



넙치 성어기 배합사료 및 생사료의 사육효과 비교

김경덕*, 강용진, 이해영, 김강웅, 김정민¹, 이상민²
국립수산과학원 양식사료연구센터, ¹국립수산과학원 제주수산연구소,
²강릉대학교 해양생명공학부

Evaluation of Extruded Pellets as a Growing Diet for Adult Flounder *Paralichthys olivaceus*

Kyoung-Duck Kim*, Yong Jin Kang, Hae Young Lee, Kang-Woong Kim,
Kyong-Min Kim¹ and Sang-Min Lee²

Aquafed Research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Pohang 791-923, Korea
¹Jeju Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Jeju 690-192, Korea
²Faculty of Marine Bioscience and Technology, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

This study was conducted to evaluate extruded pellets (EP) for growth of adult flounder by comparing with raw fish-based moist pellet (MP). Two replicate groups of 150 fish per each tank (initial mean weight 329 g) were fed one of seven EP (EP1, EP2, EP3, EP4, EP5, EP6 and EP7) and a MP for 8 months. Survival of fish fed the MP was not significantly different from that of fish fed the EP1, EP5 and EP7, but significantly higher than that of fish fed the EP2, EP3, EP4 and EP6 ($P < 0.05$). Weight gain of fish fed the MP was significantly lower than that of fish fed the EP1 ($P < 0.05$), but not significantly different from that of fish fed EP2, EP3, EP4, EP5, EP6 and EP7. Feed efficiency of fish fed the MP was significantly lower than EP1, EP3, EP4, EP5 and EP6 ($P < 0.05$), but not significantly different from that of fish fed EP2 and EP7. Feed supply (kg/tank) of fish fed the MP was significantly higher than that of fish fed all EP ($P < 0.05$). Condition factor of fish fed the MP was not significantly different from that of fish fed all EP. The contents of moisture, crude protein and lipid in dorsal muscle and whole body was not significantly different among the groups. It is concluded that the dietary formulation used in the EP1, EP3, EP4, EP5 and EP6 can be applied in the practical extruded pellet feeds for adult flounder (329-680 g).

Keywords: Extruded pellet, Raw fish-based pellet, Adult flounder, Growth

서 론

우리나라의 해산어류 양식 총생산량은 최근 연간 10만 톤에 달하고 있으며, 주로 넙치 및 조피볼락 위주로 이루어지고 있다. 해산어 양식에 사용되고 있는 배합사료 및 생사료의 총 사용량은 47만톤이나, 이중 생사료가 80% 내외를 차지하는 실정이다 (Kim, 2005). 이와 같이 지금까지도 넙치 및 조피볼락과 같은 우리나라의 해산어 양식은 생사료에 많이 의존하고 있다. 우리나라의 양어자들은 국내에서 시판되고 있는 배합사료의 품질을 완전히 신뢰하지 못하고 있는 것이 현실이며, 또한 배합사료의 효능이 생사료에 미치지 못한다고 생각하고 있다. 현재 해산어 양어자들이 주로 사용하고 있는 생사료는 어획되는 어종이나 어획 시기에 따라 다르긴 하지만 전갱이, 까나리 및 양미리 등으로써

수급의 불안정에 따른 가격변동, 냉동보관에 따른 경비의 과다 소요, 부적절한 냉동보관에 따른 생사료의 산패 및 사료 제조시 해동에 따른 수질 오염 등 여러 가지 문제점들을 가지고 있다. 따라서 양식 대상어종에 적합한 배합사료의 개발은 양식생산성 향상과 최근 사회적으로 크게 문제시 되고 있는 환경 오염원을 줄이기 위한 측면에서 가장 우선적으로 연구되어야 한다. 그동안 넙치 사육에 적합한 배합사료 개발을 위하여 영양소 요구량에 관한 연구결과들이 보고되었으며 (Lee et al., 2000; Lee et al., 2003; Kim and Lee, 2004; Kim et al., 2006), 또한, 최근 넙치 양식용으로 사용되고 있는 생사료를 대체하기 위해 부상배합사료의 효능에 관한 연구가 수행되어 EP로 생사료의 대체 가능성을 증명한 바 있다 (Cho et al., 2005). 그래서 본 연구는 이미 수행된 연구결과들을 토대로 하여, 성어기 넙치 사육용으로 부상배합사료를 제조하여 생사료와 그 효능을 비교함으로써 넙치 성어기 배합사료 개발을 위한 자료를 제공하고자 수행하였다.

*Corresponding author: kdkim@momaf.go.kr

재료 및 방법

실험사료

실험사료는 넙치의 영양소 요구(Lee et al., 2000; Lee et al., 2003; Kim and Lee, 2004; Jang et al., 2005; Kim et al., 2006)를 고려하여 설계한 6종류의 부상배합사료(EP1-EP6), 상업용 시판 넙치배합사료(EP7) 및 생사료(MP)로 총 8종류를 설정하였다(Table 1). 실험부상사료의 원료들은 시판상품사료에 주로 사용되고 있는 원료를 선정하였다. 단백질원으로 고등어어분, 청어어분, 멸치어분, 밀글루텐, 대두박, 콘글루텐밀, 크릴밀 및 오징어간분을 사용하여 단백질 함량이 50% 전후(Lee et al., 2000)가 되도록 하였으며, 지질원으로는 어유를, 탄수화물원으로 소맥분을 각각 사용하였고, 사료회사((주)수협사료)에 의뢰하여 제조하였다. EP1은 단백질 50%에 지질함량이 9%였으며, EP2는 어분의 종류별 이용성을 조사하기 위하여 고등어어분, 참치어분 및 멸치어분을 혼합하여 사용하였으며, EP3은 어유 함량을 증가하여 지질함량을 14%가 되도록 하였다. EP4는 어분함량을 감소시키는 대신 식물성 단백질원인 밀글루텐, 대두박 및 오징어간분을 증가시켰으며, EP5는 대두박, 크릴밀 및 어유의 함량을, EP6은 대두박과 크릴밀의 함량을 증가시켰다. 생사료는 냉동 잡어와 분말사료를 95:5의 무게비율로 혼합하

여 성형, 제조한 후 -30°C에 냉동 보관하면서 먹이 급여시마다 사용하였다.

실험어 및 사육관리

실험어는 경북 포항소재 양식장에서 구입 운반하여 국립수산과학원 양식사료연구센터 8톤 콘크리트 수조에 수용한 후 2달 동안 실험환경에 적응을 시켰다. 적응기간 동안 실험어에는 상업용 넙치 부상사료를 1일 2회 공급하였다. 사육실험은 총 16개의 8톤 콘크리트 수조를 이용하였다. 예비 사육하던 실험어 중 외형적으로 건강한 실험어(평균 체중: 329±8.7 g)를 무작위로 추출하여 각 수조에 150 마리씩 각 사료별 2반복으로 재수용한 후, 1주일에 6일 동안 매일 2회(0900, 1700) 사료를 반복 공급하며 2005년 1월에서 8월 까지 8개월간 실시하였다. 어체 측정은 실험 개시시와 종료시 측정 전일 실험어를 절식시킨 후, 각 실험수조에 수용된 실험어의 전체무게를 측정하였다. 각 수조의 사육수는 환수율이 1일 16회전 정도가 되도록 조절하여 주수하였다. 매일 오후 1시에 사육수의 60~70% 정도를 환수하였으며, 죽은 개체는 무게측정 후 제거하였고, 각 수조별 사료 섭취량을 측정하였다. 사육기간 동안의 수온은 9~26°C 범위였으며, 평균수온은 15.0±4.3°C였다.

Table 1. Ingredients and nutrient contents of experimental diets

	Diets							
	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5	EP6	EP7	MP
Ingredients (%)								
Mackerel fish meal	57.0	24.0	57.0	47.0 ^a	46.2	52.0		
Tuna fish meal		10.0					closed	
Anchovy fish meal		24.0						
Wheat gluten	4.0	4.0	4.0	6.0	2.5	2.0		
Soybean meal	4.0	4.0	4.0	6.2	5.0	7.0		
Corn gluten meal	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0		
Krill meal	2.5	2.9	2.0	3.0	5.0	5.0		
Squid liver powder	3.0	4.0	2.0	5.0	3.0	2.5		
Fish oil	5.0	4.0	9.2	5.0	10.0	5.0		
Wheat flour	14.0	14.0	14.0	14.5	16.0	14.6		
Vitamin mix	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Mineral mix	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85		
Others	5.7	5.3	4.0	8.5	8.0	8.1		
Mackerel (raw fish)								95
Binder meal ¹								5
Nutrient contents								
Dry matter (%)	90.7	93.8	94.6	94.0	93.9	95.4	91.7	28.4
Crude protein (%)	49.5	51.2	50.0	49.7	51.0	51.6	50.0	17.6
Crude lipid (%)	9.2	10.0	13.7	12.6	13.2	12.3	8.9	5.6
Ash (%)	11.2	12.3	10.5	12.1	10.5	10.7	10.1	2.9
Gross energy (kcal/g)	6.0	6.0	6.2	6.0	6.2	6.2	6.0	-

EP1, EP2, EP3, EP4, EP5, EP6 : the extruded experimental feeds.

EP7: a commercial flounder feed produced in Korea.

MP: raw fish-based moist pellet.

¹Purchased from Suhyup Feed Co. Ltd.

성분분석

어체 성분분석 및 비만도 측정을 위하여 실험종료시 각 실험 수조에서 10마리를 시료로 취하여 냉동보관(-25°C)하였다. 실험 사료 및 어체의 수분은 105°C의 dry oven에서 6시간 동안 건조 후 측정하였으며, 조단백질(N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (VAP500T/TT125, Gerhard)을 사용하여 분석하였다. 조지방은 ether로 추출하여 측정하였으며, 조회분은 550의 회화로에서 4시간 동안 태운 후 측정하였다. 사료의 총에너지량은 열량분석기 (Parr-6200, USA)를 사용하여 분석하였다.

통계처리

결과의 통계처리는 SPSS program을 사용하여 One-way ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

최초 평균체중 329 g의 넙치 성어를 배합사료 및 생사료로 8개월간 사육한 결과를 Table 2에 나타내었다. 사육기간 동안의 생존율은 63~78% 범위였으며, MP 실험구가 EP1, EP5 및 EP7 실험구와는 차이가 없었지만, EP2, EP3, EP4 및 EP6 실험구보다는 유의하게 높았다(P<0.05). 증체량은 MP 실험구가 239 g으로 EP1의 342 g 보다 낮았으나, EP2-EP7 실험구의 224~307 g과는 차이가 없었다. EP 실험구들의 증체량은 EP1이 EP2 및 EP7 보다는 높았으나(P<0.05), EP3-EP6 실험구와는 차이가 없었다. Lee et al. (2005)의 연구에서 이미 44-107 g의 치어기 넙치를 대상으로 실험적으로 제조한 EP가 MP와 유사한 성장결과를 보였으며, 또한 Cho et al. (2005)은 치어기 넙치(88 g)를 EP와 MP로 10개월간 장기간 사육실험한 결과, EP와 MP간에 유의한 차이를 보이지 않아 EP의 MP 대체 가능성을 보고한 바 있다. 그리고 본 연구의 성어기 넙치에게 EP사료를 공급한 실험구들이 MP 실험구와 비교하여 좋은 성장을 보였는데, 이는 본 실험에 사용된 EP들이 기존에 수행된 넙치의 필수영양소 요

구량 측정 연구 결과들을(Lee et al., 2000; Kim and Lee, 2004) 토대로 하여 원료조성 및 제조되어 넙치의 성장에 필요한 영양소를 고루 함유하고 있기 때문으로 판단된다. 그리고 Kim et al (2005a)의 연구에서도 EP와 MP로 넙치(190~681 g)를 1년간 사육한 결과, 배합사료 실험구가 우수한 성장결과를 보였는데, 이는 성어기 넙치의 육성용 먹이로 배합사료의 생사료 대체 가능성을 보여주고 있으며, 또한 현재 EP의 장기간 사육시, 혹은 치어기 이후 육성기 및 성어기의 성장효과가 MP에 비하여 떨어진다는 기존의 양어가들의 생각을 바꾸는 데 많은 도움이 될 것으로 보인다.

지질함량이 9%인 EP1의 증체량은 지질함량 13% 전후의 EP3 및 EP5와 비교하여 유의적인 차이는 없었으나 수치상으로 높은 결과를 보였는데, 기존의 연구에서도 사료에 다량의 지질 첨가는 오히려 여름철에 사육된 넙치 치어의 성장을 감소시키는 것으로 보고되어 본 연구 결과와 일치하였다(Lee et al., 2000). 하지만, Kim et al. (2006)은 저수온(12 및 17°C)에서 고지질(14%) 및 저지질(7%) 사료로 넙치 치어를 사육한 결과, 증체량에는 차이가 없었으나 고지질 실험구에서 사료효율이 증가하였다고 보고한 바 있어, 사육수온, 사료형태 및 어체크기에 따른 사료 지질 이용성에 관한 연구가 좀 더 상세히 검토되어야 할 것이다.

본 연구에서 실험사료의 주 단백질원으로 고등어어분을 사용한 EP1은 고등어어분, 참치어분 및 청어어분을 혼합하여 사용한 EP2 실험구에 비해 증체량 및 사료효율이 높았으나, Jang et al. (2005)은 어분종류를 달리한 실험사료로 넙치 치어를 7주간 사육한 결과, 고등어어분을 사용한 실험구와 고등어어분과 청어어분들을 혼합하여 사용한 실험구와 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 이러한 결과들은 어분의 원료어종 뿐만 아니라, 같은 어종의 어분이라 할지라도 그 품질에 따라서 넙치의 성장 및 사료이용성에 차이가 있기 때문인 것으로 판단된다. 일반적으로 어분의 품질은 원료의 신선도, 생산지 및 가공방법 등에 따라서 변동되기 쉬우므로, 배합사료의 원료로 사용할 경우 어분의 가격 및 품질 등을 감안하여 사료의 질적 개선과 원가 절감을 신중히 고려하여야 할 것이다.

Table 2. Growth performance of adult flounder fed the extruded pellets and moist pellet for 8 months

	Diets								Pooled SEM ⁴
	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5	EP6	EP7	MP	
Initial weight (g/fish)	338	323	330	328	329	330	329	327	2.1
Survival (%)	72 ^{abc}	66 ^{bc}	66 ^{bc}	63 ^c	76 ^{ab}	64 ^c	70 ^{abc}	78 ^a	1.6
Weight gain (g/fish)	342 ^a	224 ^b	271 ^{ab}	286 ^{ab}	271 ^{ab}	307 ^{ab}	239 ^b	239 ^b	11.3
Feed efficiency (%) ¹	85 ^a	64 ^{bc}	70 ^{ab}	69 ^{ab}	71 ^{ab}	72 ^{ab}	64 ^{bc}	47 ^c	2.9
Protein efficiency ratio ²	1.56 ^a	1.17 ^b	1.31 ^{ab}	1.30 ^{ab}	1.30 ^{ab}	1.34 ^{ab}	1.16 ^b	0.76 ^c	0.06
Feed supply (kg/tank)	44.2 ^b	41.3 ^b	41.4 ^b	43.0 ^b	42.1 ^b	42.2 ^b	41.0 ^b	55.3 ^a	1.2
Condition factor ³	1.14 ^{ab}	1.13 ^{ab}	1.15 ^{ab}	1.06 ^{ab}	1.16 ^a	1.04 ^b	1.10 ^{ab}	1.12 ^{ab}	0.01

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

¹Fish wet weight gain×100/feed intake (dry matter).

²Fish wet weight gain×100/protein intake.

³Fish weight×100/total length³.

⁴Pooled standard error of mean.

사료효율은 MP 실험구가 47%로 EP1, EP3, EP4, EP5 및 EP6 실험구(69~85%) 보다는 낮았으나(P<0.05), EP2 및 EP7 실험구(64%)와는 유의한 차이가 없었다. EP 실험구들의 사료효율은 EP1이 EP2 및 EP7 보다는 높았으나(P<0.05), EP3-EP6 실험구와는 차이가 없었다. 본 실험의 EP 사료 실험구들의 사료효율 64~85%는 기존에 수행된 치어기 넙치를 대상으로한 EP 공급구들의 90% 전후에 비하여 전반적으로 낮은 경향을 보였는데(Lee et al., 2005; Seo et al., 2005), 이는 어체의 크기가 증가할수록 사료효율이 감소한다는 타 어종에서 보고된 결과(Lee et al., 1993)와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 겨울철의 저수온에서 사육된 넙치의 경우 여름철에 비해 낮은 사료효율을 보여 본 연구 결과와 일치하였다(Kim et al. 2005b). 단백질효율은 EP 실험구들이 MP 실험구 보다 높았으며(P<0.05), EP 실험구간의 경우 EP1 실험구가 EP2 및 EP7 실험구 보다는 높았지만(P<0.05), EP3, EP4, EP5 및 EP6 실험구와는 차이가 없었다. 사육기간 동안의 각 수조별 사료섭취량은 MP 실험구가 EP 실험구들에 비해서 유의하게 높았으나(P<0.05), EP 실험구간에는 차이가 없었다. 이미 기존의 연구들에서도 본 연구와 유사하게 MP 공급구가 EP 공급구에 비해 사료효율이 낮았으며, 사료섭취율이 증가하는 결과들이 보고되었는데, 이는 점결력이 낮고 수분함량이 높은 MP가 넙치에게 공급될 때 수중으로 유실되는 양이 EP에 비해서 많았거나, 섭취된 MP 사료의 영양소 소화율이 낮았을 가능성 때문으로 추측된다(Cho et al., 2005; Lee et al., 2005). 이와 같이 MP 사료의 급여시 유실로 인한 수질오염 문제뿐만 아니라, 생사료원으로 사용되고 있는 연안자원들의 보호를 위해서도 양식장에서 사용되고 있는 생사료를 배합사료로 전환하는 것이 시급하다.

어체의 비만도는 모든 EP 실험구가 MP 실험구와 유의한 차이가 없었다. 일반적으로 양어기들은 EP로 사육한 경우 MP로 사육한 어체에 비하여 비만도가 떨어진다고 생각하고 있으나, 본 연구 결과는 EP와 MP로 사육한 어체에서 비만도에 차이가 없음을 보여주고 있다.

사육실험 종료 후, 실험어의 등근육과 전어체의 일반성분 분석 결과를 Table 3에 나타내었다. 등근육 및 전어체의 수분, 단백질 및 지질 함량은 모든 실험구간에 차이가 없었지만, Lee and Kim(2005)은 치어기 넙치의 어체 조성은 사료의 영양소 함

Table 3. Proximate composition (%) of dorsal muscle and whole body in flounder at the end of the feeding trial

Diets	Moisture	Crude protein	Crude lipid
Dorsal muscle			
EP1	74.7±0.64	22.0±0.24	0.6±0.20
EP2	75.3±1.47	21.5±0.98	0.6±0.11
EP3	75.1±0.22	22.2±0.34	0.3±0.05
EP4	74.3±0.35	22.0±0.76	0.4±0.12
EP5	74.7±0.16	22.8±0.08	0.4±0.18
EP6	74.8±0.63	22.2±0.23	0.6±0.19
EP7	74.7±0.25	22.5±0.26	0.4±0.00
MP	75.9±0.53	21.7±0.02	0.5±0.16
Whole body			
EP1	71.0±1.58	19.7±0.40	3.1±1.34
EP2	72.6±0.12	19.1±0.83	2.2±1.10
EP3	71.7±1.26	19.5±0.31	2.1±0.38
EP4	70.1±1.38	19.0±0.06	3.1±1.10
EP5	72.0±0.12	19.4±0.20	2.6±1.45
EP6	72.1±1.12	19.0±1.22	2.2±0.48
EP7	70.7±1.93	20.0±0.45	2.3±0.56
MP	72.8±0.72	19.6±0.03	2.5±0.93

Values are mean±SE of two replications.

량에 따라서 유의한 차이를 나타내는 것으로 보고하여 본 연구와 차이를 보였다.

본 연구에서 MP제조를 위하여 양어장에서 생사료와 첨가제를 구입한 가격에 제조 및 냉동보관 비용을 합하여 계산된 MP의 kg 당 사료비는 550원이었으며, 사료공장에 의뢰하여 계산된 EP의 시판출하 가격은 1391~1500원 이었다(Table 4). 이러한 계산 값들은 사육시기, 생산지, 사료종류, 사료 가공 방법 및 사육환경 등의 요인들에 따라 다소 차이가 있겠지만, 본 연구의 MP 공급구의 어체 kg 생산비용이 EP 공급구보다 2배정도 높아, EP 공급이 경제적인을 나타내고 있다. 하지만 현재 우리나라 양어장의 경우 어체 kg 생산비용이 생사료가 EP 보다 더 싸거나 비슷한 것으로 분석하는 양어가나 기관이 있기 때문에 보다 정확한 비교가 필요하다.

이상의 결과로 볼 때, 329~680 g의 넙치 성어 사육을 위하여 MP 대신 EP1, EP3-6을 사용하여도 좋을 것으로 판단된다.

Table 4. Production cost (won/kg weight gain) by feeding the experimental diets

Diets	Feed price (won/kg feed, DM)	Feed efficiency (WG×100/feed intake, DM)	Production cost/kg fish	Relative cost
EP1	1443	85	1698	100
EP2	1452	64	2269	134
EP3	1455	70	2079	122
EP4	1391	69	2015	119
EP5	1467	71	2066	122
EP6	1461	72	2029	120
EP7	1500	64	2344	138
MP	1858	47	3953	233

요 약

본 연구는 넙치 성어기 사료로 양식현장에서 많이 사용하고 있는 생사료를 배합사료로 대체하기 위하여 부상배합사료와 생사료의 사육효과를 비교하고자 수행되었다. 평균체중 329 g의 넙치를 6종류의 실험배합사료(EP1-EP6), 시판사료(EP7) 및 생사료(MP)로 1일 2회 반복으로 공급하며 8개월간 사육 실험하였다. 사육기간 동안의 생존율은 63~78% 범위였으며, 증체량은 MP 실험구가 EP1 실험구 보다 낮았으나, EP2-EP7 실험구와는 차이가 없었다. 사료효율은 MP 실험구가 EP1, EP3, EP4, EP5 및 EP6 실험구 보다 낮았으나, EP2 및 EP7 실험구와는 차이가 없었다. 단백질효율은 모든 EP 실험구들이 MP 실험구 보다 높았다. 사료섭취량은 MP 실험구가 EP 실험구들에 비해서 높았지만, EP 실험구간에는 차이가 없었다. 어체의 비만도는 모든 EP 실험구들이 MP 실험구와 차이가 없었다. 등근육 및 전어체의 수분, 단백질 및 지질 함량은 모든 실험구간에 차이가 없었다. 이상의 결과로 볼 때, 329~680 g의 넙치 성어 사육을 위하여 MP 대신 EP1, EP3~6를 사용하여도 좋을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 해양수산부 수산특정연구개발사업의 연구비 지원에 의한 것이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

Cho, S. H., S.-M. Lee and J. H. Lee, 2005. Effect of the extruded pellets and raw fish-based moisture pellet on growth and body composition of flounder, *Paralichthys olivaceus* L. for 10 months. *J. Aquacult.*, 18, 60-65.
 Duncan, D. B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics* 11, 1-42.
 Jang, H.-S., K.-D. Kim and S.-M. Lee, 2005. Effect of various commercial fish meals as dietary protein sources on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquacult.*, 18, 267-271.
 Kim, Y.-U., 2005. Policy of artificial feed supply for marine fish culture in Korea. *International Symposium on the Present Sta-*

tus of Nutrition Research and the Future of Aquaculture Feed in Korea. NFRDI, Busan, Korea, 12 August, 2005. pp. 11-16.
 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.
 Kim, K.-D., K.-M. Kim, K.-W. Kim, Y. J. Kang and S.-M. Lee, 2006. Influence of lipid level and supplemental lecithin in diet on growth, feed utilization and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*) in suboptimal water temperatures. *Aquaculture* 251, 484-490.
 Kim, K.-W., Y. J. Kang, K.-M. Kim, H. Y. Lee, K.-D. Kim and S. C. Bai, 2005a. Long-term evaluation of extruded pellet diets compared to raw fish moist pellet diet for growing flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquacult.*, 18, 225-230.
 Kim, G.-U., H.-S. Jang, J.-Y. Seo and S.-M. Lee, 2005b. Effect of feeding frequency of extruded pellet on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* during the winter season. *J. Aquacult.*, 18, 31-36.
 Lee, J. U., Y. J. Kang, S.-M. Lee and I.-B. Kim, 1993. Protein requirement of the Korean rockfish, *Sebastes schelgeli*. *J. Aquacult.*, 6, 13-27.
 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.
 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., J.-Y. Seo, Y.-W. Lee, K.-D. Kim, J. H. Lee and 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.
 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, 1-8.
 Seo, J. Y., J. H. Lee, G.-U. Kim and S.-M. Lee, 2005. Effects of extruded and moist pellets at different feeding rate on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquacult.*, 18, 26-30.

원고접수: 2006년 5월 7일
 수정본 수리 : 2006년 8월 4일