



치어기 조피볼락에 있어서 사료내 합성아미노산 첨가 효과

김강웅 · 박건준 · 옥임호 · 배승철* · 최영준¹ · 신인수²

부경대학교 양식학과, 사료영양연구소 · ¹경상대학교 해양생물이용학부 · ²미국대두협회

Effects of Dietary Synthetic Amino Acid Supplementation in Korean Rockfish Fry *Sebastes schlegeli*

Kang-Woong Kim, Gun-Jun Park, Im-Ho Ok, Sungchul C. Bai*,
Young-Jun Choi¹ and In-Soo Shin²

Department of Aquaculture, Feeds and Foods Nutrition Research Center,
Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

¹Division of Marine Bioscience, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

²American Soybean Association, Leema Bldg. 146-1, Susong-Dong, Jongro-Gu, Seoul 110-755, Korea

Thirteen groups, each consisting of 25 juveniles (0.64 g) of the Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* were reared in aquaria after period of one week conditioning. Each group was fed with one of the 13 diets at the rate of 7~10 % body weight (on a dry-matter basis) 2 times a day for 6 weeks. Each diet was supplemented with one of the following amino acids at 3g/kg diet: Alanine (Ala), Arginine (Arg), Glycine (Gly), Glutamate (Glu), Histidine (His), Isoleusine (Ile), Lysine (Lys), Methionine (Met), Phenylalanine (Phe), Proline (Pro), Threonine (Thr), Tryptophan (Trp) or Valine (Val). Groups fed with Pro, Thr, Met or Gly-supplemented diet showed significantly ($p<0.05$) higher weight gain and faster specific growth rate than the groups fed on other diets, while those fed Pro, Thr, Met or Gly were not significantly different each other ($P>0.05$). Feed efficiency (FE) of fish fed Pro was significantly higher than those fed the other diets except that fed Thr ($P<0.05$). However, there was no significant difference between FE of fish fed Pro and Thr, and among FE of fish fed Thr, Met and Gly ($P>0.05$). The requirement of rockfish is higher for Met and Thr. Extra Pro and/or Gly may also stimulate biosynthesis of the nucleic acids (IMP, GMP) which are known as the feed stimulant in fish.

Key words: Feed stimulant, Amino acids, Growth, Korean rockfish

서 론

어류양식에 있어서 종묘생산 기술 및 고밀도 사육기술이 진보함에 따라 우리나라에서는 조피볼락을 비롯하여 넙치, 방어, 참돔, 돌돔 및 자주복 등 여러 어류의 생산이 이루어지고 있으며, 시험연구 단계인 어종을 포함한다면

종묘생산 혹은 양식대상 어종은 현재 40여종 이상을 헤아린다. 그러나, 어종의 종묘생산 및 양성과정에 있어서 낮은 사료 섭취로 인한 성장저하 및 사료유실로 인한 수질 오염 등이 커다란 문제로 대두되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 양식어류의 성장을 촉진시킴과 동시에 사료유실을 최소화하기 위한 섭취촉진물질에 대한

*Corresponding author : scbai@mail.pknu.ac.kr

연구가 활발히 이루어져야 할 것이다.

어류에 있어서 섭취촉진물질들은 분자량이 1,000미만인 수용성 물질로서 이온 흡착 기능을 가진 성분으로 알려져 있으며(Carr, 1982), 대부분 아미노산, 핵산관련 화합물, 유기산 및 당류 등이 이에 속한다. 복어에 있어서 섭취촉진물질은 비휘발성 저분자물질이라고 보고하였으며(Carr, 1976), 무지개 송어에 있어서 섭취촉진물질은 오징어 추출물의 아미노산 혼합물로서 대부분 L-형의 아미노산이 자극물질로 작용한다고 보고하였다(Adron and Mackie, 1978). 대부분 양어 사료내 섭취촉진물질은 염기성 아미노산과 인지질 및 핵산관련물질이 여러 어종들에 대하여 섭취촉진 효과를 가지는 것으로 알려져 있으며(Harada and Ikeda, 1984; Harada, 1985; Harada and Akishima, 1985; Harada, 1986), 아미노산과 핵산관련물질의 상승효과(synergistic effect)에 대하여도 보고되었다(Ikeda et al., 1988). 아울러, 사료영양학적인 측면에 있어서도 섭취촉진물질은 부득이 정제된 사료원을 사용해야 하는 비타민, 무기질 등의 요구량 실험에서 기호성을 증가시킬 뿐만 아니라 양어용 배합사료의 제작에 매우 중요한 의미를 가진다(Teshima et al., 1993).

그러므로, 우리나라 해산어 양식의 주요 대상 어종인 조피볼락에 대상으로 사료내 첨가할 수 있는 유용한 섭취촉진물질에 관한 연구는 경제적, 산업적 이용 측면에서도 충분한 가치가 있으며, 나아가 사료의 유실을 막아 사료로 인한 수질오염을 개선함으로써 환경 친화적인 양식에 근간을 이룰 것이다. 또한, 국내 해산어용 배합사료의 섭취촉진물질 개발에 근간을 이룰 것으로 사료된다.

따라서, 본 실험은 섭취촉진물질로 알려져 있는 사료내 13종의 아미노산들이 치어기 조피볼락에 있어 성장 및 체조성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 실시하였다.

재료 및 방법

실험어 및 실험디자인

실험어는 국내 주요 해산 양식어종인 조피볼락(*Sebastes shlegeli*) 치어를 사용하였으며, 경남 통영에서 가져온 조피볼락 치어를 수산과학연구소 사육실로 운반하여 2000 l 원형수조에서 실험환경에 적응할 수 있도록 조피볼락용 상업사료를 공급하면서 1주간 예비사육을 하였다. 주사육 실험기간은 6 주간 실시하였으며, 예비사육 후 60 l 수조에 조피볼락 치어 25마리씩(평균무게 0.64 ± 0.02 g)을 각

실험구 당 2반복으로 무작위 배치하였다. 사육수는 고속 모래여과기(역여과방식)에 의해 여과된 해수를 사용하였으며, 각 실험수조는 유수식으로 유수량은 2~4 l/min이 되도록 조절하였다. 실험 수온은 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 로서 전 실험기간 동안 자연 수온에 의존하였으며, 일일 사료공급량은 어체중의 7~10%(건물량 기준)로 1일 2회(10:00, 17:00)공급하였다.

실험사료

실험에 사용된 실험사료의 조성과 아미노산 조성표는 Table 1과 2에 나타내었다. 실험사료는 단백질원으로 북양어분(white fish meal), 대두박(soybean meal) 및 콘글루텐밀(corn gluten meal)을 사용하였고, 지질원으로 오징어 간유(squid liver oil)를, 그리고 탄수화물원으로 밀가루(wheat meal)를 사용하였다. 조피볼락 사료내 유인

Table 1. Composition of the basal diet (% of dry matter basis)¹

Ingredients	%
White fish meal ²	4
Wheat meal ³	9.0
Soybean meal ²	22.5
Corn gluten meal ⁴	9.7
Fish oil ⁵	12.5
EPA/DHA (45%) ⁶	3.0
Vitamin premix ⁷	1.0
Mineral premix ⁸	1.0
Supplemental amino acids ⁹	0.3

¹Ingredients information and formulation method are explained in Kim and Bai (1997).

^{2,4}Kum Sung Feed Co., Busan, Korea.

³Young Nam Flour Mills Co., Busan, Korea.

^{5,6}E-Wha oil Co., Ltd., Buasn, Korea.

⁷Vitamin premix (mg/kg feed unless indicated otherwise) : Vit. A, 3000IU; Vit. D₃, 2400 IU; Vit. E, 120 IU; menadione sodium bisulfate, 6; Vit. B₁-HCl, 15; Vit. B₂, 30; Vit. B₆-HCl, 15; Vit. B₁₂, 0.06; Vit. C, 300; calcium pantothenate, 150; nicotin amide, 150; inositol, 150; d-biotin, 1.5; choline chloride, 3000; pancreatin, 12.5.

⁸Mineral premix (mg/kg feed) : MnSO₄, 320; ZnSO₄, 270; FeSO₄, 750; CuSO₄, 60; CoSO₄, 7; MgSO₄, 17.25; K₂SO₄, 212.24; NaCl, 51.88; K₂HPO₄, 136.09; NaSeO₃, 0.013; KI, 0.15.

⁹Amino acids : Diet 1, Ala; Diet 2, Arg; Diet 3, Na-Glu; Diet 4, Gly; Diet 5, His; Diet 6, Ile; Diet 7, Lys; Diet 8, Met; Diet 9, Phe; Diet 10, Pro; Diet 11, The; Diet 12, Trp; Diet 13, Val.

Table 2. Amino acid composition of the experimental diets (% of dry matter basis)¹

Diets	Ala	Arg	Glu	Gly	His	Ile	Lys	Met	Phe	Pro	Thr	Trp	Val
1 (Ala)	3.72	2.70	9.36	2.88	1.75	2.19	3.71	1.04	2.51	2.87	3.01	NA ²	2.45
2 (Arg)	3.48	3.07	9.48	2.92	1.71	2.22	3.76	1.05	2.54	2.94	3.05	NA	2.49
3 (Glu)	3.45	2.71	9.73	2.90	1.76	2.20	3.73	1.04	2.52	2.82	3.02	NA	2.47
4 (Gly)	3.34	2.73	9.52	3.19	1.70	2.18	3.71	1.03	2.44	2.91	2.93	NA	2.46
5 (His)	3.49	2.74	9.51	2.93	2.09	2.22	3.77	1.06	2.55	2.99	3.06	NA	2.49
6 (Ile)	3.42	2.69	9.32	2.87	1.74	2.51	3.69	1.04	2.50	2.96	2.99	NA	2.44
7 (Lys)	3.44	2.70	9.38	2.89	1.75	2.19	4.10	1.04	2.45	2.90	3.01	NA	2.46
8 (Met)	3.43	2.69	9.35	2.88	1.74	2.17	3.70	1.36	2.51	2.90	3.00	NA	2.45
9 (Phe)	3.45	2.72	9.41	2.90	1.73	2.20	3.73	1.05	2.72	2.91	3.02	NA	2.47
10 (Pro)	3.45	2.71	9.47	2.90	1.72	2.17	3.72	1.08	2.52	3.27	3.00	NA	2.43
11 (Thr)	3.51	2.76	9.42	2.89	1.76	2.20	3.69	1.04	2.49	2.98	3.36	NA	2.41
12 (Typ)	3.43	2.73	9.32	2.90	1.77	2.22	3.76	1.05	2.54	2.91	3.05	NA	2.46
13 (Val)	3.42	2.69	9.33	2.88	1.74	2.18	3.70	1.04	2.56	2.90	3.00	NA	2.77

¹Values are means of duplicate groups of fish.

²NA : Not analysed.

효과를 알아보기 위하여 아미노산 13가지(Arg, Ala, Na-Glu, Gly, His, Ile, Lys, Met, Phe, Pro, Thr, Trp 및 Val)를 사료 내에 각각 0.3%씩 첨가하여 제조하였다. 실험사료의 조단백질 함량은 49%, 가용에너지는 16.7 kJ/g (protein, carbohydrate and lipid: 16.7, 16.7 and 37.7 kJ/g)으로 맞추어 제조하였고(Garling and Wilson, 1977), 실험사료는 원료를 혼합한 후 펠렛제조기로 압출·성형하여 밀봉상태로 -20℃에 냉동 보관하여 사용하였다.

어체 측정 및 성분 분석

실험종료 후, 증체율(weight gain, WG), 사료효율(feed efficiency, FE) 및 일간성장률(specific growth rate, SGR), 단백질전환효율(protein efficiency ratio, PER), 비만도(condition factor, CF), 간중량지수(hepatosomatic index), 생존율 그리고 어체내 일반성분을 조사하였다. 실험사료 및 전어체의 일반성분분석은 AOAC (1995)에 의해 분석하였으며, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법(N×6.25), 조지방은 Soxhlet system 1046 (Tecator AB, Sweden)으로 그리고 조회분은 직접회화법으로 각각 분석하였다. 실험사료내 구성 아미노산 조성은 6N HCl로 산 가수분해한 후 측정 가능한 범위로 희석하여 Ninhydrin 방법으로 amino acid Analyzer S433 (SYKAM, German)을 사용하여 분석하였다.

통계분석

모든 자료는 Computer Program Statistics 3.1 (Analytical Software, St. Paul, Mn. USA)로 분산분석(ANOVA)을

실시하여 최소유의차검정(LSD : least significant difference) 으로 평균간의 유의성으로 검정하였다.

결과 및 고찰

본 실험에서는 사료 섭취 촉진효과가 있다고 알려져 있는 L-형 아미노산의 섭취촉진 효과와 체조성에 미치는 영향을 알아보기 위해 필수아미노산 9종과 비필수아미노산 4종으로 총 13종의 아미노산을 실험사료에 각각 0.3%씩 첨가하여 제작하였으며, 사료내 아미노산의 분석결과는 사료내 첨가 아미노산 농도인 0.3%에 근접하여 나타났다(Table 2).

6주간의 사육실험 결과는 Table 3에 나타내었다. 증체율(WG)과 일간 성장률(SGR)에서는 Pro, Thr, Met 및 Gly 실험구가 다른 실험구에 비해 유의적으로 높았으며(P<0.05), 이들 실험구간에는 유의적인 차가 없었다(P>0.05). 사료 효율(FE)에 있어서 Pro 실험구는 Thr 실험구를 제외한 모든 실험구보다 유의적으로 높았으며(P<0.05), Pro 실험구와 Thr 실험구 사이에는 유의적인 차가 없었다(P>0.05). 단백질 전환효율(PER)에 있어서 Pro 실험구는 다른 실험구와 비교하여 가장 높게 나타났으며(P<0.05), Thr 실험구와는 유의적으로 차이가 나지 않았다(P>0.05). 비만도(condition factor)는 Thr 실험구가 다른 실험구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며(P<0.05), Val 실험구에서 가장 낮은 값을 나타내었다(P<0.05). 간중량지수(HSI)에 있어서는 모든 실험구간에 유의적인 차이가 나지 않았다(P>0.05). Hybrid striped bass에 있어서 Met 첨가 시 성

Table 3. Performance of Korean rockfish fed the experimental diets¹

Diets (amino acid)	WG (%) ²	FE ³	PER ⁴	SGR ⁵	CF ⁶	HSI ⁷
1 (Ala)	339.48 ^{bc}	60.55 ^{de}	1.24 ^{de}	3.52 ^{bcd}	1.52 ^{abc}	3.26
2 (Arg)	335.12 ^c	60.95 ^{de}	1.25 ^{de}	3.50 ^{cd}	1.50 ^{abc}	3.34
3 (Na-Glu)	371.13 ^b	68.00 ^c	1.39 ^c	3.69 ^b	1.52 ^{abc}	3.26
4 (Gly)	478.08 ^a	77.45 ^b	1.58 ^b	4.18 ^a	1.50 ^{abc}	3.42
5 (His)	315.26 ^c	58.90 ^e	1.21 ^e	3.39 ^{cd}	1.46 ^{abc}	3.26
6 (Ile)	332.08 ^c	59.05 ^e	1.21 ^e	3.43 ^{cd}	1.54 ^{ab}	3.39
7 (Lys)	317.00 ^c	60.35 ^{de}	1.23 ^{de}	3.40 ^{cd}	1.51 ^{abc}	3.29
8 (Met)	486.04 ^a	76.95 ^b	1.57 ^b	4.21 ^a	1.40 ^{bc}	3.27
9 (Phe)	328.02 ^c	65.95 ^d	1.35 ^{cd}	3.46 ^{cd}	1.38 ^{bc}	3.38
10 (Pro)	509.58 ^a	83.75 ^a	1.71 ^a	4.30 ^a	1.48 ^{abc}	3.41
11 (Thr)	495.98 ^a	80.95 ^{ab}	1.65 ^{ab}	4.25 ^a	1.61 ^a	3.26
12 (Trp)	308.30 ^c	59.20 ^e	1.21 ^e	3.35 ^d	1.47 ^{abc}	3.47
13 (Val)	340.86 ^{bc}	63.20 ^{cde}	1.29 ^{cde}	3.53 ^{bc}	1.34 ^c	3.32
Pooled SEM ⁸	15.44	1.81	0.04	0.07	0.02	0.08

¹Values within the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

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

³Feed efficiency (%) : wet weight gain (g) × 100 / feed intake.

⁴Protein efficiency ratio : wet weight gain / protein intake.

⁵Specific growth rate (%) : (loge final wt. - loge initial wt.) / days.

⁶Condition factor : (wet weight / total length³) × 100.

⁷Hepatosomatic index (%) : liver wt. × 100 / body weight.

⁸Pooled standard error of mean.

장과 사료효율이 높아지는 결과를 보였으며(Keembiyehetty and Gatlin, 1992), yellow tail에 있어서 사료내 Met의 함량이 1.20%로 증가함에 따라 성장률, 사료효율 및 간중량 지수가 동시에 증가하는 결과와 유사한 경향을 나타내었다(Ruchimat et al., 1997). Met의 요구량은 gilthead sea bream의 경우 사료내 1.4%(Luquet and Sabaut, 1973), chum salmon은 1.2%(Akiyama et al., 1985), chinook salmon은 1.6%(Halver et al., 1959)로 보고되고 있다. 본 실험의 경우 기초 사료내 Met 함량은 1.03%~1.08%로 나타났으며, Met 실험구의 분석치는 1.38%로서 다른 해산어의 Met 요구량 보다 낮은 수치를 나타내었다. 사료내 Met의 요구량이 기초사료내 농도보다 높아 Met 실험구에서 높은 성장률을 보인 것으로 사료되며, 앞으로 조피볼락 사료내 Met 요구량에 관한 세밀한 연구가 뒤따라야 할 것이다. Thr 실험구에 있어서 3.36%로 다른 어종의 요구량 보다 높게 나타났다. 이것은 황함유 아미노산 가운데 Thr이 제한 아미노산으로 작용하는 것을 보여주며, 성장과 사료효율 높은 것으로 보아 Thr이 섭취촉진 효과가 있는 것으로 사료된다. 타 어종의 요구량을 살펴보면, chum salmon의 요구량은 1.2%이며(Akiyama et al., 1985), chinook sal-

mon의 요구량은 0.9%로 알려져 있다(DeLong et al., 1962). 아울러, Red Drum에 있어서는 0.49%~0.80% 범위에서 사료내 Thr 함량의 증가와 함께 성장률과 사료효율이 증가하였으며, 단백질전환효율 또한 증가한다는 보고가 있었다(Boren and Gatlin, 1995).

비필수아미노산의 경우 Gly과 Pro 실험구에서 첨가효과가 나타났다. 실험사료내 Gly 함량은 2.87%~2.92%이었으며, Gly 실험구는 3.19%로 나타났다. 그리고 Pro의 함량은 2.79%~2.98% 이었으며, Pro 실험구는 3.27%로 나타났다. 이와 같은 경향은 Gly은 핵산 관련 물질인 purine의 합성대사에서 purine의 골격을 형성하는데 직접적으로 관련하는 것으로 알려져 있으며, IMP 및 GMP 등의 핵산관련 물질 합성에 필요한 기본 구조인 purine내의 골격형성과 잔기 형성에 Gly과 Pro이 관여하는 것으로 알려져 있다. Pro 역시 간접적으로 관여하기 때문에 Gly 및 Pro첨가에 의한 성장률의 촉진과 사료효율 증가의 결과로 나타나는 것으로 사료된다. 아울러, 이에 대한 대사적인 접근을 통한 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

사료내 His과 Trp 실험구는 Met, Thr, Pro 및 Gly 실험구보다 낮은 성장의 결과를 보여 첨가의 효과는 보이지

않았다. 방어에 있어서 L-His이 활성을 가지는 것으로 보고되고 있으며(Harada, 1985), jack mackerel에 있어서 20여종의 아미노산 중 Trp이 섭취촉진 효과를 가지는 것으로 보고되었다(Ikeda et al., 1988). Harada (1992)에 의하면 비록 아미노산이라 할지라도, Glu, L-Cys 그리고 n-butyric acid는 미꾸리에 있어 섭취를 저해하는 물질로서 작용한다는 보고가 있다. 또한 잉어의 경우에도 Pro, Glu, Asp, Ala 및 Glu이 효과가 있는 반면에 Trp, Arg, Thr 및 Met은 사료섭취를 저해한다는 보고가 있다(Kasumyan and Morsi, 1996). 참돔의 경우에는 아미노산이 높은 사료섭취촉진효과를 나타냈다(Fuke et al., 1981). 이것의 활력도는 Gly이 가장 좋았으며, Ala, Lys, Val, Glu 및 Arg 역시 사료섭취촉진효과가 뛰어난 것으로 보고하였으며, 뱀장어의 경우 Gln, Asn, Glu 및 Ala이 사료섭취촉진효과 있는 것으로 알려져 있다(Sola and Tongiorgi, 1998). 이와 같이, 아미노산의 섭취촉진효과에 관한 연구는 여러 연구자들에 의해 수행되었으며, 사료섭취촉진물질로서 여러 아미노산들이 효과가 있을 뿐만 아니라 어종과 아미노산의 종류에 따라 다르게 작용하는 것을 알 수 있다(Fukuda et al., 1989; Kohbara et al., 1989; Elias and Joseph, 1999; Iwao et al., 2000).

전어체의 일반성분 분석 결과는 Table 4에 나타내었다. 전어체의 단백질, 수분 및 회분에 있어서는 모든 실험구에서 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 지질함량은 Met,

Pro 및 Thr 실험구가 Glu, Gly, Lys, Trp 및 Val 실험구보다 유의적으로 낮게 나타난 반면에($P<0.05$) Met, Pro 및 Thr 실험구간에는 유의적인 차이가 나지 않았다($P>0.05$). 성장이 빠른 실험구의 경우, 전어체의 단백질과 회분은 함량변화가 적으나 지질함량은 증가한다는 연구결과가 있으며(Murai et al, 1985), 본 실험의 경우에서 성장이 높은 실험구에서 지질함량이 낮은 결과를 보인 것은 성장의 촉진으로 인한 대사량 증가로 에너지 요구가 증가함에 따라 지질이 쓰여진 결과로 생각된다. 하지만, Gly 실험구에서는 다른 실험구와 유의적인 차이가 없었던 것은 Gly이 지방 대사에 관여하여 어체내 지방 축적량이 증가한 것으로 보여진다.

본 실험의 결과, 조피볼락 사료의 사료섭취촉진물질로서 아미노산을 검색한 결과 사료에 각각 0.3% 첨가시 Pro, Thr, Met 및 Gly에서 사료섭취촉진효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 앞으로 보다 정확한 사료섭취촉진물질을 검색하기 위해서는 아미노산 이외에 사료섭취촉진물질로 알려져 있는 핵산관련물질과 같은 물질이 또한 검색되어야 하며, Thr과 Met 등의 황 함유 아미노산 요구량과 사료섭취촉진제 개발시 적정 첨가범위 등에 관한 연구 또한 뒷받침되어야 할 것이다.

요 약

본 실험은 섭취촉진물질로 알려져 있는 사료내 13종의

Table 4. Proximate analysis of whole-body composition (% of dry matter basis)¹

Diets (amino acid)	Crude Protein	Crude Lipid	Crude Ash	Moisture
1 (Ala)	58.2	22.35 ^{abc}	16.23	72.65
2 (Arg)	58.1	22.10 ^{abc}	16.29	72.35
3 (Na-Glu)	57.9	22.55 ^a	16.36	72.54
4 (Gly)	58.4	22.50 ^a	16.37	72.54
5 (His)	58.1	22.45 ^{ab}	16.16	72.79
6 (Ile)	58.1	22.30 ^{abc}	16.27	72.38
7 (Lys)	58.0	22.60 ^a	16.33	72.84
8 (Met)	58.2	21.40 ^{bc}	16.25	72.78
9 (Phe)	58.1	22.40 ^{abc}	16.29	72.09
10 (Pro)	58.4	21.35 ^c	16.27	72.48
11 (Thr)	58.3	21.40 ^{bc}	16.31	72.70
12 (Typ)	58.1	22.65 ^a	16.33	72.66
13 (Val)	58.0	22.60 ^a	16.28	72.48
Pooled SEM ²	0.29	0.12	0.11	0.14

¹Values within the same column with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

²Pooled standard error of mean.

아미노산들이 치어기 조피볼락에 있어 성장 및 체조성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 실시하였다. 실험어는 평균무게 0.64 g인 조피볼락 치어를 사용하였으며, 기초실험 사료내에 유인효과가 있을 것으로 여겨지는 아미노산 13가지(Arg, Ala, Na-Glu, Gly, His, Ile, Lys, Met, Phe, Pro, Thr, Trp 및 Val)를 사료내 각각 0.3% 씩 첨가하여 총 13 실험구를 2반복으로 나누어 6주간 사육하였다.

6주간의 사육실험 결과, 성장률(WG)과 일간 성장률(SGR)에서는 Pro, Thr, Met 및 Gly 실험구가 다른 실험구에 비해 유의적으로 높았으나($P < 0.05$), 이들 실험구간에는 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 그리고, 사료전환효율(FE)에서는 Pro 실험구가 Met과 Gly 실험구보다 유의적으로 높았으며($P < 0.05$), Pro 실험구와 Thr 실험구 사이에는 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 그리고 Thr, Met 및 Gly 실험구간에도 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 단백질전환효율에 있어서 Pro 실험구가 모든 실험구에 있어서 유의적으로 가장 높았으며($P < 0.05$), Thr 실험구와 비교하여 유의적으로 차이가 나지 않았다($P > 0.05$). 그리고, 비만도(condition factor)는 Thr 실험구가 유의적으로 가장 높았으며($P < 0.05$), Val 실험구는 가장 낮게 나타났다($P > 0.05$). 간중량지수(HSI)는 모든 실험구간에서 유의적인 차이가 나지 않았다($P > 0.05$). 전어체의 단백질, 수분 및 회분에 있어서는 모든 실험구에 있어서 유의적인 차이가 나지 않았다($P > 0.05$). 지질함량은 Met, Pro 및 Thr 실험구가 Glu, Gly, Lys, Trp 및 Val 실험구보다 유의적으로 낮았다($P > 0.05$). 상기 결과를 토대로, 조피볼락 사료용 사료섭취촉진물질로서 아미노산을 검색한 결과 사료내 0.3% Pro, Thr, Met 및 Gly를 첨가했을 때 사료섭취촉진효과가 나타났으며, 이것들 중 Gly를 제외하고는 전어체의 지질 함량을 감소시키는 결과를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 부경대학교 해양산업개발연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금, 부경대학교 수산과학원산하 사료영양연구소 및 부경대학교 해양식량자원개발 특성화사업단의 지원에 의하여 수행된 결과로 이에 감사 드립니다.

참고 문헌

Adron, J. W. and A. M. Mackie, 1978. Studies on the

chemical nature of feeding stimulants for rainbow trout. *J. Fish Biol.*, 12 : 303-310.

Akiyama, T., S. Arai, T. Murai and T. Nose, 1985. Threonine, histidine and lysine requirements of chum salmon fry. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 51 : 635-639.

AOAC, 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, USA.

Boren, R. S. and D. M. Gatlin III, 1995. Dietary threonine requirement of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Journal of World Aquaculture Society*, 26(3) : 279-283.

Carr, W. E. S., 1976. Chemoreception and feeding behavior in the pigfish, *Orthopristis chrysopterus*: Characterization and identification of stimulatory substance in a shrimp extract. *Comp. Biochem. Physiol.*, 55A : 155-157.

Carr, W. E. S., 1982. Chemical stimulation of feeding behaviour. pp. 259-273. (in) *Chemoreception in Fishes.* (ed.) T. J. Hara, Amsterdam, Elsevier.

Deolng, D. C., J. E. Halver and E. T. Mertz, 1962. Nutrition of salmonid fishes. 10. Quantitative threonine requirements of chinook salmon at two water temperatures. *J. Nutr.*, 76 : 174-178.

Elias, P. and H. S. Joesph, 1999. Identification of feeding stimulants for striped bass, *Morone saxatilis*. *Aquaculture*, 185 : 339-352.

Fuke, S., S. Konosu and K. Ina, 1981. Identification of feeding stimulants for red sea bream in the extract of marine worm, *Perinereis brevicirrus*. *Bull. of Jap. Soc. Sci. Fish.*, 47 : 1631-1635.

Fukuda, K., J. Kohbara, C. Zeng and I. Hidaka, 1989. The feeding stimulatory effects of squid muscle extracts on the young yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55(5) : 791-797.

Garling, D. L. Jr. and R. P. Wilson, 1977. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and body composition of fingerling channel catfish. *Prog. Fish-Cult.*, 39 : 43-47.

Halver, J. E., D. C. DeLong and E. T. Mertz, 1959. Methionine and cystine requirements of chinook salmon. *Fed. Proc.*, pp. 2076 (abstract).

Harada, K., 1985. Feeding attraction activities of amino acids and lipids for juvenile yellowtail. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 51(3) : 453-459.

Harada, K., 1986. Feeding attraction activities of nucleic acid-related compounds for abalone, oriental weather fish and yellowtail. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 52(11) : 1961-1968.

Harada, K. and I. Ikeda, 1984. Feeding attractants in chemical constituents of lake prawn for oriental

- weather fish. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 50(4) : 617-622.
- Harada, K. and Y. Akishima, 1985. Feeding attraction activities of proteins, amino acids, lipid and nitrogenous bases for abalone. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 51(12) : 2051-2058.
- Harada, K., 1992. Effect of attract and repellent mixtures on behavior of the oriental weather fish *Misgurnus anguillicandatus*. Nippon Suisan Gakkaishi, 58(8) : 1427-1430.
- Ikeda, I., H. Hosokawa, S. Shimeno and M. Takeda, 1988. Identification of feeding stimulant in the krill extract for jack mackerel. Nippon Suisan Gakkaishi, 54(2) : 235-238.
- Iwao H., K. Jun, A. Toshiyoshi, M. Tatsuo, M. Toshiaki, S. Shigeki and K. Isao, 2000. Identification of feeding stimulants from a jack mackerel muscle extract for young yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. Aquaculture, 181(1-2) : 115-126.
- Kasumyan, A. O. and A. M. K. Morsi, 1996. Taste sensitivity of common carp (*Cyprinus carpio*) to free amino acids and classical taste substances. J. of Ichthyology, vopr. Ikhtiол., 36 : 391-403.
- Keembiyehetty, C. N. and D. M. Gatlin III, 1992. Dietary lysine requirement of juvenile hybrid striped bass (*Morone chrysops x M. saxatilis*). Aquaculture, 104 : 271-277
- Kim, K. W. and S. C. Bai, 1997. Fish meal analog as a dietary protein source in Korean rockfish, *Sebastes schlegeli*. J. of Aquaculture, 10(2) : 143-151.
- Kohbara, J., K. Fukuda and I. Hidaka, 1989. The feeding stimulatory effects of jack mackerel muscle extracts on the young yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. Nippon Suisan Gakkaishi, 55(8) : 1343-1347.
- Luquet, P. and J. J. Sabaut, 1973. Preliminary study of the protein requirements of the gilthead bream (*Chrysophrys aurata*). Symposium on Brackish water Aquaculture., 52 : 81-89.
- Murai, T., T. Akiyama, T. Watanabe and T. Nose, 1985. Effects of dietary protein and lipid levels on performance and carcass composition of fingerling carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 54 : 605-608.
- Ruchimat, T, T. Masumoto, H. Hosokawa, S. Shimeno, 1997. Quantitative methionine requirement of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). Aquaculture, 150 (1-2) : 113-122.
- Sola, C and P. Tongiorgi, 1998. Behavioural responses of glass eels of *Anguilla anguilla* to non-protein amino acids. J. of Fish Biology, 53(6) : 1253-1262.
- Teshima, S. I., A. Kanazawa, S. Koshio, S. Itoh, 1993. L-ascorbyl-2-phosphate-mg as vitamin C source for the Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fish nutrition in practice., Institut national de la recherche agronomique, Paris (France), pp. 157-166.

(접수 : 2001년 8월 17일, 수리 : 2002년 7월 5일)