

한방사료 첨가제인 어보산의 효과

I. 넙치의 생존율, 성장, 사료효율 및 비만도에 미치는 영향*

김동수 · 김종현** · 정창화 · 이상윤*** · 이상민**** · 문영봉**

부경대학교 양식학과, **국립수산진흥원 거제수산종묘배양장,
부경대학교 해양산업공학 협동과정, *강릉대학교 해양생명공학부

Utilization of Obosan (Dietary Herbs)

I. Effects on Survival, Growth, Feed Conversion Ratio and Condition Factor in Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Dong Soo Kim, Jong Hyun Kim**, Chang Hwa Jeong, Sang Yun Lee***, Sang-Min Lee**** and Young Bong Moon**

Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

***Keoje Hatchery, National Fisheries Research & Development Institute, Keoje 656-840, Korea*

****Interdisciplinary Program of Ocean Industrial Engineering, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea*

*****Faculty of Marine Bioscience & Technology, Kangnung National University, Kangnung 210-702, Korea*

The effects of different concentrations of Obosan as a feed additive dietary herb were examined on survival rate, growth, feed conversion ratio and condition factor in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Effectiveness of dietary Obosan with optimized concentration for 48 weeks were also observed with regard to growth performances and yields. All groups fed diets containing 0.15, 0.3 and 0.6% of Obosan revealed significantly higher survival rate than control group ($P < 0.05$). Growth, feed conversion ratio and condition factor of olive flounder fed diets containing Obosan were considerably improved when compared to those of controls ($P < 0.05$). The 0.3% of dietary Obosan was proven to be the optimal concentration in all parameters tested. The dietary Obosan (0.3%) for 48 weeks showed significantly higher survival rate than control ($P < 0.05$), and also improved yields in weight gain (19.0% improvement), specific growth rate (4.8%), feed conversion ratio (13.6%) and condition factor (10.8%), significantly ($P < 0.05$).

Key words : Obosan, Olive flounder, Survival, Growth, Diet

서론

우리나라의 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 양식

은 1980년대 들어 인공종묘생산 기술이 개발된 이후(Min, 1988), 현재 양식기술의 보편화로 종묘생산부터 양성까지 완전양식이 이루어지고 있

*본 논문은 부경대 해양산업개발연구소 연구비(97K4-1506-00-01-1) 지원에 의해 수행되었음.

다(Cho et al., 1995). 이에 국내의 넙치 양식 생산량도 매년 증가되어 1996년에는 8,861톤이 생산되었으며(해양수산부, 1997), 이러한 증가 추세는 앞으로도 계속될 전망이다.

그러나 현재와 같은 양식 조건에서는 밀식이 시행됨에 따라 환경이 악화되어 각종 스트레스 요인과 질병이 발생, 양식어가에 적지않은 부담을 안겨주고 있으며, 특히 넙치 양식에 있어 생산량의 증가와 더불어 경영비의 절반 이상을 차지하는 사료비는 생산원가를 상승시키는 요인으로 작용하고 있다(Lee et al., 1995). 이에 사료효율을 극대화시켜 사료비를 절감하고 환경오염을 줄이며 우수한 성장을 유도할 수 있는 효율적인 사료의 개발이 시급한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 넙치 양식의 생산성을 향상시키기 위한 연구의 일환으로, 부경대 해양산업개발연구소와 서울 소재 성암산업에서 공동 개발한 한방사료 첨가제인 어보산(상표등록 대한민국 제 11825호; 특허출원 대한민국 96-19506, 일본 9-326563, 중국 97-1-22192.8)을 넙치의 사료에 첨가하여 어체에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 즉 어보산 첨가농도별로 성장 실험을 하여 최적 첨가농도를 알아 보았고, 어보산을 장기 투여하였을 경우 넙치의 생존율, 성장, 사료효율 및 비만도에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

1. 어류

실험어는 Kim et al. (1994)의 방법에 의거, 육상수조 양식장에서 친어로 사용되고 있던 넙치 암컷과 자성발생성 2배체 넙치 수컷(대한민국 특허 제 112130호)을 교배하여 생산된 전 암컷 넙치를 사용하였다. 실험시작시 실험어 평균 전장과 체중은 어보산 첨가농도별 실험의 경우 4.35 ± 0.42 cm, 0.79 ± 0.25 g 그리고 어보산 장기 투여 실험의 경우 12.15 ± 0.33 cm, 17.16 ± 1.60 g이었다.

2. 방법

2-1. 실험 사료

어보산 첨가농도별 실험에 사용한 기본사료의 조성은 Table 1과 같다. Kim et al. (1996)의 연구 결과를 토대로 어보산 함량이 0, 0.15, 0.3 및 0.6%가 되도록 4종류의 실험 사료를 제조하였다. 어보산 장기 투여 실험에 사용한 대조군 사료는 Kim et al. (1996)의 사료와 동일하며, 실험사료는 어보산을 0.3% 첨가하여 대조군 사료와 동일한 방법으로 제조하였다. 사료는 펠렛제조기(대구상공사, 대한민국)로 성형하였으며, 1일 1~4회 충분히 먹을 때까지 공급하였다.

Table 1. Composition of basal diet

Ingredient	%
White fish meal	65
Wheat flour	15
Dextrin	3
Squid liver oil	4
Corn oil ¹	2
Vitamin premix ²	3
Mineral premix ³	3
Carboxymethyl cellulose ⁴	5
Proximate analysis(dry matter basis)	
Crude protein	48.7
Crude lipid	12.6
Crude ash	16.6

¹Tocopherol stripped, U.S. Biochemical, Cleveland, OH.

²Vitamin mix contained the following amount which were diluted in cellulose (g/kg mix): ascorbic acid, 92.7; α -tocopheryl acetate, 14.5; thiamin, 2.1; riboflavin, 7.0; pyridoxine, 1.4; nicin, 27.8; Ca-D-pantothenate, 9.7; myo-inositol, 139.1; D-biotin, 4.2; folic acid, 0.5; p-amino benjoic acid, 13.9; K3, 1.4; A, 0.6; D3, 0.002; choline chloride, 278.3; cyanocobalamin, 0.003.

³Each 1000 g of premix contained: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 80 g; $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$, 370 g; KCl, 130 g; Ferric citrate, 40 g; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 20 g; Ca-lactate, 356.5 g; CuCl, 0.2 g; $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, 0.15 g; KI, 0.15 g; $Na_2Se_2O_3$, 0.01 g; $MnSO_4 \cdot H_2O$, 2 g; $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, 1 g.

⁴Sigma Chemical, St. Louis, MO, USA.

2-2. 사육

2-2-1. 어보산 첨가농도별 성장

사육기간은 41일간(사료 공급일수 39일)이었으며, 실험어는 한 수조에 60마리씩 수용하여 3반복으로 실험하였다. 사육수조는 180 l 용량의 원형 FRP수조(수량 80 l)를 사용하여, 여과해수를 각 실험수조마다 1 l/min으로 흘려주었고, 사료공급 후 1일 2회 청소를 하였다. 사육기간동안 수온은 17.6~20.2℃, 염분은 31.3~34.7‰, 그리고 DO는 6.1~7.3 mg/l 범위였다.

2-2-2. 어보산 장기 투여시 성장

사육기간은 1996년 5월 4일부터 1997년 4월 5일까지 335일간(사료 공급일수 312일)이었으며, 실험시작시 한 수조에 수용한 실험어는 75마리씩 이었고, 각 실험군마다 2반복으로 2개의 수조를 배치하였다. 전반 12주간의 사육기간 후에는 35마리씩 3반복으로 같은 실험군 내에서 각각의 평균 크기(대조군 81.7 g, 첨가군 108.5 g)에 맞추어 재배치한 후, 후반 36주간의 사육실험을 행하였다. 사육수조는 4,500 l 용량의 원형 FRP수조(수량 3,000 l)를 사용하여, 고압모래여과장치로 여과된 해수를 각 실험수조마다 30 l/min으로 흘려주었고, 사료공급 후 1일 1~3회 청소를 하였다. 사육기간동안 수온은 10.0~26.8℃, 염분은 32.7~35.2‰, 그리고 DO는 6.0~8.4 mg/l 범위였다.

2-3. 생존율 및 성장

사육 중 죽은 어체는 사료공급 후 관찰하여 전거 내었으며, 실험종료시 생존한 개체수에 대한 백분율로 생존율을 나타내었다. 성장은 개체별 전장 측정과 아울러 0.01 g (R61420, PAG Corp., Switzerland) 및 0.1 g (EP-12KA, A & D Co., Japan)까지 쟈 수 있는 전자저울로 체중을 측정하였으며, 일일성장률(specific growth rate), 사료계수(feed conversion ratio) 및 비만도(condition factor)를 계산하여 각 실험군간의 값을 비교하였다. 일일성장률, 사료계수 및 비만도는 다음과 같은 공식으로 계산하였다.

$$\text{일일성장률} = [(\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1)] \times 100,$$

(W, 평균체중; T, 측정일자)

사료계수 = 사료공급량 / 증중량

비만도 = (체중 / 전장³) × 10³

2-4. 통계 처리

결과의 통계 처리는 Computer program statistix 3.1 (Analytical Software, St. Paul, MN, USA)로 ANOVA test를 실시하여 최소유의차검정(LSD : Least significant difference)으로 평균간의 유의성(P < 0.05)을 검정하였다.

결 과

1. 어보산 첨가농도별 생존율

어보산의 첨가농도에 따른 넙치의 생존율을 조사한 결과는 Table 2에 나타내었다. 대조군의 생존율은 86.1%로 92.8~99.4%의 생존율을 보인 어보산 첨가군들에 비해 유의하게 낮은 값을 보였다(P < 0.05). 첨가군들 중 0.15% 첨가군은 92.8%의 생존율을 보여 각각 99.4% 및 98.9%의 값으로 조사된 0.3% 및 0.6% 어보산 첨가군과는 유의한 차이를 나타내었으며(P < 0.05), 0.3%와 0.6% 첨가군 사이에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다(P > 0.05).

2. 어보산 첨가농도별 성장 및 사료계수

Table 3은 어보산 첨가농도에 따른 체중의 성장, 일일성장률 및 사료계수를 조사한 결과이다. 모든 첨가군들이 대조군보다 빠른 성장률과 높은 사료효율을 보였으며, 특히 0.3% 첨가군, 0.6% 첨가군 그리고 0.15% 첨가군의 순서로 좋은 값을 보였다. 실험일수에 대한 체중의 성장은 실험 4주에 이르러 대조군이 3.32±0.01 g, 0.15% 첨가군이 3.58±0.03 g, 0.3% 첨가군이 3.83±0.10 g 그리고 0.6% 첨가군이 3.74±0.13 g으로 실험군간에서 유의한 차이를 보이기 시작하였다(P < 0.05). 실험종료시에는 대조군이 4.66±0.09 g, 0.15% 첨가군이 5.29±0.30 g, 0.3% 첨가군이 5.94±0.19 g 그리고 0.6% 첨가군이 5.74±0.15

Table 2. Effect of different concentrations of dietary Obosan on survival rate of olive flounder, *Paralichthys olivaceus*¹

Concentration of Obosan (%)	Survival rate			
	Tank 1	Tank 2	Tank 3	Mean±s.d. (%)
0	48/60	53/60	54/60	86.1±4.4 ^a
0.15	54/60	57/60	56/60	92.8±2.1 ^b
0.30	60/60	60/60	59/60	99.4±0.8 ^c
0.60	59/60	59/60	60/60	98.9±0.8 ^c

¹Values with different superscripts in a column indicate significant differences (P<0.05). The experiment was conducted from 5 Jun. 1997 to 17 Jul. 1997 (water temperature, 17.6~20.2°C; salinity, 31.3~34.7‰).

Table 3. Effects of different concentrations of dietary Obosan on mean weight, specific growth rate (SGR) and feed conversion ratio (FCR) of olive flounder, *Paralichthys olivaceus*¹

		Concentration of Obosan (%)			
		0	0.15	0.30	0.60
Weight (g)	Initial	0.79±0.02 ^a	0.80±0.01 ^a	0.79±0.01 ^a	0.78±0.02 ^a
	2 week	2.09±0.03 ^a	2.10±0.04 ^a	2.14±0.07 ^a	2.14±0.06 ^a
	4 week	3.32±0.01 ^a	3.58±0.03 ^b	3.83±0.10 ^c	3.74±0.13 ^{bc}
	6 week	4.66±0.09 ^a	5.29±0.30 ^b	5.94±0.19 ^c	5.74±0.15 ^{bc}
SGR ²	2 week	7.47±0.25 ^a	7.42±0.22 ^a	7.69±0.37 ^a	7.72±0.38 ^a
	4 week	3.51±0.22 ^a	3.99±0.14 ^b	4.49±0.20 ^c	4.28±0.20 ^{bc}
	6 week	2.61±0.15 ^a	2.99±0.39 ^{ab}	3.37±0.05 ^b	3.29±0.47 ^{ab}
	Total	4.55±0.10 ^a	4.84±0.16 ^b	5.18±0.12 ^c	5.07±0.06 ^{bc}
FCR ³	2 week	1.36±0.04 ^a	1.35±0.06 ^a	1.32±0.08 ^a	1.33±0.07 ^a
	4 week	1.71±0.13 ^a	1.54±0.03 ^{ab}	1.35±0.11 ^b	1.52±0.10 ^{ab}
	6 week	1.61±0.10 ^a	1.48±0.13 ^{ab}	1.31±0.03 ^b	1.43±0.10 ^{ab}
	Total	1.67±0.09 ^a	1.50±0.02 ^b	1.32±0.06 ^c	1.44±0.05 ^{bc}

¹Mean±s.d., n=3 tanks. Values with different superscripts in each row indicate significant differences (P<0.05). The experiment was conducted from 5 Jun. 1997 to 17 Jul. 1997 (water temperature, 17.6~20.2°C; salinity, 31.3~34.7‰).

²SGR=[(ln W2-ln W1)/(T2-T1)]×100, where W1 and W2 are mean body weight at times when the first and second samples were taken (T1 and T2).

³FCR=Wet feed intake/wet weight gain.

g으로, 각 첨가군들이 대조군에 비해 각각 약 13.5%, 27.5% 및 23.2% 더 증가되었다(P<0.05).

실험 전 기간을 통하여 0.15%, 0.3% 및 0.6% 어보산 첨가군의 일일성장률은 각각 4.84%, 5.18% 및 5.07%로, 대조군 4.55%에 비해 각각 약 6.4%, 13.9% 및 11.4% 더 좋은 결과를 보였다(P<0.05).

실험 4주와 6주의 사료계수에 있어 0.3% 첨가군은 각각 1.35 및 1.31을 보여 대조군의 1.71 및 1.61에 비해 유의적으로 낮았지만(P<0.05), 0.3

% 첨가군 및 대조군은 각각 1.54와 1.48을 보인 0.15% 첨가군 및 1.52와 1.43을 보인 0.6% 첨가군과 비교하여 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 그러나 실험 전 기간 동안의 사료계수는 대조군이 1.67, 0.15% 첨가군이 1.50, 0.3% 첨가군이 1.32 그리고 0.6% 첨가군이 1.44로, 각 첨가군들이 대조군에 비해 각각 약 11.3%, 26.5% 및 16.0% 더 향상된 사료효율을 보였다(P<0.05).

3. 어보산 첨가농도별 비만도

어보산 첨가농도가 넙치의 비만도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 모든 실험군에서 비만도는 성장함에 따라 증가되었으며, 실험 4주에 이르러 0.3% 첨가군은 9.96으로 나타나 다른 실험군의 9.70~9.76에 비하여 유의한 차이가 나기 시작하였다($P<0.05$). 실험종료시에는 대조군이 9.62, 0.15% 첨가군이 9.72, 0.3% 첨가군이 10.00 그리고 0.6% 첨가군이 9.90을 보며, 0.15% 첨가군은 대조군과 차이가 나지 않았으나 ($P>0.05$), 0.3% 및 0.6% 첨가군에서는 2.9~3.9% 정도의 유의한 증가를 보였다($P<0.05$).

4. 어보산 장기 투여시 생존율

앞서의 농도별 실험 결과 가장 효과적이었던 0.3%의 어보산 첨가사료를 장기간 공급하였을때 넙치의 생존율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5에 나타내었다. 어보산 첨가군의 생존율은 0~12주 사육실험에서 99.3%, 13~48주 사육실험

에서 93.3%를 나타내어 각각 94.0% 및 81.0%를 보인 대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$).

5. 어보산 장기 투여시 체중의 성장

0.3% 농도의 어보산 첨가사료를 장기간 공급하였을때 체중의 성장을 48주동안 조사한 결과를 Table 6에 나타내었다. 성장실험 시작부터 4주까지는(대조군 28.6 ± 0.4 g, 첨가군 31.2 ± 1.3 g) 유의차를 나타내지 않았으나, 실험 8주부터는 대조군이 45.6 ± 0.6 g 그리고 어보산 첨가군이 54.0 ± 0.1 g으로 첨가군이 대조군에 비해 약 18.4% 더 증가되어 유의한 차이가 나기 시작하였다($P<0.05$). 이후 실험 20주에는 대조군이 164.9 ± 1.6 g인데 비하여 첨가군은 270.7 ± 1.8 g으로 약 64.2% 더 증가되었다($P<0.05$). 실험종료시에는 각각 860.4 ± 19.8 g 및 $1,023.7\pm 17.9$ g으로 첨가군이 대조군에 비해 약 19.0% 더 증가되었다($P<0.05$).

Table 4. Effect of different concentrations of dietary Obosan on condition factor (CF) of olive flounder, *Paralichthys olivaceus*¹

Concentration of Obosan (%)	Experimental period (week)			
	0	2	4	6
0	9.29±0.02 ^a	9.70±0.06 ^a	9.70±0.09 ^a	9.62±0.12 ^a
0.15	9.28±0.02 ^a	9.72±0.04 ^a	9.70±0.01 ^a	9.72±0.06 ^{ab}
0.30	9.29±0.02 ^a	9.80±0.03 ^a	9.96±0.08 ^b	10.00±0.11 ^c
0.60	9.28±0.01 ^a	9.77±0.03 ^a	9.76±0.01 ^a	9.90±0.06 ^{bc}

¹Mean±s.d., n=3 tanks. Values with different superscripts in each column indicate significant differences ($P<0.05$). The experiment was conducted from 5 Jun. 1997 to 17 Jul. 1997 (water temperature, 17.6~20.2°C; salinity, 31.3~34.7‰). CF=(wet weight/total length³)×10³.

Table 5. Effect of dietary Obosan (0.3%) on survival rate of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* for 48 weeks¹

Week	Concentration of Obosan (%)	Survival rate			
		Tank 1	Tank 2	Tank 3	Mean±s.d. (%)
0~12	0	70/75	71/75		94.0±0.7 ^a
	0.3	75/75	74/75		99.3±0.7 ^b
13~48	0	26/35	29/35	30/35	81.0±4.9 ^a
	0.3	33/35	32/35	33/35	93.3±1.4 ^b

¹Values with different superscripts in each column of the same experimental period indicate significant differences ($P<0.05$). The experiment was conducted from 4 May 1996 to 5 Apr. 1997 (water temperature, 10.0~26.8°C; salinity, 32.7~35.2‰).

Table 6. Effect of dietary Obosan (0.3%) on weight gain of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* for 48 weeks¹

	Concentration of Obosan (%)	
	0	0.3
Initial	17.2± 0.1 ^a	17.2± 0.1 ^a
4 week	28.6± 0.4 ^a	31.2± 1.3 ^a
8 week	45.6± 0.6 ^a	54.0± 0.1 ^b
12 week	81.7± 1.3 ^a	108.5± 1.7 ^b
16 week	123.4± 1.1 ^a	183.4± 1.6 ^b
20 week	164.9± 1.6 ^a	270.7± 1.8 ^b
24 week	276.8± 2.8 ^a	421.0± 3.6 ^b
28 week	380.3± 3.5 ^a	560.3± 4.5 ^b
32 week	472.2± 5.3 ^a	665.5± 9.5 ^b
36 week	600.2± 7.3 ^a	751.6± 8.5 ^b
40 week	655.4±10.8 ^a	830.6±10.4 ^b
44 week	756.7±14.3 ^a	943.1±13.3 ^b
48 week	860.4±19.8 ^a	1023.7±17.9 ^b

¹Mean±s.d.. Values with different superscripts in each row indicate significant differences (P<0.05). The experiment was conducted from 4 May 1996 to 5 Apr. 1997 (water temperature, 10.0~26.8°C ; salinity, 32.7~35.2‰).

6. 어보산 장기 투여시 일일성장률

어보산(0.3%)이 첨가된 사료를 이용하여 장기 간 사육시 어보산 첨가가 넙치의 일일성장률에 미치는 영향을 조사한 결과를 Table 7에 나타내었다. 48주의 전 실험기간 동안 각 사육수조 일일성장률을 비교해보면, 대조군의 1.24~1.26%에 비하여 0.3% 어보산 첨가군의 경우 1.30~1.32%의 높은 성장률을 나타내었다. 실험군별 평균 일일성장률은 어보산 첨가군이 1.31% 그리고 대조군이 1.25%로 어보산 첨가군이 약 4.8% 향상

된 결과를 나타내었다(P<0.05).

7. 어보산 장기 투여시 사료계수

어보산 0.3%를 첨가한 사료의 장기 공급이 넙치의 사료효율에 미치는 영향을 조사하기 위해 48주 동안 대조군 및 어보산 첨가군의 사료계수를 비교하였다. 전 사육기간 중의 사료계수는 대조군의 경우 tank 1, tank 2 및 tank 3에서 1.99, 2.02 및 2.04(평균 2.01)였고, 어보산 첨가군은 1.76, 1.78 및 1.76(평균 1.77)였다(Table 8). 사료계수에서도 대조군에 비하여 어보산 첨가군이 평균 13.6% 더 낮아 사료효율이 향상됨을 보였다 (P<0.05).

8. 어보산 장기 투여시 비만도

어보산(0.3%) 첨가사료의 장기 공급이 넙치의 비만도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 9와 같다. 두 실험군 모두에서 비만도는 성장함에 따라 증가되었으며, 실험 12주에 이르러 어보산 첨가군이 12.57로 대조군의 12.20에 비하여 유의한 차이가 인식되었다(P<0.05). 실험종료시에는 대조군이 12.91 그리고 첨가군이 14.31을 보여 첨가군이 대조군에 비해 약 10.8% 더 높게 나타났다 (P<0.05).

고 찰

한방사료 첨가제인 어보산을 사용하여 넙치 양식에 있어 생산성을 증가시키기 위한 본 연구에서, 사료에 어보산을 첨가한 경우 넙치의 생존율, 성

Table 7. Effect of dietary Obosan (0.3%) on specific growth rate (SGR) of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* for 48 weeks¹

Concentration of Obosan (%)	SGR ²			
	Tank 1	Tank 2	Tank 3	Mean±s.d.
0	1.26	1.26	1.24	1.25±0.01 ^a
0.3	1.32	1.30	1.31	1.31±0.01 ^b

¹Values with different superscripts in a column indicate significant differences (P<0.05). The experiment was conducted from 4 May 1996 to 5 Apr. 1997 (water temperature, 10.0~26.8°C ; salinity, 32.7~35.2‰).

²SGR=[(ln W2-ln W1)/(T2-T1)]×100, where W1 and W2 are mean body weight at times when the first and second samples were taken (T1 and T2).

Table 8. Effect of dietary Obosan (0.3%) on feed conversion ratio (FCR) of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* for 48 weeks¹

Concentration of Obosan (%)	FCR ²			
	Tank 1	Tank 2	Tank 3	Mean±s.d.
0	1.99	2.02	2.04	2.01±0.02 ^a
0.3	1.76	1.78	1.76	1.77±0.01 ^b

¹Values with different superscripts in a column indicate significant differences (P<0.05). The experiment was conducted from 4 May 1996 to 5 Apr. 1997 (water temperature, 10.0~26.8°C; salinity, 32.7~35.2‰).

²FCR=Wet feed intake/wet weight gain.

Table 9. Effect of dietary Obosan (0.3%) on condition factor (CF) of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* for 48 weeks¹

	Concentration of Obosan (%)	
	0	0.3
Initial	9.60±0.00 ^a	9.60±0.02 ^a
4 week	10.56±0.02 ^a	10.79±0.06 ^a
8 week	11.61±0.04 ^a	11.73±0.06 ^a
12 week	12.20±0.13 ^a	12.57±0.12 ^b
16 week	12.42±0.06 ^a	12.94±0.11 ^b
20 week	12.54±0.05 ^a	13.57±0.14 ^b
24 week	12.58±0.09 ^a	13.69±0.06 ^b
28 week	12.71±0.06 ^a	13.74±0.12 ^b
32 week	12.83±0.05 ^a	13.86±0.09 ^b
36 week	12.90±0.08 ^a	13.97±0.06 ^b
40 week	12.75±0.08 ^a	13.83±0.09 ^b
44 week	12.91±0.13 ^a	14.36±0.17 ^b
48 week	12.91±0.17 ^a	14.31±0.13 ^b

¹Mean±s.d.. Values with different superscripts in each row indicate significant differences (P<0.05). The experiment was conducted from 4 May 1996 to 5 Apr. 1997 (water temperature, 10.0~26.8°C; salinity, 32.7~35.2‰). CF=(wet weight/total length³)×10³.

장, 사료효율 및 비만도에 매우 좋은 효과를 나타내었다.

생존율은 모든 어보산 첨가군들이 대조군보다 높게 나타났는데, 이는 생리 활성을 증가시키는 한방 첨가사료를 실험군 넙치가 섭취하였기 때문으로 보이며, 앞으로 질병이 빈발하고 사육환경이 불리한 조건에서 보다 더 효과적일 것으로 전망된다. 나일 틸라피아에게 glycyrrhizin을 0.025~

0.2%의 농도로 산화된 사료에(Jang et al., 1992), 그리고 구기자 3%를 사료에(황, 1997; 권, 1998) 첨가하여 먹인 후 어류의 병원성 세균인 *Edwardsiella tarda*를 공격 실험하여 방어능을 조사한 결과, 생존율에서 첨가군이 대조군보다 현저히 높았다는 보고도 있다. 그러나 한약재의 경우 어떠한 가지만을 장기 투여할 때, 그에 따른 부작용이 있을 가능성이 있어(임, personal communication) 이를 막기 위해 여러 성분을 다양하게 첨가 조제하여 각 성분의 효과간 상승작용은 물론 한 가지 약재만의 단독 장기 투여에 따른 부작용을 최소화하여야 할 것이다. 이러한 관점에서 28가지의 한약재로 제조된 어보산은 본 실험의 결과 매우 효과적인 사료 첨가제로 인정된다. 특히 48주 이상 장기 투여시에도 어떠한 부작용도 없이 처리군의 생존율이 증가되는 것을 고려할 때 어보산은 매우 안정된 사료 첨가제임은 물론 질병에 대한 저항성을 높여주는 효과가 있는 것으로 판단된다.

어보산 첨가농도에 따른 체중의 성장은 실험종료시 모든 첨가군들이 대조군에 비해 약 13.5~27.5% 더 증가되었으며, 실험 전 기간을 통한 첨가군들의 일일성장률은 대조군보다 약 6.4~13.9%, 그리고 사료효율은 약 11.3~26.5% 더 향상된 결과를 보였다. 특히 이들 중 0.3% 첨가군이 고농도인 0.6% 첨가군보다도 더 좋은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 나일 틸라피아의 경우, 시판되는 EP 사료에 어보산을 0.25~2.0% 첨가하여 공급하였을 때 0.5% 첨가군에서 증체율과 일일성장률이, 0.25% 첨가군에서 사료효율이 가장

높았다는 결과와 일치하였다(Kim et al., 1998).

어보산 첨가군들의 체중 성장은 실험 4주 후부터 대조군보다 유의하게 증가되었는데, Yone et al. (1986)은 미역 5% 첨가 사료를 먹인 연구에서 체중의 성장은 참돔의 경우 2주째부터, 그리고 조피볼락의 경우 80일째부터(Yi and Chang, 1994) 첨가에 따른 차이를 보이기 시작하였다고 보고한 바 있고, 황(1997)과 권(1998)은 나일 틸라피아의 사료에 구기자 3%를 첨가하여 투여하였을 때 체중의 성장에서 첨가군이 실험 8주째부터 대조군보다 더 증가되었다고 하였다. 또한, Kim et al. (1998)은 틸라피아를 대상으로 0.25~2.0%의 어보산 첨가사료를 공급시 체중의 성장이 실험 3주째부터 농도에 따른 차이를 보이기 시작하였다고 보고한 바 있다. 따라서 양식어류의 성장에 대한 식물 자원의 효과는 단기의 급성 효과보다는 일정 기간이 지난 후 점진적으로 나타나는 만성 효과인 것으로 생각된다.

본 연구에서 비만도는 어보산 첨가농도별 실험의 경우 0.3% 첨가군이 대조군에 비해 약 3.9% 더 향상되었고 이 농도로 48주간 장기 투여한 결과 대조군에 비해 약 10.8% 더 증가되었다. 그러나 이제까지 연구된 식물 자원 첨가사료를 먹인 양식어류의 비만도는 비첨가 어류의 비만도와 비교하여 큰 차이가 없거나 떨어진다는 것이 여러 연구에서 제시되고 있다(Nakagawa et al., 1982a, b, 1984, 1985; Nakagawa and Kasahara, 1986; Nematipour et al., 1987, 1988; Kim and Choi, 1996). 그러나 비만도의 증가는 어체의 지질대사에 깊은 관계가 있을 것으로 추정되므로 앞으로 어종과 첨가제 간의 지질대사 등 상호작용에 대한 더 많은 연구가 필요할 것이다.

이상의 결과 사료 첨가물로서의 어보산은 넙치의 생존율, 성장 및 사료효율 향상에 지대한 영향을 미쳤으며, 비만도에도 좋은 효과를 나타내므로 실제 양식에 어보산을 이용할 경우 동일 노력으로 보다 향상된 생산성을 이끌어 낼 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

한방사료 첨가제인 어보산이 첨가농도별(0, 0.15, 0.3 및 0.6%) 넙치의 생존율, 성장, 사료계수 및 비만도에 미치는 효과를 비교한 결과, 생존율에 있어 첨가군은 대조군에 비해 7.7~15.5% 유의하게 높은 값($P<0.05$)을 보여 어보산이 넙치의 생존율 향상에 크게 기여함을 알 수 있었다. 체중의 성장은 실험 4주 후부터 대조군과 첨가군 간에서 통계적으로 유의한 차이를 보이기 시작하였으며($P<0.05$), 0.3% 첨가군이 가장 높은 성장 증가 효과를 보여 대조군에 비해 27.5%나 더 성장하였다. 실험 전 기간을 통해 어보산 첨가군들의 일일성장률은 대조군보다 6.4~13.9% 더 좋은 결과를 보였고($P<0.05$), 첨가군들의 사료계수도 대조군보다 11.3~26.5% 더 낮아 사료효율이 향상됨을 보였다($P<0.05$). 실험종료시 비만도는 0.3% 및 0.6% 첨가군이 대조군에 비해 각각 3.9% 및 2.9% 더 향상되어($P<0.05$), 성장 및 사료계수의 결과와 마찬가지로 0.3% 첨가군에서 가장 높은 값을 보임으로써, 어보산의 넙치 MP 사료에 대한 적정 첨가농도는 0.3%로 판명되었다. 0.3%의 어보산 첨가사료를 48주간 장기간 공급하였을 때 넙치의 생존율, 성장, 사료효율 및 비만도에 미치는 효과를 조사한 결과, 어보산 첨가군의 생존율은 대조군에 비해 앞서의 실험 결과와 같이 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$), 체중의 성장은 실험 8주부터 유의한 차이가 나기 시작하여($P<0.05$), 실험종료시 첨가군(평균 1,024 g)은 대조군(평균 860 g)에 비해 약 19.0%의 체중 증가가 관찰되었다($P<0.05$). 일일성장률과 사료효율도 첨가군이 각각 4.8% 및 13.6% 더 향상된 결과를 나타내었으며($P<0.05$), 실험종료시 첨가군의 비만도도 약 10.8% 더 높게 나타났다($P<0.05$).

참 고 문 헌

Cho, K. C., J. H. Kim, C. S. Go, Y. Kim and

- K. -K. Kim, 1995. A study on seedling production of the spotted flounder, *Verasper variegatus*. Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency, 50 : 41-57.
- 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.
- Kim, D. S., C. H. Noh, S. -W. Jung and J. -Y. Jo, 1998. Effects of Obosan supplemented diet on growth, feed conversion ratio and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. J. Aquacult., 11 : 83-90.
- 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.
- Kim, D. S., Y. B. Moon, C. H. Jeong, B. -S. Kim and Y. -D. Lee, 1994. Production of all-female diploid and triploid populations in *Paralichthys olivaceus*. J. Aquacult., 7 : 159-164.
- Kim, J. -Y. and M. -S. Choi, 1996. Effects of dietary *Enteromorpha compressa* on growth and blood properties in Israeli strain of common carp (*Cyprinus carpio*). J. Aquacult., 9 : 151-157.
- Lee, J. -Y., S. -M. Lee and I. -G. Jeon, 1995. Effects of a practical Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*) diet : Comparison with raw fish and moist pellet diet. J. Aquacult., 8 : 261-269.
- Min, B. S., 1988. Maturation and spawning of flounder (*Paralichthys olivaceus*) under captive conditions. J. Aquacult., 1 : 25-39.
- 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, 1982b. Effect of feeding of *Chlorella-extract* supplement in diet on cultured yellow tail-II. Effect on resisting power monitored by blood parameters against air-dipping. The Aquiculture, 30 : 76-83.
- 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.
- Nakagawa, H., S. Kasahara, A. Tsujimura and K. Akira, 1984. Change of body composition during starvation in *Chlorella-extract* fed ayu. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50 : 665-671.
- Nakagawa, H., Y. Inazuka, S. Yamasaki, H. Hirata and S. Kasahara, 1982a. Effect of feeding of *Chlorella-extract* supplement in diet on cultured yellow tail- I. Growth and blood properties. The Aquiculture, 30 : 67-75.
- Nematipour, G. R., H. Nakagawa, K. Nanba, S. Kasahara, A. Tsujimura and K. Akira, 1987. Effect of *Chlorella-extract* supplement to diet on lipid accumulation of ayu. Nippon Suisan Gakkaishi, 53 : 1687-1692.
- Nematipour, G. R., H. Nakagawa, S. Kasahara and S. Ohya, 1988. Effect of dietary lipid level and *Chlorella-extract* on ayu. Nippon Suisan Gakkaishi, 54 : 1395-1400.
- 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.
- Yone, Y., M. Furuichi and K. Urano, 1986. Effects 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.
- 권문경, 1998. 구기자 투여 및 백신 처리가 나일 틸라피아, *Oreochromis niloticus*의 면역 반응에 미치는 효과. 부경대학교 석사학위논문, 62pp.
- 해양수산부, 1997. 해양수산통계연보. 해양수산부, pp. 1000-1054.
- 황미혜, 1997. 나일 틸라피아, *Oreochromis niloticus*의 면역 반응에 대한 생약재 투여 효과. 부경대학교 석사학위논문, 45pp.