydroxyproline	154.15 ± 18.45 <sup>a</sup>	231.57 ± 28.23 <sup>b</sup>	183.97 ± 17.11 <sup>a</sup>	162.19 ± 20.56 <sup>a</sup>
Threonine	223.78 ± 15.69 <sup>b</sup>	199.63 ± 30.24 <sup>b</sup>	231.26 ± 22.16 <sup>b</sup>	118.13 ± 25.87 <sup>a</sup>
Serine	169.84 ± 15.96 <sup>b</sup>	164.54 ± 20.57 <sup>b</sup>	174.85 ± 11.56 <sup>b</sup>	99.37 ± 9.22 <sup>a</sup>
Asparagine	154.95 ± 26.48 <sup>b</sup>	100.00 ± 10.33 <sup>a</sup>	158.93 ± 15.62 <sup>b</sup>	70.50 ± 2.35 <sup>a</sup>
Glutamicacid	591.54 ± 26.59 <sup>c</sup>	518.35 ± 24.32 <sup>b</sup>	617.45 ± 32.55 <sup>c</sup>	237.03 ± 40.95 <sup>a</sup>
α-aminoadipicacid	9.61 ± 1.14 <sup>b</sup>	8.15 ± 0.91 <sup>b</sup>	8.07 ± 0.76 <sup>b</sup>	5.72 ± 0.35 <sup>a</sup>
Proline	45.00 ± 1.22 <sup>c</sup>	35.48 ± 2.14 <sup>b</sup>	33.15 ± 1.36 <sup>b</sup>	18.34 ± 0.54 <sup>a</sup>
Glycine	215.74 ± 21.55 <sup>ab</sup>	233.50 ± 19.46 <sup>b</sup>	223.89 ± 28.17 <sup>b</sup>	173.08 ± 22.68 <sup>a</sup>
Alanine	595.63 ± 36.82 <sup>c</sup>	511.17 ± 41.13 <sup>b</sup>	601.97 ± 23.58 <sup>c</sup>	369.80 ± 15.46 <sup>a</sup>
Citrulline	10.29 ± 1.02 <sup>b</sup>	14.58 ± 1.23 <sup>c</sup>	9.89 ± 0.59 <sup>b</sup>	5.87 ± 0.68 <sup>a</sup>
Valine	219.58 ± 10.26 <sup>c</sup>	200.66 ± 9.72 <sup>b</sup>	226.69 ± 12.84 <sup>c</sup>	113.08 ± 5.97 <sup>a</sup>
Cystine	9.03 ± 0.23 <sup>c</sup>	7.38 ± 0.51 <sup>b</sup>	8.46 ± 0.82 <sup>c</sup>	5.21 ± 0.43 <sup>a</sup>
Methionine	94.71 ± 5.64 <sup>b</sup>	92.23 ± 8.23 <sup>b</sup>	86.79 ± 6.10 <sup>b</sup>	56.69 ± 2.55 <sup>a</sup>
Isoleucine	140.86 ± 11.15 <sup>b</sup>	145.91 ± 12.32 <sup>b</sup>	149.28 ± 10.81 <sup>b</sup>	69.64 ± 7.59 <sup>a</sup>
Leucine	540.96 ± 40.56 <sup>c</sup>	329.34 ± 51.23 <sup>b</sup>	491.82 ± 39.24 <sup>c</sup>	251.29 ± 13.42 <sup>a</sup>
Tyrosine	193.59 ± 10.47 <sup>c</sup>	161.60 ± 12.52 <sup>b</sup>	181.67 ± 19.38 <sup>bc</sup>	86.46 ± 6.54 <sup>a</sup>
Phenylalanine	250.78 ± 25.41 <sup>c</sup>	152.52 ± 16.35 <sup>b</sup>	225.87 ± 28.62 <sup>c</sup>	106.11 ± 10.13 <sup>a</sup>
β-aminoisobutyricacid	48.05 ± 6.14 <sup>c</sup>	37.19 ± 3.51 <sup>b</sup>	37.19 ± 6.26 <sup>b</sup>	23.44 ± 1.95 <sup>a</sup>
γ-amino-n-butyricacid	2.83 ± 0.21 <sup>ab</sup>	4.55 ± 0.11 <sup>c</sup>	3.17 ± 0.11 <sup>b</sup>	2.43 ± 0.23 <sup>a</sup>
Histidine	55.61 ± 5.56 <sup>c</sup>	39.94 ± 4.21 <sup>b</sup>	35.70 ± 2.17 <sup>ab</sup>	30.56 ± 3.26 <sup>a</sup>
3-methylhistidine	2.15 ± 0.14 <sup>c</sup>	1.59 ± 0.09 <sup>b</sup>	1.51 ± 0.13 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.02 <sup>a</sup>
Tryptopan	4.33 ± 0.21 <sup>c</sup>	3.87 ± 0.45 <sup>bc</sup>	3.26 ± 0.61 <sup>b</sup>	1.12 ± 0.19 <sup>a</sup>
Carnosine	8.41 ± 6.94 <sup>c</sup>	37.43 ± 5.89 <sup>bc</sup>	36.33 ± 5.89 <sup>b</sup>	20.81 ± 3.42 <sup>a</sup>
Ornitine	2.19 ± 0.15 <sup>c</sup>	1.60 ± 0.15 <sup>b</sup>	2.18 ± 0.15 <sup>c</sup>	1.08 ± 0.10 <sup>a</sup>
Lysine	61.30 ± 6.54 <sup>c</sup>	17.31 ± 3.95 <sup>a</sup>	23.89 ± 3.95 <sup>a</sup>	41.50 ± 5.62 <sup>b</sup>
Ammonia	169.31 ± 20.36 <sup>b</sup>	182.68 ± 19.63 <sup>bc</sup>	210.95 ± 19.63 <sup>c</sup>	52.88 ± 4.62 <sup>a</sup>
Arginine	499.96 ± 54.23 <sup>b</sup>	339.25 ± 64.13 <sup>a</sup>	474.46 ± 64.13 <sup>b</sup>	310.61 ± 15.25 <sup>a</sup>
Total	5461.84 ± 449.62 <sup>b</sup>	4748.90 ± 402.18 <sup>b</sup>	5375.10 ± 422.61 <sup>b</sup>	3178.59 ± 281.9 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Values are means ± SD (n=3).

Ns is not significant.

백질 체내축적이 향상될 가능성을 배제할 수는 없기 때문이다 (Kee et al., 1998; Kang and Chung, 1995). 특히 필수아미노산에서 FLEE 첨가에 의한 상승 효과가 확인되고 있어 사료 내 FLEE 첨가가 조피볼락 치어의 건강도와 품질향상에 도움 될 수 있을 것으로 판단된다.

#### 유리 아미노산

유리아미노산은 생체 활성 물질의 구성성분으로 중요하고 그 자체만으로도 특징있는 맛을 식품에 부여한다(Ohta, 1976; Japan Foods Industry Association, 1984). 어류의 유리아미노

산은 행동, 의사소통 그리고 생리대사 등 화학적 신호에도 사용된다(Saglio et al., 1990). FLEE 첨가 사료로 사육한 조피볼락 치어의 유리아미노산 측정 결과 총 유리아미노산에서는 5% FLEE 첨가구가 대조구와 1% 및 3% FLEE 첨가구보다 유의적으로 낮았으나( $P<0.05$ ), taurine, alanine, glutamic acid, leucine, arginine의 함량이 높게 나타나, 이들 5종의 아미노산이 총 유리아미노산의 50%이상을 차지하였다(Table 6). Kim et al. (2000)은 자연산 및 양식산 조피볼락의 근육 내 유리아미노산에서 taurine이 42-65%까지 압도적으로 높게 나타났다고 보고하였다. 그러나, 본 연구에서 모든 실험구의 taurine함량이 10-12% 수준으로 나타나 Kim et al. (2000)과 큰 차이를 보였는데 이것은 근육만이 아닌 실험어 전어체 분석에 따른 차이로 판단되며, 유리아미노산의 분포는 동일종이라도 연령, 계절(어획시기), 환경(어장) 등에 의해 다르다고 판단된다. 洪巢 등(1994)은 아미노산에 대한 맛을 분류하였는데 단맛 glycine, alanine, threonine, proline, serine이, 쓴맛 leucine, isoleucine, methionine, phenylalanine, lysine, valine, arginine 이 신맛은 aspartic acid가 glutamic acid가 감칠맛을 각각 나타낸다고 보고하였다. 본 연구에서 단맛을 내는 유리아미노산은 총 유리아미노산의 22-24%이었으며, 5% FLEE 첨가구가 가장 낮은 값을 나타내었다. 쓴맛을 나타내는 유리아미노산은 29-36%로 FLEE 첨가구가 대조구와 비교해 낮은 함량을 보여, FLEE 첨가가 쓴 맛을 감소시킬 수 있음을 시사하였다. 아울러 신맛의 aspartic acid는 4.3-5.3%였으며, 3% FLEE 첨가구가 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 감칠맛의 glutamic acid는 7.46-11.49%이었으며, 3% FLEE 첨가구가 유의적으로 높아( $P<0.05$ ), 신맛과 감칠맛은 3% FLEE구 첨가구에서 높아진 것을 확인할 수 있었다.

어류 근육의 유리아미노산 조성에서 가장 주목할 것은 histidine함량으로 주로 적색육 어류에서 높고 백색육 어류는 histidine이 낮으며, 적색육 어류의 histidine은 imidazole dipeptide와 함께 어류가 활발하게 운동할 수 있도록 해주는 완충물질로 작용한다(洪巢 등, 1994). 또한 본 연구에서도 유리아미노산의 histidine 함량이 낮은 것으로 확인되고, 대조구의 histidine 함량이 FLEE 첨가구 보다 유의적으로 높게 나타나( $P<0.05$ ), FLEE 첨가구의 histidine 대사량이 상승되어 빠른 에너지 소비가 이루어진다고 판단된다.

## 사 사

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2011-0011204)

## 참고문헌

Abe H. 2000. Role of histidine-related compounds as intracel-

- lular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry (Mosc)*. 65, 757-765.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists, 17<sup>th</sup> edition. Cunniff, P. ed. Association of Official Analytical Chemist, Inc., Arlington, VA, USA.
- AOCS (1990) Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical chemists, Inc., Arlington, VA, USA.
- Bae TJ, Kang DS, Choi OS, Lee YJ, Kim KE and Kim HJ. 2000. Changes in Chemical Components of Muscle from Korean Rockfish (*Sebastes schlegeli*) by *Enteromorpha intestinalis* Extract. *Kor J Life Sci* 10, 548-557.
- Beuchat LR. and Golden DA. 1989. Antimicrobials occurring naturally. In *Food Technol* 43, 134-138.
- Cho SH and Kim CI. 2009 Effect of dietary inclusion of various sources of additives on growth and body composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture Research* 40, 625-629.
- Choi SD. 1997. Present Situation of Diseases Occures with Cultured Marine Fishes in Kamak Bay. *J of Aquacult* 10, 9-15.
- Chon SU, Kim DI and Kang YS. 2008. Insecticidal potential of methanol extract and its fractions from fig, *Ficus carica* L. leaves. *The Kor J of Pesticide Science* 12, 243-248.
- Clark AM, Jurgens TM and Hufford CD. 1990. Antimicrobial activity of Juglone. *Phytochemistry Research* 4, 1114-1119.
- Fermández-Navarro M, Peragón J, Amores V, De La Higuera M and Lupiáñez JA. 2008. Maslinic acid added to the diet increases growth and protein-turnover rates in the white muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol* 147, 158-167.
- Fleming HP, Walter WM and Etchells JR. 1969. Isolation of a bacterial inhibition from green olives. *Appl Microbiol* 18, 856-860.
- Hwang JH, Lee SW, Rha SJ, Jeong DH, Han KH and Shin TS. 2010. Nutritional Characteristics of Eels (*Anguilla japonica*) Fed a Diet of Yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka). *Kor J Fish Aquat Sci* 43, 573-580.
- Hwang JH, Lee SW, Rha SJ, Kwon SJ, Han KH, Cho JY, Ma SJ, Moon JH, Park KH and Kim SJ. 2011. Nutritional Characteristics of Juvenile Black Rockfish (*Sebastes schlegeli*) Fed a Diet of Green tea extract. *J of Kor Tea Soc* 17, 56-65.
- Jeong MR. Kim BS and Lee YE. 2002. Physicochemical characteristics and antioxidative effects of Korean figs, *Ficus carica* L.. *J East Asian Soc Dietary Life* 12, 566-573.
- Kang DS, Cho YC, Choi OS, Lee YJ, Kim HS and Bae TJ. 2000. Effects of Dietary Yellow Loess on Serum Constituents in Korean Rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Kor J of Life Sci* 10, 286-291.
- Kang JH. 2009. Diversity and changes in consumption structure of Fishery production. *Fisheries Policy Research* 4, 59-



- 73.
- Kang SK and Chung HJ. 1995. Solvent Fractionation of Fig Leaves and its Antimicrobial Activity. *Agricultural Chemistry & Biotechnology* 38, 289-292.
- Kim HM. 2001. Fig of genesis gift in the Korea for the 21st century. Yeong-am gun Agricultural technology center press, Yeong-am gun, Korea, 64-189.
- Kim HY, Kim E, Kim DH, Oh, MJ and Shin TS. 2009. The Nutritional Components of Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Fed Diet with Yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka). *Kor J Fish Aquat Sci* 42, 215-223.
- Kim HY, Shin JW, Park HO, Choi SH, Jang YM and Lee SO. 2000. Comparison of Taste Compounds of Red Sea Bream, Rockfish and Founders Differing in the Localities and Growing Conditions, *Korean J Food Sci Technol* 32, 550-563.
- Kim KH. 1981. Chemical Components of Korean Figs and Its Storage Stability. *Kor J Food Sci Technol* 13, 165-169.
- Kim KD, Seo JY, Hong SH, Kim JH, Byun HG, Kim KW, Son MH and Lee SM. 2011. Effects of Dietary Inclusion of Various Additives on Growth Performance, Hematological Parameters, Fatty Acid Composition, Gene Expression and Histopathological Changes in Juvenile Olive Flounder *Paralichthys olivaceus*. *Kor J Fish Aquat Sci* 44, 141-148.
- Kee HJ, Hwang YS, Kim KH and Hong YH. 1998. Application of Fig Protease to Foods, *Korean J Food Sci Ani Resour* 18, 19-26.
- Kim SG, Hong JW and Lee SW. 2003. A study on the consumption pattern of aquacultured marine fishes. *The J of Fish Business Administration* 34, 53-73.
- Kim SS, Lee CH, Oh SL and Chung DH. 1992. Chemical components in the two cultivars of Korean figs, *Ficus carica* L. *J Kor Agric Chem Soc* 35, 51-54.
- Lee CH. 1980. Illustrated flora of Korea. Hyang Mun Sa press, Seoul, Korea, 50-59.
- Lee EH and Sung NY. 1997. The taste compounds of fermented squid, *Loligo robiensis*. *Korean J Food Sci Technol* 9, 255-263.
- Lee HY, Park MW and Jeon IG. 2000. Comparison of nutritional characteristics between wild and cultured juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. *J Korean Fish Soc* 33, 137-142.
- Lee JY. 2008. Search on Biological Activities and Insecticidal Activity of Fig, *Ficus cariasa* L. Leaves. Sun-chun national University, Sun-chun, Korea.
- Lee SM and 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, *paralichthy olivaceus*. *Aquacult Nutr* 11, 435-442.
- Lee SY, Yoo GY, Choi SM, Kim KW, Kang YJ and Bai SC. 2008. Effects of Dietary Probiotics Supplementation on Juvenile Korean Rockfish *Sebastes schlegeli*. *J Aquaculture* 21, 82-88.
- Lim DK, Yoo KY, Shin DG and Kim JE. 2009. Effects of Dietary Kugija *Lycium chinese* Supplementation on Juvenile Korean Rockfish *Sebastes schlegeli*. *Kor J Fish Aquat Sci* 42, 250-256.
- Mohsen AB, Mohammad HA, Medhat EAS and Saleh FMS. 2010. Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), against *Aeromonas hyerophila* infection. *J of the World Aquacult Soc* 41, 203-213.
- National Fisheries Research and Development institute (NFR-DI), 2009. Chemical Composition of Marine Products in Korea. National Fisheries Research and Development institute press, Seoul, Korea, 108-109.
- Park SH, Wang SY and Han KN (2008) Effects of Dietary Supplement of Probiotics on Growth and Blood Assay of Rockfish *Sebastes schlegeli*. *J Aquacult* 21, 1-6.
- Park YH, Jang DS and Kim SB. 1997. Processing of the Sea Food, Hyungsul Press, Seoul, Korea, 166-168.
- Park YH. 1982. Processing of the Sea Food. Hyungsul Press, Seoul, Korea, 90-112.
- Shin MK, 1997. Clinical Traditional herbalogy. Yonjnimsa press, Seoul. Korea, 419-420.
- Seo JY, Kim KY and Lee SM. 2009. Effects of Supplemental Herb Medicines in the Diets on Growth, Feed Utilization and Body Composition of Juvenile and Grower Rockfish, *Sebastes schlegeli*. *J Aquacult* 22, 112-117.
- Vinson JA. 1999. The functional food properties of figs. *Cereal Food World* 44, 82-87.
- William DC. Sgarbieri VC and Whitaker JR. 1968. Proteolytic activity in the genus *Ficus*. *Plant Physiol* 43, 1083.
- Wilson RP. 2002. Amino acids and Proteins: In "Fish Nutrition" 3th ed. John EH and Ronald WH, eds. Academic press, San Diego, California, USA, 143-177.
- Yang JM. 2002. A Study on the analysis and antimicrobial effect of pathological active materials from *Ficous carica* leaves. Master's degree, University of Chosun, Gwang-Ju, Korea.
- Yi YH and Chang YJ. 1994. Physiological Effects of Seamus-tard Supplement Diet on the Growth and Body Composition of Young Rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Bull Korean Fish Soc* 27, 69-82.