



상품 사료에 첨가한 감귤발효액이 치어기 넙치, *Paralichthys olivaceus*의 성장에 미치는 영향

송영보 · 문상욱 · 김세재 · 이영돈*

제주대학교 해양과환경연구소

Effect of EM-fermented Orange in Commercial Diet on Growth of Juvenile Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Young-Bo Song, Sang-Wook Moon, Se-Jae Kim and Young-Don Lee*

Marine and Environmental Research Institute, Cheju National University, Jeju 695-810, Korea

Diets containing 0.02 to 10.0% EM-fermented orange (EFO) were fed to *Paralichthys olivaceus* (8.5 g), which were reared in flow-through system for 16 weeks. Groups fed on diets containing 0.1 and 0.2% EFO grew significantly faster; their feed coefficient and daily feeding rate were also higher. The number of goblet cells present in the mid-intestine of the fish receiving dietary EFO was significantly more. Total cholesterol level in plasma of the fish fed with 0.02% EFO was lower. However, there was no significant difference in GOT and GPT among the groups receiving different levels of EFO.

Key words: Blood chemistry, goblet cells, growth, EM-fermented orange, *Paralichthys olivaceus*

서 론

1990년대 이후 산업화된 넙치, *Paralichthys olivaceus* 양식은 최근 들어 사료값의 상승과 각종 질병 발생(Oh et al., 1998) 및 환경악화 등으로 경영에 어려움을 겪고 있다. 이러한 측면에서 국내외적으로 양어의 생산성향상을 목표로, 사료의 효율을 높이기 위하여 동물의 성장 호르몬을 공급하거나(Bilton et al., 1982; Steiny et al., 1984; Wagner et al., 1985; Suzuki et al., 1988; Ishioka et al., 1992; Kawauchi et al., 1992; Rho et al., 1999), 보조영양제를 공급하는 등의 연구가 활발하게 진행되고 있다(Kono et al., 1995). 이외에도 양식어류의 성장 향상과 질병예방을 위한 한약제의 사료첨가(Kim et al., 1998)와 껍질에서 추출한 키토산의 사료첨가 효과(이 등, 2000) 등

에 관한 연구가 있다.

어류에서 사료의 영양물질을 흡수하는 소화관에 관한 연구로 감성돔, *Acanthopagrus schlegeli* (Lee et al., 2000), 문치가자미, *Limanda yokohamae* (Lee, 1988), 자주복, *Takifugu rubripes* (Kim, 1999) 등을 대상으로 소화기관의 분화 및 발달에 관한 연구가 있다. 특히 어류의 소화관 점막표면에 분포하는 배상세포(goblet cell)는 점막표면에 대한 윤활제로서의 물리적 작용 외에 각종 화학적 손상과 세포의 공격에 대해 장 점막을 보호하는 것으로 알려져 있다(Allen et al., 1986). 한편, 사료의 성분에 따른 장 상피의 배상세포 활성 변화에 관한 연구는 유기인제인 농약(Lee, 1979; Jo and Kim, 1987)과 lectin의 일종인 ricin을 공급했을 때 점액질의 조직화학적 변성(Jo et al., 1996b), 비타민 C가 배상세포의 형태 및 점액질에 미치는 피리딘

*Corresponding author : leemri@cheju.ac.kr

계 제초제인 gramoxone의 독성 완화에 관한 연구(Jo et al., 1994) 등이 있다.

본 연구는 각종 유기산, 비타민, 베타카로틴, 플라보노이드 등 기능성이 높은 영양물질을 함유하고 있다고 알려져 있는 제주산 온주밀감(*Citrus unshiu* Marc.)에 유용 발효 미생물 제제로 알려져 있는 EM (effective microorganisms, 比嘉, 1995, 1998)을 접종하여 만든 감귤발효액(EM-fermented orange, EFO)을 넙치 사료에 첨가하였을 때, 감귤발효액이 넙치의 성장, 소화기관의 활성 및 혈액 조성에 미치는 영향을 분석·평가하여 사료첨가제로서 이용 가능성을 타진하고자 하였다.

재료 및 방법

실험어 및 사육환경

이 연구에 이용된 넙치 치어는 전장 8 cm내외의 인공종묘를 2000년 3월 10일부터 2000년 6월 28일까지 총 16주 동안 사육하였다. 실험 시작시 실험어 평균 전장은 8.94 ± 1.04 cm, 체중은 8.50 ± 2.93 g 이었다. 사육수조는 원뿔형 중앙 배수 장치를 한 FRP원형수조 10개를 이용하였고, 각 수조당 넙치 치어 57~58마리씩 수용하여 2회 반복 실험을 하였다. 사육 수량은 0.5톤으로 1일 15~18회 환수하였다. 실험 기간 중 수온, 용존산소(dissolved oxygen, DO), pH, 염분을 매일 측정하였으며, DO는 DO meter (DO-14P), pH는 pH meter (HM-12P), 염분은 염분계(S/Mill-E, ATAGO)를 사용하였다.

감귤발효액 첨가사료 및 성장실험

감귤발효액 제조 및 일반성분: 실험에 사용된 감귤은 제주산 온주 밀감(*Citrus unshiu* Marc.)을 이용하였고 미생물은 EMRO (EM Research Organization)에서 시판되고 있는 것을 이용하여 제조하였다. 그리고 감귤발효액의 일반성분은 Table 1과 같다.

사료공급: 실험에 사용한 사료는 고압팽창사료(extruded pellet, EP:(주) 우성사료)를 이용하였으며, 사료 성분표는 Table 2와 같다. 감귤발효액의 적정 첨가량을 조사하기 위하여 사료량의 10.00%, 0.20%, 0.10% 그리고 0.02%를 각각 첨가한 처리구와 감귤발효액을 첨가하지 않고 사료만을 공급한 것을 대조구로 하였다. 감귤발효액의 첨가 방법은 각각의 농도별로 조절된 액즙에 배합사료를 침적하여 흡착시킨 후 2~3 회/day 공급하였다.

Table 1. Proximate composition and vitamin C of EM-fermented orange (EFO)

Component	EM-fermented orange	
	% of wet basis	
Moisture	95.88	
Crude protein	0.05	
Crude fat	0.10	
Crude fiber	0.03	
Crude ash	0.39	
Vitamin C	421ppm	

Table 2. Proximate composition of the extrude pellet (EP)

Component	%
Crude protein	53.0
Crude fat	5.0
Crude fiber	4.0
Ash	17.0
Ca	1.0
P	2.7
Others	17.3

실험어의 어체 측정은 4주마다 전장과 체중을 전수 측정하였으며, 측정 전날 오후 및 당일 날은 절식하였다. 체중은 전자저울(Sartorius, BP 3100S)로 0.1 g까지 측정하였으며, 전장은 자체 제작한 측정판으로 1 mm까지 측정하였다. 그리고 총 증중량(total weight gain), 일일성장률(specific growth rate, Ricker, 1969), 일일먹이섭취율(daily feeding rate) 및 사료계수(feed coefficient)를 다음과 같은 식을 이용, 계산하여 각 실험구간의 값을 비교하였다.

$$\text{total weight gain (TWG)} = \text{FW} - \text{IW} + \text{DW}$$

$$\text{specific growth rate (SGR)} = \{(\ln \text{FW} - \ln \text{IW})/t\} \times 100$$

$$\text{daily feeding rate (DFR)} = (\text{TF} \times 100) / \{(\text{IW} + \text{FW} + \text{DW}) \times \text{day fed}/2\}$$

$$\text{feed coefficient (FC)} = \text{TFI}/\text{WG}$$

DW: dead fish body weight FW: final body weight

IW: initial body weight

TFI: total feed intake TL: total length t: rearing time

WG: weight gain

장 상피조직

소화기관 조직상 관찰을 위해 실험종료시 각 실험구별로 5마리씩 표본 추출하여 Bouin's solution에 고정하였고, paraffin 절편법에 의해 5 μm 두께로 절편한 후 Harry's hematoxylin과 0.5% eosin의 비교 염색하여 광학 현미경

으로 표본을 관찰하였다. 소화기관의 조직학적 관찰은 장(intestine)의 전장(anterior intestine)과 중장(mid intestine) 등의 점막주름에 나타나는 배상세포(goblet cell)의 분포 및 수를 측정하였다.

혈액분석

혈액은 실험 종료 후 절식시킨 다음 각 실험구별로 5마리씩 실험어의 미부 동맥에서 일회용 주사기를 이용하여 채취하였다. 채취한 혈액은 원심분리(5,000 rpm, 15분)를 한 후 혈장내의 GOT (glutamate oxaloacetic transaminase), GPT (glutamate pyruvate transaminase)의 활성 및 total cholesterol 양을 ABBOTT Spectrum system으로 측정하였다.

통계처리

모든 자료의 통계 분석은 ANOVA-test를 실시한 후 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 SAS program (SAS Institute North Caroline, version 6.12, USA)을 사용하여 검정하였다.

결 과

사육환경

실험기간 중 사육 수온은 12.2~19.5℃의 범위에서 변화하였으며, 6월말에 최고에 달하였고, 평균 수온은 14.6℃ 이었다. 염분은 32.5~34.1‰의 범위였다. 사육수의 DO는 7.3~8.4 mg/ℓ였고, pH는 7.6~8.3 범위였다.

감귤발효액 첨가사료의 성장효과

실험 시작시 평균 전장은 8.94±1.04 cm이었으며, 실험 종료시 대조구에서 15.94±1.85 cm로 성장하였고, 감귤발

효액 10.00%, 0.20%, 0.10% 그리고 0.02% 처리구에서 각각 15.94±1.72, 16.61±1.75, 16.42±1.86 그리고 15.79±1.89 cm로 성장하여, 대조구와 감귤발효액 0.20% 처리구간에 서만 유의한 성장 차이가 있었다(P<0.05, Fig. 1, Table 3).

실험 시작시 평균 체중은 8.50±2.93 g이었으며, 실험 종료시 대조구에서 50.47±16.91 g로 성장하였고, 감귤발효액 10.00%, 0.20%, 0.10% 그리고 0.02% 처리구에서 각각 49.24±15.58, 58.41±16.49, 58.06±19.42 그리고 48.84±16.51 g로 성장하여, 대조구와 감귤발효액 0.20% 및 0.10% 처리구간에 유의한 성장을 보였다(P<0.05, Fig. 2, Table 3).

실험구별 최종 생존율은 대조구에서 87.0%이었고, 감귤발효액 10.00%, 0.20%, 0.10% 그리고 0.02% 처리구에서 각각 85.2%, 92.2%, 91.3% 그리고 84.3% 이었다(Table 3).

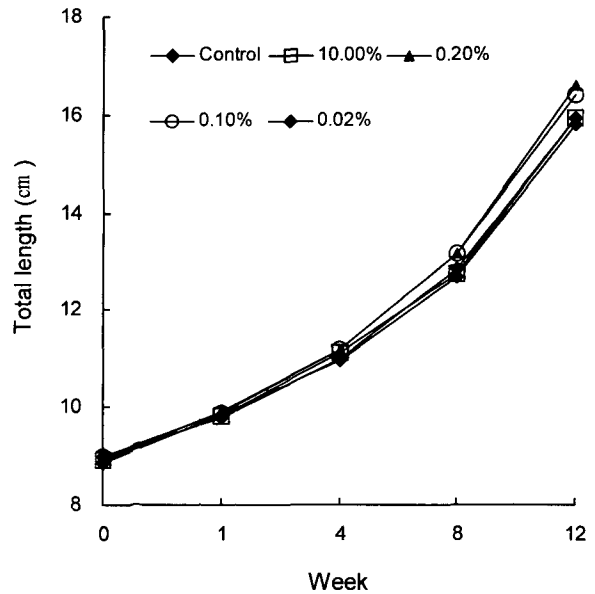


Fig. 1. Total length of flounder fed on diets containing different EM-fermented orange concentration.

Table 3. Total length, body weight and survival of flounder fed on diets containing different EM-fermented orange concentration

Group	Total length (cm)		Body weight (g)			Survival (%)
	Initial	Final	Initial	Final	Total weight gain (g)	
Control	9.00±1.01 ^a	15.94±1.58 ^{bc}	8.71±2.89 ^a	50.47±16.91 ^b	4045.00	87.0
10.00%	8.92±1.10 ^a	15.94±1.72 ^{bc}	8.44±3.09 ^a	49.24±15.58 ^b	3854.96	85.2
0.20%	8.92±1.00 ^a	16.61±1.75 ^a	8.34±2.64 ^a	58.41±16.49 ^a	5232.30	92.2
0.10%	8.98±1.05 ^a	16.42±1.88 ^{ab}	8.61±3.11 ^a	58.06±19.42 ^a	5106.40	91.3
0.02%	8.87±1.07 ^a	15.79±1.89 ^c	8.40±2.95 ^a	48.84±16.51 ^b	3771.20	84.3

Values (mean±s.d.) in the same column followed by different letters are significant (P<0.05).

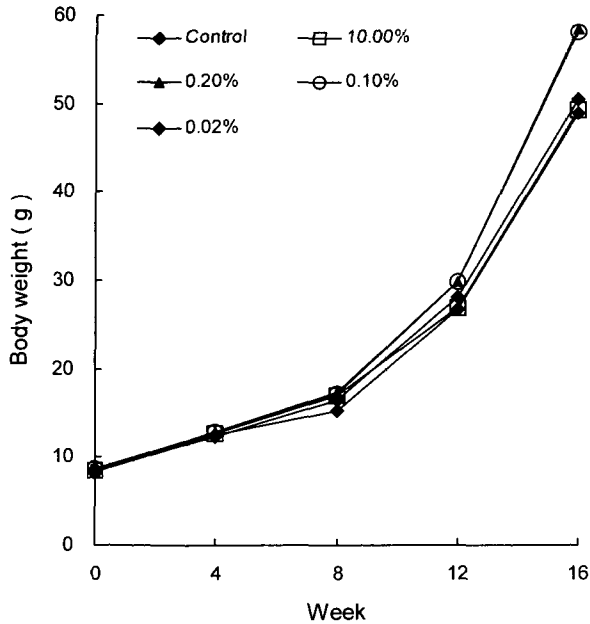


Fig. 2. Mean body weight of flounder fed on diets containing different EM-fermented orange.

총 증중량은 실험 종료시 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구에서 5232.30 g과 5106.40 g으로 대조구의 4045.00 g 보다 증가량이 높았고, 감귤발효액 10.00%와 0.02% 처리구에서는 대조구의 증중량과 비슷하였다(Table 3).

사료계수는 대조구에서 1.05였고, 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구에서 각각 0.83, 0.86으로 대조구와 유의한 차이가 있었으며, 또한 감귤발효액 10.00%와 0.02% 처리구에서 1.13과 1.10으로 대조구와 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$, Table 4).

일일성장률은 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구에서 각각 1.32%, 1.28%로 대조구의 일일성장률 1.22%보다 높은 경향을 보였으며, 감귤발효액 10.00%와 0.02% 처리구에서 1.24%, 1.23%로 대조구와 비슷하였으나 모든 실험구 간에 유의한 차는 없었다($P > 0.05$, Table 4).

일일먹이섭취율은 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구

에서 각각 1.09%, 1.10%로 대조구의 1.28%보다 낮았으나 ($P < 0.05$), 감귤발효액 10.00%와 0.02% 처리구에서 1.41%와 1.34%로 대조구와 비슷하였다($P > 0.05$, Table 4).

장 상피조직

장(intestine)의 전장(anterior intestine)과 중장(mid intestine) 부분을 중심으로 점막주름에 배상세포(goblet cell)의 분포를 검정 하였다. 전장 점막주름의 배상세포는 대조구에서 25.2 ± 8.9 개였고, 감귤발효액 10.00%, 0.20%, 0.10% 그리고 0.02% 처리구에서 각각 32.3 ± 13.3 , 37.6 ± 14.2 , 36.5 ± 14.2 그리고 29.6 ± 11.4 개로 대조구보다 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구에 배상세포가 많이 분포하였다($P < 0.05$). 중장 점막주름의 배상세포는 감귤발효액 10.00%, 0.20%, 0.10% 그리고 0.02% 처리구에서 각각 48.7 ± 13.8 , 56.3 ± 21.4 , 49.9 ± 18.5 그리고 49.3 ± 19.9 개로 대조구의 35.1 ± 9.3 개보다 모든 처리구에서 많이 분포하였다 ($P < 0.05$, Fig. 3, Fig. 4).

혈액성상

GOT 값은 대조구에서 26.8 ± 11.6 IU/ℓ 이었고, 감귤발효액 10.00%, 0.20% 그리고 0.10% 처리구에서 각각 21.4 ± 12.2 , 22.8 ± 13.4 , 22.3 ± 6.2 IU/ℓ 로 대조구보다 낮았다. 그러나 감귤발효액 0.02% 처리구에서는 31.0 ± 11.3 IU/ℓ 로 대조구보다 높았다.

GPT의 값은 대조구에서 3.4 ± 2.6 IU/ℓ 이었고, 감귤발효액 10.00%와 0.20% 처리구에서 각각 2.2 ± 1.1 , 1.25 ± 0.5 IU/ℓ 로 대조구보다는 낮았으나, 감귤발효액 0.10%와 0.02% 처리구에서는 4.25 ± 3.4 , 3.0 ± 1.4 IU/ℓ 로 대조구와 유사하였다. 그러나 GOT, GPT의 값은 모두 실험구 간에 유의한 차는 없었다($P > 0.05$).

Total cholesterol 양은 대조구에서 192.4 ± 11.3 mg/dℓ로 가장 높았고, 감귤발효액 10.00%, 0.20%, 0.10% 그리고

Table 4. Feed coefficient, daily feeding rate and specific growth rate of flounder fed the diets containing different EM-fermented orange concentrations

Experimental group	Feed coefficient	Specific growth rate (%)	Daily feeding rate (%)
Control	1.05 ± 0.01^c	1.53 ± 0.06^a	1.31 ± 0.05^a
10.00%	1.13 ± 0.01^a	1.53 ± 0.03^a	1.45 ± 0.02^a
0.20%	0.83 ± 0.01^d	1.69 ± 0.10^a	1.11 ± 0.07^b
0.10%	0.86 ± 0.01^d	1.66 ± 0.04^a	1.12 ± 0.02^b
0.02%	1.10 ± 0.02^b	1.53 ± 0.04^a	1.38 ± 0.07^a

Values (mean \pm s.d.) in the same column followed by different letters are significant ($P < 0.05$).

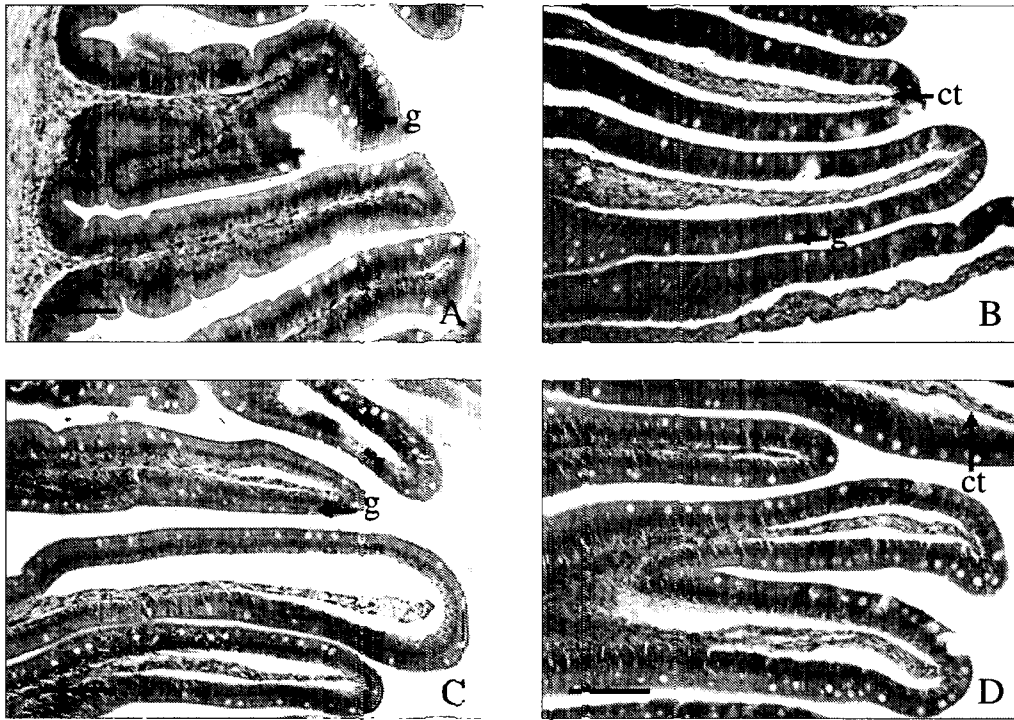


Fig. 3. Photomicrographs of goblet cell and mucosal fold of flounder intestine. (A) anterior intestine, control. (B) anterior intestine, treatment. (C) mid intestine, control. (D) mid intestine, treatment. scale bar = 50 μ m. ct: connective tissue, g: goblet cell.

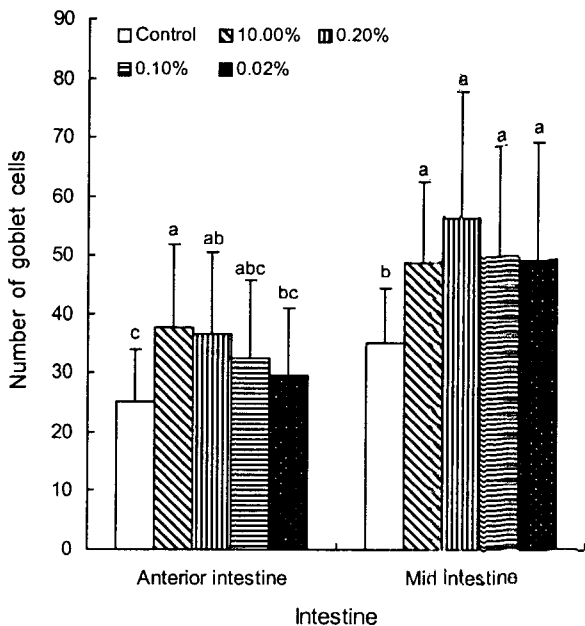


Fig. 4. Number of goblet cells per mucosal fold of intestine of the flounder. Different letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$).

0.02% 처리구에서 각각 176.5 ± 15.4 , 170.5 ± 22.3 , 182.3 ± 14.4 , 162.3 ± 14.2 mg/dl로 모든 처리구에서 대조구보다 낮은 값이었으며, 대조구와 0.02% 처리구간에 유의차가 인정되었다($P < 0.05$, Table 5).

고찰

감귤을 미생물로 발효시킨 감귤발효액이 넙치의 성장에 미치는 영향을 분석하여 기능성 사료 첨가제로서 이용 가능성을 조사하였다.

한약재를 넙치의 사료에 첨가하여 공급한 실험에서 실험 4주 후부터(Kim et al., 1998), 알로에 분말을 사료에 0.25% 첨가한 경우는 실험 8주 후에 대조구보다 유의한 증중 효과가 있다고 하였다(김 등, 2000). 이 실험에서 성장은 감귤발효액 공급 후 12주부터 성장에 유의차가 나타나기 시작하여, 실험종료시 전장은 0.20% 첨가 처리구, 체중의 경우 0.20%와 0.10% 처리구에서 대조구보다 15.1~15.7% 성장증가가 있었다($P < 0.05$). 그리고 총 증중량은 0.20%와 0.10% 처리구에서 대조구보다 26.24~29.35% 증중 효과가 있었다. 양식어류의 성장에 대한 천연물질의

Table 5. Levels of GOT, GPT and total cholesterol of the blood plasma of flounder fed the diets containing different levels of EM-fermented orange

	Experimental groups				
	Control	10.00%	0.20%	0.10%	0.02%
*GOT (IU/ ℓ)	26.8±11.6 ^a	21.4±12.2 ^a	22.8±13.4 ^a	22.3± 6.2 ^a	31.0±11.3 ^a
**GPT (IU/ ℓ)	3.4± 2.6 ^a	2.2± 1.1 ^a	1.3± 0.5 ^a	4.3± 3.4 ^a	3.0± 1.4 ^a
Total cholesterol (mg/dℓ)	192.4±11.3 ^a	175.6±15.4 ^{ab}	170.5±22.3 ^{ab}	182.3±14.4 ^a	162.3±14.2 ^b

Values (mean±s.d) in the same row followed by a different letter are significantly (P<0.05).

*GOT: glutamate oxaloacetic transaminase or AST (asparatate aminotransferase).

**GPT: glutamate pyruvate transaminase or ALT (alanine aminotransferase).

효과는 사육 환경에 따라 차이가 있을 수 있으나, 단기의 급성 효과보다는 일정기간이 지난 후 점진적으로 나타나는 만성 효과인 것으로 사료된다.

그리고, 이 실험에서 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구에서 사료계수와 일일먹이섭취율이 대조구보다 향상된 값이었는데, 이것은 한약재 및 키토산, 미역, 알로에, 클로렐라를 각각 넉치 및 참돔, *Pagrus major* 등의 사료에 첨가하여 공급하였을 때 성장 및 사료효율이 향상된 결과(Nakagawa et al., 1982; Yone et al., 1986; Kim et al., 1998; 김 등, 2000; 구 등, 2000; 이 등, 2000)를 보이는 것과 비슷한 경향이였다. 그러나 파래를 사료에 첨가하여 공급하였을 때 성장 및 사료 효율이 저하되는 경우도 있다(Kim and Choi, 1996).

감귤발효액을 넉치 사료에 첨가·공급했을 때 성장이 좋은 이유로서 감귤이 각종 유기산, 비타민, 베타카로틴, 플라보노이드 등의 영양물질을 함유하고 있으며, 항산화물질을 생성하는 미생물의 발효에 의해 어류에 대한 감귤 사용이 어려웠던 점을 해결하고, 또한 감귤의 유효 성분 뿐만 아니라 유산균, 효모 및 광합성 세균 등의 생장 중에 생산하는 생리활성물질 등이 어체내에서 이용되어지기 때문이라 여겨진다. 그리고 효모(Jo et al., 1996a), 유산균과 당화균(Kim et al., 1998) 등의 미생물이 어류의 성장 및 어체조성에 좋은 영향을 준다는 것과 유사하였다.

어류의 소화기관 중 장 점막주름에 분포하는 배상세포(goblet cell)는 감성돔, *Acanthopagrus schlegelii* (Lee et al., 2000), 통술치, *Erosa erosa*, 그리고 볼락, *Sebastes inermis* (Byen and Jo, 1985), 도다리, *Pleuronichthys cornutus*, 넉치, 풀망둑, *Acanthogobius hasta*, 등가시치, *Zoarcas gillii*, 그리고 은밀복, *Lagocephalus lunaris* (Choi, 1996)등에서 보면 모양과 크기가 어종에 따라 다르고 같은 어종이라도 부위에 따라 다르다. 그리고 점액질 성장도 어종과 식성에 따라 다양하다. 또한 이들 배상세포는 화학물질 의해

파괴되거나 기능성 영양물질에 의해 증가하는 것으로 보고되고 있다(Jo and Kim, 1987; Jo et al., 1994).

이 연구에서는 감귤발효액을 공급했을 때 장의 점막주름에 배상세포의 수는 모든 감귤발효액 처리구에서 대조구보다 많이 분포하였다. 또한 모든 실험구에서 전장보다는 중장으로 갈수록 배상세포가 증가하는 경향을 보였다. 장 상피의 배상세포 증가는 장을 보호하여 장 활성을 촉진하는 역할을 하는 것으로 생각된다. 그러나 감귤발효액 공급에 따른 넉치의 장 상피내 배상세포의 증가에 관한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

간 기능에 대한 간접적인 지표인 GOT, GPT의 변화 및 total cholesterol의 양을 조사한 이번 실험에서 0.20%와 10.00%에서 대조구보다 수치상으로 낮은 값을 보였으며, total cholesterol의 값은 대조구와 감귤발효액 0.02%처리구간에 유의차가 있었다(P<0.05). 어류의 혈액내 적정 GOT, GPT 및 total cholesterol의 양은 아직까지 어종에 따른 그 기준 범위가 구체화되고 있지 않으나, 대조구와 처리구를 비교하여 보면, 감귤발효액은 어류의 간 기능을 향상시키고, 혈중 cholesterol을 저하시키는 것으로 판단되었다.

감귤발효액이 넉치 사료에 첨가하여 투여했을 때, 사료 효율의 향상과 장 활성 등의 영향으로 넉치의 성장과 생리 활성에 보조하는 사료 첨가제로서 이용가치가 높다고 생각된다.

요 약

제주산 온주 밀감을 EM (Effective Microorganism)에 의해 발효시킨 감귤발효액을 넉치 사료에 첨가하여 공급하였을 때 넉치의 성장 및 소화기관 활성 그리고 혈액조성에 미치는 영향을 분석하고, 감귤발효액이 넉치 사료의 사료첨가제로 이용가능성을 검토하였다.

감귤발효액을 사료량의 10.00%, 0.20%, 0.10% 그리고 0.02% 첨가한 처리구와, 감귤발효액을 첨가하지 않고 사료만을 공급한 대조구로 하였다.

성장실험에 있어서 전장은 감귤발효액 0.20% 처리구에서 대조구보다 높았다($P < 0.05$). 체중 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구에서 대조구보다 양호한 성장을 하였다($P < 0.05$). 총 증중량은 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구에서 대조구보다 26.24~29.35% 증중 효과가 있었다.

사료계수 그리고 일간먹이섭취율에서 감귤발효액 0.20%와 0.10% 처리구가 대조구보다 향상된 결과를 나타내었다($P < 0.05$).

전장(anterior intestine)과 중장(mid intestine)의 점막 주름에 존재하는 배상세포(goblet cell)의 수는 처리구가 대조구보다 많았고, 전장 보다 중장으로 갈수록 많았다($P < 0.05$).

혈장내 total cholesterol의 값은 감귤발효액 0.02% 처리구에서 대조구보다 낮았다($P < 0.05$).

감귤발효액을 넙치사료에 첨가하였을 때, 넙치의 사료 효율 증가와 장 활성으로 넙치의 성장과 생리활성에 보조하는 사료첨가제로서 이용가치가 높은 것으로 생각된다.

감사의 글

이 연구는 2001년도 두뇌한국21사업 핵심분야에 의하여 지원되었습니다.

참고 문헌

- Allen, A., D. A. Hutton, A. J. Leonard, J. P. Pearson and L. A. Sellers, 1986. The role of mucus in the protection of the gastroduodenal mucosa. *Scand J. Gastroenterol.*, 21 (suppl. 125) : 71-77.
- Bilton, H. T., D. F. Alderdice and J. T. Schnute, 1982. Influence of time and size at release of juvenile coho salmon on returns at maturity. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 39 : 426-447.
- Byen, K. A. and U. B. Jo, 1985. Histochemical properties on mucosubstances of the intestine in *Sparus swinhonis* (Günther), *Erosa erosa* (Langsdorf) and *Sebastes inermis* (Cuvier et Valenciennes). *J. Science. Pusan National Univ.*, 40 : 251-269.
- Choi, J. S., 1996. Histochemical studies of mucosubstances in the intestine of *Pleuronichthys cornutus*, *Paralichthys olivaceus*, *Acanthogobius hasta*, *Zoarcetes gillii* and *Lagocephalus wheeleri*. Graduate School Nat. Univ., Pusan, 27pp.
- Duncan, D. B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*. 11 : 1-42.
- Ishioaka, H., R. Kosugi, K. Ouchi, A. Hara, T. Nagamatsu, S. Mihara, and H. Ogai, 1992. Effects of recombination red sea bream growth hormone on growth of young red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 58 (12) : 2335-2340.
- Jo, J. Y., J. H. Lee, D. H. Jang, S. H. Lee and J. M. Choi, 1996a. Effects of the yeast (*Phaffia rhodozyma*) in the diet on growth, body composition, muscle elasticity and pigmentation of Israeli strain of common carp, colored carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J. of Aquaculture*. 9 (4) : 363-375.
- Jo, U. B., S. R. Kim and B. T. Choi, 1994. Alleviating effects of vitamin C on the gramoxone toxicity in the mucosubstances of rat duodenum. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23 (3) : 396-401.
- Jo, U. B. and B. S. Kim, 1987. Histochemical study on the effect of the pyridine herbicide, Gramoxone, on the mucosubstances of the goblet cells in the rat small intestine. *The Korean J. Anat.*, 20 (2) : 299-314.
- Jo, U. B., B. T. Choi, J. Kang, G. J. Jo, J. H. Kim and H. Y. Jang, 1996b. Mucosubstances histochemistry on the toxicity of ricin in the rat duodenum. *The Korean J. Anat.*, 29 (3) : 221-227.
- Kawauchi, H., S. Moriyama and T. Hirano, 1992. Oral administration of recombinant salmon growth hormone to rainbow trout. *Oceanis.*, 18 : 109-120.
- Kim, B. W., 1999. Histological study of digestive tract in larvae and juveniles of Tiger Puffer, *Takifugu rubripes*. Graduate School Nat. Univ., Cheju, 37pp.
- Kim, D. S., J. H. Kim, C. H. Jeong, S. Y. Lee, S. M. Lee and Y. B. Moon, 1998. Utilization of Obosan (Dietary Herbs). Effects on survival, growth, feed conversion ratio and condition factor in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, *J. of Aquaculture* 11 (2) : 213-221.
- Kim, J. Y. and M. S. Choi, 1996. Effects of dietary *Enteromorpha compressa* on growth and blood properties in Israeli strain on common carp (*Cyprinus carpio*). *J. of Aquaculture* 9 (2) : 151-157.
- Kim, Y. W., S. Y. Oh, M. H. Hwang, J. Y. Jo, S. I. Park, Y. H. Kim, G. H. Yoo and J. H. Park, 1998. Effects of Bisroot in the diet on growth, body composition, immune responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. of Aquaculture* 11 (4) : 495-503.
- Kono, M., K. Y. Matahiru and K. Sakai, 1995. Effect of D-glucosamine and N-acetyl-D-glucosamine as diet supplement on the growth of cultured fish. *Research of Chitin · Chitosan*. 1 : 144-145.
- Lee, J. M., 1988. Histological studies on the digestive

- tracts of the larvae and juveniles of the right-eye flounder, *Limanda yokohama* (Gunther), Graduate School Nat. Fish. Univ. of Pusan. 28pp.
- Lee, J. S., H. Y. Kim, S. G. Byun, J. D. Kim, C. S. Go and P. Chin, 2000. Ontogeny of digestive organ during early life stages of the black sea bream, *Acanthogagrus schlegeli* (Teleostei: sparidae). J. Korean Fish. Soc. 33 (2) : 129-136.
- Lee, M. K., 1979. Histochemical studies on the effect of organophosphorus pesticides on the mucosubstances in the duodenal glands and goblet cells of the duodenal mucosa in the rat. The Korean J. Anat., 12 (2) : 111-126.
- Nakagawa, H., Y. Inazuka, S. Yamasaki, H. Hirata and S. Kshara, 1982. Effect of feeding of chlorella-extract supplement in diet on cultured yellow tail. 1 Growth and blood properties. Aquaculture. 30 : 60-75.
- Oh, S. P., D. H. Kim, J. J. Lee and C. H. Lee, 1998. Bacterial diseases in flounder farms of Cheju island. J. Fish Pathol., 11 (1) : 23-29.
- Ricker, W. E., 1969. Effect of size-selective mortality and sampling bias on estimates of growth, mortality, production and yield. J. Fish. Res. Board Can., 26 : 479-541.
- Rho, S., P. Y. Kim, Y. D. Lee, K. S. Choi and C. B. Song, 1999. Effect of recombinant bovine somatotropin on growth of olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. of Aquaculture. 12 (2) : 79-89.
- Steiny, S., D. King and R. Nishioka. 1984. Partial primary structure of coho salmon growth hormone (sGH). Abstracts 7th international congress of endocrinology, July 1~7, Quebec City, Canada. Excerpta Medica. International Congress Series., 652 : 1261pp.
- Suzuki, Y., M. Kobayashi and K. Aida, 1988. Transport of physiologically active salmon gonadotropin into the circulation in goldfish, following oral administration of salmon pituitary extract. J. Comp. Physiol., 157 : 753-758.
- Wagner, G. F., R. C. Fager and J. C. Brown, 1985. Further characterization of growth hormone from the chum salmon, *Oncorhynchus keta*. Gen. Comp. Endocrinol., 60 : 27-34.
- Yone, Y., M. Fruichi and K. Urano, 1986. Effects of wakame *Undaria pinnatifida* and *Ascophyllum nodosum* supplements on absorption of dietary nutrients, and blood sugar and plasma free amino-N levels of red seabream. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52 (10) : 1817-1819.
- 比嘉照夫, 1995. EMで生ゴミを活かす. サンマノク出版.
- 比嘉照夫, 1998. EM 産業革命. サンマノク出版.
- 구자완 · 배승철 · 김세권, 2000. 상품 사료내 클로렐라 분말의 첨가가 치어기 넙치의 성장에 미치는 영향. 춘계수산관련 공동학술대회요약집. 306-307.
- 김강웅 · 구자완 · 김기홍 · 배승철, 2000. 사료내 알로에 첨가가 치어기 넙치의 성장과 영향에 미치는 영향. 춘계수산관련 공동학술대회요약집. 302-303.
- 이영돈 · 송영보 · 문순주 · 박승림 · 문영배, 2000. 키토산 올리고당을 투여한 넙치, *Paralichthys olivaceus*의 성장 효과. 춘계수산관련학회 공동학술대회요약집. 290 - 291.

(접수 : 2002년 2월 4일, 수리 : 2002년 3월 28일)