

## 한방사료 첨가제인 어보산의 효과

### Ⅲ. 시판 사료에 어보산 첨가시 넙치치어의 성장에 미치는 효과

김종현 · 문영봉\* · 정창화\*\* · 김동수\*\*

국립수산진흥원 남해수산연구소  
\*국립수산진흥원 동해수산연구소  
\*\*부경대학교 양식학과

## Utilization of Dietary Herb Obosan

### Ⅲ Growth of Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Jong Hyun Kim, Young Bong Moon\*, Chang Hwa Jeong\*\* and Dong Soo Kim\*\*

South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yosu 556-820, Korea

\*East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Kangnung 210-860, Korea

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

Growth, feed efficiency and condition factor of the olive flounder fed supplemented diets containing different levels of Obosan were significantly ( $P<0.05$ ), especially at the optimum level of 0.6 % Obosan. The hematological values (RBC count, hemoglobin, hematocrit, MCHC, MCV and MCH) were not significantly different among the flounder fed diets containing different levels of Obosan ( $P>0.05$ ). However, serum concentrations of total protein and glucose in the flounder, fed Obosan supplemented diets, were significantly higher, while the levels of total cholesterol, GOT and GPT were lower than those of control fish ( $P<0.05$ ); the values for GOT and GPT were only about half that of the control ( $P<0.05$ ).

Key words : Obosan, Olive flounder, Commercial diet, Growth, Hematological characteristics

## 서 론

최근의 어류양식 산업은 내적으로 만성적인 질병의蔓延, 사료비의 증가, 어가의 하락 등 여러 가지 문제점과 함께 외적으로 국내 경기의 침체로 인한 소비의 둔화 등 어려움을 겪고 있다.

특히 넙치 양식에 있어 생산량의 증가와 더불어 경영비의 절반 이상을 차지하는 사료비는 생산원가를 상승시키는 요인으로 작용하고 있다 (Lee et al., 1995). 이러한 시점에서 어류양식 산업의 경쟁력을 높이기 위하여 환경오염을 줄이고 우수한 성장과 사료효율을 유도할 수 있는 사료

를 개발하고자 하는 여러 가지 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 한편으로는 양어사료에 식물 자원의 유용 물질을 첨가하여 사료의 질적 향상을 꾀하고자 하는 연구가 이루어져 왔다. 그중 사료 첨가물로 *Chlorella*, 미역, 다시마 및 갈파래 등과 같은 조류는 양식어류의 생리 활성 증진에 유효하다고 밝혀져 있으며, 특히 이러한 조류 첨가에 대한 몇몇의 연구에서는 어류의 생리적 기능의 개선뿐만 아니라 우수한 성장과 사료효율과 함께 어육의 질적 향상이 이루어졌다고 보고된 바 있다 (Nakagawa et al., 1984, 1985; Nakagawa and Kasahara, 1986; Yone et al., 1986; Nematipour et al., 1987, 1988; Yi and Chang, 1994).

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

최근에는 한약재를 사료 첨가제로 이용하여 그 효과를 조사한 바 있는데, 감초로부터 분리된 triterpenoid saponin 계의 일종인 glycyrrhizin은 성장과 질병 저항성을 향상시키고, 두충은 어육의 경도를 높여 육질을 개선시키며, 구기자어 어류의 면역력을 증강시키는 데 효과가 있음이 보고된 바 있다 (Jang et al., 1992; Tanimoto et al., 1993; 권, 1998). 또한 Kim et al. (1998b)과 Lee et al. (1998)은 몇몇 한약재로 제조한 어보산 (성암산업, 대한민국)을 넙치의 습사료에 첨가하여 성장과 사료효율의 향상 및 육질 개선 등에 효과가 있음을 보고한 바 있다.

그러나 육상수조식 양식장에서의 넙치 치어의 양성을 고려시, 사료로서 주로 부상 형태의 시판 사료를 공급하고 있으므로, 실용적인 사료 첨가제의 개발을 위해서는 이를 시판 사료에 처리하여 어체에 미치는 영향에 대해 조사할 필요성이 있다.

따라서 본 연구에서는 Kim et al. (1998b)의 연구와 관련지어 한방사료 첨가제를 실제 양식산업에 적용하는 차원에서, 시판되는 넙치용 부상사료에 어보산을 농도별로 첨가하고, 성장 실험을 하여 최적 첨가농도를 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 어류

실험어는 Kim et al. (1994)의 방법에 의거하여 경북 영덕군에 위치한 개인 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  $16.1 \pm 1.2$  cm,  $43.8 \pm 10.2$  g 이었다.

### 2. 방법

#### 2-1. 실험 사료

실험에 사용한 사료의 조성은 Table 1과 같다. 대조군 사료는 넙치 육성어 부상사료 (J사료주식회사, 대한민국) kg당 200 g의 물을 첨가하여 만들었으며, 실험사료는 Kim et al. (1998b)의 어보산 적정 첨가농도의 연구 결과에서 부상사료의 건조중량이 높다는 점이 확인되었기에 이를 감안하여, 어보산의 첨가농도를 높게 하여 제조하였다. 즉 대조군 사료에 어보산을 0.6% 또는 1.2% 농도로 흡착시킨 후 음건하여 처리하였다. 사료는 1일 1~2회 충분히 먹을 때까지 공급하였다.

Table 1. Composition (%) of the experimental diet

Ingredients	(%)
Commercial diet*	100
Proximate analysis (dry basis)	
Protein	53.8
Lipid	12.9

\*Extruded-floating pellet diet for olive the olive flounder; the ingredients were not clearly defined (closed formula).

#### 2-2. 사육

실험어는 실험시작 1주 전부터 대조군 사료들에 각각 순치시킨 후 실험에 이용하였다. 사육기간은 1997년 9월 4일부터 11월 27일까지 83일간 (사료 공급일수 78일)이었으며, 한 수조에 수용한 실험어는 50마리씩이었고, 각 실험군마다 2반복으로 사육하였다. 사육수조는 2 m<sup>2</sup> 원형 FRP 수조 (수량 800 l)를 사용하였으며, 10 l/min의 여과 해수를 흘려주었다. 사육기간 동안 수온은 15.0~24.8℃, 염분은 32.0~34.5‰ 그리고 용존산소량은 6.0~7.8 mg/l 범위였다.

#### 2-3. 성장과 생존율

성장은 4주 간격으로 개체별 (50마리) 전장 측정과 아울러 0.1 g까지 쟀수 있는 전자저울 (EP-12KA, A & D Co., Japan)로 체중을 측정하였으며, 일일성장률 (specific growth rate), 사료효율 (feed efficiency) 및 비만도 (condition factor)를 계산하여 각 실험군간의 값을 비교하였다. 사육 중 죽은 어체는 사료공급 후 관찰하여 건져 내었으며, 실험종료시 생존한 개체수에 대한 백분율로 생존율을 나타내었다.

#### 2-4. 혈액성분 분석

분석용 어류는 실험사료 공급 16주 후, 각 실험군으로부터 7마리씩 무작위 추출하여 실험에 사용하였으며, 개체간의 편차를 줄이기 위해 분석된 최고치와 최저치를 제외한 5마리의 결과를 자료로 이용하였다. 분석시 실험어의 평균 전장과 체중은  $30.0 \pm 0.8$  cm,  $308.1 \pm 15.6$  g 이었다.

실험어는 채혈하기 전날 오전 9시까지 실험사료를 공급한 후 약 24시간 동안 절식시켰다. 혈액은 실험어의 미부동맥에서 일회용 주사기로 채혈하였으며, 채혈한 혈액 중 일부는 혈액성상을 조사하기 위해서 항응고제인 heparin-Na (100,000 units, 2.5 mg/ml, Sigma, USA)을 혈액 1 ml당 0.05 ml로 처리한 complete blood cell count 병 (녹십자사, 대한민국)에 넣어 red blood cell 수 (RBC), hemoglobin량 (Hb)과 hematocrit 치 (PCV)를 측정하고, 평균 적혈구 용적 (MCV; mean corpuscular volume), 평

균 적혈구 헤모글로빈 농도 (MCHC; mean corpuscular hemoglobin concentration) 및 평균 적혈구 헤모글로빈량 (MCH; mean corpuscular hemoglobin)을 계산하였다. RBC는 Hayem 씨액 (Ishisu)으로 혈액을 희석시켜 red cell pipet을 사용하여 Thoma haemocytometer에서 계수하였으며, Hb는 cyanmethemoglobin 법으로, 그리고 PCV는 모세관법에 의한 microhematocrit 법을 사용하여 각각 측정하였다. MCV, MCHC 및 MCH는 다음과 같은 공식으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{MCV } (\mu\text{m}^3) &= (\text{PCV}/\text{RBC}) \times 10^7 \\ \text{MCHC } (\%) &= (\text{Hb}/\text{PCV}) \times 100 \\ \text{MCH } (10^{-9} \text{ mg}) &= (\text{Hb}/\text{RBC}) \times 10^7 \end{aligned}$$

혈청성분은 채혈한 혈액을 항응고제가 처리되지 않은 원심분리관에 넣어 실온에 30분간 방치한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 냉장보관하면서 16시간 이내에 분석하였다. 혈청분석은 임상용 kit (아산제약주식회사, 대한민국)를 사용하여 total protein은 biuret 법으로, albumin은 BCG 법으로, glucose와 total cholesterol은 효소법으로 그리고 glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) 및 glutamic pyruvic transaminase (GPT)는 Reitman-Frankel 법으로 분석하였다.

#### 2-5. 통계 처리

결과의 통계 처리는 ANOVA test를 실시하여 최소 유의차 검정 (least significant difference)으로 평균간의 유

의성 ( $P < 0.05$ )을 검정하였다.

## 결 과

### 1. 성장과 생존율

Table 2는 어보산 첨가농도에 따른 넘치치의 체중 성장, 생존율, 일일성장률 및 사료효율을 조사한 결과이다. 모든 첨가군이 대조군보다 빠른 성장률과 높은 사료효율을 보였다. 실험일수에 대한 체중의 성장은 실험 4주에 이르러 대조군이 94.5 g, 0.6% 어보산 첨가군이 95.5 g, 1.2% 어보산 첨가군이 98.6 g으로 나타나 대조군과 1.2% 첨가군 간에서 유의한 차이를 보이기 시작하여, 실험 8주에는 대조군이 127.3 g, 0.6% 첨가군이 135.9 g, 1.2% 첨가군이 136.5 g으로 나타나 대조군과 어보산 첨가군들 간에서 유의한 차이가 나기 시작하였다 ( $P < 0.05$ ). 실험종료시에는 대조군이 164.6 g, 0.6% 첨가군이 177.4 g, 1.2% 첨가군이 179.6 g으로, 각 첨가군들이 대조군에 비해 각각 약 7.8% 및 9.1% 더 증가되었다 ( $P < 0.05$ ).

실험 12주 동안의 생존율은 대조군이 99%, 0.6% 첨가군이 100%, 1.2% 첨가군이 99%를 보여, 각 실험군간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ( $P > 0.05$ ).

실험 전 기간을 통하여 0.6% 및 1.2% 어보산 첨가군의 일일성장률은 각각 1.79% 및 1.81%로, 대조군의 1.69%에 비해 각각 약 5.9% 및 7.1% 더 좋은 결과를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

실험 전 기간 동안의 사료효율은 앞서의 경향과 동일하

Table 2. Effects of different concentrations of dietary Obosan on body weight, survival, specific growth rate (SGR) and feed efficiency (FE) of the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*\*

		Concentration of Obosan (%)			Pooled SEM**
		0	0.6	1.2	
Weight (g)	Initial	43.9	43.8	43.9	0.1
	4 week	94.5 <sup>a</sup>	95.5 <sup>ab</sup>	98.6 <sup>b</sup>	1.3
	8 week	127.3 <sup>a</sup>	135.9 <sup>b</sup>	136.5 <sup>b</sup>	3.1
	12 week	164.6 <sup>a</sup>	177.4 <sup>b</sup>	179.6 <sup>b</sup>	4.8
Survival (%)		99.0	100.0	99.0	0.7
SGR***		1.69 <sup>a</sup>	1.79 <sup>b</sup>	1.81 <sup>b</sup>	0.04
FE****		120.9 <sup>a</sup>	136.8 <sup>b</sup>	138.1 <sup>b</sup>	5.9

\*Values with different superscripts in each row indicate significant differences ( $P < 0.05$ ). The experiment was conducted from 4 Sep. 1997 to 27 Nov. 1997 (water temperature, 15.0~24.8°C; salinity, 32.0~34.5‰).

\*\*Pooled standard error of mean.

\*\*\*Specific growth rate:  $[(\ln \text{ final weight} - \ln \text{ initial weight}) / \text{feeding days}] \times 100$ .

\*\*\*\*Feed efficiency:  $(\text{wet weight gain} / \text{dry feed intake}) \times 100$ .

게 나타났는데, 대조군이 120.9%, 0.6% 첨가군이 136.8%, 1.2% 첨가군이 138.1%로, 각 첨가군들이 대조군에 비해 각각 약 13.2% 및 14.2% 더 향상된 결과를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

### 2. 비만도

어보산 첨가농도가 넙치의 비만도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 모든 실험군에서 비만도는 성장함에 따라 증가되었으며, 실험 8주까지 대조군이 11.09, 0.6% 어보산 첨가군이 11.30, 1.2% 어보산 첨가군이 11.36으로 나타나 실험군간 유의한 차이가 나타나지 않았으나 ( $P > 0.05$ ), 실험종료시에는 대조군이 11.16, 0.6% 첨가군이 11.55, 1.2% 첨가군이 11.52를 보여 어보산 첨가군에서는 대조군에 비해 3.2~3.5% 정도의 유의한 증가를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

### 3. 혈액성상

Table 4는 어보산 첨가농도별 넙치용 부상사료로 사육

된 넙치의 혈액성상을 나타낸 결과이다. Red blood cell 수 (RBC,  $10^4/mm^3$ )는 대조군이  $291 \pm 26$ , 0.6% 어보산 첨가군이  $306 \pm 22$  그리고 1.2% 어보산 첨가군이  $308 \pm 24$ 로, 각 실험군 간에서 유의적인 차이를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). Hemoglobin량 (Hb, g/100 ml)과 Hematocrit 치 (PCV, %)는 대조군이 각각  $4.8 \pm 0.5$  및  $21.3 \pm 2.0$ , 0.6% 첨가군이 각각  $5.3 \pm 0.5$  및  $23.0 \pm 1.9$  그리고 1.2% 첨가군이 각각  $5.2 \pm 0.4$  및  $23.0 \pm 1.5$ 로 측정되어, RBC의 경우와 마찬가지로 서로 유의한 차이는 없었다 ( $P > 0.05$ ). RBC, Hb 및 PCV의 값을 토대로 mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC, %), mean corpuscular volume (MCV,  $\mu m^3$ ) 및 mean corpuscular hemoglobin (MCH,  $10^{-9} mg$ )을 계산한 결과, 대조군이 각각  $22.5 \pm 0.7$ ,  $73 \pm 3$  및  $16.5 \pm 0.7$ , 0.6% 첨가군이 각각  $23.1 \pm 0.6$ ,  $75 \pm 3$  및  $17.4 \pm 0.8$  그리고 1.2% 첨가군이 각각  $22.7 \pm 0.4$ ,  $75 \pm 4$  및  $17.0 \pm 1.1$ 로 계산되어, RBC, Hb 및 PCV의 측정 결과에서와 같이 각 실험군 간에서 유의한 차이는 나타나지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 이상의 결과

Table 3. Effect of different concentrations of dietary Obosan on condition factor (CF) of the olive flounder\*

	Concentration of Obosan (%)		
	0	0.6	1.2
Initial	10.41	10.39	10.37
4 week	10.82	10.82	10.88
8 week	11.09	11.30	11.36
12 week	11.16 <sup>a</sup>	11.55 <sup>b</sup>	11.52 <sup>ab</sup>

\*Values with different superscripts in each row indicate significant differences ( $P < 0.05$ ). The experiment was conducted from 4 Sep. 1997 to 27 Nov. 1997 (water temperature,  $15.0 \sim 24.8^\circ C$ ; salinity,  $32.0 \sim 34.5\%$ ). Condition factor: (wet weight/total length<sup>3</sup>)  $\times 10^3$ .

\*\*Pooled standard error of mean.

Table 4. Changes in hematological values of the olive flounder induced by feeding diets containing 0, 0.6 and 1.2% of Obosan for 16 weeks\*

Item	Concentration of Obosan (%)		
	0	0.6	1.2
RBC count ( $10^4/mm^3$ )	$291 \pm 26$	$306 \pm 22$	$308 \pm 24$
Hemoglobin (g/100 ml)	$4.8 \pm 0.5$	$5.3 \pm 0.5$	$5.2 \pm 0.4$
Hematocrit (% PCV)	$21.3 \pm 2.0$	$23.0 \pm 1.9$	$23.0 \pm 1.5$
MCHC (%)**	$22.5 \pm 0.7$	$23.1 \pm 0.6$	$22.7 \pm 0.4$
MCV ( $\mu m^3$ )***	$73 \pm 3$	$75 \pm 3$	$75 \pm 4$
MCH ( $10^{-9} mg$ )****	$16.5 \pm 0.7$	$17.4 \pm 0.8$	$17.0 \pm 1.1$

\*Mean  $\pm$  s.d., n=5.

\*\*Mean corpuscular hemoglobin concentration: (Hb/PCV)  $\times 100$ .

\*\*\*Mean corpuscular volume: (PCV/RBC)  $\times 10^7$ .

\*\*\*\*Mean corpuscular hemoglobin: (Hb/RBC)  $\times 10^7$ .

로 어보산 첨가농도와 혈액성상과의 관련성은 확실히 밝힐 수 없었다.

#### 4. 혈청성분

어보산 첨가농도에 따른 혈청성분의 변화를 Table 5에 나타내었다. 전체적으로 어보산 첨가군들이 대조군에 비해 total protein과 glucose에서 높았고, total cholesterol, GOT와 GPT에서 낮은 값을 보였다. Total protein (g/100 ml)은 대조군이 4.0±0.2, 0.6% 첨가군이 4.3±0.1 그리고 1.2% 첨가군이 4.5±0.1로, 어보산 첨가군들이 대조군에 비해 더 높게 나타났으나 (P<0.05), 어보산 첨가농도에 따라서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 (P>0.05). Albumin (g/100 ml)은 대조군이 0.9±0.0, 0.6% 첨가군이 1.0±0.1, 1.2% 첨가군이 1.0±0.0으로, 각 실험구간 유의한 차이가 나타나지 않았다 (P>0.05). Glucose (mg/100 ml)는 대조군이 38.9±3.3, 0.6% 첨가군이 48.0±3.7 그리고 1.2% 첨가군이 54.0±4.4로, 어보산 첨가군들이 대조군에 비해 더 높은 값을 보여, 혈청의 glucose 량은 어보산 실험농도 범위에서는 첨가농도가 증가할수록 유의한 차이를 보이면서 증가되었다 (P<0.05). 대조군, 0.6% 첨가군 및 1.2% 첨가군에 대한 total cholesterol (mg/100 ml)은 각각 226±20, 205±12 및 199±12로, 어보산 첨가군들이 대조군에 비해 더 낮은 값을 보여, 어보산 첨가농도가 높아질수록 혈청 cholesterol 농도는 낮아지는 경향을 보였다. 특히 대조군과 1.2% 첨가군 간에서는 유의한 차이를 나타내었다 (P<0.05). 혈청 GOT (Karmen unit)와 GPT (Karmen unit)는 대조군이 각각 51±4, 11±1, 0.6% 첨가군이 각각 33±6, 7±1 그리고 1.2% 첨가군이 각각 33±7, 6±1로, 어보산 첨가군들이 대조군에 비해 더 낮게 나타났으나 (P<0.05), 어보산 첨가농도에 따라서는 유의한 차이가 나타나지 않

았다 (P>0.05).

## 고 찰

넙치 양식에 있어 한방사료 첨가제를 실제 양식산업에 적용하는 차원에서, 시판되는 넙치용 부상사료에 어보산을 첨가한 경우 넙치의 성장, 사료효율 및 비만도에 매우 좋은 효과를 나타내었다.

어보산 첨가농도에 따른 체중의 성장은 실험종료시 모든 첨가군들이 대조군에 비해 약 7.8~9.1% 더 증가되었으며, 실험 전 기간을 통한 첨가군들의 일일성장률은 대조군보다 약 5.9~7.1%, 그리고 사료효율은 약 13.2~14.2% 더 향상된 결과를 보였다. 본 저자는 이전의 연구에서 넙치의 습사료에 어보산 0.3%를 첨가하고 48주 동안 사육한 결과, 어보산 첨가군이 대조군에 비해 체중 성장이 19.0%, 일일성장률이 4.8% 그리고 사료효율이 13.6% 더 향상되었음을 보고한 바 있는데 (Kim et al., 1998b), 시판 부상사료에 어보산을 적용한 본 연구의 결과에서도 이의 보고와 일치하였다.

넙치 습사료에 대한 어보산의 첨가농도별 실험에서 0.3% 첨가군이 고농도인 0.6% 첨가군에 비해 더 좋은 성장 결과를 나타내어 적정 첨가농도는 0.3%로 판명된 바 있으며 (Kim et al., 1998b), 나일틸라피아의 경우, 사료에 어보산을 0.25~2.0% 첨가하여 공급하였을 때 0.5% 첨가군에서 증체율과 일일성장률이, 0.25% 첨가군에서 사료효율이 가장 높았음이 보고된 바 있다 (Kim et al., 1998a). 본 연구에서도 넙치의 성장, 사료효율 및 비만도에서 0.6% 첨가군이 고농도인 1.2% 첨가군과 비교하여 유의한 차이가 나지 않음으로서 어보산 비용의 경제적인 측면을 고려할 때, 넙치용 부상사료에 대한 어보산의 첨가농도는

Table 5. Changes in serum concentrations of the olive flounder induced by feeding diets containing 0, 0.6 and 1.2% of Obosan for 16 weeks\*

Item	Concentration of Obosan (%)		
	0	0.6	1.2
Total protein (g/100 ml)	4.0±0.2 <sup>a</sup>	4.3±0.1 <sup>b</sup>	4.5±0.1 <sup>b</sup>
Albumin (g/100 ml)	0.9±0.0 <sup>a</sup>	1.0±0.1 <sup>a</sup>	1.0±0.0 <sup>a</sup>
Glucose (mg/100 ml)	38.9±3.3 <sup>a</sup>	48.0±3.7 <sup>b</sup>	54.0±4.4 <sup>c</sup>
Total cholesterol (mg/100 ml)	226±20 <sup>a</sup>	205±12 <sup>ab</sup>	199±12 <sup>b</sup>
GOT (Karmen unit)	51±4 <sup>a</sup>	33±6 <sup>b</sup>	33±7 <sup>b</sup>
GPT (Karmen unit)	11±1 <sup>a</sup>	7±1 <sup>b</sup>	6±1 <sup>b</sup>

\*Mean±s.d., n=5. Values with different superscripts in each row indicate significant differences (P<0.05).

0.6%가 바람직할 것으로 생각된다.

어보산 첨가군들의 체중 성장은 실험 4주 또는 8주 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. (1998a, b)은 틸라피아 또는 넙치를 대상으로 어보산 첨가 사료를 공급 시 체중의 성장이 실험 3주 또는 4주째부터 농도에 따른 차이를 보이기 시작하였다고 보고한 바 있다. 따라서 양식 어류의 성장에 대한 식물 자원의 효과는 단기의 급성 효과보다는 일정 기간이 지난 후 점진적으로 나타나는 만성 효과인 것으로 생각된다.

본 연구에서 실험종료시의 비만도는 어보산 첨가군들이 대조군에 비해 3.2~3.5% 정도의 유의한 증가를 보였다. 이러한 결과는 앞서의 성장 및 사료효율의 결과와 마찬가지로 넙치 습사료에 어보산 첨가시의 결과와 일치하였다 (Kim et al., 1998b). 그러나 이와 달리 이제까지 연구된 식물 자원의 첨가 사료를 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., 1988). 따라서 비만도의 증가와 관련한 어종과 첨가제 간의 지질대사 등 상호작용에 대한 더 많은 연구가 필요할 것이다.

본 연구의 결과 나타난 혈액성상은 RBC  $291 \sim 308 \times 10^4/mm^3$ , Hb  $4.8 \sim 5.3 g/100 ml$ , PCV 21.3~23.0%, MCHC 22.5~23.1%, MCV  $73 \sim 75 \mu m^3$ 와 MCH  $16.5 \sim 17.4 \times 10^{-9} mg$ 으로 대조군과 어보산 첨가군 간에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. Sim et al. (1995)의 육상수조 양식장의 건강한 넙치를 대상으로 조사한 혈액성상 결과에 의하면, RBC  $256 \pm 18 \times 10^4/mm^3$ , Hb  $4.6 \pm 0.7 g/100 ml$ , PCV  $21.5 \pm 3.7\%$ , MCHC  $20.9 \pm 1.7\%$ , MCV  $84 \pm 11 \mu m^3$ 와 MCH  $17.7 \pm 2.3 \times 10^{-9} mg$ 으로 조사되었는데, 본 연구 결과와 비슷한 값을 보여 건강한 넙치의 일반적인 혈액성상은 본 연구 수치와 일치할 것으로 사료된다. 그러나 사료에 *Chlorella* 추출물을 1~2% 첨가하여 먹인 은어 (Nakagawa et al., 1983)와 미역을 3~7% 첨가하여 먹인 조피볼락 (Yi and

Chang, 1994)에서는 Hb의 경우 첨가농도에 따라 큰 차이를 보이지 않아 본 연구의 결과와 유사하였으나, 한약재의 일종인 구기자의 투여에 의해서도 Hb가 증가하는 현상이 확인된 바 있어 (권, 1998), 이러한 변화가 일어난 원인에 대해 금후 상세한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

혈액성상의 안정성과 달리 혈청성분은 대조군과 어보산 첨가군간 뚜렷한 차이를 보였다. 대조군의 혈청성분은 total protein이  $4.0 g/100 ml$ , glucose가  $38.9 mg/100 ml$ , total cholesterol이  $226 mg/100 ml$ , GOT가 51 Karmen unit와 GPT가 11 Karmen unit로서 Sim et al. (1995)이 조사한 육상수조 양식장의 건강한 넙치의 혈청성분과 유사한 값을 나타내었다. 그러나 어보산을 첨가한 실험군의 경우에 있어서 total protein은 어보산 첨가군들이 대조군에 비해 유의하게 높게 나타났는데, 잉어의 경우 활성이 높고 건강한 어체는 total protein이 증가하는 것으로 이미 밝혀진 바 있다 (Chun et al., 1989).

본 연구에서 glucose와 total cholesterol은 어보산 첨가농도에 비례하여 유의하게 변화되었는데, total cholesterol의 경우 어체의 대사기능이 양호할수록 cholesterol의 값이 떨어진다고 알려져 있으며 이는 소화효소의 활성 촉진과도 관련이 있음이 보고되어 있다 (尾崎, 1978).

GOT와 GPT는 생체 내에서 중요한 당, 지질, 단백질 대사에 관여하는 효소로서, 尾崎 (1978)에 의하면 어체 상태가 좋지 않을수록 체내 GOT와 GPT는 증가한다고 하였으며, 일반적으로 간의 장애에 의해서 그 값들이 증가한다 (Gordon, 1968). 그런데 어보산 첨가군들의 GOT 및 GPT 값은 대조군에 비해 거의 반 정도의 값으로 낮게 나타났다. 따라서 어보산 첨가군들은 대조군 넙치에 비해 간 기능은 물론 여타 대사 기능의 개선에 좋은 작용을 받았음을 알 수 있었으며, 이러한 생리 기능의 개선 효과가 본 연구 결과의 성장, 사료효율 및 비만도 등의 향상에 유리하게 작용된 것으로 추측할 수 있었다. 권 (1998)은 나일틸라피아에게 구기자 첨가사료를 공급하였을 때 첨가군의 GOT와 GPT가 감소한다고 보고한 바 있어 어보산 제제 중 어떤 약제가 생리 기능 개선에 큰 영향을 끼치는가에 대한 연구가 필요할 것이다.

이상의 결과 사료 첨가물로서의 어보산은 넙치의 성장과 사료효율 향상에 큰 영향을 미쳤으며, 비만도에도 좋은 효과를 나타내므로 실제 양식에 어보산을 이용할 경우 양식 수익성 증대에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

## 요 약

시판되는 넙치용 부상사료에 한방사료 첨가제인 어보산을 농도별 (0, 0.6 및 1.2%)로 첨가한 후, 넙치의 성장, 사료효율, 비만도 및 혈액성분에 미치는 효과를 비교한 결과, 체중의 성장은 실험 8주 후부터 대조군과 첨가군 간에서 유의한 차이가 나기 시작하여, 실험종료시 첨가군들이 대조군에 비해 7.8~9.1% 더 증가하였다 ( $P<0.05$ ). 실험 전 기간을 통해 어보산 첨가군들의 일일성장률은 대조군보다 5.9~7.1% 더 좋은 결과를 보였고, 첨가군들의 사료효율도 대조군보다 13.2~14.2% 더 향상됨을 보였으며, 실험종료시 비만도도 첨가군들이 대조군에 비해 3.2~3.5% 정도의 유의한 증가를 보였다 ( $P<0.05$ ). 특히 어보산 첨가군들 간의 성장 결과에서는 서로 유의한 차이가 나지 않음으로써, 어보산의 넙치 부상사료에 대한 적정 첨가농도는 0.6%로 판명되었다. 어보산 첨가농도별 넙치용 부상사료로 사육한 넙치의 혈액성상을 분석한 결과, 각 실험군 간 유의적인 차이가 관찰되지 않았으나 ( $P>0.05$ ), 혈청성분은 대조군과 어보산 첨가군들간 뚜렷한 차이를 보였는데, 어보산 첨가군들이 대조군에 비해 total protein과 glucose에서 높았고, total cholesterol, GOT와 GPT에서 낮은 값을 보였다 ( $P<0.05$ ). 특히 혈청 GOT와 GPT에 있어 어보산 첨가군들은 대조군에 비해 매우 낮은 값을 보였다 ( $P<0.05$ ).

## 참 고 문 헌

- Chun, S.-K., M.-J. Oh and J.-K. Chung, 1989. The effects of Miyairi (*Clostridium butyricum* Miyairi II 588) on the hematology and growth of cultured fishes. *J. Fish Pathol.*, 2 : 91-98 (in Korean).
- Gordon, R. B., 1968. Distribution of transaminases (Aminotransferases) in the tissues of the pacific salmon (*Oncorhynchus*), with emphasis on the properties and diagnostic use of glutamic oxaloacetic transaminase. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 25 : 1247-1268.
- 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).
- Kim, D. S., C. H. Noh, S.-W. Jung and J.-Y. Jo, 1998a. Effects of Obosan supplemented diet on growth, feed conversion ratio and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Aquacult.*, 11 : 83-90 (in Korean).
- Kim, D. S., J. H. Kim, C. H. Jeong, S. Y. Lee, S.-M. Lee and Y. B. Moon, 1998b. Utilization of Obosan (dietary herbs) I. Effects on survival, growth, feed conversion ratio and condition factor in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquacult.*, 11 : 213-221 (in Korean).
- 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 (in Korean).
- 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 (in Korean).
- Lee, K. H., Y. S. Lee, J. H. Kim and D. S. Kim, 1998. Utilization of Obosan (dietary herbs) II. Muscle quality of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* fed with diet containing Obosan. *J. Aquacult.*, 11 : 319-325 (in Korean).
- 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, 1982a. 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 (in Japanese).
- 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 (in Japanese).
- 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., S. Kasahara, E. Uno, T. Minami and K. Akira, 1983. Effect of *Chlorella*-extract supplement on blood properties and body composition of ayu. *The Aquiculture*, 30 : 192-201 (in Japanese).
- Nakagawa, H., Y. Inazuka, S. Yamasaki, H. Hirata and S. Kasahara, 1982b. Effect of feeding of *Chlorella*-extract supplement in diet on cultured yellow tail - I. Growth and blood properties. *The Aquiculture*, 30 : 67-75 (in Japanese).
- 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.
- Sim, D.-S., S. H. Jung and S. D. Lee, 1995. Changes in blood parameters of the cultured flounder *Paralichthys olivaceus* naturally infected with *Staphylococcus epidermidis*. *Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency*, 49 : 149-155 (in Korean).
- Tanimoto, S.-Y., K. Ikuma and S. Takahashi, 1993. Improvement in raw meat texture of cultured eel by feeding of tochu leaf powder. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 57 : 205-208.
- 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. 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, 62 pp.
- 尾崎久雄, 1978. 魚類生理學講座 IV. 綠書房, 東京, pp. 184-188.
- 황미혜, 1997. 나일 틸라피아, *Oreochromis niloticus*의 면역 반응에 대한 생약제 투여 효과. 부경대학교 석사학위논문, 45 pp.