KFAS 한국수산과학회지 Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
한수지 46(5), 540-545, 2013

Original Article
Kor J Fish Aquat Sci 46(5),540-545,2013

울금(*Curcuma longa* L.) 첨가 사료 공급이 조피볼락(*Sebastes schlegeli*) 체성분에 미치는 영향

황재호 · 라성주 · 한경호 · 김선재[1]*

전남대학교 해양기술학부, [1]전남대학교 해양바이오식품학과

Body Composition of Black Rockfish *Sebastes schlegeli* Fed on Diets Containing Different Levels of Turmeric *Curcuma longa* L.

Jae-Ho Hwang, Sung-Ju Rha, Kyeong-Ho Han and Seon-Jae Kim[1]*

Division of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea
[1]Department of Marine Bio Food, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

This study investigated the effect of diets supplemented with different levels (0, 1, 3, and 5 %) of turmeric *Curcuma longa* L. powder (TP) on the body composition of black rockfish *Sebastes schlegeli*. Fish weighing 10.05±0.44 g were fed to apparent satiation twice daily for 8 weeks. Adding TP decreased crude lipid levels and increased crude protein and ash levels. Abundant fatty acids in the TP-added group were C16:0, C18:1 n-9 (*cis*), and C22:6 n-3. The major amino acids in samples were glutamic acid, aspartic acid, glycine, leucine, alanine, lysine, and arginine.

Key words: Tumeric, Black rockfish, Feeding trial, Proximate composition, *Sebastes schlegeli, Curcuma longa* L.

서 론

WTO 체제 출범과 FTA 체결 등 수산물 시장은 개방과 함께 세계 경쟁체제로 치닫고 있으며, 경제발전과 Well-being, LOHAS 등 건강한 삶과 환경이 사회적 추세가 되면서 보다 양질의 수산물을 요구하고 있다. 우리나라의 수산물 중 큰 비중을 차지하는 해산어류양식은 과거 양적성장을 통해 단백질을 공급하였으나 개방화와 무한경쟁의 세계시장에서 질적향상으로 경쟁력을 갖추어야 할 시기에 와있다. 우리나라의 주요 해산양식품종으로는 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 방어(*Seriola quinqueradiata*), 참돔(*Pagrus major*) 및 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*) 등이 있으며, 시험연구대상 어종을 포함하면 약 40여종 이상으로(Choi et al., 2004), 종의 특성에 따라 양성방법, 성장 및 먹이에 차이를 나타낸다. 이 중 조피볼락은 1980년대 후반부터 양식생산량이 급속히 증가하여 현재는 넙치와 더불어 주요 해산양식어종으로 자리를 잡았으나 고밀도로 양식되면서 다양한 형태의 스트레스에 노출되어 있다(Wendelaar Bonga, 1997). 일반적으로 육상수조식 양식, 해상가두리 양식에서 단위 면적당 생산량을 높이기 위하여 고밀도 사육을 하고 있으며, 이로 인하여 면역력 저하, 질병발생, 증중율 저하 등 생산력 감소를 방지하고자 항생제 및 성장촉진제 등 다양한 약품이 빈번히 사용되고 있다. 반면, 항생제 과용으로 인한 폐해가 사회적 문제로 대두되면서 양식에서도 항생제의 사용규제가 적용되었고, 보다 안전하고 기능성이 있는 양식생물을 제공하기 위하여 사료첨가제를 이용한 성장개선효과, 면역력증강 및 체성분 조절 사례가 보고되고 있다(Nakagawa and Kasahara, 1986; Yi and Chang, 1994). 사료첨가제는 한약제(Yeo and Rho, 2004), 목초탄(An et al., 2004), 미생물(Yeo IK and Rho, 2004), 균사체(Kim et al., 2006) 등 그 종류도 다양해지고 있고, 육상동물 사육에서는 생약제(Woo et al., 2007)를 첨가하기도 한다. 생약제(Herbs) 중 울금(*Curcuma longa* L.)은 생강과에 속하는 다년생 초본으로 열대 및 아열대 지방, 남아시아와 동남아시아에서 재배되며(Kang et al., 1998), 주요성분인 curcumin 이외에 demethoxycurcumin, bisdmethoxycurcumin, cyclocurcumin, calebin 등이 존재하고, 식물성 sterols 및 정유성분인 β-sitosterol, zingiberene, campesterol, stigmasterol, mono- 및 di-enoic acid, tumerone, zingiberone, borneol, eugenol, camphor, curdion, α-phellandrene, cineol 등이 4.2-

Article history;
Received 31 May 2013; **Revised** 2 Ausgst 2013; **Accepted** 25 Septmeber 2013
***Corresponding author:** Tel: +82. 61. 659. 7214 Fax: +82. 61. 659. 7219
E-mail address: foodkims@chonnam.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(5) 540-545, October 2013
http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0540
pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815
ⓒ The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

4.5% 내외로 포함되어 있는 기능성 원료로서(Geoffrey et al., 1998; Andrew and Matthew, 2000; An et al., 2006) 국내에서 널리 이용되고 있으나 사료첨가제로서의 이용은 아직까지 보고되지 않고 있다.

본 연구에서는 국내 주요 양식 대상종인 조피볼락을 대상으로 생약제인 울금을 사료에 첨가함으로서 조피볼락 치어의 체성분 변화를 조사하여 울금의 사료첨가제로서 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험어 및 사육관리

본 실험에 사용된 조피볼락은 2010년 3월에 축제식 양식장에서 생산하여, 2010년 5월에 전남대학교 수산증양식연구센터로 수송하였다. 사육실험 전 실험어를 안정시키기 위해 시판 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 각 실험구별로 40마리씩 무작위로 추출하여 12개의 300 L FRP 수조에 수용하였으며, 실험사료를 공급하여 총 8주간 사육하였다. 사료공급은 1일 2회(08:00, 18:00)로 먹지 않을 때까지 만복 급이 하였으며, 실험기간 중 사육수는 유수식(5 L/min)으로 유지하였고, 수온은 20.2±2.3℃, 용존산소는 6.3±0.4 mg/L, 염분농도는 32.0±1.2 psu이었다.

실험사료 및 실험구

실험어에 공급한 실험사료 조성에 있어서 단백질원은 갈색어분(Itata, Chile), 지질원은 오징어간유(Ihwa, Korea), 탄수화물원은 밀가루(CJ, Korea)를 각각 사용하였고, 실험어의 어체크기에 맞는 영양요구량을 고려해 실험사료의 조단백질 함량을 약 40%로 제조하였다(Lee et al., 1993). 이를 기준으로 실험에 사용할 울금은 전라남도 진도에 위치한 농장에서 재배된 울금을 사용하였으며, 울금 분말(turmeric powder, TP) 첨가량은 대조구(0%)와 실험구(1, 3, 5%) 총 4개구로 설정하였고, 사료 100 g에 최종농도 1, 3, 5%의 울금 분말이 첨가되도록 혼합하여 moist pellet 제조기로 성형 후 -45℃에 냉동보관하여 사용하였다(Table 1).

또한, 8주간 울금분말 첨가 실험사료를 공급한 조피볼락 치어의 체성분 특성을 조사하기 위해 각 실험구별로 10마리씩 무작위로 채집하였으며, 채집된 실험어는 일반성분, 유기산, 유리당, 지방산, 총 아미노산, 유리아미노산을 분석하기 위해 -45℃ 초저온냉동고(OPERON, Korea)에 급속 냉동하였다.

일반성분

실험사료와 채집된 실험어의 일반성분 분석은 동결된 사료와 어체를 각각 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.

Table 1. Ingredient and proximate composition of experimental diets with various levels of TP

Ingredients (%, DM)	TP level (%)			
	Control (0)	1	3	5
Brown fish meal (protein 65%, lipid 12%)	72	72	72	72
Wheat flour	10	10	10	10
Squid liver oil	10	10	10	10
α-potato starch	3	3	3	3
Vitamin premix[1]	2	2	2	2
Mineral premix[2]	2	2	2	2
Choline chloride	1	1	1	1
Addition rate of turmeric powder	0	1	3	5
Proximate composition (%)				
Moisture	16.9	16.5	17.3	17.6
Crude protein	40.4	40.3	40.3	40.2
Crude lipid	12.7	12.8	12.1	12.4
Ash	9.4	9.6	9.5	9.5
Carbohydrate[4]	14.8	15.1	15.0	14.6

DM, dry matter

[1] Vitamin premix(mg/g mixture) : retinol acetate, 0.27; cholecalciferol 0.005; vitamin E, 22.5; vitamin K_3, 2.5; thiamine, 5.5; riboflavin, 10; pyridoxine, 6; L-ascorbic acid, 100; Niacin, 37.5; Folic acid, 2; Biotin 0.05; inositol 50. All ingredients were diluted with alpha-cellulose to 1 g.

[2] Mineral premix(mg or IU/g mixture) : peptide Mn, 3.2 mg; peptide Zn, 3.2 mg; peptide Fe, 3.0 mg; peptide Cu, 0.36 mg; $MgSO_4$, 100 mg; KCl(47%), 60 mg; $Al(OH)_3$, 1.06 mg; $Ca(IO_3)_2$, 0.475 mg; $CoSO_4$, 0.475 mg. All ingredients were diluted with alpha-cellulose to 1 g.

[3] 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).

[4] Carbohydrate (%) = 100-(moisture + crude protein + curde lipid + ash).

지방산

지방산은 AOCS법(1990)에 따라 실험어 시료분말을 methyl ester화한 후에 모세관 컬럼(Omegawax 320 fused silica capillary column, 30 m×0.32 mm i.d., Supelco Pack, Bellefonte, Pa, USA)이 장착된 가스-액체 크로마토그래피(Shimadzu GC 14A, Shimadzu Seisakusho, Co. Ltd., Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 인젝터(Fid) 온도를 250℃로 하고, 컬럼 온도는 180℃에서 8분간 유지시킨 다음, 3℃/min로 230℃까지 승온시키고 15분간 유지시켰다. 운반기체는 헬륨(수송 유압:1.0 kg/cm^2)을 사용하였으며 split ratio는 1:50으로

Table 2. Proximate analysis of whole body in black rockfish *Sebastes schlegeli* fed the test diets with various levels of TP for 8 weeks

	TP level (%)			
	Control (0)	1	3	5
Moisture (%)	64.6±0.6^{b1}	65.1±1.1^{b}	64.0±0.7^{ab}	62.7±0.5^{a}
Crude protein (%)	15.5±0.1^{a}	15.7±0.1^{b}	16.6±0.1^{c}	16.5±0.0^{c}
Crude lipid (%)	15.2±1.7^{b}	12.5±0.4^{a}	11.9±0.0^{a}	13.6±0.4^{ab}
Ash (%)	3.6±0.0^{a}	4.0±0.1^{b}	4.1±0.1^{c}	4.0±0.0^{bc}
Carbohydrate[2] (%)	1.2±1.0^{ns}	2.8±1.6	3.5±0.8	3.2±1.0

[1] 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).
[2] Carbohydrate (%) = 100-(moisture + crude protein + curde lipid + ash).
ns is not significant.

하였고, 내부표준물질로는 methyltricosanoate (AldrichChem. Co., MilWaukee, WI, USA)를 사용하였다.

총아미노산

총아미노산은 실험어 시료분말 0.5 g을 18 mL 시험관에 칭량하여 6 N HCl 3 mL를 가한 다음 진공펌프를 이용하여 시험관을 밀봉하였다. 밀봉한 시험관은 121℃로 고온반응기에서 24시간 가수분해하여, 50℃, 40 psi의 회전증발기로 산을 제거한 후 나트륨 완충용액 10 mL로 정용한 다음, 이 중 1 mL를 취하여 막여과기(0.2 mL)로 여과하여 아미노산분석기(S433-H, SYKAM)로 정량분석하였다. 컬럼은 양이온 분리 컬럼(LCA K06/Na)을 사용하였고, 컬럼 크기는 4.6 × 150 mm, 컬럼 온도는 57-74℃, 완충용액과 OPA 시약의 flow rate는 각각 0.45 mL/min, 0.25 mL/min였으며, 이때 완충용액의 pH 범위는 3.45-10.85이었고, 파장은 440 nm과 570 nm이었다.

통계처리

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

결과 및 고찰

일반성분 함량

울금 분말을 첨가한 실험사료의 일반성분 분석결과에서 첨가유무에 따른 일반성분의 유의적인 차이는 확인되지 않았으나 (Table 1), 실험사료를 각각 8주간 급이한 실험어의 일반성분조성에서 수분은 울금 분말 첨가 농도에 따라 줄어들었으며(Table 2), 조단백질에서는 모든 실험구가 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 또한, 조지방에서는 실험구가 대조구보다 낮았으며($P<0.05$), 회분은 모든 실험구가 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 이와 달리 탄수화물은 실험구와 대조구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$).

Table 3. Fatty acid composition of whole body in black rockfish *Sebastes schlegeli* fed the test diets with various levels of TP for 8 weeks (weight, %)

	TP level (%)			
	Control (0)	1	3	5
C12:0	0.2±0.0^{ns}	0.2±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0
C13:0	0.1±0.0^{b1}	0.0±0.0^{a}	0.1±0.0^{a}	0.1±0.0^{a}
C14:0	8.1±0.1^{ns}	8.6±0.4	8.1±0.4	7.9±0.2
C15:0	0.9±0.1^{ns}	0.7±0.0	0.8±0.0	0.8±0.0
C16:0	25.7±1.1^{ns}	25.4±0.3	24.8±0.1	25.0±0.2
C17:0	0.8±0.1^{b}	0.7±0.0^{a}	0.9±0.0^{b}	0.8±0.0^{b}
C18:0	7.7±0.5^{b}	6.5±0.3^{a}	7.5±0.3^{b}	7.6±0.3^{b}
C20:0	2.0±0.1^{c}	1.7±0.1^{a}	2.1±0.0^{c}	2.0±0.0^{b}
C21:0	0.3±0.0^{b}	0.6±0.0^{c}	0.2±0.0^{a}	0.2±0.0^{a}
C22:0	1.0±0.2^{a}	2.3±0.1^{b}	2.7±0.0^{c}	2.6±0.1^{c}
C23:0	1.4±0.1^{a}	1.6±0.0^{b}	1.4±0.0^{a}	1.4±0.1^{a}
C24:0	1.6±0.2^{b}	1.3±0.0^{a}	1.5±0.0^{b}	1.6±0.1^{b}
Saturates	49.7±1.8^{ns}	49.6±1.1	50.2±1.0	50.2±1.0
C14:1	0.4±0.0^{b}	0.2±0.0^{a}	0.4±0.0^{b}	0.4±0.0^{b}
C16:1	6.3±0.6^{ns}	6.0±0.5	5.9±0.2	6.1±0.1
C17:1	0.8±0.0^{b}	0.6±0.0^{a}	0.7±0.0^{b}	0.8±0.0^{b}
C18:1 n-9 (*trans*)	0.5±0.0^{ns}	0.6±0.0	0.6±0.0	0.6±0.0
C18:1 n-9 (*cis*)	16.8±1.2^{ab}	18.1±0.6^{b}	16.2±0.2^{a}	16.0±0.4^{a}
C20:1	3.6±0.7^{ns}	3.5±0.2	3.5±0.1	3.7±0.1
C22:1 n-9	0.7±0.1^{ab}	0.7±0.0^{a}	0.7±0.0^{b}	0.7±0.0^{b}
C24:1	0.7±0.1^{a}	0.8±0.0^{a}	0.8±0.0^{a}	1.0±0.0^{b}
Monoenes	29.8±1.6^{ns}	30.2±1.4	28.8±0.6	29.3±0.8
C18:2 n-6 (*trans*)	0.2±0.0^{b}	0.2±0.0^{a}	0.2±0.0^{b}	0.2±0.0^{b}
C18:2 n-6 (*cis*)	0.8±0.1^{b}	0.7±0.0^{a}	0.8±0.0^{b}	0.8±0.0^{b}
C20:2	0.8±0.0^{b}	0.6±0.0^{a}	0.7±0.0^{b}	0.8±0.0^{b}
C22:2	0.1±0.0^{c}	0.1±0.0^{b}	0.1±0.00^{a}	0.1±0.0^{c}
C18:3 n-6	0.3±0.0^{ns}	0.3±0.0	0.3±0.0	0.3±0.1
C18:3 n-3	1.2±0.1^{ns}	1.0±0.1	1.2±0.1	1.2±0.2
C20:3 n-6	0.0±0.0^{ns}	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
C20:3 n-3	0.1±0.0^{ns}	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0
C20:4 n-6	0.3±0.0^{c}	0.3±0.0^{a}	0.3±0.0^{bc}	0.3±0.0^{c}
C22:6 n-3	16.7±1.4^{ns}	16.9±1.3	17.2±1.3	16.6±0.4
Polyenes	19.5±1.6^{ns}	19.3±1.5	20.0±1.4	19.5±0.7
n-3	18.0±1.6^{ns}	18.1±1.5	18.6±1.4	18.0±0.6
n-6	1.7±0.1^{b}	1.5±0.1^{a}	1.6±0.1^{b}	1.7±0.1^{b}

[1] 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 4. Total amino acid content of whole body in black rockfish *Sebastes schlegeli* fed the test diets with various levels of TP for 8 weeks (mg/100 g)

	TP Level (%)			
	Control (0)	1	3	5
Aspartic acid	4434.5±44.0[ns]	4551.6±45.9	4508.0±51.2	4548.8±49.9
Threonine	2000.3±32.4[ab1]	2058.3±54.9[b]	2171.2±37.8[c]	1983.4±47.2[a]
Serine	2098.4±15.4[a]	2188.6±27.9[b]	2304.4±20.8[c]	2112.8±15.5[a]
Glutamic acid	6112.3±111.1[ns]	6307.2±145.8	6159.4±133.7	6087.6±156.2
Proline	2249.1±25.2[b]	2262.3±19.1[b]	2175.3±29.8[a]	2207.3±19.2[ab]
Glycine	3487.9±110.4[a]	3661.0±73.2[a]	3967.0±116.5[b]	3558.6±155.7[a]
Alanine	3069.8±56.1[a]	3156.4±56.2[a]	3314.4±76.4[b]	3073.5±55.6[a]
Cystine	283.8±12.1	260.1±10.6	272.5±7.9	289.1±10.9
Valine	2077.7±37.1[b]	2103.6±23.6[bc]	2174.4±26.4[c]	1967.2±29.2[a]
Methionine	1332.2±29.9[ab]	1387.3±21.1[b]	1433.2±28.5[c]	1308.7±25.8[a]
Isoleucine	1787.1±25.0[b]	1835.0±33.0[b]	1903.8±21.3[c]	1686.5±21.3[a]
Leucine	3130.7±49.9[ab]	3165.6±57.4[ab]	3239.7±60.0[b]	3068.6±50.9[a]
Tyrosine	1301.4±19.5[b]	1321.6±21.6[b]	1370.1±26.7[b]	1215.3±28.1[a]
Phenylalanine	1791.6±23.4[ab]	1825.1±29.3[bc]	1864.5±20.1[c]	1767.8±25.3[a]
Histidine	1293.2±60.2[a]	1380.4±60.3[ab]	1439.6±59.6[b]	1345.4±55.8[ab]
Lysine	2704.4±41.2[a]	2801.3±45.5[b]	2876.5±41.7[bc]	2932.8±43.1[c]
Ammonia	1082.3±15.2[b]	1155.2±26.5[c]	1182.2±11.9[c]	1024.8±17.1[a]
Arginine	2497.4±20.4[a]	2565.2±27.1[b]	2759.7±17.7[d]	2665.2±25.2[c]
Total	42734.1±119.0[a]	43985.8±700.1[b]	45115.3±735.6[b]	42843.6±745.2[a]
Total EAA[2]	18614.6±184.3[a]	19121.8±352.1[ab]	19862.5±313.1[b]	18725.7±323.8[a]

[1] 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).

[2] Essential amino acid: threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine

ns is not significant.

Mohsen et al., (2010)은 식물성 잎성분인 녹차분말을 0.125-2.00 g/kg으로 단계적으로 첨가한 사료를 나일틸라피아(*Oreochromis niloticus*)에게 12주동안 공급하였을 때 어체의 조단백질이 높아지고, 조지방은 감소하였다고 보고한 바 있으며, Yi and Jang (1994)은 동일 종인 조피볼락에 미역을 첨가한 사료를 140일간 급이하여 사육하였을 때 수분함량은 감소하고, 조단백질이 증가하는 경향을 나타낸다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 즉 울금 분말의 첨가가 조피볼락 체내의 지방 생합성에 영향을 주어 체내의 지방이 감소한 것으로 보인다. 자연산 조피볼락보다 양식산 조피볼락의 지질함량이 높은 경향을 보이는데(Lee et al., 2000), 지속적인 울금 분말 첨가 사료의 공급은 고단백 저지방의 자연산 체성분 조성을 가능하게 할 수 있을 것으로 예상되나 치어에서 성어까지의 장기간 사육이 이루어지지 않은 만큼 향후 추가연구가 요구된다.

지방산 함량

각 실험구별 조피볼락의 지방산 조성에서 지방산은 Table 3과 같이 palmitic acid (C16:0), oleic acid [C18:1 n-9(cis)], DHA (C22:6 n-3)의 함량이 높았고, 이들이 전체 지방산함량의 약 60%를 차지하였으며, 이 3종의 지방산 중 oleic acid를 제외하고 각 실험구별로 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 또한, 모든 실험구에서 saturates의 조성비가 가장 높았고 다음으로 monoenes, polyenes 순이었으며, 각 실험구별 saturates, monoenes, polyenes는 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$).

녹차 에탄올 추출물 첨가 사료를 급이한 조피볼락 치어는 체내 지방산 함량에 영향을 받지 않으며(Hwang et al., 2011), 생약재 첨가 사료를 급이한 조피볼락 치어와 성어 역시 체내 지방산에 영향을 받지 않아(Seo et al., 2009) 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 그러나, 창자파래(*Enteromorpha intestinalis*) 첨가사료를 급이한 조피볼락 치어의 근육 내 지방산은 첨가량이 높아질수록 증가되는 경향을 나타내어(Bae et., 2000), 본 연구결과와 차이를 보였다. 또한, 창자파래를 급이한 조피볼락 치어의 경우, 조지방과 함께 지방산이 증가되었지만, 1%, 3% 울금 분말 실험구의 조지방함량이 대조구 및 5% 울금 분말 실험구에 비해 유의적으로 감소한 반면 지방산 함량은 유의적인 차이가 확인되지 않아 울금 첨가농도에 따라 조피볼락의 지질류 대사에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

총 아미노산 함량

수산동물 체내 단백질의 아미노산 조성은 어종에 따라 큰 차이가 없는 것으로 알려져 있으며(Lee and Sung, 1997), 어류는 육상동물과는 달리 에너지원으로서 탄수화물의 이용성이 낮

아 단백질 요구량이 더 높다. 따라서 체내 단백질 함량은 어류에게 중요한 에너지원일 뿐만 아니라 정상적인 성장을 위해서도 중요하며 각 어종별 아미노산 요구량을 충족하는 먹이 섭취가 필요하다(Wilson, 2002). 조피볼락 치어의 각 시료에서 분석한 총 아미노산은 5% 울금 분말 실험구를 제외한 울금 분말 실험구가 대조구보다 유의적으로 높았으며(Table 4, $P<0.05$), 필수아미노산(Essential amino acid, EAA)은 3%를 제외한 1% 및 5% 울금 분말 실험구와 대조구간에 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). Kim et al., (2000)은 자연산 조피볼락에서 대부분을 차지하는 아미노산이 glutamic acid, lysine, aspartic acid, proline 등 4종으로 전체의 47-50%를 차지하며, 양식산과 자연산간의 총 아미노산은 큰 차이가 없다고 하였다. 그러나, 본 연구에서 glutamic acid와 aspartic acid는 다른 아미노산에 비해 높은 값을 보였으나, proline, lysine은 glycine, alanine, leucine 보다 낮은 함량을 나타내었다. Bae et al., (2000)은 창자파래추출물 첨가사료를 급이하여 사육한 조피볼락 치어의 근육 내 아미노산에서 glutamic acid, aspartic acid, glycine, lysine, alanine, leucine의 함량이 높았으며, 그 원인으로는 창자파래 유래의 DMPT (dimethyl-ß-propiothetin)에 의한 섭식촉진으로 체내 단백질 함량이 증가한 것으로 보고하였다. 본 연구의 총 아미노산 함량은 Bae et al., (2000)과 유사한 결과를 나타내어 울금 분말의 특정성분이 섭식촉진을 유발하였을 수도 있으나 울금 분말내의 특정성분이 지방대사에 영향을 주면서 체내 지방감소 또는 에너지원으로 활용되어 단백질 체내축적이 향상되었을 가능성 역시 배제할 수 없다. 또한, 총 아미노산 결과로 미루어 볼 때 필수아미노산에 있어서 울금 분말 첨가에 의한 상승효과가 3% 울금 분말 실험구에서만 확인되어 사료 내 적정 농도의 울금 분말 첨가가 조피볼락 치어의 건강도와 품질향상에 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

어류양식에서 사료의 효율을 높이고 건강한 어체를 생산하기 위하여 다양한 사료첨가제를 활용한다. 본 연구에서 조피볼락 치어를 대상으로 기능성물질을 함유한 울금의 사료첨가제로서 가능성을 조사한 결과 실험구에서 낮은 조지방과 높은 조단백질의 체조성을 확인하였고, 총 아미노산 결과에서도 실험구가 비교적 높게 나타나 사료첨가제로서 울금의 긍정적인 효과를 확인하였다. 향후 울금 첨가 효과의 독성여부나 어체에 미치는 면역력 증가 및 건강도와 관련된 상관관계를 규명하기 위해는 혈액성분 분석을 포함한 생리학적 추가연구가 요구된다.

사 사

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2011-0011204)

참고문헌

An BJ, Cho ST, Jo TS, Jeong GS and Ji SC. 2004. Effect of wood carbonization products on growth and body composition of flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Kor For En 23, 34-43.

An BJ, Lee JY, Park TS, Pyeon JR, Bae HJ, Song MA, Baek EJ, Park JM, Son JH, Lee CE and Choi KI. 2006. Antioxidant activity and whitening effect of extraction conditions in *Curcuma longa L*. Korean J medicinal crop 14, 168-172.

Andrew MA and Matthew SM. 2000. Isolation of curcuma from tumeric. J Chem Educ 77, 359-362.

AOAC. 2000. Official methods of analysis, 17th edition. Association of Official Analytical Chemist, Inc., Arlington, VA, U.S.A.

AOCS. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA, U.S.A.

Bae TJ, Kang DS, CHoi OS, Lee YJ, Kim KE and Kim HJ. 2000. Changes in chemical components of muscle from Korean rockfish (*Sebasets schlegeli*) by *Enteromorpha intestinalis* Extract. Kor J Life Sci 10, 548-557.

Choi SM, Ko SH, Park GJ, Lim SR, Yu GY, Lee JH and Bai SC. 2004. Utilization of song-gang stone as the dietary additive in juvenile olive flounder, *Paralichthys olivacus*. J of Aquaculture 17, 39-45.

Geoffrey NR, Amitahb C and Muraleedharan GN. 1998. Nobel bioactivities of *Curcuma longa* constituents. J Nat Prod 61, 542-545.

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.

Kang WS, Kim JH, Park EJ and Yoon KR. 1998. Antioxidative property of turmeric (*Curcuma Rhizoma*) ethanol extract. Korean J Food Sci Technol 30, 226-271.

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. Kor J Food Sci Technol 32, 550-563.

Kim MJ, Kim MC, Kim T, Kim KY and Heo MS. 2006. Effect of dietary supplementation of extracts of mushroom mycelium on survival and growth of juvenile flounder, *Paralichthys olivacceus*. J of Aquaculture 19, 231-235.

Lee EH and Sung NY. 1997. The taste compounds of fermented squid, *Loligo robiensis*. Kor 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 Kor Fish Soc 33, 137-142.

Lee JY, Kang YJ, Lee SM and Kim IB. 1993. Protein requirements of the Korean rockfish, *Sebastes schlegeli*. J Aquaculture 6, 13-27.

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 World Aquacult Soc 41, 203-213.

Nakagawa H and Kasahara S. 1986. Effect of *Ulva* meal supplement to diet on the lipid metabolism of red sea bream. Nipp Suisan Gakka 52, 1887-1893.

Seo JY, Kim KD 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 Aquaculture 22, 112-117.

Wendelaar Bonga SE. 1997. The stress response in fish. Physiol Rev 77, 591-625.

Wilson RP. 2002. Amino acids and Proteins: In "Fish Nutrition" 3th ed. Academic press, San Diego, California, U.S.A., 143-177.

Woo KC, Kim CH, NamGung Y and Paik IK. 2007. Effects of supplementary herbs and plant extracts on the performance of broiler chicks. Kor J Poult Sci 34, 43-52.

Yeo IK and Rho S. 2004. Characteristics of the addition of effective microoganisms and herbal (Hanbangchun.Olyukchun) mixtures in moist pellets and effects of the mixed additive on activity of liver in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Aquaculture 17, 109-114.

Yi YH and Chang YJ. 1994. Physiological effects of seamustard supplement diet on the growth and body composition of young rockfish, *Sebastes schlegeli*. Kor J Fish Aquat Sci 27, 69-82.