

사료 첨가제로서 한약제가 참전복 치패의 성장 및 체성분에 미치는 영향

이상민⁺ · 박철수 · 김동수*
 강릉대학교 해양생명공학부, *부경대학교 양식학과

Effects of Dietary Herbs on Growth and Body Composition of Juvenile Abalone, *Haliotis discus hannai*

Sang-Min LEE⁺, Chul Soo PARK and Dong Soo KIM*
 Faculty of Marine Bioscience & Technology, Kangnung National University,
 Gangnung 210-702, Korea
 *Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Three feeding experiments were conducted to investigate the effects of herbs (Obosan-C or Obosan-O) as an additive in formulated diets on growth and body composition of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). Three replicate groups of abalone initially average weighing 206 mg, 827 mg and 432 mg were fed the each one of experimental diet containing 0% or 1% Obosan for 10 (experiment 1), 7 (experiment 2) and 19 weeks (experiment 3), respectively. In addition, an imported commercial diet for abalone was also employed to compare growth performance of juvenile abalone. Weight gain of abalone fed the diet containing Obosan-O was significantly ($P<0.05$) higher than that of abalone fed the control diet in the experiment 3. Moisture, crude protein and ash contents of soft whole body were not influenced by dietary herbs ($P>0.05$), whereas crude lipid content of abalone fed the diets containing Obosan-C was significantly ($P<0.05$) lower than that of abalone fed the control diet in the experiment 2. The results indicate that Obosan-O as an additive in formulated diet can improve body growth of juvenile abalone.

Key words: Abalone, *Haliotis discus hannai*, Herb, Additive, Formulated diet

서 론

최근에 전복을 육상수조에서 고밀도로 양성하는 곳이 계속 증가되는 등 양식 방법이 다양해지고 있지만 (Kim et al., 1998a; Lee et al., 1999a), 양성용 전복 먹이로 해조류가 주로 사용되고 있다. 이러한 해조류는 공급이 불안정한 등의 문제점이 잠재되어 있기 때문에 이를 대체할 수 있는 고품질의 경제적인 배합사료의 보급이 시급하다. 그 동안 참전복용 배합사료에 관해 기초적인 연구가 수행 (Uki et al., 1985; 1986a; b)되어 왔고, 이와 함께 양식 생산 단가에 높은 비중을 차지하고 있는 사료비를 절감시키기 위하여 영양소 요구량 설정 및 경제적인 전복 배합사료 개발을 위한 연구 (Lee et al., 1998a, b; Lee and Park, 1998; Lee, 1998; Kim et al., 1998b)가 수행되었다. 하지만 전복 배합사료가 개발되었다 하더라도 그 품질을 계속 개선하여 사료효율을 높이는 한편, 값비싼 영양소의 첨가 수준을 최소화하여 사료원가를 줄이는 연구와 양식 전복의 품질을 개선시키기 위한 노력은 계속되어야 할 것이다.

전복의 성장을 증진시키거나 품질을 개선시키는 미지의 인자를 구명하는 것은 어렵지만, 이들의 식성 등을 고려하여 사료섭취 유인 물질이나 성장 또는 품질을 개선시키는 원료를 사료에 첨가하여 사료의 품질을 개선하려는 연구가 필요하다. 전복은 밤에 먹이를 섭취하므로 먹이 섭취를 유인하거나 성장을 개선시킬 수 있는

원료를 탐색하는 것은 사료개발에 중요한 자료가 될 것이다. 이러한 연구의 일환으로 Lee et al. (1998c, 1999b)은 전복 배합사료에 해조류 등의 몇 종의 첨가제 효능을 비교하여 그들의 사용 가능성을 제시한 바 있다. 또한, 최근에 사료 첨가제로서 각종 한약제가 어류의 성장 및 면역력을 높이고, 육질을 개선시킨다는 보고가 있어 (Kim et al., 1996; Lee et al., 1998d; Kwon, 1999; Lee and Lim, 2000), 본 연구에서는 이러한 한약제들 중 어보산이 우리나라의 주 양식 대상종인 참전복 배합사료의 첨가제로서 효능이 있는지를 평가하였다.

재료 및 방법

실험사료

3회에 걸쳐 사육실험을 실시하였는데, Lee et al. (1998a)의 결과에 따라 각 실험에 사용된 대조사료의 단백질원으로 어분 및 탈지 대두박을 각각 첨가하여 실험사료의 단백질 함량이 30% (Mai et al., 1995) 전후가 되도록 설계하였다 (Table 1, 2와 3). 실험 1과 3에서는 어분과 대두박을 사료의 주 단백질원으로 하였으며, 실험 2에서는 주 단백질원으로 대두박을 사용하였다. 이처럼 참전복 배합사료의 단백질원으로 그 가치가 인정된 (Lee et al., 1998a) 어분과 대두박을 선정하여 그 첨가비를 달리한 실험사료를 설계하여 어류 사료에 첨가되고 있는 한약제 (Kim et al., 1996) (어보산, 성암산업, 서울)의 첨가효과를 조사하기 위해 각 실험의

⁺Corresponding author: smlee@kangnung.ac.kr

Table 1. Ingredients and proximate composition of the experimental diets (exp. 1)

	Diets	
	Control	Herb-C
<i>Ingredients (%)</i>		
White fish meal ¹	15	15
Soybean meal ²	25	24
Undaria powder	5	5
Wheat flour	20	20
Carboxymethyl cellulose ³	5	5
Herb-C ⁴	0	1
Squid liver oil ⁵	3	3
Vitamin premix ⁶	2.5	2.5
Mineral premix ⁷	4	4
Sodium alginate	20	20
Choline salt ³	0.5	0.5
<i>Proximate composition (% , dry basis)</i>		
Crude protein	30.4 ± 0.3	
Crude lipid	4.4 ± 0.1	
NFE ⁸	48.2	
Crude ash	14.3 ± 0.2	
Crude fiber	2.7 ± 0.1	
n-3 HUFA ⁹	1.0	

¹Produced by steam dry method, Han Chang Fish Meal Co., Pusan, Korea.

²Dehulled and solvent extracted meal.

³Sigma Chemical, St. Louis, MO, USA.

⁴Obosan for carnivorous fish feed, provided by Sung-Am Co., Seoul, Korea.

⁵Provided by E-wha Oil & Fat Ind. Co., Pusan, Korea.

⁶Vitamin mix contained the following amount which were diluted in cellulose (g/kg mix): L-ascorbic acid, 200; DL- α -tocopherol acetate, 20; thiamin hydrochloride, 5; riboflavin, 8; pyridoxine hydrochloride, 2; niacin, 40; Ca-D-pantothenate, 12; myo-inositol, 200; D-biotin, 0.4; folic acid, 1.5; p-aminobenzoic acid, 20; menadione, 4; retinyl acetate, 1.5; cholecalciferol, 0.003; cyanocobalamin, 0.003.

⁷Mineral mix contained the following ingredients (g/kg mix): NaCl, 10, MgSO₄·7H₂O, 150; NaH₂PO₄·2H₂O, 250; KH₂PO₄, 320; CaH₄(PO₄)₂·H₂O, 200; Ferric citrate, 25; ZnSO₄·7H₂O, 4; Ca-lactate, 38.5; CuCl, 0.3; AlCl₃·6H₂O, 0.15; KIO₃, 0.03; Na₂Se₂O₃, 0.01; MnSO₄·H₂O, 2; CoCl₂·6H₂O, 0.1.

⁸Nitrogen-free extract calculated by difference (100-crude protein-crude lipid-crude fiber-crude ash).

⁹Highly unsaturated fatty acids (C ≥ 20).

대조사료에 한약제 1%를 대두박 대신 배합하였다. 실험 1과 2에서는 육식성 어류용인 Obosan-C를, 실험 3에서는 Obosan-C와 잡식성 어류용인 Obosan-O를 각각 첨가하였다. 지질원으로 참전복의 필수지방산인 n-3 HUFA가 다량 함유된 오징어 간유를, 점착제로 알긴산나트륨을 각각 첨가하여 사료의 영양소가 전복의 요구에 맞도록 하였다 (Lee, 1999). 각 실험사료의 원료를 잘 혼합한 후 혼합물 100 g 당 물 100 g을 가하고 다시 혼합한 후 압착하여 5%의 염화칼슘 수용액에 1분간 담구어 알긴산나트륨을 칼슘염으로 치환시켜 사료를 성형하였다. 두께 0.15 cm에 1 cm 사각이 되도록 칼로 절단한 실험사료를 저온으로 건조한 후 냉동 보관 (-25°C)

Table 2. Ingredients and proximate composition of the experimental diets (exp. 2)

	Diets		
	Control	Herb-C	Commercial
<i>Ingredients (%)</i>			
White fish meal ¹	5	5	Closed formula
Soybean meal ²	45	44	
Wheat flour	13	13	
Herb-C ³	0	1	
Undaria powder	5	5	
Squid liver oil ⁴	5	5	
Vitamin premix ⁵	2.5	2.5	
Mineral premix ⁶	4	4	
Sodium alginate	20	20	
Choline salt ⁷	0.5	0.5	
<i>Proximate composition (% , dry matter)</i>			
Crude protein	30.3 ± 0.2		33.0
Crude lipid	6.1 ± 0.1		2.0
NFE ⁸	48.7		
Crude fiber	3.6 ± 0.1		
Crude ash	11.3 ± 0.2		19.1
n-3 HUFA ⁹	1.2		

¹Imported from Russia, contained 150 ppm ethoxyquin.

²⁻⁹Same as Table 1.

Table 3. Ingredients and proximate composition of the experimental diets (exp. 3)

	Diets			
	Control	Herb-O	Herb-C	Commercial
<i>Ingredients (%)</i>				
White fish meal ¹	15	15	15	Closed formula
Soybean meal ²	25	24	24	
Herb-O ³	0	1	0	
Herb-C ⁴	0	0	1	
Wheat flour	25	25	25	
Carboxymethyl cellulose	5	5	5	
Squid liver oil ⁵	3	3	3	
Vitamin premix ⁶	2.5	2.5	2.5	
Mineral premix ⁷	4	4	4	
Sodium alginate	20	20	20	
Choline salt ⁸	0.5	0.5	0.5	
<i>Proximate composition (% , dry basis)</i>				
Crude protein	29.1 ± 0.2			40.1
Crude lipid	4.5 ± 0.1			5.8
NFE ⁹	49.2			
Crude ash	14.5 ± 0.1			11.5
Crude fiber	2.7 ± 0.1			
n-3 HUFA ¹⁰	1.0			

¹Produced by steam dry method, Han Chang Fish Meal Co., Pusan, Korea.

^{2,4-10}Same as Table 1.

³Obosan for omnivorous fish feed, provided by Sung-Am Co., Seoul, Korea.

하면서 사용하였다. 또한, 실험 2와 3에서는 수입 시판 배합사료를 선정하여 실험 배합사료와 비교하였다.

실험전복 및 사육관리

실험치패로 실험 1은 평균체중 206 ± 2.8 mg (SD), 실험 2는 827 ± 19.0 mg, 실험 3은 432 ± 11.7 mg의 참전복을 선별하여 각 실험 수조 (20 L)에 실험 1과 2에서는 100마리씩 실험 3에서는 70마리씩 완전임의 배치하였다. 세 실험 모두 각 사료당 3반복으로 실험 1은 10주간, 실험 2는 7주간, 실험 3은 19주간 각각 사육 실험하였다. 사료는 2일 1회 각 실험수조마다 3~4 g 씩 급여하였고, 먹고 남은 잔량은 다음 사료 급여 전에 수거하였다. 각 실험 수조의 주 수량은 3 L/min로 조절하였으며, 사육기간 중의 평균수온은 각각 $13.5 \pm 1.37^\circ\text{C}$ (실험 1), $22 \pm 0.9^\circ\text{C}$ (실험 2) 및 $20.5 \pm 0.36^\circ\text{C}$ (실험 3)이었다. 분석용 치패는 각각의 실험마다 실험 시작시 100마리, 실험 종료시에는 각 수조에 수용된 실험치패 전체를 시료로 취하여 냉동 보관 (-75°C)하다가 각 무게와 각장을 측정 후, 가식부를 분리하여 일반성분을 분석하였다.

성분분석 및 통계처리

실험사료 및 전복 가식부의 일반성분은 AOAC (1990)의 방법에 따라 분석하였는데, 조단백질 (N \times 6.25)은 Auto Kjeldahl System (Buch i B-324/435/412, Switzerland)를 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 수분은 105°C 의 dry oven에서 24시간 동안 건조 후 측정하였다. 조회분은 550°C 의 회화로에서 4시간 동안 태운 후 정량하였다. 그리고 조섬유는 Automatic analyzer (Fibertec, Tecator, Sweden)로 각각 분석하였다. 사료의 지방산 조성은 Folch et al. (1957)의 방법에 따라 지질을 추출하여 14% BF₃-methanol (Sigma, USA)로 지방산을 methylation시킨 후, capillary column (HP-INNOWax, 30 m \times 0.32 mm \times 0.5 μm , USA)이 장착된 gas chromatography (HP-5890 II, USA)로 분석하였다.

결과의 통계처리는 실험 1은 t-test를, 실험 2와 3은 ANOVA-test를 실시하여 신뢰구간 95%에서 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 SPSS (SPSS Inc., 1997) program을 사용하여 검정하였고, 모든 결과 값은 반복의 평균 \pm 표준오차로 표시하였다.

결 과

참전복 성장이나 품질을 개선시킬 수 있는 첨가제로 한약제 (어보산)의 효능을 조사하기 위해 3회에 걸쳐 각각 사육 실험한 결과를 Tables 4, 5와 6에 표시하였다. 먼저 실험 1에서 평균체중 206 mg의 참전복을 대상으로 각 사료당 3반복으로 10주간 사육 실험한 결과 (Table 4), 생존율은 차이가 없었다 ($P > 0.05$). Obosan-C 첨가구의 증중량, 가식부증량 및 각장 성장이 각각 122 mg, 169 mg 및 14.1 mm로 나타나 대조구의 104 mg, 161 mg 및 13.5 mm보다 약간씩 양호하였으나 유의차는 없었다 ($P > 0.05$). 평균체중 827 mg의 치패를 대상으로 7주간 사육 실험한 실험 2의 결과 (Table 5)에서도 생존율은 97% 이상으로 실험구간에 차이가 없었다. Obosan-C 첨가구의 체중 및 각장 성장 값들이 대조구보다 다소 양호한 경향을 나타내었으나 대조구와 유의차는 없었다 ($P > 0.05$). 평균

Table 4. Growth performance of abalone fed the diets for 10 weeks (exp. 1)¹

	Diets	
	Control	Herb-C
Initial av. wt. (mg)	$204 \pm 3.7^{\text{ns}}$	208 ± 6.0
Weight gain (mg/abalone)	$104 \pm 14.7^{\text{ns}}$	122 ± 24.9
Survival rate (%)	$84 \pm 6.0^{\text{ns}}$	83 ± 5.3
Soft body weight (mg)	$161 \pm 10.7^{\text{ns}}$	169 ± 14.6
Shell length (mm)	$13.5 \pm 0.25^{\text{ns}}$	14.1 ± 0.31

¹Values present mean \pm SE of three replications.

^{ns}Not significant ($P > 0.05$).

Table 5. Growth performance of abalone fed the diets for 7 weeks (exp. 2)¹

	Diets		
	Control	Herb-C	Commercial
Initial av. wt. (mg)	$848 \pm 34.5^{\text{ns}}$	822 ± 15.5	811 ± 22.6
Weight gain (mg/abalone)	$575 \pm 18.2^{\text{ns}}$	604 ± 39.3	623 ± 39.3
Survival rate (%)	$97 \pm 0.6^{\text{ns}}$	98 ± 2.0	98 ± 1.1
Soft body weight (mg)	$813 \pm 37.1^{\text{ns}}$	850 ± 35.1	860 ± 51.3
Shell length (mm)	$21.8 \pm 0.22^{\text{ns}}$	22.3 ± 0.16	21.8 ± 0.31

¹Values present mean \pm SE of three replications.

^{ns}Not significant ($P > 0.05$).

Table 6. Growth performance of abalone fed the diets for 19 weeks (exp. 3)¹

	Diets			
	Control	Herb-O	Herb-C	Commercial
Initial av. wt. (mg)	$436 \pm 43.9^{\text{ns}}$	420 ± 42.8	447 ± 26.6	427 ± 27.0
Weight gain (mg/abalone)	$1,160 \pm 12.3^{\text{a}}$	$1,339 \pm 11.8^{\text{b}}$	$1,208 \pm 86.2^{\text{ab}}$	$1,234 \pm 27.1^{\text{ab}}$
Survival rate (%)	$85 \pm 2.9^{\text{ns}}$	95 ± 4.3	88 ± 2.9	91 ± 1.4
Shell length (mm)	$24.3 \pm 0.21^{\text{a}}$	$25.2 \pm 0.49^{\text{b}}$	$24.1 \pm 0.51^{\text{ab}}$	$24.3 \pm 0.32^{\text{ab}}$

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

^{ns}Not significant ($P > 0.05$).

체중 432 mg의 치패를 대상으로 19주간 장기사육 실험한 실험 3 (Table 6)에서의 생존율은 Obosan-O를 첨가한 실험구가 95%로 대조구의 85%보다 양호한 경향을 보였으나 실험구간에 유의차는 없었다 ($P < 0.05$). Obosan-O를 첨가한 실험구의 체중 및 각장 성장은 각각 1,339 mg 및 25.2 mm로 나타나 대조구의 1,160 mg 및 24.3 mm보다 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). Obosan-C 첨가구도 대조구보다 성장이 다소 양호하였으나 통계적인 차이는 없었다 ($P > 0.05$). 그리고 실험 2와 3에서 시판사료의 성장효과는 대조구나 한약제 첨가구와 차이를 나타내지 않았다.

실험 종료시 전복 가식부의 수분, 단백질 및 회분 함량 (Table 7)은 각 실험에서 한약제 첨가구와 대조구간에 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 가식부의 지질 함량은 실험 2에서 Obosan-C 첨가구와 시판사료가 1.4~1.5%로 대조구의 1.7%보다 유의하게 낮은 값을 보였고 ($P < 0.05$), 그 외 실험에서 지질 함량 차이는 인정되지 않았다.

Table 7. Proximate composition (%) of the soft whole body¹

Diets	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
<i>Exp. 1</i>				
Control	76.8 ± 1.00 ^{ns}	15.4 ± 0.94 ^{ns}	1.3 ± 0.09 ^{ns}	3.0 ± 0.06 ^{ns}
Herb-C	77.0 ± 0.14	15.2 ± 0.10	1.2 ± 0.45	2.8 ± 0.10
<i>Exp. 2</i>				
Control	75.7 ± 0.83 ^{ns}	17.2 ± 0.27 ^b	1.7 ± 0.06 ^b	2.4 ± 0.05 ^{ns}
Herb-C	76.0 ± 0.31	17.3 ± 0.17 ^b	1.5 ± 0.03 ^a	2.3 ± 0.02
Commercial	75.5 ± 0.46	15.9 ± 0.42 ^a	1.4 ± 0.07 ^a	2.4 ± 0.02
<i>Exp. 3</i>				
Control	73.9 ± 0.26 ^{ns}	18.1 ± 0.28 ^{ns}	1.9 ± 0.18 ^{ns}	1.8 ± 0.18 ^{ns}
Herb-O	75.8 ± 0.60	17.9 ± 0.21	1.5 ± 0.18	2.0 ± 0.04
Herb-C	75.2 ± 0.22	17.4 ± 0.41	1.7 ± 0.28	2.0 ± 0.21
Commercial	74.5 ± 0.73	17.4 ± 0.51	1.7 ± 0.21	1.9 ± 0.14

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

^{ns}Not significant (P>0.05).

고찰

경제적이면서 품질이 우수한 배합사료를 개발하기 위해서는 양식 대상종에 적합한 사료 조성비를 계속 개선하여 성장효과를 높이고, 값비싼 원료의 과잉 첨가를 최소화하여야 한다. 그래서 본 실험에서의 사료조성은 참전복의 경제적인 배합사료 조성비 (Lee et al., 1998a, b; Lee, 1998)에 근거를 두고 설계되었으며, 특히 경제적인 면을 고려하여 단백질원으로 어분과 대두박의 비율을 달리하였다. 실험 2와 3에서 사료조성비가 다른 대조사료들의 성장효과가 비싸게 수입되고 있는 시판사료에 비해 전혀 차이가 없는 것으로 나타나 본 실험사료의 조성비가 수입사료를 대체할 수 있을 것으로 전망된다.

이러한 경제적인 배합사료 개발과 동시에 양식 어종의 품질을 개선시키는 연구가 필요하다. 양식종의 성장을 증진시키거나 어체의 품질을 개선시키는 사료의 성장 인자를 구명하는 것은 어렵지만, 대상종의 식성 등을 고려하여 사료에 유인효과가 있는 물질이나 성장개선 효과가 있을 것으로 판단되는 원료를 사료에 첨가하여 사료효율을 개선하려는 연구가 진행되고 있다 (NRC, 1993). 세계적으로 양어 사료의 첨가제에 관한 연구는 그리 활발하지 않은 실정이며, 특히 해산 양식 사료의 첨가제 이용성에 관한 연구는 매우 제한적이다. 첨가제로서 관심 대상은 사료 원료 성분의 특성을 모르거나 조절되지 않는 어떤 물질의 효능, 미지의 성장인자 등에 있다. 또한, 어패류 양식에 있어 수온, 수용밀도, 먹이 등의 사육환경이 적합하지 않으면 대상어종은 stress를 받아 성장저하와 더불어 질병에 대한 저항력이 약해지기 때문에 이러한 점들을 항상 고려하여 stress 요인을 최소화하여야 한다. 그래서 연구자들은 양식 대상종의 생리적인 기능 강화 목적으로 각종 첨가제의 효능을 조사하여 왔다. 예를 들면, 사료에 해조류를 첨가함으로써 어류의 생리 기능과 사료효율을 향상시킨다고 보고되어 있고 (Nakagawa and Kasahara, 1986; Nakagawa et al., 1985; Satoh et al., 1987; Yi and Chang, 1994; Yone et al., 1986), 참전복 배합사료

에도 이러한 목적으로 각종 해조류를 첨가하여 그 효과를 분석하였으며 (Lee et al., 1998c), 실용적인 배합비에도 첨가되고 있다 (Lee, 1998). 또한, 최근에는 한약제를 사료 첨가제로 이용하기 위하여 그 효과를 조사한 바 있는데 (Jang et al., 1992; Tanimoto et al., 1993; Kim et al., 1996; Kim et al., 1998c; Hwang, 1999; Kwon, 1999; Lee and Lim, 2000), 한약제 보충 사료가 어류의 생존율, 성장 및 질병에 대한 면역력을 높인다고 하였다. 이들의 연구 중에서 한약원료 중 감초로부터 분리된 triterpenoid saponin계의 일종인 glycyrrhizin은 성장과 질병 저항성을 향상시키고, 육질을 개선시키며, 구기자는 어류의 면역력을 증강시킨다고 보고하였다. 본 실험의 배합사료에 첨가된 한약제 (어보산)는 이미 넙치, 나일틸라피아 및 은어 사료에 첨가제로서 그 효능이 조사된 것이며 (Kim et al., 1996, 1998c; Lee et al., 1998d; Lee and Lim, 2000), 이들의 실험 결과에 의하면 어보산은 어류의 성장을 증진시키고 육질을 개선할 수 있는 어류 사료 첨가제로서 효능을 가진다고 보고하였다. 본 실험에서도 실험에 따라 다소 차이를 보였지만, 대체로 한약제 첨가구의 참전복 성장이 향상되었고, 가식부의 지질 함량도 감소되는 경향을 보여 사료에 한약제 첨가가 식품으로서 참전복의 품질을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다. 하지만, 본 연구에서는 한약제 1% 첨가 수준에서 그 효능을 평가하였기 때문에 현재 시판되고 있는 한약제의 가격 등을 고려하여 적정 첨가비율에 따른 성장효과 등에 대한 경제적 고려가 필요하며, 이에 대한 후속적인 연구가 있어야 할 것이다.

또한, 본 실험에 사용된 Obosan-C와 Obosan-O는 양식동물의 식성을 고려하여 각종 한약재료 (인삼, 감초, 계피, 당귀, 오가피, 산사, 황금 등 32종류)를 서로 다른 비율로 배합한 것으로서, 본 실험에서는 Obosan-O 첨가 사료가 Obosan-C 첨가 사료보다 성장이 더 양호하여 대조구와 차이를 보였다 (Table 6). 이러한 경향은 Obosan-O가 잡식성이나 초식성 양식동물의 식성을 고려하여 배합된 것으로 초식성인 참전복의 식성에 적합하였기 때문으로 판단된다. 우리나라에서 사료 첨가제로 시판되고 있는 한약제의 종류는 몇 가지가 있는데, 본 실험에 사용된 한약제와 다른 종류의 한약제가 이미 참전복 배합사료 첨가제로서 활용 가능성이 연구된 바 있다 (Lee et al., 1999b). 전복은 야행성으로 주로 밤에 먹이를 조금씩 갈아먹는 습성을 가지므로 먹이 섭취를 유인하는 물질이나, 위와 같이 성장을 개선시킬 수 있는 원료를 탐색하는 것은 양식 사료 산업에 중요한 자료가 될 것으로 판단된다.

요약

우리 나라의 주 양식 대상종인 참전복의 성장이나 육질을 개선시킬 수 있는 배합사료의 첨가제로서 한약제인 어보산의 효능을 평가하기 위해 대조사료와 한약제 첨가사료로 3회의 사육실험을 실시하였다. 평균체중 206 mg, 827 mg 및 432 mg의 참전복을 대상으로 사료당 3반복으로 각각 10주간 (실험 1), 7주간 (실험 2) 및 19주간 (실험 3) 사육 실험한 결과, 모든 실험에서 생존율은 차이가 없었다 (P>0.05). 모든 실험에서 Obosan-C 첨가구의 체중 및 각장 성장은 대조구와 유의한 차이를 보이지 않았지만, 평균체중

432 mg의 치패을 대상으로 19주간 사육 실험 3의 경우에는 Obosan-O 첨가 실험구의 체중 및 각장 성장이 대조구보다 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 실험 종료시 전복 가식부의 수분, 단백질 및 회분 함량은 각 실험에서 한약제 첨가구와 대조구간에 차이가 없었으나, 실험 2에서 전복 가식부의 지질 함량은 Obosan-C 첨가구가 대조구보다 유의하게 낮은 값을 보였다 ($P < 0.05$). 이상의 결과로부터 배합사료에 Obosan-O 첨가는 참전복의 성장을 개선시키는데 도움이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 강릉대학교 동해안해양생물자원 연구센터의 연구비 지원에 의한 것이며, 이에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, 1298pp.
- 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, 497~509.
- Hwang, M.H., S.I. Park and Y.C. Kim. 1999. Effect of dietary herb medicinal stuff on the non-specific immune responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Fish Pathol.*, 12, 7~15 (in Korean).
- 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 *Edwardsiella* infection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Aquacult.*, 5, 143~155 (in Korean).
- 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 (in Korean).
- Kim, D.S., J.H. Kim, C.H. Jeong, S.M. Lee and Y.B. Moon. 1996. Effects of dietary herbs on growth and body composition in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquacult.*, 9, 461~465 (in Korean).
- Kim, B.H., S.M. Lee, C.S. Go, J.W. Kim and J.I. Myeong. 1998a. Optimum stocking density of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*) fed formulated diet or macroalgae (*Undaria*). *J. Korean Fish. Soc.*, 31, 869~874 (in Korean).
- Kim, J.W., S.M. Lee, S.J. Han, B.H. Kim and S.R. Park. 1998b. Effects of experimental diet, commercial diets and algae (*Undaria*) on growth and body composition among juvenile abalones (*Haliotis discus*, *Haliotis sieboldii* and *Haliotis discus hannai*). *J. Aquacult.*, 11, 505~512 (in Korean).
- Kim, D.S., J.H. Kim, C.H. Jeong, S.Y. Lee, S.M. Lee and Y.B. Moon. 1998c. Utilization of obosan (dietary herbs) I. Effects of survival, growth, feed conversion ratio and condition factor in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquacult.*, 11, 213~221 (in Korean).
- Lee, S.M., S.Y. Yun and S.B. Hur. 1998a. Evaluation of dietary protein sources for abalone (*Haliotis discus hannai*). *J. Aquacult.*, 11, 19~29 (in Korean).
- Lee, S.M., S.J. Yun, K.S. Min and S.K. Yoo. 1998b. Evaluation of dietary carbohydrate sources for juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). *J. Aquacult.*, 11, 133~140 (in Korean).
- Lee, S.M., Y.S. Lim, Y.B. Moon, S.K. Yoo and S. Rho. 1998c. Effects of supplemental macroalgae and *Spirulina* in the diets on growth performance in juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). *J. Aquacult.*, 11, 31~38 (in Korean).
- Lee, K.H., Y.S. Lee, J.H. Kim and D.S. Kim. 1998d. Utilization of obosan (dietary herbs) I. Muscle quality of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* fed with diet containing Obosan. *J. Aquacult.*, 11, 319~325 (in Korean).
- Lee, S.M. and H.G. Park. 1998. Evaluation of dietary lipid sources for juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). *J. Aquacult.*, 11, 381~390 (in Korean).
- Lee, S.M. 1998. Evaluation of economical feed formulations for abalone (*Haliotis discus hannai*). *J. Aquacult.*, 11, 159~166 (in Korean).
- Lee, S.M., C.S. Park and T.S. Go. 1999a. Effects of formulated diet and macroalgae (*Undaria*) on growth and body composition of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*) cultured in different shelter type and water temperature. *J. Korean Fish. Soc.*, 32, 284~289 (in Korean).
- Lee, S.M., Y.S. Lim, J.K. Lee, S.R. Park, J.I. Myeong and Y.J. Park. 1999b. Effects of supplemental squid meal, attractant, herb or lecithin in the formulated diets on growth performance in juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). *J. Korean Fish. Soc.*, 32, 290~294 (in Korean).
- Lee, S.M. 1999. Development of nutrition and practical feed for abalone (*Haliotis discus hannai*). Proceedings of the Fifth International Symposium on the Efficient Application and Preservation of Marine Biological Resources. Yosu, Korea, pp. 33~43.
- 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 (in Korean).
- Mai, K., J.P. Mercer and J. Donlon. 1995. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Optimum dietary protein level for growth. *Aquaculture*, 136, 165~180.
- Nakagawa, H. and S. Kasahara. 1986. Effect of *Ulva*-meal supplement to diet on the lipid metabolism of red sea bream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 52, 1887~1893.
- Nakagawa, H., H. Kumai, M. Nakamura and S. Kasahara. 1985. Effect of algae supplemented diet on serum and body constituents of cultured yellow tail. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 51, 279~286.
- NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Acad. Press, D.C. Washington, 114pp.
- Satoh, K.I., H. Nakagawa and S. Kasahara. 1987. Effect of *Ulva* meal supplementation on disease resistance of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53, 1115~1120.
- SPSS Inc. 1997. SPSS Base 7.5 for Window, SPSS Inc., 444N. Michigan Avenue, Chicago, IL, 60611.
- Tanimoto, S.Y., K. Ikuma and S. Takahara. 1993. Improvement in raw meat texture of cultured eel by feeding of tochu leaf powder.

- Biosci. Biotech. Biochem., 57, 325~327.
- Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe. 1985. Nutrient evaluation of several sources in diets for abalone, *Haliotis discus hannai*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51, 1835~1839 (in Japanese).
- Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe. 1986a. Optimum protein level in diets for abalone. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52, 1005~1012 (in Japanese).
- Uki, N., M. Sugiura and T. Watanabe. 1986b. Requirement of essential fatty acids in the abalone, *Haliotis discus hannai*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52, 1013~1026 (in Japanese).
- 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. Korean Fish. Soc., 27, 69~82 (in Korean).
- Yone, Y., M. Furuichi and K. Urando. 1986. Effect of dietary wakame *Undaria pinnatifida* and *Ascophyllum nodosum* supplements on growth, feed efficiency, and proximate compositions of liver and muscle of red sea bream. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52, 1465~1468.

2001년 4월 23일 접수

2001년 9월 27일 수리