

배합사료에 생약재 첨가가 조피볼락 치어 및 육성어의 성장, 사료 이용성 및 체조성에 미치는 효과

서주영, 김정덕¹, 이상민*

강릉대학교 해양생명공학부, ¹국립수산물과학원 양식사료연구센터

Effects of Supplemental Herb Medicines in the Diets on Growth, Feed Utilization and Body Composition of Juvenile and Grower Rockfish *Sebastes schlegeli*

Joo-Young Seo, Kyoung-Duck Kim¹ and Sang-Min Lee*

Faculty of Marine Bioscience and Technology, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea
¹Aquafed Research Center, National Fisheries Research and Development Institute, Pohang 791-923, Korea

This study were conducted to investigate the effects of several additives in experimental diets on the growth, feed utilization and body composition of juvenile and grower rockfish. Three replicates of juveniles (3.6 g/fish) and two replicates growers (166 g/fish) were fed the experimental diets containing herb medicines mixture, *Artemisia asiatica* and *Epimedium koreanum* for 8 weeks. Dietary supplementation with herb medicines mixture had no beneficial effects on growth and feed utilization of juvenile fish. Weight gain, daily feed intake, condition factor and hepatosomatic index of grower fish fed the diet were not affected by dietary additive ($P>0.05$). Feed efficiency and protein efficiency ratio of grower fish fed the diet containing herb medicines mixture were significantly higher than those of fish fed the control diet ($P<0.05$), but not significantly different from fish fed the diet containing *A. asiatica* and *E. koreanum* ($P>0.05$). Proximate analysis of whole body, muscle, viscera and liver in the juvenile and grower were not affected by dietary additives ($P>0.05$). The results of this study suggest that feed efficiency and protein efficiency ratio of grower rockfish may improved by herb medicines mixture supplementation in the diet.

Key words: Rockfish, Herb Medicines, *Artemisia asiatica*, *Epimedium koreanum*, Growth, Body Composition

서 론

사료는 양식생산 단가의 매우 높은 비중을 차지하고 있기 때문에(Lee et al., 2000) 양식생산에 소요되는 비용을 최소화시키기 위해서는 대상 양식어종에 사용되는 사료의 품질이 양호함과 동시에 가격이 저렴하여야 한다. 대상 어류에 적합한 배합사료를 개발하는 것은 그 어종에 적합한 배합사료 조성비를 연구하는 것이라 할 수 있다.

조피볼락은 1980년대 후반부터 양식생산량이 급격히 증가하면서 현재 넙치와 함께 주요한 해산 양식종으로 자리를 잡고 있는 어종으로 지금까지 적정 배합사료를 개발하기 위하여 영양요구(Lee, 2001; Lee et al., 2002), 원료 이용성(Lee, 2002), 사료 물성(Lee et al., 2000) 및 사료 공급(Seo and Lee, 2008)에 관한 연구들이 체계적으로 진행되어 왔다. 그러나 양식 대상종

에 적합한 배합사료 조성비가 연구되었다 하더라도 그 조성비를 개선하여 성장효과 및 사료 이용성을 더 높이는 한편, 값비싼 영양소의 과다 첨가를 최소화하여 사료원가를 줄이거나 양식종의 품질을 개선시키기 위한 노력은 계속 이어져야 할 것이다.

대상 양식어종의 성장, 사료 이용성 및 어체 품질을 개선시키는 요소들을 정확히 구명하는 것은 어렵지만, 대상종의 식성 등을 고려하여 사료에 유인효과가 있는 물질이나 성장개선 효과가 있을 것으로 판단되는 원료를 첨가하여 어류 및 사료의 질적 향상을 위한 연구가 진행되고 있다(Nakagawa and Kasahara, 1986; Yone et al., 1986; Yi and Chang, 1994). 특히, 최근에는 한방에서 치료 및 보약으로 이용되는 한약재에 대한 관심이 높아지고 있는데, 상업용 한방제인 여보산(Kim et al., 1998a, b), 구기자(Kwon et al., 1999), 감초(Jang et al., 1992) 및 한약재 혼합물(Yeo and Rho, 2004) 등이 배합사료 첨가제로 그 효능이 증명된 바 있다.

*Corresponding author: smlee@kangnung.ac.kr

약썩은 한방에서 지혈제, 소화제 및 구충제 등으로 사용되고 있으며, 살균, 향균 및 항중양 등의 여러 가지 생리적 활성이 있는 것으로 알려져 있다(Lee, 1975; Kim et al., 1994). 삼지구엽 또한 강장, 강정, 거풍, 이노 및 음위 등을 위한 약재로 이용되어 왔고(Noh et al., 2004), 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있다(Li et al., 1995). 그리고 이 두 가지 원료는 넙치의 면역 저항성을 증가시킨다고 보고되어 있어(Jung et al., 2002) 배합사료 첨가제로서 어류의 성장 및 사료 이용성 개선에 대한 효능도 기대할 수 있을 것이다. 그러나, 지금까지 수행된 생약재에 관한 대부분의 연구들은 몇몇의 특정 어종과 전복 등의 패류를 대상으로 수행되었으며, 조피볼락에 적용시킨 연구는 제한적이다. 따라서 본 연구에서는 생약재 혼합물, 약썩 및 삼지구엽을 배합사료에 첨가하여 조피볼락 치어 및 육성어의 성장, 사료이용성 및 체조성의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험사료

실험사료는 청어분을 단백질원으로 사용하였으며, 탄수화물 원료로 α -전분과 β -전분을, 지질원으로 오징어간유와 대두유를 각각 사용하였다(Table 1). 생약재 및 약썩과 삼지구엽 혼합물의 첨가 효과를 조사하기 위하여 생약재(14가지 약재 혼합, HM: 약썩 *Artemisia asiatica* NAKAI, 삼지구엽초 *Epimedium koreanum* NAKAI, 연교 *Forsythia koreana* NAKAI, 구절초 *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* KITAMURA, 박하 *Mentha arvensis* L. var. *piperascens* MALINV, 지유 *Sanguisorba officinalis* L., 삼백초 *Saururus chinensis* BAILL., 상백피 *Morus alba* L., 팔각 *Illicium verum* HOOK. f., 귀전우 *Euonymus alatus* (Thunb.) SIEB., 소회향 *Foeniculum vulgare* MILL., 방풍 *Ledebouriella sesloides* (Hoffm.) WOLFF., 편축 *Polygonum aviculare* L., 고삼 *Sophora flavescens* AIT.) 및 약썩과 삼지구엽 혼합물(7:3, AE)을 이전 연구결과(Kim et al 1998a; Kim et al. 2000)를 참조하여 0.5%씩 첨가하였으며, 대조사료(Con)를 포함한 총 3종류의 실험사료를 설계하였다. 이와 같이 설계된 원료들을 잘 혼합한 후 원료 100 g 당 물 40 g 을 첨가하여 moist pellet 제조기로 압출 성형하였으며, 실온에서 24시간 동안 건조하였다. 제조된 실험사료는 -30°C에 보관하면서 사용하였다.

실험어 및 사육관리

사육실험은 치어의 경우, 평균체중 3.6 g 전후의 실험어를 260 L 원형수조에 각각 30마리씩 3반복으로 수용하여 실험사료(Con 및 HM)를 1일 2회(0800, 1700) 실험어가 먹을 때까지 손으로 던져주었다. 육성어의 경우, 평균체중 166 g 전후의 실험어를 1000 L 원형수조에 각각 20마리씩 2반복으로 수용하여 실험사료(Con, HM 및 AE)를 1일 1회(0900) 치어와 동일한 방

Table 1. Ingredients and nutrients contents of the experimental diets

	Diets		
	Con	HM	AE
<i>Ingredients (%)</i>			
Herring meal	61.0	61.0	61.0
Soybean-curd residues	10.0	10.0	10.0
Herb medicines ¹		0.5	
<i>Artemisia asiatica</i> NAKAI			0.35
<i>Epimedium koreanum</i> NAKAI			0.15
α -starch	6.0	6.0	6.0
β -starch	6.0	6.0	6.0
Squid liver oil	2.0	2.0	2.0
Soybean oil	9.0	9.0	9.0
Carboxymethyl cellulose	2.0	1.5	1.5
Vitamin premix ²	1.5	1.5	1.5
Mineral premix ³	2.0	2.0	2.0
Choline salt	0.5	0.5	0.5
<i>Nutrient contents (% of dry matter basis)</i>			
Crude protein	50.2	50.4	50.2
Crude lipid	18.5	16.6	17.2
Ash	9.6	9.8	9.9

¹Mixture of *Artemisia asiatica* NAKAI, *Epimedium koreanum* NAKAI, *Forsythia koreana* NAKAI, *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* KITAMURA, *Mentha arvensis* L. var. *piperascens* MALINV, *Sanguisorba officinalis* L., *Saururus chinensis* BAILL., *Morus alba* L., *Illicium verum* HOOK. f. *Euonymus alatus* (Thunb.) SIEB, *Foeniculum vulgare* MILL., *Ledebouriella sesloides* (Hoffm.) WOLFF., *Polygonum aviculare* L., and *Sophora flavescens* AIT.

²Vitamin premix contained the following amount which were diluted in cellulose (g/kg premix): L-ascorbic acid, 121.2; DL- α -tocopheryl acetate, 18.8; thiamin hydrochloride, 2.7; riboflavin, 9.1; pyridoxine hydrochloride, 1.8; niacin, 36.4; Ca-D-pantothenate, 12.7; myo-inositol, 181.8; D-biotin, 0.27; folic acid, 0.68; p-aminobenzoic acid, 18.2; menadione, 1.8; retinyl acetate, 0.73; cholecalciferol, 0.003; cyanocobalamin, 0.003.

³Mineral premix contained the following ingredients (g/kg premix): $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 80.0; $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$, 370.0; KCl, 130.0; Ferric citrate, 40.0; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 20.0; Ca-lactate, 356.5; CuCl, 0.2; $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, 0.15; KI, 0.15; $Na_2Se_2O_3$, 0.01; $MnSO_4 \cdot H_2O$, 2.0; $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, 1.0.

법으로 반복 급여하였다. 8주간의 사육실험 기간동안 여과해수를 치어와 육성어 수조에 분당 2 L 및 8 L로 조절하여 각각 흘려주었으며, 수온과 비중은 각각 $20.0 \pm 1.07^\circ C$ 와 34 ± 0.1 ppt를 유지하였다. 그리고 사육실험 시작시와 종료시에는 측정 전일 절식시킨 후 MS222 100 ppm (Tricaine methanesulfonate, Sigma, USA) 수용액에 마취하여 각 실험수조에 수용된 실험어의 전체무게를 측정하였다.

시료수집 및 성분분석

어체 성분 분석용으로 사육실험 시작시 치어 50마리와 육성어 10마리를 각각 표본 추출하였으며, 실험 종료시에는 각 실험

수조의 실험어 중에서 어체의 성분분석용으로 치어는 10마리, 육성어는 6마리씩 임의로 sample하여 냉동(-75°C) 보관하였다. 실험사료와 어체의 일반성분은 AOAC (1990)의 방법에 따라 조단백질(N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Buchi B-324/435/412, Switzerland)을 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 수분은 105°C의 dry oven에서 6시간 동안 건조 후 측정하였다. 조회분은 600°C 회화로에서 4시간 동안 태운 후 측정하였다. 지방산 분석은 Folch et al. (1957)의 방법에 따라 methanol과 chloroform 혼합액(1:2)으로 지질을 추출하였으며, 14% BF₃-methanol (Sigma, USA)로 지방산을 methylation 시킨 후, capillary column (HP-INNOWax, 30 m×0.32 mm×0.5 µm, USA)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu, GC-17A, Japan)로 분석하였다. 표준 지방산으로 12:0, 14:0, 14:1, 16:1n-7, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:0, 20:1n-9, 20:2n-6, 20:3n-3, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:0, 22:1n-9, 22:2n-6, 22:3n-3, 22:4n-6, 22:5n-3, 22:6n-3 및 24:0 (Sigma, USA)을 사용하였다. Carrier gas는 helium (30 mL/min)을 사용하였으며, oven 온도는 170°C에서 225°C까지 1°C/min 증가시켰고, injector 온도는 250°C, detector (FID) 온도는 270°C로 설정하였다.

통계 처리

결과의 통계 처리는 ANOVA-test를 실시하여, Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 SPSS (SPSS Inc., 1997) program을 사용하여 검정하였다.

결과 및 고찰

치어기 및 육성기 조피볼락을 8주간 사육 실험한 결과를 Table 2에 나타내었다. 생존율은 치어와 육성어 모두 98% 이상이었으며, 실험구간에 유의한 차이가 없었다($P>0.05$). 치어의 경우, 증중량, 사료 효율, 일일사료섭취율, 단백질 효율, 비만도 및 간중량지수는 사료 첨가제에 영향을 받지 않았다($P>0.05$). 육성어의 증중량, 일일사료섭취율, 비만도 및 간중량지수는 사료 첨가제에 영향을 받지 않았지만($P>0.05$), 사료 효율과 단백질 효율은 생약제 첨가구가 대조구보다 유의하게 높은 값을 보였다($P<0.05$).

한약제는 배합사료 첨가제로 어류(Kim et al., 1998a, b; Lee and Lim 2000) 및 패류(Lee et al., 1999; Lee et al., 2001)의 성장 개선에 효과를 보인다고 보고되어 있다. 그러나 본 연구에서 조피볼락 치어와 육성어 모두 성장에 대한 개선효과가 나타나지 않아 이전 연구들과 상반된 결과를 보였다. 이러한 결과는 본 실험 조건에서 생약제가 조피볼락의 성장에는 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다. 하지만, 본 연구에서 사용된 생약제의 첨가농도는 넙치를 대상으로 수행된 이전 연구(Kim et al. 1998a; Kim et al. 2000)에서 보고된 결과(0.3-0.6%)를 참조하였기 때문에 첨가 농도가 조피볼락에 있어 적정량이 아니었을 수 있으므로 이에 대한 상세한 실험이 요구된다.

그리고 치어기 조피볼락의 사료이용효율이 사료 첨가제에 영향을 받지 않았지만, 육성어의 경우에는 생약제 첨가가 조피볼

Table 2. Growth performance of juvenile (average weight 3.6 g) and grower (average weight 166 g) rockfish fed the experimental diets for 8 weeks¹

	Diets		
	Con	HM	AE
<i>Juvenile</i>			
Survival (%)	100±0.0 ^{ns}	98±2.2	
Weight gain (g/fish)	15.7±0.32 ^{ns}	14.9±1.95	
Feed efficiency (%) ²	91±3.0 ^{ns}	90±5.3	
Daily feed intake (%) ³	2.66±0.060 ^{ns}	2.60±0.122	
Protein efficiency ratio ⁴	1.81±0.060 ^{ns}	1.79±0.106	
Condition factor ⁵	1.70±0.015 ^{ns}	1.68±0.034	
Hepatosomatic index ⁶	3.15±0.167 ^{ns}	2.66±0.051	
<i>Grower</i>			
Survival (%)	100±0.0 ^{ns}	100±0.0	100±0.0
Weight gain (g/fish)	40.1±2.75 ^{ns}	54.8±7.15	43.3±3.45
Feed efficiency (%)	75±7.7 ^a	103±8.0 ^b	81±2.6 ^{ab}
Daily feed intake (%)	0.76±0.000 ^{ns}	0.76±0.020	0.76±0.025
Protein efficiency ratio	1.49±0.150 ^a	2.04±0.160 ^b	1.64±0.055 ^{ab}
Condition factor	1.56±0.017 ^{ns}	1.72±0.071	1.55±0.007
Hepatosomatic index	2.40±0.206 ^{ns}	2.22±0.054	2.26±0.148

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

²(Fish weight gain×100)/feed intake (dry matter).

³[Feed intake (dry matter)×100]/[(initial fish weight + final fish weight)/2]×days fed.

⁴Weight gain/protein intake.

⁵(Body weight/total body length³)×100.

⁶(Liver weight/body weight)×100.

락의 사료이용효율을 개선시키는 것으로 나타나 어류의 성장단계에 따라 그 효능이 달라질 수 있음을 암시하고 있다. 이러한 결과는 어체 크기에 따른 영양소 요구나 생리적 차이에 의한 것으로 보인다. 넙치 치어(Kim et al., 1998a)와 틸라피아 육성어(Kim et al., 1998b)를 대상으로 수행된 이전 연구에서는 습사료 및 배합사료에 여러 가지 한방 생약재를 혼합하여 제조된 어보산을 0.3% 첨가함으로써 사료효율이 증가되었다고 보고하였다. 이처럼 사료 첨가제의 효능은 어종, 사료조성 및 사료 품질(Lindsay et al., 1984; Kono et al., 1987; Shiao and Yu, 1999) 뿐 아니라 어체 크기에 따라 달라질 수 있으므로, 사육시 이에 대한 고려가 있어야 하겠다.

그리고 본 연구에서 사용된 약쭈과 삼지구엽 혼합 첨가구는 대조구에 비해 성장 및 사료이용효율에 개선효과가 나타나지 않았지만, 14가지 생약재 혼합물 첨가구에서 육성어의 사료이용효율이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 통계적으로 차이는 없었지만 증중량과 비만도도 생약재 첨가구에서 가장 높은 값을 보였다. 이러한 결과는 특정 한약재 한 가지를 사료에 첨가하는 것 보다 여러 가지 한약재를 혼합 첨가함으로써 각 성분의 효능에 대한 상호보완적 관계가 이루어져 더 효율적인 첨가제로 사용될 수 있다는 것을 의미하며, 배합사료에 생약재 첨가는 조피볼락의 사료이용효율을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다. 하지만, 조피볼락의 사료이용효율이 실험에 사용된 14 종류의 생약재 중에서 어느 특정 성분에 영향을 받았을 수 있기 때문에 혼합첨가의 효능을 정확히 설명하기 위해서는 각 생약재들의 효능 평가와 상호작용에 대한 더 많은 연구가 필요할 것이다.

사육실험 종료 후, 치어와 육성어의 등근육, 간, 장 및 전어체의 일반성분 분석 결과를 Table 3과 4에 각각 나타내었다. 치

어 및 육성어의 등근육, 간, 내장 및 전어체의 수분, 단백질, 지질 및 회분 함량은 사료 첨가제에 영향을 받지 않았다($P>0.05$). 조피볼락 치어와 육성어 전어체의 지방산 분석 결과(Table 5와 6), 치어와 육성어 모두 모든 실험구간에 통계적인 차이가 없었다($P>0.05$).

이상의 결과로부터 조피볼락 치어의 성장 및 사료이용효율이 사료 첨가제에 영향을 받지 않았지만, 육성어의 경우에는 생

Table 3. Proximate composition (%) of juvenile rockfish fed the experimental diets for 8 week¹

	Initial	Diets	
		Con	HM
<i>Dorsal muscle</i>			
Moisture		75.1±0.23 ^{ns}	75.9±0.48
Crude protein		20.2±0.77 ^{ns}	20.4±0.13
Crude lipid		2.7±0.24 ^{ns}	2.2±0.29
<i>Liver</i>			
Moisture		54.9±0.28 ^{ns}	55.1±0.85
Crude protein		9.7±0.12 ^{ns}	9.7±0.17
Crude lipid		17.0±4.05 ^{ns}	21.6±1.43
<i>Viscera</i>			
Moisture		52.5±2.00 ^{ns}	59.2±0.92
Crude protein		10.6±0.47 ^{ns}	11.1±0.78
Crude lipid		31.1±2.37 ^{ns}	27.9±1.78
<i>Whole body</i>			
Moisture	76.5	69.6±0.57 ^{ns}	69.6±0.99
Crude protein	16.1	17.0±1.22 ^{ns}	15.6±1.26
Crude lipid	2.4	7.8±0.35 ^{ns}	9.5±1.34
Ash	4.5	3.9±0.08 ^{ns}	3.8±0.17

¹Values are mean±SE of three replication groups.

Table 4. Proximate composition (%) of grower rockfish fed the experimental diets for 8 weeks¹

	Initial	Diets		
		Con	HM	AE
<i>Dorsal muscle</i>				
Moisture	76.1	75.1±0.92 ^{ns}	75.1±1.01	75.0±1.43
Crude protein	20.1	20.6±0.56 ^{ns}	19.8±0.86	20.5±0.62
Crude lipid	3.4	2.3±0.41 ^{ns}	2.1±1.18	2.3±0.22
<i>Liver</i>				
Moisture	53.0	47.6±0.88 ^{ns}	47.7±2.20	47.6±1.07
Crude protein	8.7	8.7±0.14 ^{ns}	8.8±0.14	9.2±0.61
Crude lipid	12.1	30.3±1.37 ^{ns}	29.0±1.03	23.9±0.96
<i>Viscera</i>				
Moisture	40.6	40.6±0.12 ^{ns}	35.5±3.47	39.0±2.06
Crude protein	7.5	7.6±0.95 ^{ns}	5.7±1.78	6.5±0.66
Crude lipid	49.2	46.9±1.73 ^{ns}	54.8±4.46	53.2±3.41
<i>Whole body</i>				
Moisture	66.7	67.5±0.27 ^{ns}	67.2±0.24	66.4±0.78
Crude protein	16.0	16.5±0.54 ^{ns}	17.1±0.19	17.1±0.70
Crude lipid	12.4	10.3±0.84 ^{ns}	10.6±0.01	11.6±1.74
Ash	3.9	4.0±0.43 ^{ns}	4.6±0.24	4.2±0.30

¹Values are mean±SE of three replication groups.

Table 5. Fatty acid compositions (% of total fatty acids) of whole body in juvenile rockfish fed the experimental diets for 8 weeks¹

	Initial	Diets	
		Con	HM
14:0	2.2	1.6±0.07 ^{ns}	1.7±0.08
16:0	12.8	11.3±0.31 ^{ns}	12.8±0.57
16:1n-7	10.0	5.8±0.49 ^{ns}	4.2±0.04
18:0	4.2	4.5±0.56 ^{ns}	5.2±0.40
18:1n-9	27.2	23.1±0.73 ^{ns}	22.0±0.97
18:2n-6	10.1	29.9±0.27 ^{ns}	29.5±0.50
18:3n-3	1.6	3.7±0.18 ^{ns}	3.5±0.38
18:4n-3	1.0	0.6±0.23 ^{ns}	0.3±0.18
20:1n-9	1.8	0.6±0.14 ^{ns}	0.8±0.04
20:4n-6	2.1	1.0±0.10 ^{ns}	1.0±0.11
20:5n-3	8.4	6.5±0.14 ^{ns}	6.1±0.30
22:1n-9	0.4	0.3±0.03 ^{ns}	0.1±0.09
22:5n-3	1.7	1.1±0.05 ^{ns}	1.2±0.12
22:6n-3	16.6	10.1±0.04 ^{ns}	10.1±0.27
SFA ²	19.2	17.3±0.92 ^{ns}	19.7±0.31
USFA ³	80.8	82.7±0.92 ^{ns}	80.3±0.31
Monoenes	39.4	29.8±1.09 ^{ns}	27.1±1.05
n-3 HUFA	29.2	22.0±0.31 ^{ns}	21.1±0.34

¹Values are mean±SE of three replication groups.²SFA: saturated fatty acids.³USFA: unsaturated fatty acids.**Table 6.** Fatty acid compositions (% of total fatty acids) of whole body in grower rockfish fed the experimental diets for 8 weeks¹

	Initial	Diets		
		Con	HM	AE
14:0	2.9	1.8±0.15 ^{ns}	1.8±0.02	1.8±0.13
16:0	17.3	17.3±0.66 ^{ns}	18.5±0.60	18.6±0.85
16:1n-7	10.0	5.3±0.04 ^{ns}	4.2±0.72	5.2±1.04
18:0	4.2	5.1±0.50 ^{ns}	5.6±0.52	5.4±0.34
18:1n-9	24.3	21.4±0.39 ^{ns}	20.4±1.09	19.6±2.20
18:2n-6	5.8	15.8±0.81 ^{ns}	16.3±0.58	15.2±0.30
18:3n-3	0.9	1.1±0.16 ^{ns}	1.2±0.09	1.2±0.04
18:4n-3	1.4	0.6±0.09 ^{ns}	0.5±0.06	0.6±0.10
20:1n-9	3.0	1.7±0.20 ^{ns}	1.4±0.14	1.6±0.41
20:4n-6	1.2	1.3±0.11 ^{ns}	1.4±0.21	1.3±0.18
20:5n-3	8.3	5.6±0.35 ^{ns}	5.4±0.21	6.1±0.14
22:1n-9	1.2	0.5±0.19 ^{ns}	0.5±0.11	0.6±0.21
22:5n-3	1.1	1.1±0.03 ^{ns}	1.3±0.12	1.2±0.16
22:6n-3	18.5	21.4±1.09 ^{ns}	21.8±1.07	21.6±1.00
SFA	25.5	24.7±1.49 ^{ns}	26.3±1.21	26.4±1.52
USFA	74.5	75.3±1.49 ^{ns}	73.7±1.21	73.6±1.52
Monoenes	38.5	29.0±0.05 ^{ns}	26.4±1.56	27.0±2.62
n-3 HUFA	27.9	28.1±0.78 ^{ns}	28.5±0.98	28.9±1.29

¹Values are mean±SE of three replication groups.

SFA; saturated fatty acids. USFA; unsaturated fatty acids.

약제 첨가가 사료이용효율을 개선시킬 수 있을 것으로 판단되며, 향후 조피볼락의 성장단계 및 생약제의 첨가수준과 효능에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

요 약

배합사료에 생약제 첨가가 치어기 및 육성기 조피볼락의 성장, 사료이용성 및 체조성에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 14가지 생약제 혼합물 및 약썩과 삼지구엽을 혼합 첨가한 배합 사료로 치어기(3.6 g) 및 육성기(166 g) 조피볼락을 8주간 사육 실험 하였다. 치어의 생존율, 증중량, 사료 효율, 일일사료섭취량, 단백질 효율, 비만도 및 간중량지수는 사료 첨가제에 영향을 받지 않았다($P>0.05$). 육성어의 증중량, 일일사료섭취량, 비만도 및 간중량지수는 사료 첨가제에 영향을 받지 않았지만($P>0.05$), 사료 효율과 단백질 효율은 생약제 첨가구가 대조구 보다 높은 값을 보였다. 사육실험 종료 후, 치어와 육성어의 등 근육, 간, 장 및 전어체의 일반성분 및 지방산은 모든 실험구간에 통계적인 차이가 없었다($P>0.05$). 이상의 결과로부터 조피볼락 치어의 성장 및 사료이용효율이 사료 첨가제에 영향을 받지 않았지만, 육성어의 경우에는 생약제 첨가가 사료이용효율을 개선시킬 수 있을 것으로 판단되며, 어류의 성장단계에 따라 그 효능이 달라질 수 있음을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 수산특정연구개발사업 및 한국 Sea Grant 사업의 연구비 지원에 의한 것이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AOAC., 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. 1298 pp.
- Duncan, D. B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Folch, J., M. Lees and G. H. S. Stanley, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 496-509.
- Jang, S. I., J. Y. Jo and J. S. Lee, 1992. Effects of vitamins and glycyrrhizin added to oxidized diets on the growth and on the resistance to oxidized diets on the growth and on the resistance to *Edwardsiella* infection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Aquacult.*, 5, 143-155.
- Jung, S. H., J. Lee, H. Han, C. Jun and H. Lee, 2002. Effects of medicinal herb extract on non-specific immune responses, hematology and disease resistance on olive flounder, *Paralichthys olivaceus* by oral administration. *J. Fish Pathol.*, 15, 25-35.
- Kim, D. S., J. H. Kim, C. H. Jong, S. Y. Lee, S.-M. Lee and Y. B. Moon, 1998a. Utilization of obosan (dietary herbs) I. Effects on survival, growth, feed conversion ratio and condition factor in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Fish. Pathol.*, 11, 213-221.
- Kim, D. S., C. H. Noh, S.-W. Jung and J. Y. Jo, 1998b. Effects of obosan supplemented diet on growth, feed conversion ratio

- and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. J. Aquacult., 11, 83–90.
- Kim, J. H., Y. B. Moon, C. H. Jeong and D. S. Kim, 2000. Utilization of dietary herb obosan III. Growth of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Aquacult., 13, 231–238.
- Kim, Y. S., M. N. Kim, J. O. Kim and J. H. Lee, 1994. The effect of hot water-extract and flavor compounds of Mugwort on microbial growth. J. Kor. Soc. Food Nutr., 23, 994–1000.
- Kono, M., T. Matsui and C. Shimizu, 1987. Effect of chitin, chitosan and cellulose as diet supplements on the growth of cultured fish. Nipp. Suisan Gakk., 53, 125–129.
- Kwon, M. G., Y. C. Kim, Y. C. Sohn and S. I. Park, 1999. The dietary supplementing effects of Kugija, *Lycium chinense*, on immune responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, to *Edwardsiella tarda*. J. Fish Pathol., 12, 73–81.
- Lee, S. J., 1975. Studies on the origin of Korean folk medicines. Kor. J. Pharmacog., 6, 75–92.
- Lee, S.-M. and T. J. Lim, 2000. Effects of herb as an additive in formulated diet on growth and body composition of larval ayu (*Plecoglossus altivelis*). J. East Coastal Res., 11, 35–42.
- Lee, S.-M., 2001. Review of the lipid and essential fatty acid requirements of rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquacult. Res., 32 (Suppl. 1), 8–17.
- Lee, S.-M., 2002. Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for juvenile and grower rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 207, 79–95.
- Lee, S.-M., C. S. Park and D. S. Kim, 2001. Effects of dietary herb on growth and body composition of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai*. J. Kor. Fish. Soc., 34, 570–575.
- Lee, S.-M., I. G. Jeon and J. Y. Lee, 2002. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 211, 227–239.
- Lee, S.-M., U. K. Hwang and S. H. Cho, 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 187, 399–409.
- Lee, S.-M., Y.-S. Lim, J. K. Lee, S.-R. Park, J.-I. Myeong and Y. J. Park, 1999. Effects of supplemental squid meal, attractant, herb or lecithin in the formulated diets on growth performance in juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). J. Kor. Fish. Soc., 34, 290–294.
- Li, W. K., P. G. Xiao, G. Z. Tu, L. B. Ma and R. Y. Zhang, 1995. Flavonol glycosides from *Epimedium koreanum*. Phytochemistry, 38, 263–265.
- Lindsay, G. J. H. M. J. Walton, J. W. Adron, T. C. Fletcher, C. Y. Cho and C. B. Cowey, 1984. The growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) given diets containing chitin and its relationship to chitinolytic enzymes and chitin digestibility. Aquaculture, 37, 315–334.
- Nakagawa, H. and S. Kasahara, 1986. Effect of *Ulva*-meal supplement to diet on the lipid metabolism of red sea bream. Nipp. Suisan Gakka., 52, 1887–1893.
- Noh, J. H., Y. J. Kim, S. W. Kim, J. H. Lee and H. Y. Lee, 2004. Comparison of biological activities of *Epimedium Koreanum* Nakai produced in Korean and China. Kor. J. Medi. Crop Sci., 11, 195–200.
- Seo, J.-Y. and S.-M. Lee, 2008. Effects of dietary macronutrient level and feeding frequency on growth and body composition of juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquacult. Inter., 16, 551–560.
- Shiau, S.-Y. and Y.-P. Yu, 1999. Dietary supplementation of chitin and chitosan depress growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. Aquaculture, 179, 439–446.
- Yeo, I.-K. and S. R., 2004. Characteristics of the addition of effective microorganisms and herbal (Hanbangchun-Olyukchun) mixtures in moist pellets and effects of the mixed additive on activity of liver in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Aquacult., 17, 109–114.
- Yi, Y.-H. and Y.-J. Chang, 1994. Physiological effects of seamustard supplement diet on the growth and body composition of young rockfish, *Sebastes schlegeli*. Bull. Kor. Fish. Soc., 27, 69–82.
- Yone, Y., M. Furuichi and K. Urano, 1986. Effects of dietary wakame *Undaria penatifida* and *Ascophyllum nodosum* supplements on growth, feed efficiency, and proximate compositions of liver and muscle for red sea bream. Nipp. Suisan Gakka., 52, 1465–1468.

원고접수 : 2월 3일

심사완료 : 2월 12일

수정본 수리 : 2월 15일