

## 국내 실험 미립자 사료와 수입 미립자 사료를 공급한 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 자·치어의 성장과 체조성 비교

배승철 · 차용택

부경대학교 양식학과 사료영양연구실

### Comparison of Growth and Body Composition in Olive Flounder Larvae (*Paralichthys olivaceus*) Fed Domestic Experimental and Imported Commercial Microparticulated Diets

Sungchul C. Bai and Yong-Taeg Cha

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

This experiment was conducted for compare domestic experimental microparticulated diets with imported commercial microparticulated diets in olive flounder larvae, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). Fish larvae were fed four microparticulated diets from 8<sup>th</sup> day to 83<sup>th</sup> day after hatching. Four diets were two commercial microparticulated diets D and H, and experimental microparticulated diets K<sub>1</sub> and K<sub>2</sub> formulated each with different protein sources (diet K<sub>1</sub>; squid meal, blood meal, yeast extract, chlorella powder, olive flounder muscle, Lys, and Met; diet K<sub>2</sub>; whole egg protein, krill meal, short-necked clam meal, squid muscle, live yeast, yeast extract, and casein).

There were no significant differences on body weight, body length and survival rates among four diet treatments up to the 40<sup>th</sup> day after hatching.

At the 83<sup>th</sup> day after hatching, fish fed diet D had a significantly higher survival rate than that of fish fed diet K<sub>2</sub>, whereas there was no significant difference between to diet H and K<sub>1</sub>. Fish fed diet D had a significantly higher body weight than these of fish fed diet K<sub>1</sub> and K<sub>2</sub>, whereas there was no significant difference between fish fed diet D and H. There was no significant difference on body length and condition factor among four diet treatments.

There were no significant differences on EPA and DHA of body fatty acid composition among four diet treatments up to the 83<sup>th</sup> day after hatching.

These results show that nutritionally well-ballanced domestic microparticulated diets for olive flounder larvae can be developed.

Key words : Olive flounder, Microparticulated diets, Growth, Body composition

#### 서 론

건강한 종묘 생산은 완전 양식을 위해서 필수적이다. 현재 해산 자·치어를 사육시 로티퍼(*Brachionus plicatilis*)와 알테미아(*Artemia salina*)가 먹이생물로 전세계적으로 널리 이용되고

있다(Fulks and Main, 1991). 그러나 먹이생물을 배양하기 위해서는 많은 시설, 유지비, 그리고 노동력을 요구한다(Bengtson, 1993). 그래서 이러한 단점을 보완하고 보다 안정적인 종묘 생산을 위한 미립자 사료의 개발이 요구된다. 최근 10여년 동안 유럽(Beltran and Champigneu-

lle, 1992 ; Champigneulle, 1988 ; Chau and Zambonino Infante, 1994 ; Chau and Zambonino Infante, 1995 ; Mourente et al., 1993 ; Peres et al., 1996 ; Rodriguez et al., 1993 ; Rosch and Segner, 1990 ; Salhi et al., 1994 ; Sarasquete et al., 1995 ; Segner and Rosch, 1990 ; Yufera et al., 1995 ; Zambonino Infante and Chau, 1994a, b)과 일본 (Kanazawa, 1988 ; Kanazawa and Julio Lopez-Alvarado, 1994 ; Kanazawa and Teshima, 1988 ; Teshima et al., 1982) 등지에서 몇몇 어종에 대해 집중적인 초기 미립자 사료 개발을 위한 연구가 이루어져 왔다. 그래서 미립자 사료에 의한 은어(*Plecoglossus altivelis*), 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 그리고 참돔(*Chrysophrys major*) 등에 있어 좋은 결과를 거두었다 (Kanazawa et al., 1989 ; 金澤昭夫, 1985). 해산 자·치어용 미립자 사료내 영양소는 자·치어의 영양소 요구량에 근거하여 만들어져야 한다. 그러나 자·치어의 영양 요구는 아직까지 정확히 밝혀져 있지 않다(NRC, 1993 ; Watanabe and Kiron, 1994). 그래서 미립자 사료 연구에 있어 단백질원으로 krill meal, squid meal, scallop meal, short-necked clam extract, chicken egg, skim milk, casein, gelatin,

egg albumin, yeast, 그리고 fish meal 등과 같은 사료원들이 이용되고 있다(Kanazawa and Teshima, 1988 ; Teshima et al., 1982). 1994년도 우리나라의 해산어류 생산량은 6,643톤으로 이 중 넙치가 5,270톤으로 거의 80%를 차지하고 있다(농림수산통계연보, 1995). 현재 우리나라에는 여기에 소요되는 초기 미립자 사료 대부분이 수입에 의존하고있는 실정이다. 이 연구는 넙치자·치어를 위한 사료영양학적으로 균형잡힌 미립자 사료를 자체 개발하기 위한 기초 실험으로 실시하였다. 사료내 단백질원을 달리하여 학교 실험실에서 자체 제조한 실험 미립자 사료 K<sub>1</sub>과 국내 사료회사에 의뢰하여 제조한 K<sub>2</sub>를 평가하기 위해 국내 양식 현장에서 많이 이용되고 있는 일본산 D사와 H사 제품(D와 H 사료)들과 비교하여 공급했을때 자·치어의 체장, 체중, 그리고 어체의 일반 조성과 지방산 조성 등에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험어 및 실험설계

실험어는 통영시 소재 일반 양어장에서 사육중이던 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 친어로부터 1996년 4월 26일 오전에 채란된 수정란을 부화

Table 1. Proximate analysis of the four experimental diets (% as DM basis)

Diets	Particle size ( $\mu\text{m}$ )	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)	Moisture (%)
D <sup>1</sup>	size 1	>50.0(60.8) <sup>3</sup>	UN <sup>4</sup> (10.9)	<15.5(14.4)	UN(2.3)
D	size 2&3	>54.0(58.4)	UN(14.6)	<15.0(13.6)	UN(3.7)
D	size 4&5	>52.0(61.0)	UN(12.4)	<15.0(10.3)	UN(12.1)
H <sup>2</sup>	size 1	56.3(55.8)	22.8(25.6)	9.1(9.0)	6.0(3.3)
H	size 2&3	63.5(61.2)	16.5(20.1)	10.0(9.5)	6.0(1.6)
H	size 4&5	57.3(56.5)	10.0(18.8)	13.3(13.6)	6.0(4.3)
K <sub>1</sub>	size 1,2,3,4&5	(58.8)	(18.7)	(10.5)	(3.3)
K <sub>2</sub>	size 1,2,3,4&5	(59.8)	(25.0)	(6.6)	(5.4)

<sup>1,2</sup>For the purpose of this experiment, composition of our laboratory experimental diet and names of the two Japanese companies can not be included.

<sup>3</sup> Values in the parentheses are means of two replicate data from our laboratory analysis.

<sup>4</sup> UN : Unknown (The company did not inform the values of its food proximate composition).

시켜 사용하였다. 실험 기간은 부화 후 8일째부터 40일째(500미씩 수용)까지와 41일째부터 83일째(80미씩 수용)까지 2기간으로 나누어 실시하였으며 12개 수조에 한 사료실험구당 3반복으로 무작위로 배치하였다. 실험 기간 동안 넙치 자·치어 성장을 위한 적정 수온 유지를 위하여 보일러(17,000 kcal/h)를 가동시켜 17.0~20.0℃를 유지하였다. 이 기간 동안의 비중은 1.024~1.026 내 였다. 사육수는 고속모래 여과기(역여과 방식)에 의해 여과된 해수를 이용하여 부화 후 유수량은 부화 후 8~40일째까지는 3.3~10 ml/min<sup>-1</sup>, 부화 후 41~83일째까지는 10~20 ml/min<sup>-1</sup> 되게 하였다.

### 실험사료 및 먹이생물

실험사료는 국내 양식 현장에서 많이 이용되고 있는 일본산 D(사료내 조단백질(CP) 함량 58.4~61.0%)사와 H(CP 함량 55.8~61.2%)사 제품, 그리고 학교 실험실에서 자체 제조한 미립자 사료 K<sub>1</sub>(CP 함량 58.8%)과 국내 사료회사에 의뢰하여 제조한 K<sub>2</sub>(CP 함량 59.8%)를 공급하였다. 한편, 실험 미립자 사료 K<sub>1</sub>은 단백질원으로 넙치 근육, 혈분, 오징어 분말, 클로렐라 분말, 효모, 카제인 등을 사용하였으며, Lys과 Met을 첨가하였다. 지질원으로 squid oil, soy lecithin, marine super oil(EPA·DHA 50%) 등을 사용하였다. 탄수화물원으로는 starch와 dextrin을 사용하였다. 그리고 vitamin premixture와 mineral premixture를 첨가시켜주었다. K<sub>2</sub>는 계란 단백질, 크릴분, 바지락분, 오징어분, 생효모, 효모 추출물, 카제인 등을 사용하여 제조하였다. 미립자 사료는 부화 후 8일째부터 공급하였으며 부화 일수에 따른 사료 입자 조절을 차·배(1995)와 같이 하였다. 사료의 크기는 표준체(sieve)를 이용하여 실험에 사용한 4가지 실험 사료의 입자도를 모두 같게 하였다. 실험에서 사용한 4가지 실험사료내의 일반 조성분은 Table 1과 같다.

### 실험방법

실험사료 및 먹이생물 공급은 차·배(1995)와 같이 하였다. 부화 후 8일째부터 40일째까지는 20 l 수조에 500미씩 수용하여 각 사료당 3반복으로 무작위로 배치하였다. 부화 후 8일째부터 19일째까지는 사료 size 1을, 20일째부터 33일째까지는 사료 size 2를, 부화 후 34일째부터 45일째까지는 size 3을 공급하였다. 그리고 부화 후 46일째부터 69일째까지는 size 4를, 부화 후 70일째부터 83일째까지는 size 5를 공급하였다. 사료공급량은 부화 후 8일째부터 40일째까지는 어체중의 30%를 건물기준으로 공급하였으며, 부화 후 41일째부터 83일째까지는 어체중의 10%를 공급하였다. 한편, 평균 체중과 체장을 부화 후 8, 24, 40, 54, 69, 83일째에 각각 측정하였다. 실험어를 수조당 10미씩으로 한 사료구에 30미씩 임의 추출하여 개체별 체중은 전자저울을 사용하였으며 전장은 Zoom stereo microscope, Vernier caliper를 사용하여 주별로 측정하였다. 생존율은 부화 후 40, 54, 69, 83일째에 조사하였다. 부화 후 41일째부터는 부화 후 40일째에까지 사육해 오던 수조에서 적정밀도 유지를 위해 80미로 조정하여 부화 후 83일째까지 계속해서 같은 사료로 크기만 size 3, 4, 5로 분류하여 사용하였다. 각 실험 구간에서 사료 공급량은 어체중을 기준으로 5%의 습중량으로 성장에 따라 조절하여 공급하였다. 그리고 전어체의 지방산과 일반 분석, 사료 분석 등을 하였다.

### 어체분석

실험 종료 후에는 어체 분석을 위해 실험 치어 전체를 각 수조별로 -40.0℃에 냉동보관하였다. 실험사료와 전어체의 일반성분 분석중 조단백질은 Kjeldahl법(AOAC, 1995)에 의한 질소정량법(N×6.25)으로, 수분은 분쇄한 전어체 샘플들을 125℃에서 3시간 건조(AOAC, 1995)했으며, 회분은 전기회화로를 사용하여 650℃에서 3시간 동안 태운 후 정량분석하였다. 그리고 지방함량은 soxhlet 추출법(ether 추출법)으로 분석하였다.

통계처리

통계처리는 Computer Program Statistix 3.1 (Analytical Software, St. Paul, MN, USA)을 사용하여 ANOVA test와 최소유의차검정(Least significant difference, LSD)으로 평균간의 유의성(P=0.05)을 검정하였다.

결과 및 고찰

실험 결과는 Fig. 1, 2, 3과 Table 2, 3에 나타내었다. 부화 후 40일째까지는 체중, 체장 그리고, 생존율에 있어 실험구간에 유의적인 차이가 없었다(P<0.05).

체중에 있어서 부화 후 54, 69일째에는 실험 사료구간에 유의적인 차이가 없었다. 부화 후 83일째에는 D 사료가 K<sub>1</sub> 사료와 K<sub>2</sub> 사료보다 유의적으로 높았지만 H 사료와는 유의적인 차이가 없었다(Fig. 1).

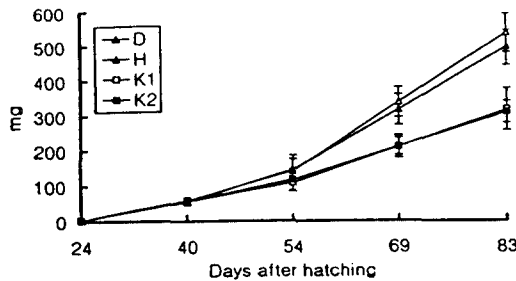


Fig. 1. Effects of the four different experimental diets on body weight of olive flounder during the experimental periods.

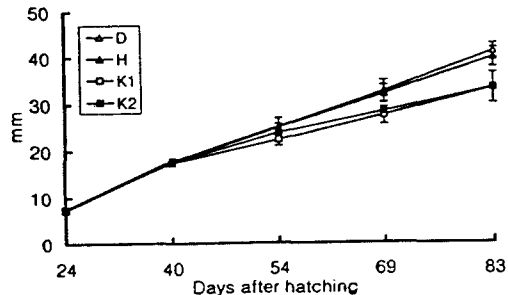


Fig. 2. Effects of the four different experimental diets on body length of olive flounder during the experimental periods.

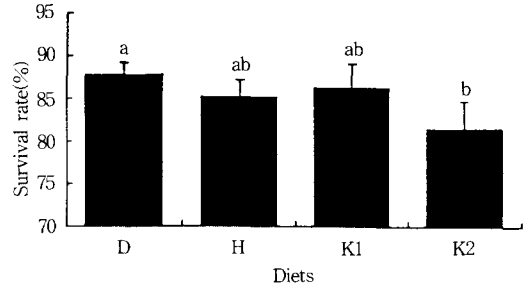


Fig. 3. Effects of the four different experimental diets on survival rate of olive flounder for the experimental periods.

체장에 있어서는 부화 후 54, 69, 그리고 83일째에 실험사료구간에 유의적인 차이가 없었다 (Fig. 2).

비만도에 있어서는 부화 후 83일째에 실험사료구간에 유의적인 차이가 없었다(D 사료 : 0.77 ; H 사료 : 0.84 ; K<sub>1</sub> 사료 : 0.86 ; K<sub>2</sub> 사료 : 0.88 ; Pooled SEM 0.03).

생존율에 있어서는 부화 후 54, 69일째에 D, H, K<sub>1</sub> 사료구가 K<sub>2</sub> 사료구보다 유의적으로 높았다. 부화 후 83일째에는 D 사료구가 K<sub>2</sub> 사료구보다는 유의적으로 높았지만, H와 K<sub>1</sub> 사료구와는 유의적인 차이가 없었다.

실험실과 국내회사에서 실험제작한 K<sub>1</sub>과 K<sub>2</sub> 사료는 최종 2주간의 증체량에 있어서 일본의 D사 제품보다 유의적으로 낮았으나 H사 제품과는 유의적인 차이가 없었으며 체장과 생존율 등의 결과에서는 4가지 사료구들간에 실험기간 동안에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

전어체 조성에 있어서 수분 함량에 있어 부화 후 8일째에 81.9%에서 부화 후 40일째에는 78.8%로 감소하였으나 부화 후 83일째까지는 일정하였다. 전어체내 단백질 조성에 있어서도 수분과 같은 경향을 보였다.

부화 후 8일째와 83일째의 전 어체내 지방산 조성을 Table 2에 나타내었다. 부하 후 83일째의 전어체내 Lauric acid, Palmitic acid, Stearic acid, Linoleic acid, EPA, DHA, PUFA 함량과 PUFA/SF 비에 있어서는 실험사료구간에 유의

국내 실험 미립자 사료와 수입 미립자 사료를 공급한 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 자·치어의 성장과 체조성 비교

Table 2. Effects of the four different experimental diets on fatty acid composition (%) of total lipids of whole body after 83 days of hatching<sup>1,2</sup>

Fatty acid	D.A.H. <sup>3</sup> 8	Diets				Pooled SEM
		D	H	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	
12 : 0	2.19 ± 0.13	3.48	4.51	4.17	2.48	0.32
14 : 0	7.73 ± 0.16	12.55 <sup>ab</sup>	15.24 <sup>a</sup>	13.16 <sup>ab</sup>	8.86 <sup>b</sup>	0.84
16 : 0	25.94 ± 1.15	24.05	20.07	24.11	24.22	0.99
16 : 1v7	6.16 ± 0.25	8.62 <sup>ab</sup>	13.20 <sup>a</sup>	11.06 <sup>ab</sup>	6.94 <sup>b</sup>	0.79
18 : 0	17.08 ± 0.19	18.26	18.61	19.28	15.56	0.76
18 : 1v9	8.74 ± 0.04	13.18 <sup>a</sup>	8.26 <sup>b</sup>	8.35 <sup>b</sup>	20.52 <sup>a</sup>	1.60
18 : 2v6	3.37 ± 0.05	6.41	5.28	8.36	9.45	0.67
18 : 3v3	6.14 ± 0.27	7.66 <sup>ab</sup>	10.47 <sup>a</sup>	7.40 <sup>ab</sup>	5.73 <sup>b</sup>	0.54
20 : 1v9	1.52 ± 0.40	0.41	0.33	0.37	0.47	0.03
20 : 4v6	4.32 ± 0.43	2.01 <sup>a</sup>	1.17 <sup>b</sup>	1.24 <sup>ab</sup>	2.51 <sup>a</sup>	0.11
20 : 5v3	8.00 ± 0.30	1.73	1.01	0.81	1.14	0.27
22 : 6v3	8.81 ± 0.17	1.64	1.84	1.70	1.67	0.10
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
SF	52.94 ± 0.67	60.39 <sup>ab</sup>	60.61 <sup>ab</sup>	62.80 <sup>a</sup>	50.76 <sup>b</sup>	1.66
PUFA	30.64 ± 0.26	17.81	17.93	17.79	21.03	0.72
PUFA/SF	0.58 ± 0.01	0.30	0.31	0.29	0.42	0.02
USF	47.06 ± 0.67	39.61 <sup>a</sup>	39.39 <sup>ab</sup>	37.20 <sup>ab</sup>	49.24 <sup>b</sup>	1.66
MONOENE	16.42 ± 0.41	21.81 <sup>a</sup>	21.46 <sup>ab</sup>	19.41 <sup>b</sup>	28.22 <sup>a</sup>	1.06

<sup>1</sup>Values (means of three replicate groups) in the same row not sharing a common letter are significantly different (P<0.05).

<sup>2</sup>12 : 0(Lauric acid) ; 14 : 0(Myristic acid) ; 16 : 0(Palmitic acid) ; 16 : 1ω7(Pamitoleic acid) ; 18 : 0(Stearic acid) ; 18 : 1ω9(Oleic acid) ; 18 : 2ω6(Linoleic acid) ; 18 : 3ω3(Linolenic acid) ; 20 : 4ω6(Arachidonic acid) ; 20 : 5ω3(Eicosapentaenoic acid) ; 22 : 6ω3(Docosahexaenoic acid) ; SF (Saturated fatty acid) ; PUFA (Polyunsaturated fatty acid) ; USF(Unsaturated fatty acid) ; MONOENE(Monoethenoid fatty acid)<sup>3</sup>. D.A.H. : Days after hatching

적인 차이가 없었다. Myristic acid, Palmitoleic acid, 그리고 Linolenic acid 함량은 H 사료구가 K<sub>2</sub> 사료구에 비해 유의적으로 높았으나 D와 K<sub>1</sub> 사료구와는 유의적인 차이가 없었다. Oleic acid는 D와 K<sub>2</sub> 사료구가 H와 K<sub>1</sub> 사료구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. Arachidonic acid는 D와 K<sub>2</sub> 사료구가 H 사료구보다 유의적으로 높았으나 K<sub>1</sub> 사료구와는 유의적인 차이가 없었다. Saturated fatty acid는 K<sub>1</sub> 사료구가 K<sub>2</sub> 사료구보다 유의적으로 높게 나타났지만 D와 H 사료구보다 유의적으로 높게 나타났다. Monoene은 D와 K<sub>2</sub> 사료구가 K<sub>1</sub> 사료구보다 유의적으로 높았으나 H 사료구와는

유의적인 차이가 없었다. 전 어체내 EPA와 DHA의 함량에 있어서 부화 후 8일째보다 83일째에 감소한 경향을 나타내었는데 이는 Watanabe (1993)가 *Gadus morhura*, *Pagrus major*, *Pseudocaranx dentex*, 그리고 *Paralichthys olivaceus* 자·치어에서 보고한 것과 유사한 경향을 보이고 있다. 즉, 부화 후 10일을 전후하여 전어체내 DHA 함량이 급감하는데 이는 DHA가 이 기간 동안 에너지원으로 이용되는지 혹은 prostaglandin과 같은 생리적으로 중요한 물질로 전환되는지 아직 명확하지 않다(Watanabe, 1993). Mourenete et al. (1993)은 사료내 DHA가 체조직의 DHA 함량에 중요하나 사료내 EFA

Table 3. Effects of the four different experimental diets on proximate analysis of whole body after 83 days of hatching (D.A.H.)<sup>1,2</sup>

	Diets				Pooled SEM
	D	H	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	
Moisture	79.19 <sup>a</sup>	76.40 <sup>b</sup>	78.37 <sup>ab</sup>	79.97 <sup>a</sup>	0.01
Protein	56.14 <sup>ab</sup>	53.55 <sup>ab</sup>	56.59 <sup>a</sup>	45.22 <sup>b</sup>	2.09
Fat	14.07	14.04	14.88	12.54	0.38
Ash	25.36	21.60	22.45	21.11	0.73

<sup>1</sup>Values (means of three replicate groups) in the same row not sharing a common letter are significantly different (P<0.05).

<sup>2</sup>The basal whole body composition (mean±STD) of fish at 8 days after hatching were as follows : moisture 81.9±0.21%, protein 50.67±0.89%, fat 14.36±0.28%, ash 17.86±0.11%.

함량에는 영향을 받지 않는데 이것은 낮은  $\Delta 4$  desaturase 활력 때문일 것이라고 보고하였다. 한편, 부화 후 83일째의 전 어체내 DHA 함량은 *Lates calcarifer* (Borlongan and Parazo, 1991)와 *Sparus aurata* (Salhi et al., 1994)에서의 결과와 비슷하였다.

자·치어용 미립자 사료내 단백질원은 대상 어종에 따라 다양하다. 잉어, 백련어, 초어 그리고 대두어 등에 있어서는 효모, 냉동건조시킨 돼지 간, 크릴분 등을 사용하였다(Dabrowski, 1984). Dover sole(*Solea solea*) 자어용 미립자 사료에 균질화시킨 대구 난과 근육, 효모, 계란 알부민 등을 사용하였다(Appelbaum, 1985). Striped knife jaw (*Oplegnathus fasciatus*) 자어용 미립자 사료내 단백질원으로 어분, 오징어분, 그리고 대두박 등을 사용하였다(Kanazawa, 1988). 이와 같은 단백질원을 사용하여 제조한 미립자 사료를 먹이생물과 같이 공급했을 때 효과적이었다고 보고하였다(Appelbaum, 1985; Dabrowski, 1984; Kanazawa, 1988). 그러나 sturgeon (Dabrowski et al., 1985), catfish (Winfree and Stickney, 1984), 그리고 잉어(Dabrowski et al., 1988)에 있어 주 단백질원으로 카제인을 사용했을 때 높은 폐사율을 보였다. 본 연구에서 사용한 미립자 사료 D의 단백질원은 오징어분, 크릴분, 카제인, 효모, 그리고 단백질 분해효소 등을 사용하였다(D 사료회사 발표). 그리고 실험 미립자 사료 K<sub>1</sub>은 주 단백질원으로 넙치 근육, 혈분, 오징어 분말,

클로렐라 분말, 효모 등을, K<sub>2</sub>는 계란 단백질분, 바지락분, 오징어분, 생효모, 효모 추출물, 카제인 등을 사용하여 제조하였다. 자·치어는 성어에 비해 소화관이 덜 발달하여 소화·흡수가 용이한 single cell protein인 효모를 많은 실험자들이 자·치어용 미립자 사료의 단백질원으로 사용하였다(Appelbaum, 1985; Dabrowski, 1984; Kanazawa and Teshima, 1988). 한편, D 미립자 사료에 단백질 분해효소를 첨가시켰다. 그러나 사료내 소화효소의 효과를 알아보기 위하여 냉동 건조된 동물성 먹이생물을 사료원으로하여 성형했을 때 먹이생물내 소화효소가 없어지거나 불활성화되었다고 보고하였다(Grabner et al., 1981). 반면 Kolkovski et al. (1991)은 *Sparus aurata* 자어용 미립자 사료에 외인성 효소(exogenous enzymes)를 첨가했을 때 소화율을 향상시켰다고 보고하고 있다. 넙치 자·치어에 있어서 peptidase는 부화 후 5일째된 자어의 소화관 상피세포에서 나타나기 시작하여 부화 후 25일에서 30일 정도에 peptidase의 활력이 강해지며, lipase는 부화 후 40일된 치어의 장 상피세포에서 나타나기 시작하였다고 보고된바 있다(Yasunaga, 1972). 따라서 소화관이 덜 발달한 넙치 자·치어의 미립자 사료에 대한 이용률을 높이기 위한 사료내 외인성 소화 효소 첨가와 소화·흡수가 용이한 형태의 사료원에 대한 연구가 요구된다. 또한 유인성은 자·치어용 미립자 사료에 있어 중요한데(Bengtson, 1993; Kanazawa, 1992) 본 연구에서는

사료 공급시 D 사료에 비하여 K<sub>1</sub>와 K<sub>2</sub>의 유인성이 낮았다(실험자 관찰).

이와같은 결과는 넙치 자·치어용 국산 미립자 사료 개발에 대한 가능성을 보여주었으며, 사료 영양학적으로 균형잡힌 미립자 사료 개발을 위한 기초 자료가 될 것으로 사료된다.

## 요 약

단백질원을 달리하여 자체 제조한 실험 사료 K<sub>1</sub>과 K<sub>2</sub>를 평가하기 위해 국내 양식 현장에서 많이 이용되고 있는 일본산 D사와 H사 제품(D와 H 사료)을 공급했을때 자·치어의 체장, 체중, 그리고 어체의 일반 조성과 지방산 조성 등에 미치는 영향을 조사하였다. 주 단백질원으로 실험 미립자 사료 K<sub>1</sub>은 넙치 근육, 혈분, 오징어 분말, 클로렐라 분말, 효모 등을, K<sub>2</sub>는 계란 단백질, 크릴분, 바지락분, 오징어분, 생효모, 효모 추출물, 카제인 등을 사용하여 제조하였다.

부화 후 40일째까지는 체중, 체장 그리고, 생존율에 있어 실험구간에 유의적인 차이가 없었다.

부화 후 83일째의 생존율에 있어서는 D 사료구가 K<sub>2</sub> 사료구보다는 유의적으로 높았지만, H와 K<sub>1</sub> 사료구와는 유의적인 차이가 없었다. 체중에 있어서는 D 사료가 K<sub>1</sub> 사료와 K<sub>2</sub> 사료보다 유의적으로 높았지만 H 사료와는 유의적인 차이가 없었다. 체장과 비만도(Condition factor)에 있어서는 부화 후 83일째에 실험사료구간에 유의적인 차이가 없었다.

이와같은 결과는 넙치 자·치어용 국산 미립자 사료 개발에 대한 가능성을 보여주고 있다.

## 참 고 문 헌

AOAC., 1995. Official methods of analysis of the association of official analysis chemicals, 14th edition. Arlington. AV, p. 1141.  
Appelbaum, S., 1985. Rearing of the Dover sole, *Solea solea*(L), through its larval sta-

ges using artificial diets. *Aquaculture*, 49 : 209-221.  
Beltran, R. R. and A. Champigneulle, 1992. Studies on the improvement of the first feeding on a dry diet for *Coregonus lavaretus* L. larvae. *Aquaculture*, 102 : 319-331.  
Bengtson, D. A., 1993. A comprehensive program for the evaluation of artificial diets. *J. of the world aquaculture society*, 24 : 285-293.  
Borlongan, I. G. and M. M. Parazo, 1991. Effect of dietary lipid sources on growth, survival and fatty acid composition of sea bass (*Lates calcarifer*, Bloch) fry. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 43 : 95-102.  
Cahu, C. L. and J. L. Zambonino Infante, 1994. Early weaning of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae with a compound diet : effect on digestive enzymes. *Comp. Biochem. Physiol.*, 109A : 213-222.  
Cahu, C. L. and J. L. Zambonino Infante, 1995. Maturation of the pancreatic and intestinal digestive functions in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) : effect of weaning with different protein sources. *Comp. Biochem. Physiol.*, 14 : 431-437.  
Champigneulle, A., 1988. A first experiment in mass-rearing of coregonid larvae in tanks with a dry food. *Aquaculture*, 74 : 249-261.  
Dabrowski, K., 1984. Influence of initial weight during the change from live to compound feed on the survival and growth of four cyprinids. *Aquaculture*, 40 : 27-40.  
Dabrowski, K., P. Bergot, and B. Kaushik, 1985. Rearing of sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae. I. Feeding trial. *Aquaculture*. 43 : 185-192.  
Dabrowski, K., S. Hinterleitner, C. Sturmbauer, N. El-Fiky, and W. Wieser, 1988. Do carp larvae require vitamin C? *Aquaculture*, 72 : 295-306.  
Dabrowski, K., P. Poczyczynski, G. Kock, and B. Berger, 1989. Effect of fish meal protein substitution by soybean protein in diet on growth, diet utilization and proteolytic enzymes activities in rainbow trout. *In vivo* test for exocrine pancreatic secretion.

- Aquaculture, 77 : 29-49.
- Fulks, W and K. L. Main, 1991. Rotifer and microalgae culture systems. In Proceedings of a U.S.-Asia workshop. Honolulu, Hawaii, January, pp. 28-31.
- Grabner, M., W. Wieser and R. Lackner, 1981. The suitability of frozen and freeze-dried zooplankton as food for fish larvae : a biochemical approach. *Aquaculture*, 26 : 85-94.
- Kanazawa, A., 1986. New developments in fish. In J. L. Maclean, L. B. Dizon and L. V. Hosillos (eds.) *The First Asian Fisheries Forum*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, pp. 9-14.
- Kanazawa, A., 1992. New direction in microdiet research in Japan. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 44 : 123-152.
- Kanazawa, A., 1988. Formulated microdiets. In : T. Watanabe (Editor), *Fish nutrition and mariculture*. Japan International Cooperation Agency, Tokyo.
- Kanazawa, A. and Julio López-Alvarado, 1994. Effect of dietary crystalline amino acids on the larval performance of the Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*). *European aquaculture society, special publication*, 22 : 261-272.
- Kanazawa A. and S. Teshima, 1988. In Sparks, A. K. (ed.), *New and innovative advances in biology/engineering with potential for use in aquaculture*. NOAA Tech. Rep. NMFS 70, Natl. Mar. Fish. Serv., Seattle, WA 98115, November. pp. 57-62.
- Kanazawa, A., S. Koshio and S. Teshima, 1989. Growth and survival of larval red sea bream *Pagrus major* and Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed microbound diets. *J. of the world aquaculture society*, 20 : 31-37.
- Kolkovski, S., A. Tandler and K. G. Wm, 1991. The effect of dietary enzymes with age on protein and lipid assimilation and deposition in *Sparus aurata* larvae. *Fish nutrition in practice*. IV<sup>th</sup> International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, pp. 569-578.
- Mourente, G., A. Rodriguez, D. R. Tocher and J. R. Sargent, 1993. Effects of dietary docosahexaenoic acid (DHA ; 22 : 6n-3) on lipid and fatty acid compositions and growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae during first feeding. *Aquaculture*, 112 : 79-98.
- NRC (National Research Council), 1993. Nutritional requirements of fish. National Academy of Science, Washington. D. C., p. 55
- Peres, A., C. L. Cahu, J. L. Zambonino Infante, M. M. Le Gall and P. Quazuguel, 1996. Amylase and trypsin responses to intake of dietary carbohydrate and protein depend on the developmental stage in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comp. Biochem. Physiol.*, 15 : 237-242.
- Rodriguez C., J. A. Perez, M. S. Izquierdo, J. Mora, A. Lorenzo and H. Fernandez-Palacios, 1993. Essential fatty acid requirements of larval gilthead seabream, *Sparus aurata* (L.). *Aquaculture and Fisheries management*, 24 : 295-304.
- Rosch, R. and H. Segner, 1990. Development of dry food larvae of *Coregonus lavaretus* L. I. Growth, food digestion and fat absorption. *Aquaculture*, 91 : 101-115.
- Salhi, M., M. S. Izquierdo, C. M. Hernandez-Cruz, M. Gonzalez and F. Fernandez-Palacios, 1994. Effect of lipid and n-3 HUFA levels in microdiets on growth, survival and fatty acid composition of larval gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 124 : 275-282.
- Sarasquete, M. C., A. Polo and M. Yufera, 1995. Histology and histochemistry of the development of the digestive system of larval gilthead seabream, *Sparus aurata* L. *Aquaculture*, 130 : 79-92.
- Segner, H. and R. Rosch, 1990. Development of dry food of *Coregonus lavareyus* L. II. Liver histology. *Aquaculture*, 91 : 117-130.
- Teshima, S., A. Kanazawa and M. Sakamoto, 1982. Microparticulate diets for the larvae of aquatic animals. *Min. Rev. Data File. Res.*, 2 : 67-86.
- Watanabe, T., 1993. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. *J. of the world aquaculture society*. 24 : 152-161.
- Watanabe, T. and V. Kiron, 1994. Prospects



국내 실험 미립자 사료와 수입 미립자 사료를 공급한 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 자·치어의 성장과 체조성 비교

- in larval fish dietetics. *Aquaculture*, 124 : 223-251.
- Winfree, R. A. and R. R. Stickney, 1984. Formulation and processing of hatchery diets for channel catfish. *Aquaculture*, 41 : 311-323.
- Yasunaga, Y., 1972. The development of the digestive gland of the plaice larvae, *Paralichthys olivaceus*. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 69 : 75-89.
- Yufero, M., C. Fernandez-Diaz and E. Pascual, 1995. Feeding rates of gilthead seabream (*Sparus aurata*), larvae on microcapsules. *Aquaculture*, 134 : 257-268.
- Zambonino Infante, J. L. and C. L. Cahu, 1994a. Influence of diet on pepsin some pancreatic enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comp. Biochem. Physiol.*, 109A : 209-212.
- Zambonino Infante, J. L. and C. L. Cahu, 1994b. Development and response to a diet change of some digestive enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comp. Biochem. Physiol.*, 12 : 399-408.
- 金澤昭夫, 1985. 仔稚魚の營養要求. *栽培技研.*, 14 : 87-96.
- 농림수산부, 1995. 농림수산물통계연보.
- 차용택·배승철, 1995. 해산어용 미립자 사료 개발 가능성 및 넙치 자·치어를 이용한 실험 모델 개발. *韓營飼誌.*, 19 : 468-475.