

육성기 넙치 배합사료의 성장 및 수질 평가

김강웅[†] · 김경덕 · 안철민 · 손맹현 · 이봉주 · 한현섭
(국립수산과학원 사료연구센터)

Effects of a Commercial Extruded Pellet on Growth Performance and Water Quality in Growing Olive Flounder *Paralichthys olivaceus*

Kang-Woong KIM[†] · Kyoung-Duck KIM · Cheul-Min AN · Maeng-Hyun SON ·
Bong-Joo LEE · Hyon-Sob · HAN
(Aquafeed Research Center, National Fisheries Research & Development Institute)

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of commercial extruded pellet (EP) diet on the growth and water quality compared with a raw fish moist pellet (MP) diet for flounder on field feeding experiments. Three replicate groups of 130 fish per each tank (initial weight of 380 g) were fed one of the EP and Moist pellet (MP) for 7 months. In field feeding experiment, no significant difference was observed in final mean weight of fish fed the experimental EP (1,233 g) and MP (1,237 g), and any noticeable problem caused by feeding the experimental EP was not found during the whole period of feeding trial. Feed efficiency of fish fed the experimental EP was higher than that of MP, and there was no significant difference in survival between the fish fed experimental EP and MP. The concentrations of SS, COD, TN and TP of seawater in tanks of MP groups were 1–5 times higher than those of EP groups. Therefore, these results strongly suggest that diet EP could be developed to replace MP diet for the marketable size of production for flounder without adverse effects on growth performance and water quality.

Key words : Olive flounder, Extruded pellet, Moist pellet, Water quality

I. 서론

최근 정부는 국민 모두가 안심하고 먹을 수 있는 수산 먹거리 생산과 환경오염 감소를 위한 친환경 양식을 목표로 배합사료 직불제, 배합사료 구매자금 지원, 배합사료 현장적용시험 연구결과

등으로부터 친환경 배합사료 사용을 적극 권장하고 있다. 배합사료는 생사료와 비교하여 영양학적으로 균형잡힌 사료로 만들 수 있고, 보관 및 취급이 용이하며, 사료 공급량 조절이 쉬워 양식어를 건강하게 키울 수 있다. 2011년도 연근해어업 생산량은 1,235,696톤이며, 생사료 사용량은

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

* 본 연구는 국립수산과학원(친환경 실용배합사료 개발 및 품질관리 연구, RP-2012-AQ-087) 지원에 의해 운영되었음.

448,371톤이다(통계청2011). 어류를 키우기 위해서 생사료를 매우 많이 사용한다는 것을 알 수 있으며, 일반적으로 양식어류 1kg을 키우려면 생사료 4kg이 필요하다. 이러한 상황이 지속된다면 양식장 바닥을 부패시키고 양식 환경을 악화시킴으로써 해양오염을 가중시키는 원인으로 작용할 뿐만 아니라 연안자원의 고갈, 양식 어류의 질병까지 초래하는 등 많은 문제를 야기하는 주범이 될 것이다(임, 2005).

넙치 배합사료 연구는 많은 영양학자들에 의해 사료원료 이용성, 단백질요구량, 단백질/에너지 비 등 많은 양어사료의 영양학적 기초연구와 더불어 실용 배합사료(Extruded floating pellet, EP)에 대한 연구도 활발히 수행되어지고 있다(Kim et al., 2005; Kim et al., 2006; Kim et al., 2009a, b, c; Kim et al., 2010). 그러나 아직까지는 배합사료에 대한 불신으로 인해 양식현장에서는 기존 생사료 체제를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 양어어업인들이 신뢰할 수 있는 고효율 배합사료 개발과 병행하여 공급된 사료가 어류의 수질환경에 미치는 영향 등 인식전환에 대한 체계적인 연구가 매우 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구는 EP 및 MP 사료의 사육시험을 통해 육성기 넙치 배합사료 개발 가능성과 수질오염에 미치는 영향을 밝히는데 그 목적이 있다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험사료 및 실험설계

실험사료는 기존의 넙치 영양요구량을 고려하여 설계한 부상배합사료(EP)와 습사료(MP) 2종류의 실험사료로 제조하였다(Table 1). 단백질원으로는 어분, 대두박, 콘글루텐밀을 사용하였고, 지질원으로는 오징어간유, 탄수화물원으로는 소맥분을 사용하였다. 이 외에 사료첨가제로서 해조분말, 효모, 항산화제, 콜린, 효소 및 레시틴 등을

사용하였다. 배합사료(EP)는 원료를 혼합한 후 익스트루더(Bühler, Swiss)를 이용하여 압출·성형하였으며, 사료크기는 직경 8~15mm로 사료회사에서 제조하였다. EP 실험사료 외에 대조사료로서 습사료(MP)를 사용하였는데, 습사료는 냉동된 고등어, 메가리, 곤쟁이 및 잡어 등의 생사료와 분말사료를 8:2의 비율로 혼합하여 MP사료를 제조하였다. 사료첨가제로는 소화제, 강장제, 종합비타민제를 첨가하여 사용하였다.

<Table 1> Ingredients and nutrient contents of experimental diets

	Diets	
	EP	MP
Ingredients (%) ¹		
Fish meal	68.0	
Soybeal meal	3.0	
Corn gluten meal	3.0	
Wheat flour	13.1	
Squid liver oil	6.1	
Krill meal	2.0	
Kelp meal	1.0	
Vitamin premix ²	1.0	
Mineral premix ²	1.0	
Others ³	1.8	
Raw fish		80
Binder meal		20
Proximate analyses (% dry matter basis)		
Moisture	8.5	68.2
Crude protein	54.5	61.8
Crude lipid	10.1	12.1
Crude ash	10.9	8.9

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

² Premix (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.

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

2. 실험어 및 사육관리

실험어는 전남 완도에 위치한 육상수조 양식장으로 부터 경북 사료연구센터로 수송된 넙치를 실험 환경에 적응 할 수 있도록 배합사료로 예비사육 하였다. 사육 후 실험어는 평균무게 380 ±

15.3g (mean ± SD)인 넙치 육성어를 FRP 원형 수조(10톤, 지름3.5m)에 각 130미씩 암수성비(7:3)를 동일하게 조절하였으며, 실험구는 3반복으로 무작위 배치하였다. 에어스톤으로 산소를 공급하였으며, 사육수의 유수량은 1일 18~24회전으로 조절하였다. 사육기간 동안의 수온은 평균 18.7±4.0℃로 자연수온에 의존하였다. 사료공급은 어체중의 0.1~2.5%(건물기준)를 1일 1회 또는 2회 하였으며, 사육은 2009년 5월부터 7개월간 수행하였다.

<Table 2> Growth performance of olive flounder fed the experimental diets for 7 months

	Diets	
	EP	MP
Initial weight (g/fish)	380	380
Survival (%)	97.2	97.4
Final weight (g/fish)	1,233	1,237
Weight gain (%) ¹	225	226
Specific growth rate (%) ²	0.54	0.54
Feed efficiency (%) ³	101 ^a	85.1 ^b
Daily feed intake (%) ⁴	0.48	0.57

Values (mean of two replications) in each row with a different superscript are significantly different ($P < 0.05$).

¹ (Final body weight - initial body weight) × 100 / initial body weight.

² [(log_e final weight - log_e initial weight) / days] × 100.

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

⁴ Total dry feed intake × 100 / [(initial total wt. + final total wt. + dead fish wt.) / 2] × days fed.

3. 어체 및 수질 측정

성장도 조사를 위해 매일 어체 측정을 전량 실시하였으며, 증체율, 사료효율, 일간성장률 및 생존율을 조사하였다. 수질환경 조사는 매일 1회에 걸쳐 사료 공급 전(-) 후(+),를 비롯하여 주어진 채수 시간 간격으로 시료를 채취하였으며, 채수 시간은 09:00, 10:00(-), 10:00(+), 14:00, 17:00(-), 17:00(+), 21:00, 24:00, 03:00, 06:00에 하였다.

수질조사는 수조내부 오염도 및 배출수 오염부사에 대해 조사하였다. 수조내부 오염도 조사용 시료는 배합사료(EP) 공급한 2개 수조와 습사료(MP) 공급한 2개 수조에서 채수하였고, 배출수

오염 부하 조사 시료는 유입수와 최종 배출수에서 채수하였다.

4. 성분 분석

어체 분석용 시료로 각 수조에서 실험어를 5마리씩 무작위로 채취하였다. 실험사료와 실험어 등근육의 일반성분 분석은 AOAC(Association of Official Analytical Chemists, 2000) 방법에 따라 수분은 상압가열건조법(105 ℃, 6시간), 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법(N×6.25), 조회분은 직접회화법(550℃, 4시간)으로 분석하였다. 조지방은 에테르를 사용하여 조지방 추출장치(Velp, Italy)로 분석하였다. 수질분석 조사항목은 사료의 공급에 의해서 해수에 분산되는 부유물질의 양(SS), 유기물이 산화될 때 소비되는 산소량을 측정하는 화학적 산소요구량(COD), 질소계 화합물인 암모니아 질소(NH₄-N), 아질산 질소(NO₂-N), 총질소(T-N)와 사육수 중에 용존되어 있거나 입자형태 또는 무기·유기 상태의 모든 인 화합물(총인, T-P) 등을 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2002)에 의하여 분석하였다.

5. 통계 처리

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. 연구 결과

7개월 동안 사육한 넙치의 사육시험 성장 결과는 Table 2와 같다. 생존율은 모든 실험구에서 97%이상 이었으며 실험구간에 통계적인 차이가 없었다. 넙치의 평균체중은 380g이던 것이 7개월 후에는 평균체중 1,233~1,237g으로 성장하였으며,

중체율은 EP 및 MP 실험구에서 각 226%, 225%로 실험구간에 유의적인 차이가 없었다. EP 및 MP 실험구의 일간성장률과 사료섭취율에서도 유의적인 차이가 없었다. 사료효율은 EP 실험구가 101%로 MP 실험구의 85.1%보다 유의적으로 우수한 성적을 보였다.

실험어 등근육의 일반성분을 분석한 결과 (Table 3), 조단백질 및 조지질 함량은 모든 실험구간에 차이가 없었다.

<Table 3> Proximate composition of dorsal muscle in flounder at the end of the feeding trial

Diets	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)
EP	74.6±1.32	22.8±0.30	0.45±0.04
MP	76.0±0.78	21.7±0.52	0.37±0.02

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

월별 배합사료와 습사료 실험구의 평균 수질분석 변화는 <Table 4>와 같다. 화학적산소요구량 (COD)은 사료공급 후 배합사료와 습사료 공급구에서 모두 증가하였으며, 습사료 공급구가 배합사료 공급구보다 평균 2~3배 정도 높게 나타났다. 부유물질(SS)은 사료공급후 배합사료와 습사료 공급구에서 0.5~1.0배 정도 증가하였으며, 습

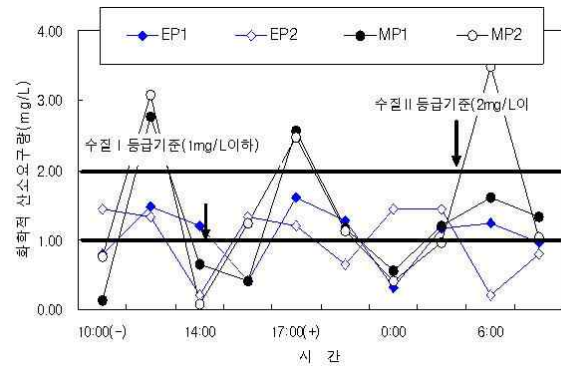
<Table 4> Average of seven monthly water quality parameters (COD, SS, TP, TN, NO₂-N, NH₄-N) at 10am, 17pm before/after (-)/(+) feeding and 14pm from the rearing tank of EP and MP feed**

Hours*	COD		SS		TP		TN		NO ₂ -N		NH ₄ -N	
	EP	MP	EP	MP	EP	MP	EP	MP	EP	MP	EP	MP
10:00(-)	0.83	0.65	5.89	6.40	0.04	0.04	0.16	0.18	0.008	0.008	0.04	0.05
10:00(+)	1.45	3.36	7.76	12.3	0.06	0.16	0.23	0.85	0.017	0.043	0.18	0.27
14:00	0.95	0.87	6.77	5.42	0.03	0.03	0.19	0.21	0.019	0.014	0.08	0.07
17:00(-)	1.00	0.87	7.14	4.80	0.03	0.05	0.18	0.20	0.008	0.008	0.06	0.06
17:00(+)	1.09	2.82	5.46	9.20	0.05	0.13	0.24	0.76	0.007	0.032	0.23	0.31

*실험기간중 EP 및 MP 공급구의 오전(10시), 오후(17시) 사료공급 전후 (-)(+)와 14시간 수질검사항목

**COD(Chemical oxygen demand, 화학적산소요구량), SS(Suspended solid, 부유물질), TP(Total phosphorus, 총질소), TN(Total nitrogen, 총질소), NO₂-N(Nitrite nitrogen, 아질산질소), NH₄-N(ammoniac nitrogen, 암모니아성질소)

사료 공급구가 배합사료 공급구보다 평균 2배 정도 높게 나타났다. 총인(T-P) 및 총질소(T-N)은 사료공급 후 배합사료와 습사료 공급구에서 모두 증가하였으며, 습사료 공급구가 배합사료 공급구보다 평균 3~4배 정도 높게 나타났다. 아질산질소(NO₂-N)는 배합사료와 습사료 공급구에서 사료공급 전(0.008 mg/L)보다 2배~5배 정도 증가하였으며, 습사료 공급구가 배합사료 공급구보다 평균 2~3배 정도 높게 나타났다. 암모니아 질소(NH₄-N)는 사료공급 후 배합사료와 습사료 공급구에서 모두 증가하였으며, 습사료 공급구가 배합사료 공급구보다 평균 0.5~1배 정도 높게 나타났다. 시간별(9월) 배합사료와 습사료 공급구의 COD 경시적 변화 [Fig. 1]과 같다.



[Fig. 1] Hourly change of COD in flounder aquarium after feeding extruded or moist pellets

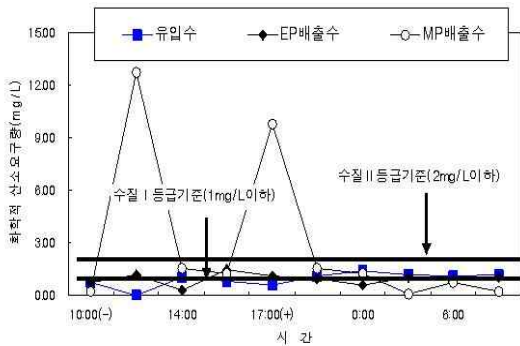
COD는 사료공급 후 습사료 공급구에서 수질 II 등급기준(2mg/L이하) 이상 높게 나타난 반면 배합사료 공급구는 수질 I 등급기준(1mg/L 이하) 이하로 유지했다. 월별 유입수 및 배출수의 평균 수질분석 변화는 <Table 5>와 같다. COD, 부유물질, 총인, 총질소는 사료공급후 EP배출수와 MP배출수에서 모두 증가하였으며, MP배출수가 EP배출수보다 COD 2.3~2.6배, 부유물질 1.6~1.7배, 총인 2.5~3.0배, 총질소 3.2~3.7배 정도 높게 나타났다. 시간별(실험시작 4개월차인 9월) 유입수 및 배출수의 COD 경시적 변화는 [Fig. 2]와

<Table 5> Average of seven monthly water quality parameters(COD, SS, TP, TN) at 10am, 17pm before/after (-)/(+) feeding and 14pm from the inflow and outflow water of EP and MP feed**

Hours	Inflow				EP outflow				MP outflow			
	COD	SS	TP	TN	COD	SS	TP	TN	COD	SS	TP	TN
10:00(-)	0.46	6.94	0.016	0.111	0.83	5.89	0.044	0.160	0.65	6.40	0.043	0.176
10:00(+)	0.65	7.18	0.015	0.104	1.45	7.76	0.056	0.231	3.36	12.3	0.165	0.852
14:00	0.60	5.77	0.016	0.104	0.95	6.77	0.032	0.186	0.87	5.42	0.035	0.209
17:00(-)	0.75	5.22	0.015	0.092	1.00	7.14	0.035	0.176	0.87	4.80	0.054	0.200
17:00(+)	0.75	4.94	0.016	0.098	1.09	5.46	0.054	0.237	2.82	9.20	0.133	0.762

*실험기간 중 EP 및 MP 공급구의 유입수 및 배출수로부터 오전(10시), 오후(17시) 사료공급 전후 (-)(+)와 14시간 수질검사항목
**<Table 4> 참조

같다. COD는 사료공급 후 습사료 공급구에서 수질II 등급기준 이상보다 매우 높게 나타난 반면 배합사료 공급구는 수질 I 등급기준 이하로 유지했다.



[Fig. 2] Hourly change of COD of inflow and outflow in flounder farm

IV. 고찰

최종 측정된 넙치 성장 결과에 있어서 상품크기인 1kg 이상의 비율은 EP 70.4%(평균무게 1,390g) 및 MP 71.4%(1,403g)로 실험구간에 차이가 없었으며, 대체로 MP 실험구보다 EP 실험구가 고른 성장을 보인 것으로 관찰되었다. Kim et al. (2008)은 대형수조(15톤)에서 최초 체중 600g 전후의 미성어기 넙치를 상품크기인 1kg 이상까

지 32주간 사육한 결과, EP가 MP와 비교하여 성장 및 비만도에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다으며, 장기간에 걸쳐 양식현장에서 사육한 넙치 배합사료 현장적용시험에 있어서도 배합사료(EP) 및 습사료(MP) 실험구의 성장에서 차이가 없는 것으로 나타난 결과(Kim et al., 2009b; Kim et al., 2009c)와 유사하였다. 이러한 결과는 넙치 배합사료 공급 시 문제점으로 제기되어온 성어기 성장둔화로 인한 출하시기 지연, 복수증, 비만도 및 육질저하 등 해소할 수 있을 것으로 기대되며, 배합사료의 산업화 보급에 전혀 손색이 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서 EP 실험구가 사료효율이 높게 나타난 것은 기존에 수행된 배합사료 및 습사료 비교 연구에서도 습사료구가 배합사료구에 비하여 사료효율은 낮았으나(Lee et al., 2005; Kim et al., 2009c), 사료섭취율은 습사료구가 오히려 높았다는 결과들이 보고되어 본 연구결과와 일치하였다. 이는 점결력이 낮고 수분 함량이 높은 습사료 공급시 수중으로 유실되는 양이 배합사료에 비해서 많았기 때문인 것으로 추정된다(Doughyt and Mcphall, 1995). 실험어 등근육의 조단백질 및 조지질 함량은 비슷한 크기(1 kg 전후)의 다른 연구에서도 본 연구결과와 유사하게 나타났다(Kim et al., 2009c).

사육수의 수질조사 결과, 화학적산소요구량, 부유물질, 총질소 및 총인의 농도가 배합사료구보다 습사료구에서 1~5배 정도 높게 나타났다. 이와 같이 사육조 내에서 어류의 대사 배설물이나 먹고 남은 찌꺼기 등이 여러 가지 현탁물질로 부유하고 있으며, 이들 고형물질이 분해되는 과정에서 생성되는 암모니아는 수중 생물에 대하여 강한 독성을 야기시켜 큰 문제점으로 부각된다. 김(1997)은 양식장에서 발생하는 오염물질은 미섭취된 사료와 어류의 배설물 등에 의하여 발생하는 고형물과 고형물의 분해와 어류의 대사작용 등에 의해 발생하는 암모니아, 유기물과 같은 용존물질이 영향을 미친다고 보고하였다. 특히 양

어사료의 사양관리 기술은 성장, 사료비용, 환경 오염과 직접적인 관련성을 가지고 있으며, 만약 사료가 과잉 공급되었을 경우 사료비용의 증가와 사료의 유실로 인해 수질오염이 발생할 우려가 있는 반면에 사료공급이 부족할 경우 양식어의 성장저하를 초래할 수 있으므로 중요한 요인이 된다(Tsvis et al., 1992; Azzaydi et al., 2000). 따라서 연어과 어류의 경우에서도 생사료의 사료 허실량이 배합사료의 3배가 된다고 보고되고 있어 수질오염을 줄이기 위한 사료의 질적 개선에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다(Hardy et al., 1993).

이상의 결과로부터 EP 사료의 성장 및 사료효율, 비만도 등 사육 성적에 대한 평가가 MP 사료와 견줄만한 성장 결과를 도출하였으며, 특히 생사료 위주의 양식은 사료허실로 인한 환경오염을 초래하는 것으로 확인되었다. 따라서, 연안어장을 보호하고 양식경영비를 절감하기 위하여 환경친화적인 배합사료가 보급되어야 하며, 양식업의 경쟁력 측면에서도 획기적인 전환을 가져올 것으로 기대된다.

참고 문헌

- 김인태(1997). 순환여과식 양식 산업 개발, 수산 과학원 하이테크 (김영설, 정도현 편저), 부산수산대학교 해양과학공동연구소, 113.
- 임경희(2005). 양식어류용 배합사료의 품질 제고를 위한 제도개선의 시급성, 한국해양수산개발원, 제1182호, 1~8.
- 해양수산부(2002). 해양환경공정시험방법, 326.
- 통계청(2011). 2011년 어류양식동향조사.
- AOAC(2002). Official Methods of Analysis, 16th edition, AOAC International, Arlington, Virginia.
- Azzaydi, M · F.J. Martines · S. Zamora · J.A. Sanchez-Valquez and Madrid(2000). The influence of nocturnal vs. diurnal feeding condition under winter condition on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*), *Aquaculture*, 182, 329~338.
- Doughty C.R. · C.D. Mcphall(1995). Monitoring the environmental impacts and consent compliance of freshwater fish farms, *Aquaculture Research*, 26, 557~565.
- Hardy R.W. · W.T. Fairgrieve · T.W. Scott(1993). Periodic feeding of low-phosphorus diet and phosphorus retention in rainbow trout. In: Kaushik S J & P Luquet (eds.). *Fish Nutrition in Practice*, pp. 403~412, INRA Press, paris.
- Kim, K.D. · Y.J. Kang · J.Y. Lee · M.M. Nam · K.W. Kim · M.S. Jang · S.M. Lee(2008). Evaluation of extruded pellets and raw fish-based moist pellet for growth of sub-adult flounder *Paralichthys olivaceus*, *J Aquaculture*. 21, 102~106.
- Kim, K.W. · Y.J. Kang · K.M. Kim · H.Y. Lee · K.D. Kim · S.C. Bai(2005). Long-term evaluation of extruded pellet diets compared to raw fish moist pellet diet for growing flounder, *Paralichthys olivaceus*, *J. Aquaculture*. 18, 225~230.
- 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. · M.G. Kwon · K.D. Kim · M.H. Son · M.A. Park · S.K. Kim(2010). Effects of Extruded Pellet on Growth and Health Parameters in Farm Cultured Olive Flounder *Paralichthys Olivaceus*, *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.* 22(4), 529~536.
- 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. · Y.J. Kang · K.D. Kim · M.H. Son · S.M. Choi · S.C. Bai · K.J. Lee(2009c). Evaluation of extruded pellet for growth performance of olive flounder *Paralichthys olivaceus* in Jeju farm field, J. Kor. Fish. Soc. 42(6), 604~608.
- 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. Aquacult, 18, 287~297.
- Tsevis, N · S. Klaoudatos · A. Conides(1992). Food conversion budget in sea bass *Dicentrarchus labrax*, fingerlings under two different feeding frequency patterns, Aquaculture, 101, 293~304.
-
- 논문접수일 : 2012년 07월 21일
 - 심사완료일 : 1차 - 2012년 07월 31일
2차 - 2012년 08월 08일
 - 게재확정일 : 2012년 08월 10일