

〈단보〉

부상 배합사료에 한약재 혼합물, 김 분말 및 파프리카 첨가가 넙치 치어의 성장 및 사료 이용성에 미치는 영향

서주영·김동규·김경덕¹·강용진¹·이상민*
 강릉원주대학교 해양생명공학부, ¹국립수산과학원

Effects of Supplemental Medicinal Herb Mixture, Laver Powder and Paprika Powder in Extruded Pellet on Growth and Feed Utilization of Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Joo-Young SEO, Dong-Gyu KIM, Kyoung-Duck KIM¹,
 Yong-Jin KANG¹ and Sang-Min LEE*

Faculty of Marine Bioscience and Technology, Gangneung-Wonju National University,
 Gangneung 210-702, Korea

¹National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea

This study was conducted to investigate the effects of supplemental medicinal herb mixture, laver powder and paprika powder in extruded pellet (EP) on growth and feed utilization of juvenile olive flounder. Triplicate groups of fish (average body weight of 19.6 g) were fed four experimental EPs containing 0.2% medicinal herb mixture (MHM), 1% laver powder (LP), 1% paprika powder (PP) and without supplementation (CON) for 9 weeks. Weight gain, daily feed intake, hepatosomatic index and condition factor were not influenced by dietary additives. Feed efficiency and protein efficiency ratio of flounder fed the diet containing laver powder were significantly higher than those of fish fed the medicinal herb mixture and paprika powder ($P < 0.05$), but not significantly different from control group. The results of this study suggest that all tested additives in the dietary formulation did not affect growth and feed utilization of olive flounder.

Key words: Flounder, Extruded pellet, Medicinal herb mixture, Laver powder, Paprika powder

서 론

지금까지 넙치의 영양소 요구량에 관한 연구 (Lee et al., 2000; Lee et al., 2003; Kim and Lee, 2004; Lee and Kim, 2005)들이 넙치 양식을 위한 배합사료 품질을 개선하기 위하여 수행되어 왔었다. 하지만 대상종에 적합한 배합사료가 연구되었다 하더라도 양식 대상종의 성장, 사료효율 및 품질 개선을 위한 연구는 지속적으로 수행되어야 한다.

양식 대상종에 대한 먹이 유인 및 성장 개선 효과가 기대되는 원료를 배합사료에 적절히 첨가하면 성장, 사료효율, 면역능력 등을 개선할 수 있다. 한방에서 치료 및 보약으로 이용되는 생약재 (Kim et al., 1998; Lee et al., 1998; Kwon et al., 1999), 해조류 (Nakagawa and Kasahara, 1986; Yone et al., 1986; Yi and Chang, 1994) 그리고 알로에, 녹차, 감귤 (Kim et al., 1999; Park et al., 1999; Song et al., 2002) 등은 배합사료 첨가제로 그 효능이 연구된 바 있다.

지금까지 수행된 사료 첨가제에 관한 대부분의 연구들은 실험실에서 소형 습사료 펠릿기로 실험사료를 제조하여 사용하였다. 이것은 EP (extruded pellet) 제조과정에 발생하는 고온

또는 고압 등의 요인들을 고려하지 않았기 때문에 상품 배합사료로서의 실용적인 측면을 고려하기 위해서는 EP 형태로서 그 효능을 조사하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구는 기존에 수행된 넙치의 영양소 이용성에 관한 연구 결과들을 토대로 한약재 혼합물, 김 분말 및 파프리카 분말이 첨가된 EP 형태의 부상사료가 넙치 치어의 성장 및 사료 이용성에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

실험사료

실험사료의 주요 단백질원으로 멸치, 고등어 및 참치 어분을 사용하였으며, 지질원으로 오징어간유를, 탄수화물원으로 소맥분을 각각 사용하여 넙치의 영양소 요구량 (CP 55%, CL 11%)을 충족시켰다 (Lee et al., 2000, 2002, 2003; Kim and Lee, 2004). 한약재 혼합물, 김 분말 및 파프리카 분말의 첨가효과를 조사하기 위하여 첨가제를 함유하지 않은 대조사료 (CON)의 cellulose 대신 0.2% 한약재 혼합물 (MHM), 1% 김 분말 (LP) 그리고 1% 파프리카 분말 (PP)을 각각 첨가하여 총 4종류의 실험사료를 설계하였다 (Table 1). 이와 같이 설계된 원료들을 잘 혼합한 후, Extruder Pellet Mill (Kahl OEE

*Corresponding author: smlee@nukw.ac.kr

Table 1. Ingredients and proximate composition of the experimental diets

	Diets			
	CON	MHM	LP	PP
<i>Ingredients (%)</i>				
Anchovy meal	24.0	24.0	24.0	24.0
Jack mackerel meal	24.0	24.0	24.0	24.0
Tuna meal	10.0	10.0	10.0	10.0
Krill meal	4.0	4.0	4.0	4.0
Wheat flour	16.4	16.4	16.4	16.4
Dehulled soybean meal	4.0	4.0	4.0	4.0
Corn gluten meal	3.0	3.0	3.0	3.0
Wheat gluten	4.0	4.0	4.0	4.0
Yeast	1.0	1.0	1.0	1.0
Squid liver oil	5.0	5.0	5.0	5.0
Vitamin premix ¹	1.0	1.0	1.0	1.0
Mineral premix ²	1.0	1.0	1.0	1.0
Medicinal herb mixture		0.2		
Laver powder ³			1.0	
Paprika powder ⁴				1.0
Cellulose	1.0	0.8		
Others	1.6	1.6	1.6	1.6
<i>Proximate composition (% dry matter basis)</i>				
Crude protein	55.0	55.1	56.4	55.1
Crude lipid	11.4	11.4	11.9	13.7
Ash	12.0	12.1	12.0	12.0
Gross energy (kcal/g diet)	5.4	5.4	5.6	5.3

¹ Vitamin 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.

² Mineral premix contained the following ingredients (g/kg premix): MgSO₄·7H₂O, 80.0; NaH₂PO₄·2H₂O, 370.0; KCl, 130.0; Ferric citrate, 40.0; ZnSO₄·7H₂O, 20.0; Ca-lactate, 356.5; CuCl, 0.2; AlCl₃·6H₂O, 0.15; KI, 0.15; Na₂Se₂O₃, 0.01; MnSO₄·H₂O, 2.0; CoCl₂·6H₂O, 1.0.

³ *Porphyra tenera*, purchased in the market.

⁴ *Capsicum annuum* L., purchased in the market.

08 Extruder, Germany)을 이용하여 사료를 압출 성형하였으며, 열풍 건조기에서 건조 후 -30°C에서 보관하면서 사용하였다.

실험어 및 사육관리

넙치 치어를 경북 포항의 개인 양식장에서 구입하여 2주간 넙치용 상품사료로 예비 사육하였다. 평균체중 19.6±0.21 g의 실험어를 무작위로 선별한 후 300 L (수용적 150 L) 원형수조에 30마리씩 3반복으로 수용하여 9주간 사육실험 하였다. 실험사료는 1일 2회(09:00, 17:00) 반복 공급하였으며, 각 수조마다 약하게 폭기시켜 산소를 공급 하였고, 자연 해수를 분당 12 L로 조절하여 흘려주었다. 사육기간 동안의 수온은 21.6±2.9°C, 비중은 1.023±0.001이었다. 그리고 각 수조에서 죽은 개체는 매일 제거하여 주었으며, 일일사료섭취량과 폐사 어 등을 매일 기록 하였다. 어체 측정은 실험 개시시와 종료시

에 MS-222 (Tricaine methanesulfonate, Sigma, USA) 100 ppm으로 마취시켜 실험수조에 수용된 실험어의 전체무게를 측정하였다.

시료채취 및 성분분석

어체의 화학성분 분석용으로 실험 개시시 30마리와 종료시 각 수조에 생존한 모든 개체를 추출하여 -75°C에서 보관하였다. 사료 및 어체의 조단백질(N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Buchi B-324/435/412, Switzerland)을 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며(Velp SER 148, Italy), 수분은 105°C dry oven (JEIO TECH OF-22, Korea)에서 6시간 동안 건조 후 측정하였다. 회분은 600°C 회화로(1400 Furnace, USA)에서 4시간 동안 태운 후 정량 하였고, 총에너지는 열량분석기(Parr 1356, USA)를 이용하여 분석하였다.

통계처리

결과의 통계 처리는 SPSS Version 10 (Michigan Avenue, Chicago, IL, USA) program을 사용하여 One-way ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성(P<0.05)을 검정하였다.

결과 및 고찰

9주간의 사육 실험 결과를 Table 2에 표시하였다. 증중율, 일일사료섭취율, 간중량비 및 비만도는 한약재 혼합물, 김 분말 및 파프리카 분말 첨가에 영향을 받지 않았다(P>0.05). 사료 효율과 단백질 효율은 김 분말 첨가 실험구가 한약재 혼합물과 파프리카 분말 첨가 실험구보다 유의하게 높았으나(P<0.05), 대조사료와 유의한 차이가 없었다(P>0.05). 사육 실험 종료

Table 2. Growth performance of juvenile olive flounder (initial average weight of 19.6±0.21 g) fed the experimental diets containing different additives for 9 weeks¹

Diets	WG (%) ²	HSI ³	CF ⁴	FE (%) ⁵	PER ⁶	DFI (%) ⁷
CON	232±12.9	0.9±0.13	0.91±0.03	98±4.1 ^{ab}	1.80±0.08 ^{ab}	1.54±0.06
MHM	215±10.9	1.0±0.08	0.90±0.04	94±4.3 ^a	1.70±0.08 ^a	1.55±0.03
LP	245±27.0	1.2±0.04	0.94±0.02	112±5.7 ^b	2.00±0.10 ^b	1.37±0.14
PP	228±5.3	1.2±0.16	0.93±0.01	89±4.0 ^a	1.62±0.07 ^a	1.57±0.06

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

² Weight gain (%) = (final weight-initial weight)×100/initial weight.

³ Hepatosomatic index = liver weight×100/body weight.

⁴ Condition factor = fish body weight (g)×100/fish body length (cm)³.

⁵ Feed efficiency = fish wet weight gain×100/feed intake (dry matter).

⁶ Protein efficiency ratio = fish wet weight gain/protein intake.

⁷ Daily feed intake = feed intake (dry matter)×100/[initial fish wt.+final fish wt.+dead fish wt.]/2×days reared].

Table 3. Proximate compositions (%) of whole body in juvenile olive flounder fed the experimental diets containing different additives for 9 weeks¹

Diets	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Initial	76.4	17.5	2.1	3.4
CON	75.2±0.39	19.2±0.28	2.2±0.09	3.5±0.18
MHM	76.6±0.62	17.7±0.85	1.7±0.51	3.4±0.19
LP	75.2±0.57	18.3±0.54	1.8±0.19	3.7±0.43
PP	74.9±0.57	18.3±0.97	1.6±0.69	4.2±0.66

¹ Values are means±SE of three replications.

후, 전어체의 일반성분 분석 결과(Table 3), 수분, 단백질, 지질 및 회분함량은 실험구간에 유의한 차이가 없었다($P>0.05$).

양식 어류의 성장 및 품질 개선 뿐 만 아니라 생리적인 기능 강화를 위한 각종 첨가제들의 효능에 관한 많은 연구들이 수행되어 왔다. 사료에 다시마, 파래 및 미역 등과 같은 해조류 첨가는 어류의 성장, 생리 기능과 영양소 이용효율을 향상시킬 수 있으며(Nakagawa and Kasahara, 1986; Satoh et al., 1987; Yone et al., 1986; Yi and Chang, 1994), 배합사료에 한약재 첨가가 넙치의 성장 개선 효과를 보인다고 보고된 바 있다(Kim et al., 1998; Lee et al., 1998). 그러나 본 연구에서는 김 분말이 다른 첨가제들보다 넙치의 사료효율과 단백질효율 개선에 효능을 나타내긴 하였지만, 첨가제 첨가 실험구들과 대조구간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 사용된 첨가제가 넙치의 성장에는 영향을 미치지 않는다는 것을 의미하며, 실험 어종 및 사용된 사료의 원료나 조성비와 관련이 있을 것으로 판단된다(Lindsay et al., 1984; Kono et al., 1987; Shiau and Yu, 1999). 그리고 모든 실험구의 일일사료 섭취율이 차이를 보이지 않아 사용된 첨가제는 넙치 치어의 기호성 향상에도 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 하지만, 첨가제의 농도가 넙치에 있어 적정량이 아니었을 수 있으므로 이에 대한 상세한 실험이 수행되어야 하겠다.

본 연구의 모든 실험구의 사료효율이 매우 우수한 것으로 나타나, 본 연구에 설계된 사료 원료 및 영양소 조성은 EP 형태로 제조되어 넙치에 공급되어도 좋을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 기존 연구들과 다르게 extruder를 이용하여 EP 형태로 사료를 제조하여 사육실험을 수행하였다. EP 제조 과정에서 extruder 내부의 고열이나 압력에 의해 열에 약한 비타민과 다른 영양소가 파괴될 수 있는데(Evans and Butts, 1951; Carpenter and Booth, 1973; Anderson and Robert, 2001), 사용된 첨가제들은 extrusion 과정에서 어류의 성장과 사료 이용성에 영향을 미칠 수 있는 특정 인자가 파괴되었을 수도 있다. 그러므로 EP 제조시 영양소의 조성비, 첨가제 및 가공조건 등의 상호관계를 종합적으로 고려하여야 하며, 차후 이에 대한 구체적인 실험이 요구된다.

이상의 결과로 볼 때, 본 연구에 사용된 첨가제들은 EP 형태의 사료 제조시 넙치 치어의 성장 및 사료 이용성에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 수산특정연구개발사업의 연구비 지원에 의한 것이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Anderson, J.S. and S. Robert, 2001. Effect of extruder moisture and dryer processing temperature on vitamin C and E and astaxanthin stability, *Aquaculture*, 207, 137-149.
- Carpenter, K.J. and V.H. Booth, 1973. Damage to lysine in food processing: its measurement and its significance. *Nutr. Abstr. Rev.*, 43, 424-451.
- Duncan, D.B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Evans, R.J. and H.A. Butts, 1951. Heat inactivation of the basic amino acids and tryptophan. *J. Food Res.*, 16, 415-421.
- Kim, D.S., J.H. Kim, C.H. Jong, S.Y. Lee, S.-M. Lee and Y.B. Moon, 1998. Utilization of obosan (dietary herbs) I. Effects on survival, growth, feed conversion ratio and condition factor in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquaculture*, 11, 213-221.
- Kim, K.H., Y.J. Hwang and S.H. Bai, 1999. In vitro of Aloe on the respiratory burst activity of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) leucocytes. *J. Fish Pathol.*, 12, 1-6.
- Kim, K.-D. and S.-M. Lee, 2004. Requirement of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids for juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 229, 315-323.
- 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 Gakka.*, 53, 125-129.
- Kwon, M.G., Y.C. Kim, Y.C. Shon and S.I. Park, 1999. The dietary effects of kugija, *Lycium chinense*, on immune responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, to *Edwardsiella tarda*. *J. Fish Pathol.*, 12, 73-81.
- 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.
- Lee, S.-M., C.S. Park and I.C. Bang, 2002. Dietary protein requirement of young Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed isocaloric diets. *Fish. Sci.*, 68, 158-164.
- Lee, S.-M. and K.-D. Kim, 2005. Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquacult.*

- Nutr., 11, 435-442.
- Lee, S.-M., K.-D. Kim, and S.P. Lall, 2003. Utilization of glucose, maltose, dextrin and cellulose by juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture, 221, 427-438.
- Lee, S.-M., S.H. Cho and K.D. Kim, 2000. Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). J. World Aquacult. Soc., 31, 306-315.
- 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.
- Park, S., S. Park, M. Huh and Y. Hong, 1999. Inhibitory effect of green tea extract on collagenase activity and growth of fish pathogenic bacteria. J. Fish Pathol., 12, 83-88.
- Satoh, K.I., H. Nakagawa and S. Kasahara, 1987. Effect of *Ulva* meal supplementation on disease resistance of red sea bream. Nipp. Suisan Gakka., 53, 1115-1120.
- 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.
- Song, Y.-B., S.-W. Moon, S.-J. Kim and Y.-D. Lee, 2002. Effect of EM-fermented orange in commercial diet on growth of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Aquacult., 15, 103-110.
- 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.

2009년 2월 3일 접수

2009년 6월 1일 수정

2009년 6월 23일 수리