

배합사료가 양식장 넙치의 성장 및 건강도 향상에 미치는 영향

김강웅[†] · 권문경 · 김경덕 · 김신권 · 박명애 · 손맹현
(국립수산과학원)

Effects of Extruded Pellet on Growth and Health Parameters in Farm Cultured Olive Flounder *Paralichthys Olivaceus*

Kang-Woong KIM[†] · Mun-Gyeong KWON · Kyoung-Duck KIM · Maeng-Hyun SON ·
Myoung-Ae PARK · Shin-Kwon KIM

(National Fisheries Research & Development Institute)

Abstract

This study was conducted to effect of extruded pellets (EPs) and moist pellet (MP) diet on growth and fish health parameters in farm cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus*. Two replicate groups of 2,600 fish per each tank (initial weight of 30.1±0.2 g) were fed one of the three EPs (EP1, EP2 and CEP) and one MP for 13 months.

In field feeding experiment conducted in commercial flounder farm, survival, growth (30-600 g) and condition factor of fish fed experimental EP1 and EP2 were comparable to those of fish fed MP, but considerably higher feed efficiency and protein efficiency ratio were observed in fish fed experimental EPs. Viable cell counts from diet and water from MP diet were considerably higher than those from EP diet, and lysozyme activity from EP diet was higher than that from MP diet. GOT and GPT of fish fed the EP diet were considerably lower than those from MP group, but total protein and glucose concentration of fish fed the EP groups were not significantly different from that of fish fed the MP. Therefore, these results strongly suggest that EP diets could be developed to replace MP diet without adverse effects on growth performance and to enhance the immunity and protective ability of olive flounder against fish disease such as *Vibro*, *Edwardsiella* and *Strptococcus*.

Key Words : Olive flounder, Extruded pellet, Moist pellet, Fish health

I. 서론

생사료 위주의 양식은 연안자원 남획과 사료허실로 인한 환경오염을 초래하고 있는 실정으로, 연안어장을 보호하고 양식경영비를 절감하기 위

해서는 양식사료를 완전배합사료로 대체하여 보급하여야 한다. 배합사료는 생사료와 비교하여 영양학적으로 균형잡힌 사료로 만들 수 있고, 보관 및 취급이 용이하며, 사료 급이량 조절이 쉬워 양식어를 건강하게 키울 수 있다. 이와 같이

[†]Corresponding author : 054-232-5433, kwkim@nfrdi.go.kr

* 본 연구는 국립수산과학원(고효율 배합사료 개발 및 실용화 연구, RP-2010-AQ-0079)의 지원에 의해 운영되었음.

배합사료의 장점이 많음에도 불구하고 생사료를 계속 사용하는 이유는 사료회사간의 가격경쟁 및 어분의 가격 폭등으로 인해 배합사료의 품질이 저하되거나 성어기의 성장둔화로 배합사료가 생사료에 비해 1~3개월 출하시기가 늦어지기 때문이다. 또한, 국내의 어류양식 산업은 양적으로 크게 성장하고 있으나, 양식도중 발생하는 어류의 질병이 양식산업의 발전에 결정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 양식업계의 가장 큰 문제로 대두되고 있다(차 등, 2007). 양식 어류의 사육 과정 중에서 질병을 야기하는 원인은 다양하게 있을 수 있으나, 크게 사육환경의 악화, 병원체의 감염 및 숙주(사육어류)의 면역능력 저하 등으로 나눌 수 있으며, 이 세 가지 모두에 밀접한 영향을 미치는 요소로서 공급 사료를 들 수 있다. 현재 해상가두리 및 육상수조식 양식장에서 사용되는 사료는 생사료와 배합사료로 크게 나눌 수 있는데, 국내의 경우 전체 공급량 중 생사료에 대한 의존 비율이 약80% 수준으로 매우 높은 실정이다. 특히, 생사료(raw fish) 및 습사료(moist pellet)는 일정기간동안 면허구역 내에 지속적으로 투입되면서 상당량이 어장 바닥에 누적되고 있는데, 이는 어장 바닥을 부패시키고 양식환경을 악화시킴으로써 해양오염을 가중시키는 원인으로 작용할 뿐만 아니라 연안자원의 고갈, 양식 어류의 질병까지 초래하는 등 많은 문제를 야기하는 주범으로 지목받고 있다(임, 2005). 질병 야기, 환경오염 및 불안정한 공급 등 생사료가 가지고 있는 부정적인 측면으로 인해 넙치양성용 배합사료 개발을 위한 많은 연구가 수행되고 있으나 아직까지는 배합사료에 대한 불신으로 인해 양식현장에서는 기존 생사료 공급 체계를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 양어가가 신뢰할 수 있는 양질의 배합사료 개발과 병행하여 공급사료가 어류 건강도에 미치는 영향 등에 대한 체계적인 연구가 시급하다.

국내에서 양어사료와 관련된 연구는 실용배합사료 개발, 사료공급 횟수 및 사료첨가제의 성장

(김 등, 2002, 2004, 2005a, 2005b, 2006, 2009a, 2009b; 조 등, 2005) 및 사육 어류의 건강도(황 등, 1999; 목 등, 2001; 박 등, 2001; 정 등, 2002)에 미치는 영향을 중심으로 수행되어 왔으나, 직접적으로 넙치양식 현장에서 EP 및 MP를 비교하면서 성장, 건강도 및 질병 발생에 미치는 영향에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구는 EP 및 MP 사료의 양식현장 사육시험을 통해 넙치의 성장 및 건강도 향상에 미치는 영향을 밝히는데 그 목적이 있다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험사료

실험사료는 넙치의 영양요구량 연구결과를 고려하여 설계한 2종류의 부상 배합사료(EP1, EP2), 상품배합사료(CEP) 및 습사료(MP)로 총 4종류의 실험사료를 설정하였으며, 실험사료의 조성은 Table 1과 같다. 단백질원으로는 어분, 대두박, 콘글루텐밀, 오징어간분을 사용하였고, 지질원으로는 어유, 탄수화물원으로는 소맥분를 사용하였다. 이 외에 사료첨가제로서 해조분말, 효모, 향산화제, 콜린, 효소 및 레시틴 등을 사용하였다. 실험배합사료(EP)는 사료회사에 의뢰하여 직경 3~9mm로 제작하였다. 실험EP사료 외에 시판 상품사료(CEP; S회사) 및 습사료(MP)를 사용하였으며, 습사료는 냉동고등어 및 잡어 등의 생사료와 분말사료를 8:2의 비율로 혼합하여 제조하였다.

2. 실험어 및 사육관리

실험어는 경북 포항시 송라면 조사리에 위치한 넙치 양식장(청양수산)으로 운반하여 예비사육하였으며, 실험사료에 적응시키기 위해 실험시작 전 넙치 상품사료를 2주간 공급하였다. 예비사육 후, 평균무게 30.1 ± 0.2 g(mean \pm SD)인 넙치

치어를 콘크리트수조(30m², 15톤)에 각각 2,600마리씩(80 kg) 수용하여 사료구당 2반복으로 무작위 배치하였다. 각 실험수조는 유수식으로서 유수량은 시간당 15회전 되도록 하였으며, 성장함에 따라 시간당 18회전으로 조절하였다. 실험기간 동안 수온은 19.2 ± 3.5°C(10~26°C)로 전 기간 자연수온에 의존하였다. 사료공급량은 어체중의 0.5~3.5%(건물기준)를 1일 2회(오전 9시, 오후 5시) 공급하였으며, 사육기간은 13개월이었다.

3. 어체측정 및 성분분석

어체측정은 매월 각 수조별 수용된 실험어의 30~50마리를 수조당 2회씩 평균무게로 측정하였으며, 실험종료 후 전수측정을 실시하였으며, 총중량, 증체량, 증체율, 사료효율, 생존율 등을 조사하였다. 실험사료와 각 수조별로 10마리씩 무작위로 추출하여 분쇄한 전어체 및 등근육을 분석하였으며, AOAC (1990)방법에 따라 수분은 상압가열건조법 (105°C, 6시간), 조단백질은 kjeldahl 질소정량법 (N×6.25), 조회분은 직접회화법으로 분석하였다. 조지방은 샘플을 12시간 동결 건조한 후, soxtec system 1046(Tacator AB, Sweden)을 사용하여 soxhlet 추출법으로 분석하였다. 실험어는 벤조카인 50ppm에서 마취 후 질병 검사를 실시하였다. 기생충 감염 여부는 아가미 생체 표본을 제작하여 현미경 검경을 통해 판정하였다. 세균 감염을 조사하기 위해 신장, 비장 및 간장을 무균적으로 채취하여 일반 배지인 TSA (Tryptic Soy Agar)와 선택배지인 TCBS (Thiosulfate-Citrate-Bile-Sucrose)와 SS(Salmonella Shigella) 배지에 접종하여 25°C에서 24시간 배양하였으며, API kit를 이용하여 동정하였다. 혈청의 라이소자임 활성은 미부 정맥에서 채혈한 후, Parry et al. (1965)의 turbidimetric method를 이용하여 측정하였는데, Micrococcus lysodeikticus (0.2 mg/mL) 현탁액 (pH 6.2) 950 µl와 혈청 50 µl를 혼합하여 25°C에 30초 및 4분 30초간 반응시킨 후 530 nm에서 흡광도를 측정하였다. lysozyme activity

는 units/mL로 나타내었으며, 1 unit는 흡광도 값이 0.001/min 감소한 양을 기준으로 하였다. 혈액의 생화학적 성상은 GOT, GPT, Glucose, 총단백질에 대하여 분석하였으며, 상법에 따라 Asan kit(Asan Co.)를 이용하여 분석하였다. 사료 중의 세균수를 검사하기 위해서 배합사료 및 MP 중의 세균수를 멸균 생리식염수로 균질하여 TSA와 TCBS 배지에 접종한 후 25°C에서 24시간 배양하여 총세균수와 비브리오균수를 조사하였다. 사육수 중의 세균수는 사료 투여 후 시간 경과별로 사육수 및 배출수를 채수하여 조사하였다. 즉, 사육수 및 배출수를 TSA와 TCBS에 접종한 후 25°C에서 24시간 배양하여 총세균수와 비브리오균수를 조사하였다.

4. 통계처리

<Table 1> Composition and proximate analyses of experimental diets

	Diets			
	EP1	EP2	CEP	MP
Ingredients (%) ¹				
White Fish meal	62	65		
Dehulled soybean meal	5	3		
Corn gluten meal	3	3		
Squid liver powder	2	2		
Wheat flour	15	16		
Fish oil, Soybean oil	6	4		
Vitamin premix ²	1	1		
Mineral premix ²	1	1		
Others ³	5	5		
Raw fish				80
Binder meal				20
Proximate analyses (%, dry matter basis)				
Moisture	8.7	8.5	8.3	60.2
Crude protein	52.3	54.0	49.5	61.8
Crude lipid	12.0	10.8	8.9	12.1
Crude ash	11.6	10.9	10.6	8.9

¹Provided by Suhyup Feed Co., Kyong-Nam, Korea.

²Premix (mg/kg) : KI 250, MnSO₄·H₂O 2800, ZnSO₄·H₂O 2350, vitamin K 225, biotin (2%) 3500, niacin 4850, calcium pantothenate 11000, folic acid 2000, vitamin B₁ 1500, vitamin B₂ 2000, vitamin B₆ 2000 and vitamin C 50000.

³Anti-oxidant, glucan, gelatin, betaine, choline, wheat flour, lectin and enzyme.

Computer Program Statistix 3.1 (Analytical Software, St. Paul MN, USA)로 분산분석 (ANOVA test)을 실시하여 최소유의차검정 (Least significant difference)으로 평균간의 유의성 ($p < 0.05$)을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

13개월 동안 실시한 사육실험 결과는 Table 2에 나타내었다. 증체율은 EP2와 MP 실험구가 CEP 실험구에 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며, EP1도 EP2 및 MP 실험구와 유의한 차이를 보이지 않았다. 사료효율은 EP1, EP2 및 MP 실험구 간에는 유의적 차이를 보이지 않았으며, CEP 실험구와 비교하여 유의적으로 우수한 결과를 보였다. 단백질전환효율에 있어서 EP1 및 EP2 실험구는 다른 실험구들과 비교하여 유의적으로 높게 나타났다. 비만도에 있어서 EP2 및 MP 실험구는 EP1 실험구와 비교하여 유의적인 차이가 없었으나, CEP 실험구보다 유의적으로 높게 나타났다. 생존율의 경우 MP 실험구는 EP1

<Table 2> Growth performance of experimental diets in farm cultured flounder¹⁾

Parameters	Diets				Pooled SEM
	EP1	EP2	CEP	MP	
Initial weight (g/fish)	30.2	30.2	30.1	30.1	0.2
Final weight (g/fish)	593 ^{ab}	615 ^a	563 ^b	620 ^a	15.5
Wt. gain (%) ²	1864 ^{ab}	1937 ^a	1771 ^b	1960 ^a	55.9
Feed efficiency (%) ³	82.0 ^a	83.6 ^a	70.7 ^b	80.2 ^a	2.8
Specific growth rate(%)	1.98 ^a	2.01 ^a	1.95 ^b	2.02 ^a	0.1
Protein efficiency (%) ⁴	1.64 ^a	1.67 ^a	1.41 ^b	1.15 ^c	0.2
Condition factor ⁵	1.14 ^{ab}	1.19 ^a	1.08 ^b	1.18 ^a	0.1
Survival (%)	59.4 ^{ab}	61.5 ^a	58.8 ^b	65.9 ^a	4.5

¹⁾Values (mean±SE of duplications) in each column with a different superscript are significantly different ($P < 0.05$).

²⁾Percent weight gain; (final wt. - initial wt.) × 100 / initial wt.

³⁾Fish wet weight gain × 100 / feed intake.

⁴⁾Fish wet weight gain × 100 / protein intake.

⁵⁾Fish weight gain × 100 / total length³

및 EP2 실험구와 비교하여 유의적인 차이가 없는 반면에 CEP보다는 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 전어체에 있어서 조단백질은 FEP2가 FEP1 및 CEP 실험구보다 유의적으로 높게 나타났으며, MP와 비교하여 차이가 없었다. 조지방은 FEP2 및 MP 실험구가 CEP 실험구보다 유의적으로 높게 나타났으며, FEP1 실험구와 차이가 없었다<Table 3>.

<Table 3> Proximate analyses of whole body in farm culture flounder¹⁾

Diets	Moisture (%)	Crude protein(%)	Crude lipid(%)	ash(%)
EP1	70.8	19.5 ^b	3.1	3.7 ^b
EP2	70.1	20.9 ^a	3.1	4.5 ^a
CEP	72.0	19.4 ^b	2.6	3.0 ^c
MP	72.8	20.1 ^a	2.8	3.6 ^b
Pooled SEM	0.23	0.18	0.11	0.09

¹⁾Values (mean±SE of duplications) in each column with a different superscript are significantly different ($P < 0.05$).

이와 같이 본 실험에서 자체 제작한 배합사료 (EP2)가 상품사료 및 MP 사료보다 우수한 사육 결과를 나타낸 것으로 보아 배합사료만으로 넙치를 장기간 사육해도 MP 사료에 견줄만한 우수한 성적을 거둘 수 있을 것으로 판단된다. 김 등 (2006)은 200g의 넙치 육성어(200~680g)를 대상으로 장기간(12개월)에 걸쳐 배합사료와 습사료의 성적을 비교 평가한 결과, EP사료가 습사료 보다 좋은 증체율과 생존율을 보였고, 이 등 (2005)도 넙치 육성어 (42~108g)를 대상으로 8주간 사육 실험한 결과, EP 실험사료가 상품사료 및 습사료 보다 우수한 성적을 보였다. 이러한 결과들은 EP가 MP에 비해 뒤떨어진다는 양어가들의 고정관념을 바꿀 수 있을 것으로 판단된다.

질병에 대한 육안적 관찰 결과, 사료 공급 1~3개월째까지는 모든 EP 실험구에서 소화되지 않은 사료와 함께 장염이 나타났으나, 4개월째부터는 회복되었다. 기생충 감염은 실험기간 동안 관찰되지 않았다. 세균성 질병으로는 실험 초기인 고수온기(8월~11월)에 에드워드와 비브리오 감염

증이 관찰되었으며, 실험 중기인 저수온기(12월~3월)부터는 세균성 질병이 관찰되지 않았다 <Table 4>.

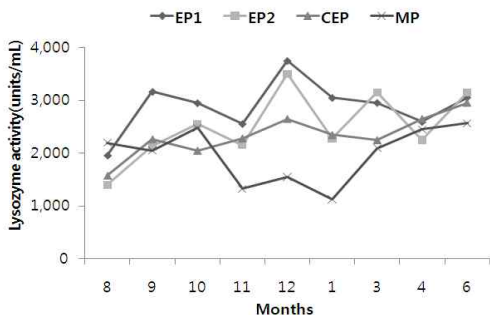
<Table 4> Monthly change of bacteria infection in flounder fed EP or MP

Diets	Months									
	8	9	10	11	12	1	3	4	6	
EP1	V*	V	E	E	ND	ND	ND	ND	ND	
EP2	V	V, E	E	E	ND	ND	ND	ND	ND	
CEP	E	V	E	E	ND	ND	ND	ND	ND	
MP	V, E	V, E	E	E, V	ND	ND	ND	ND	ND	

*V, *Vibrio* 속 세균; E, *E. tarda*; ND, Not detected

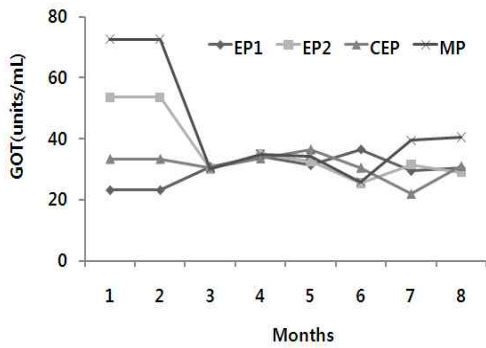
어류에 발생하는 비브리오병은 상처가 나고 스트레스를 받거나 다른 세균성 및 기생충성 질병이 발생한 후 쉽게 감염되는 2차적 세균성 질병으로 알려져 있으며(진, 2005), 특히 본 연구에서와 같이 환경의 영향을 많이 받는 자치어기에는 감염률이 높아 대량 폐사의 원인이 되므로 사전 예방이 중요할 것으로 판단된다. 조 등(2007)은 비브리오속 세균은 *E. tarda* 및 *Streptococcus* spp.와 비교해 볼 때 비교적 개체 크기가 작은 그룹에서 검출률이 높고 다른 종의 세균과의 혼합감염률도 높게 나타났다고 보고하였다. 따라서, 혼합감염이 일어나기 전에 초기에 치료가 이뤄져야 할 것으로 생각된다.

면역능을 나타내는 라이소자임 활성은 사료 공급 4개월~6개월째(11월~1월)까지 모든 EP 실험구에서 MP 실험구에 비하여 높게 나타났다[Fig. 1].

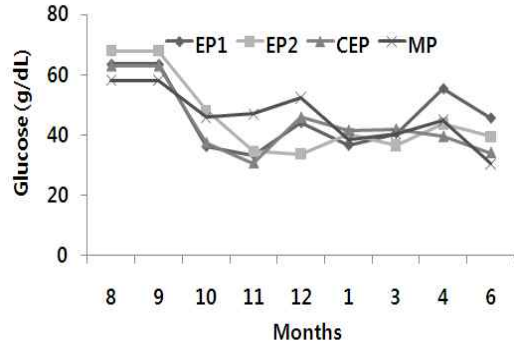


[Fig. 1] Monthly change of lysozyme activity in flounder fed EP or MP

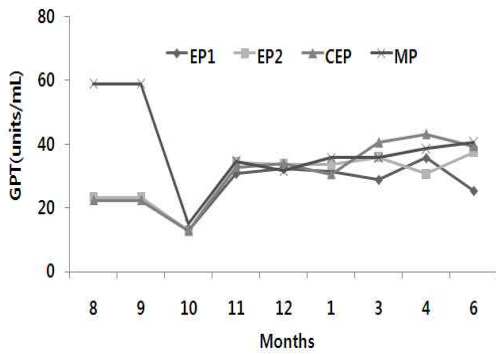
어류 혈청 중의 라이소자임은 세균 세포벽의 삼투압 작용에 손상을 주어 용균 시키며, 라이소자임의 존재 부위와 활성은 어종에 따라 다른 것으로 알려져 있다. 라이소자임은 많은 어류에서 정균 효과가 있다고 알려져 있는데(Grinde, 1989), 김 등(1992)은 넙치의 라이소자임이 *Micrococcus luteus*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptococcus epidermis*에 대하여 높은 정균 효과가 있으며, 실제 생체 내에서는 보체나 식세포 등과 협력하여 훨씬 높은 용균 효과를 보인다고 하였다. Park et al.(1996)은 한국산 메기(*Silurus asotus*)에 β -glucan을 접종하였을 때, Kwon et al.(1999)은 구기자를 나일틸라피아에 투여하였을 때, Gatta et al.(2001)은 크롬을 사료에 고농도(4110ppb)로 첨가하였을 때 라이소자임 활성이 높게 나타난다고 하였다. 이와 같이 라이소자임 활성은 사료 첨가제에 따라 활성이 다르게 나타나므로 사료 종류도 라이소자임 활성에 영향을 미칠 것으로 기대된다. 본 연구에서는 모든 EP 실험구에서 MP 실험구에 비하여 라이소자임 활성이 높게 나타난 것으로 보아 EP 사료 사용이 질병 감염을 낮추는데 긍정적인 효과를 가져 올 것으로 기대된다. 월별 혈액생화학적 성상을 보면 GOT와 GPT는 유의적인 차이는 없었으나 EP 실험구에 비해 MP 실험구에서 사료 공급이 1~2개월째(8월~10월)에 약간 높게 나타나 간기능에 다소 영향을 주었을 것으로 사료된다 [Fig. 2 및 Fig. 3]. 총단백질과 글루코스 농도에서는 실험구 및 공급 기간에 따른 차이가 나타나지 않았다[Fig. 4 및 Fig. 5]. 사료 중의 세균수에 있어서 EP사료에서 사료 종류에 따라 총세균은 0~11 CFU/g으로 나타났으며, 비브리오균은 검출되지 않았다. 반면, MP사료의 총세균은 10~340 CFU/g, 비브리오균은 0~12 CFU/g으로 MP사료가 EP사료에 비하여 높은 수치를 나타내었다 <Table 5>. 사료투여 후 시간 경과별로 사육수 및 배출수 중의 세균수의 변화를 조사한 결과, 고수온기에는 총세균수 및 비브리오균수가 배합



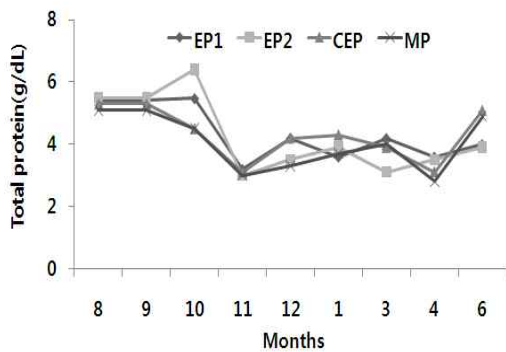
[Fig. 2] Monthly change of GOT concentration in flounder fed EP or MP



[Fig. 5] Monthly change of glucose concentration in flounder fed EP or MP



[Fig. 3] Monthly change of GPT concentration in flounder fed EP or MP



[Fig. 4] Monthly change of total protein concentration in flounder fed EP or MP

<Table 5> Number of bacteria cell in EP or MP(CFU/g)

Diets	Total bacteria cell	<i>Vibrio</i> cell
EP1	0~5	ND
EP2	2~5	ND
CEP	1~11	ND
MP	10~340	0~12

사료구에 비하여 MP 실험구에서 높게 나타났으나, 저수온기에는 사료구에 따른 유의적인 차이가 보이지 않았다. 총세균수 및 비브리오균수는 사료 투여 30분부터 증가하는 경향을 나타내었으며, 6시간 경과 시 사료 투여 전과 거의 같은 수준의 세균수를 나타내었다. 저수온기와 고수온기의 세균수 비교 결과, 고수온기의 사육수에서 총세균수 및 비브리오균수가 높게 나타나 고수온기에 어류 사육 시 사육수 순환량을 높이고 세균 감염에 특히 유의해야 할 것으로 사료된다.

이상의 결과와 같이 EP 사료의 성장 및 사료 효율, 비만도 등 사육 성적에 대한 평가가 MP 사료와 견줄만한 성장 결과를 도출하는 것으로 확인하였으며, 배합사료만으로도 충분한 성장이 가능하여 산업화 보급에 전혀 손색이 없을 것으로 판단된다. 또한 EP사료가 면역 증강 및 질병 억제에 긍정적으로 영향을 미칠 것을 사료되며, 현장시험을 통해 질병의 유병과 분포에 대한 자

료가 현재의 양식집단을 진단하고 질병의 원인 및 위험인자 규명, 질병 예방 및 집단의 건강관리 대책 수립에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

참고 문헌

- AOAC(1990). Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, 1298.
- Cho, S.H. · S.M. Lee · J.H. Lee(2005). Effects of the extruded pellets and raw fish-based moist pellet on growth and body composition of flounder, *Paralichthys olivaceus* for 10 months, J. Aquaculture, 18, 60~65.
- Gatta, P.P. · K.D. Thompson · R. Smullen · A. Piva · S. Test · A. Adams(2001). Dietary organic chromium supplementation and its effect on the immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Fish & Shellfish Immunol, 11, 371~382.
- Kim, K.M. · K.D. Kim · S.M. Choi · K.W. Kim · H.Y. Lee(2005a). Optimum feeding frequency of extruded pellet for growth of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* during the summer season. J. Aquacult. 18, 231~235.
- Kim, K.W. · S.B. Heo · K.D. Kim · M.H. Son · M.W. Park · S.C. Bai(2009b). A commercial farm feeding trial to evaluate the laboratory formulated extruded pellet for olive flounder in the East Sea. Jour. Fish, Mar. Sci. Edu. 21(4), 556~561.
- Kim, K.W. · S.B. Heo · K.D. Kim · M.H. Son · S.K. Kim · M.W. Park · S.C. Bai(2009a). Evaluation of the improving extruded pellet for juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*, Jour. Fish. Mar. Sci. Edu. 21(4), 562~567.
- Kim, K.W. · X.J. Wang · S.C. Bai(2002). Reevaluation of the dietary protein requirement of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquacult. Res, 33, 673~679.
- Kim, K.W. · Y.J. Kang · H.Y. Lee · K.D. Kim · S.M. Choi · S.C. Bai · H.S. Park(2006). Commercial scale evaluation of practical extruded pellet feed for the olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), J. Kor. Fish. Soc. 39, 100~105.
- Kim, K.W. · Y.J. Kang · K.M. Kim · H.Y. Lee · K.D. Kim · S.C. Bai(2005b). Long-term evaluation of extruded pellet diets compared to raw fish moist pellet diet for growing flounder, *Paralichthys olivaceus*, J. Aquacul, 18, 225~230.
- Kwon, M.G. · Y.C. Kim · Y.C. Shon · S.J. 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, S.M. · J.Y. Seo · Y.W. Lee · K.D. Kim · J.H. Lee · H.S. Jang(2005). Evaluation of experimental extruded pellet, commercial pellet and raw fish-based moist pellet for growing flounder, *Paralichthys olivaceus*, J. Aquaculture, 18, 287~292.
- Park, S.W. · Y.G. Kim · D.L. Choi(1996). Increase in phagocytic activity of peripheral neutrophil and lysozyme activity of blood serum in Korea catfish (*Silurus asotus*) intraperitoneally injected with β -glucan, J. Fish Pathol. 9, 87~93.
- Parry, R.M. · R.C. Chandau · R.M. Shahani(1965). A rapid and sensitive assay of muramidase, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 119, 384~386.
- 목종수 · 송기철 · 최낙중 · 양호식(2001). 계피 추출물의 어류질병 세균에 대한 항균 효과, 한수지 34(5), 545~549.
- 박성우 · 광중기 · 구재근 · 조만기(2001). 경구투여 β -glucan이 잉어와 넙치의 비특이적 면역활성에 미치는 영향, 한수지 34(4), 412~418.
- 임경희(2005). 양식어류용 배합사료의 품질 제고를 위한 제도개선의 시급성, 한국해양수산개발원, 제1182호, 1~8.
- 전세규(2005). 넙치의 질병과 치료, 한국수산신문사, 90~118.
- 정승희 · 이주석 · 한형균 · 전창영 · 이해영(2002). 생약재 첨가사료를 투여한 넙치(*Paralichthys olivaceus*)의 비특이적 면역반응, 혈액성분 및 항병력 효과, 한국어병학회지 15(1), 25~35.
- 조미영 · 김명석 · 권문경 · 지보영 · 최혜승 · 최동립 · 박경현 · 이창훈 · 김진도 · 이주석 · 오윤경 · 이덕찬 · 박신후 · 박명애(2007). 2005년부터

- 2006년 사이 우리나라 양식 넙치, *Paralichthys olivaceus*의 세균성 질병에 대한 역학조사, 한국어병학회지 20, 61~70.
- 차선희 · 조미란 · 이정석 · 제종선 · 전유진(2007). 키토산과 목초액 혼합용액 코팅제로 코팅한 EP(extrude pellet) 사료가 양식넙치에 미치는 영향, 한국키토산학회지, 13(3), 140~152..
- 황미혜 · 박수일 · 김이청(1999). 나일틸라피아, *Oreochromis niloticus*의 비특이적 면역반응에 대한 생약제 투여 효과, 한국어병학회지 12(1), 7~15.
-
- 논문접수일 : 2010년 09월 16일
 - 심사완료일 : 1차 - 2010년 10월 12일
2차 - 2010년 10월 25일
 - 게재확정일 : 2010년 11월 03일