

## 손바닥선인장 줄기 가수분해 분획물 (MBT-01108)의 넙치 세균성질병 예방효과

지보영 · 이남실<sup>†</sup> · 김주완 · 박미선\* · 정승희  
국립수산과학원 병리연구팀, \*국립수산과학원

### The preventive effects of hydrolysis compound of cactus opuntia genus, *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino against bacterial disease on cultured flounder, *Paralichthys olivaceus*

Bo Young Jee, Nam-Sil Lee<sup>†</sup>, Ju Wan Kim, Mi Seon Park\* and Seung Hee Jeong

Pathology Team, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea

\*National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea

Hydrolysis compound of cactus of opuntia genus, *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino, has predominant anti-bacterial, anti-fungal effects. In this study, we want to know preventive effects of bacterial disease on cultured flounder using the compound (MBT-01108), and physical and physiological responses of those fishes were examined additionally. The MBT-01108 shown any side effect on physical, hematological and histological conditions of fishes. Immunologically, CL (chemiluminescence) response were appeared at MBT-01108 (0.1%) feeding group for 4 weeks. The results of comparative livability at a experimental infection with *E.tarda* and *S.iniae* were 82.5% and 13.5% at 4 weeks MBT (0.1%) feeding group.

*Key words:* *Opuntia ficus-indica*, Hydrolysis compound of cactus, Preventive effect, *Paralichthys olivaceus*

더욱 안전하고 위생적인 수산식품을 선호하는 소비자들의 요구에 따라, 식품의 안전성, 고급화가 고려된 수산식품의 생산이력제 도입이 거론되고 있으며, 식품의 안전성과 관련하여 양식수산물에 안전하게 사용할 수 있는 친환경적인 사료첨가제, 소독제, 치료제의 개발이 절실히 요구되어지고 있다. 천연생약제는 이러한 요구에 대한을 제시해 줄 좋은 대상물질로 생각되어졌으며 Kim 등 (1994)은 천연생약제의 항균활성에 대한 어병세균에 적용을 검토하였다. 이 후, Jung 등 (2001)은 삼지구엽초, 약쑥, 지유에서 추출한 물질을 대상으로 어병세균에 대한 항균력, 어체 면역에 대한 연구조사를 실시하기도 하였다. 이

외에도 천연식물과 망태버섯, 구기자, 오배자, 칠피, 홍삼 등의 추출물이 연구되어졌으며, 이들 물질의 항균효능 (Jo *et al.*, 2002; Kang, 2005; Choi *et al.*, 2004; Choi *et al.*, 2005a) 및 어체 면역반응(Choi *et al.*, 2005b; 김, 1999; 손, 1999)에 관하여 보고하고 있다.

손바닥 선인장 (*Opuntia ficus-indica* var. *Saboten* Makino) 줄기 성분도 이러한 배경에서 관심을 모으고 있는 물질이다. 손바닥선인장의 열매 또는 줄기 점액성물질의 한의학적 효능 (이, 1982)은 잘 알려져 있으며, 특히 항염증효과, 상처치유 등의 효능 및 항균, 항바이러스 활성은 (Ahmad *et al.*, 1996; Chung 2000; Lee, 1997; 박

<sup>†</sup>Corresponding Author : Nam-Sil Lee, Tel : 051-720-2488  
Fax : 051-720-2498, E-mail : namsill@yahoo.co.kr

등, 1998; Park *et al.*, 2001), 치료약물 또는 식품 보존제로써의 활용 가능성을 시사하고 있다. 또한, 손바닥선인장 줄기의 메탄올 추출물은 그람 음성균, 그람 양성균, 항생 물질 내성균과 효모 등에 대해서 항균 활성을 나타내는 광범위한 항균 스펙트럼을 가진 특이적인 항균 활성 물질로 밝혀진 바 있다 (Kim *et al.*, 2005). 본 연구에 사용된 손바닥선인장 줄기 가수분해 분획물에 대한 선행 실험으로 수생균 및 18주의 어병세균을 대상으로 *in vitro*에서 감수성을 관찰한 결과, 기존의 소독제 및 항생물질에 상응하는 좋은 효능을 확인하였다 (정 등, 2006). 그러나 본 물질을 양식어류에 투여하였을 때, 어체에 어떤 영향을 나타내는지에 대해서는 밝혀진 바 없다.

본 연구에서는 손바닥선인장 줄기분말 가수분해 분획물, 이하 MBT-01108의 양식산업에서의 치료제, 소독제로서의 활용 가능성에 대한 기초 자료를 확립하고자 양식어종으로 대표적인 넙치를 대상으로 사료에 첨가 투여하여 어체 내에서의 반응을 혈액학적, 조직학적, 면역학적 방법으로 조사하는 한편, 이 후 세균성질병에 대한 예방효과도 함께 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험어

경북 사설양어장에서 구입한 넙치를 국립수산과학원에 순치하였다가 질병이 없고 외관상 깨끗한 어체를 선별하여 실험구와 대조구로 분리하여 수용하였다. 실험구 120 마리, 대조구 120 마리로 하여 실험구는 두 개 구를 두었으며, 대조구는 한 개 구로 하였다. 사료투여개시 전에 실험구와 상관없이 건강한 어체 10 마리를 선정하여 체중, 간중지수, 헤마토크리치, 혈장분석, 조직학적 검사를 포함한 기초분석을 실험구와 동일하게 실시하였다.

### 사료투여

실험구는 손바닥선인장 줄기분말의 가수분해

분획물은 (주)마이크로바이오텍에서 생산하고 있는 MBT-01108 (이 후 MBT로 약함)을 구입하여 이것을 원액으로 하여 사료에 0.1%가 되도록 하여 상용 EP사료에 흡습시켜 매일 1회 반복 투여 하였다. 대조구는 상용 EP사료를 처리구와 동일한 양으로 투여하였다. 총 사료 투여기간은 12주로 하였다.

### 실험어의 생체, 생리변화측정

임의로 정한 기간 (4주, 8주, 12주)마다 실험구와 대조구에서 10마리씩을 무작위로 선택하여 어체중 및 간중지수 (Hepatosomatic index; HSI)를 측정하였으며, 개체마다 미부정맥에서 채혈하여 Hematocrit (Ht)치를 측정하였으며, 혈장을 분리하여 혈장 성분분석을 실시하였다.

어체중은 각 개체마다 측정하여 평균값을 구하였으며, 간중지수 (HSI)는 개체별 체중과 간중량을 측정하여 (간중량/체중)×100으로 환산하여 10 마리의 평균값을 구하였다. 또한, Ht치는 microhematocrit법으로 측정하여 10마리의 평균값을 구하였다. 혈장분석은 혈액을 원심 (3000 rpm, 15분)하여 얻어낸 혈장을 냉동보관 (-80°C)하였다가 3일 이내에 FUJIDRI-CHEM3000을 사용하여, 총단백질 (Total protein: TP), 포도당 (Glucose: GLU), 총콜레스테롤 (Total cholesterol: Tchol), GOT (AST-PⅢ), GPT (ALT-PⅢ)의 5개 항목에 대하여 측정, 조사하였다. 분석 data는 실험구별로 각각 one-way ANOVA-test를 실시하여, 유의적인 차이가 있으면, Duncan's multiple range test로 평균간의 유의성 (P<0.05)을 분석하였다.

### 조직학적 검사

채혈과 동시에 부검을 실시하고, 아가미, 간, 비장, 신장, 위, 장, 심장을 적당한 크기로 적출하여 중성완충포르말린 고정액에 24 시간 고정한다. 고정된 각 장기는 다시 세절하여 같은 고정액에 2차고정한 후 (12 시간), 수세하여 탈수, 투명화, 파라핀침투 과정을 거친 후 파라핀표본을 만들

고, 마이크로톰을 사용하여 4~5  $\mu\text{m}$  두께로 박절하여 슬라이드글라스에 부착시켜, 건조시켰다. 일반적인 조직관찰에 사용되는 Hematoxyline and Eosin (H&E) 염색을 실시하여 조직표본을 만들어 현미경 관찰하였다.

### Chemiluminascense (CL) 분석

부검 시 적출한 두신은 멸균하여 준비된 nylon mesh (망사천)에 넣어 항생제 (100  $\mu\text{g}/\text{ml}$  penicillin, 100 unit/ml streptomycin)와 헤파린 (10 units/ml)이 첨가된 MEM배지 (4°C)에서 마쇄한다. 걸러진 세포액은 미리 준비된 27~49.5%의 Percoll gradient 상층에 조심스레 넣어 원심 (2000 rpm, 30 분, 4°C)한다. 원심 후 나타나는 leucocyte band를 주사기를 사용하여 추출하여 microtube에 담아 원심 (3000 rpm, 5 분) 하여 모으고, 모아진 세포는 헤파린과 항생제 처리된  $\times 1$  HBSS로 3회 세척(3000 rpm, 5 분, 4°C)한다. 일부 세포를 trypan blue 로 염색하여 cell counting 한 후, 모든 실험구의 cell수를 동일하게 ( $1.5 \times 10^6$  cells/ml) 맞추어 희석하여 준비한다 (생존율  $\geq 95\%$ ). 96well plate를 준비하여 측정용 cell (80  $\mu\text{l}$ )에 luminol (140  $\mu\text{l}$ )을 섞은 후 실온에서 10분 방치한다. 반응이 끝나면 준비된 zymosan (60  $\mu\text{l}$ )을 넣고, 대조구에는 zymosan 대신 HBSS를 넣어 잠시 교반한 후 luminescence counter (Perkin Elmer, USA)로 측정한다 (plate 당 연속 70회 측정).

### Lysozyme 활성

혈장 내 lysozyme 활성측정은 Lang 등 (2001)의 방법에 따랐다. 준비된 혈장 100  $\mu\text{l}$ 를 phosphate buffer solution (pH 6.2)를 이용하여 96well plate에서 2-fold로 4회 단계 희석하고, 희석된 각 단계의 well에 PBS (pH 6.2)로 희석한 0.4 mg/ml의 *Micrococcus lysodekiticus* (Sigma, USA) 균액을 100  $\mu\text{l}$ 씩 첨가한 후 590 nm의 흡광도에서 0, 15, 30, 45, 60분마다 흡광도수치를 측정하였다. 라이소자임 활성의 1 unit는 흡광도

0.001/min을 감소시키는 시료의 양으로 환산하였다.

### 항병력 조사

MBT첨가사료와 일반사료의 투여가 시작되고, 4주째, 8주째, 12주째에 실험구와 대조구를 10마리씩 건져내어 공격실험을 위한 준비를 하였다. 공격실험에는 국립수산과학원 병리연구팀에서 보관 중이던 두 종류의 어병세균, *Edwardsiella tarda* (G3)와 *Streptococcus iniae* (2-24)를 사용하였으며, 주사한 균액의 농도는 각각  $3.72 \times 10^5 \sim 9.28 \times 10^5$  CFU/fish 와  $1.17 \times 10^7 \sim 3.64 \times 10^7$  CFU/fish 였다. 주사 후 2주간의 누적폐사율을 조사하여, 대조구와의 상대생존율로 평가하였다.

## 결 과

MBT첨가사료의 투여기간별 넙치의 생체, 생리변화를 측정된 결과, 체중과 헤마토크리트(Ht)치에는 대조구와 처리구간에 유의성 있는 차이가 없었으며, 사료투여 기간별로도 차이는 없었다. 간중지수 (HSD)는 대조구와 처리구간의 차이는 없었으나, 사료투여의 기간이 길어질수록 대조구와 처리구 내에서 그 수치가 낮아지는 것을 알 수 있었다 (Table 1). 혈청성분의 분석결과에서도 GOT, GPT, GLU, TP, Tchol 의 5항목 모두에서 대조구와 처리구 간에, 기간에 따라서도 유의성 있는 차이는 인정되지 않았다 (Table 2).

기간별로 간, 비장, 신장, 소화관, 심장, 아가미에 대한 조직학적 검사를 실시한 결과, 처리구의 조직에서 사료첨가물질로 인한 조직변성은 나타나지 않았다. 대조구와 처리구 모두에서 4주에서 12주로 갈수록 간세포의 약한 위축은 나타났지만 뚜렷한 변성변화는 관찰되지 않았으며, 다른 장기의 조직소견에서도 대조구와 처리구간에 차이는 나타나지 않았다. 간 조직에 한하여 대조구와 처리구의 각 기간별 조직사진을 그림 1에 나타내었다 (Fig.1).

**Table 1.** Physical and Hematological changes in flounders fed commercial EP (Control) and MBT (0.1% of feed) absorbed EP (MBT) for 12 weeks

Division	Feeding period	Control <sup>2</sup>	MBT <sup>2</sup>
Body weight (g)	0 week		147.9
	4 weeks	155.3	171.8
	8 weeks	194.9	187.7
	12 weeks	195.4	196.6
Hepatosomatic index <sup>1</sup> (HSI)	0 week		1.32
	4 weeks	1.48	1.69
	8 weeks	1.68	1.48
	12 weeks	1.17	0.95
Ht (%)	0 week		32
	4 weeks	34.7	34.1
	8 weeks	45.0	45.0
	12 weeks	35.9	41.0
GOT (U/L)	0 week		15
	4 weeks	27.4	25.4
	8 weeks	26.3	27.3
	12 weeks	25.4	49.0
GPT (U/L)	0 week		3
	4 weeks	2.7	2.2
	8 weeks	2.6	3.8
	12 weeks	3.5	3.3
GLU (mg/dL)	0 week		23.0
	4 weeks	11.3	8.0
	8 weeks	8.0	8.7
	12 weeks	18.5	23
TP (g/dL)	0 week		3.7
	4 weeks	5.0	5.6
	8 weeks	5.4	6.2
	12 weeks	5.5	5.6
TCHO (mg/dL)	0 week		286
	4 weeks	335.7	321.2
	8 weeks	304.9	350.8
	12 weeks	287.3	361.3

<sup>1</sup>. (whole liver wight/whole body weight) × 100<sup>2</sup>. Mean, n=10

**Table 2.** Immunological effects in olive flounder fed commercial EP and MBT (0.1% of feed) absorbed EP for 12weeks

Item	Feeding period	Control <sup>1</sup>	MBT <sup>1</sup>
CL (peak) (mV)	4 weeks	<b>1,515 ± 489<sup>2</sup></b>	<b>4,007 ± 1117<sup>2</sup></b>
	8 weeks	225 ± 178	333 ± 182
	12 weeks	3,523 ± 3,328	6,585 ± 4,864
Lysozyme activity (units/ml)	4 weeks	49 ± 25	59 ± 50
	8 weeks	148 ± 135	116 ± 78
	12 weeks	32 ± 15	26 ± 15

<sup>1</sup> n=4.

<sup>2</sup> mean ± S.D.

**Hard letter** indicates p<0.05

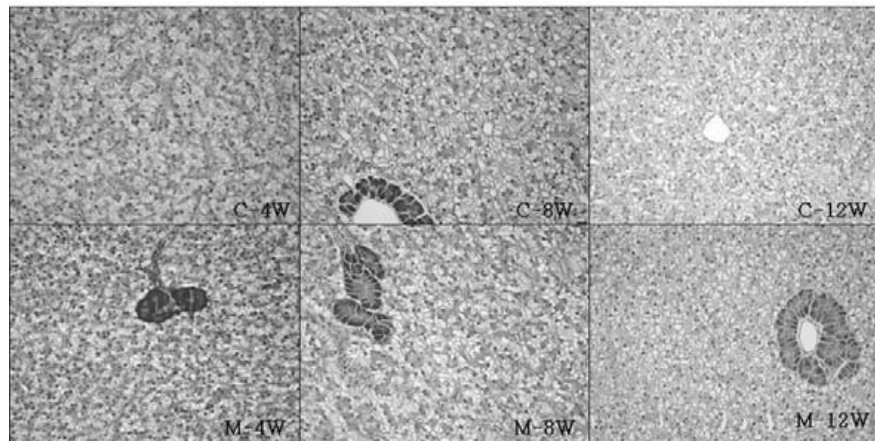


Fig. 1. Liver tissue features of flounders fed commercial EP (Control) and MBT absorbed EP (MBT) for 12 weeks (H&E stain, ×200). Up line is Control group and down line is MBT group. Left figures are 4 weeks (C-4W, M-4W), middle figures are 8 weeks (C-8W, M-8W) and right figures are 12 weeks (C-12W, M-12W) after feeding. There are not any degenerative features except for slight atrophy of hepatocytes at control and MBT group after 12 weeks feeding.

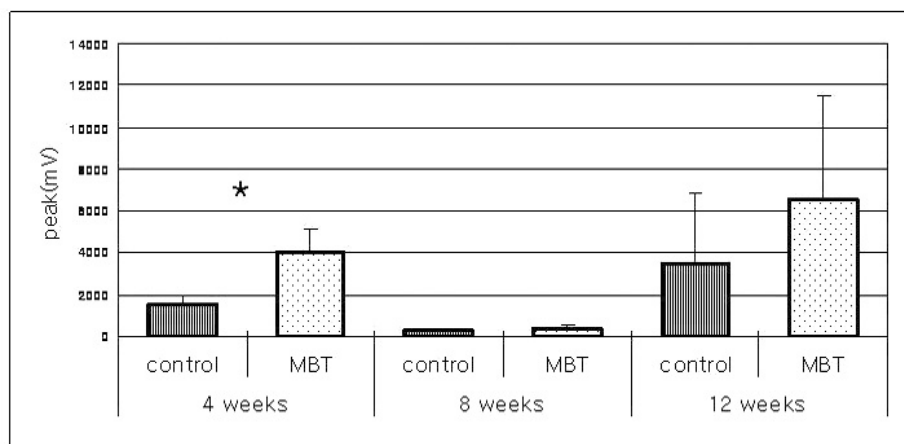


Fig. 2. Chemiluminescence response of head kidney macrophages from flounders fed MBT absorbed EP (0.1% of feed) for 12 weeks. \* indicates p<0.05 (Control; commercial EP, MBT; MBT absorbed EP)

**Table 3.** Comparative livability<sup>1</sup> of experimentally infected flounders with *E. tarda*<sup>2</sup> and *S. iniae*<sup>3</sup>, that fed MBT (0.1% of feed) absorbed EP for 12 weeks

Division	Feeding period		
	4 weeks	8 weeks	12 weeks
<i>E.tarda</i>	82.0%	<0	0
<i>S.iniae</i>	13.5%	28.6%	0

<sup>1</sup> 1-(Mortality of MBT fed group (%) / Mortality of control group (%)) × 100

<sup>2</sup> *E. tarda* (3.72~9.28 × 10<sup>6</sup> CFU/fish, 0.1ml/fish)

<sup>3</sup> *S. iniae* (1.17~4.13 × 10<sup>7</sup> CFU/fish, 0.1ml/fish)

대식세포 내 활성산소 측정 (CL)과 라이소자임 활성도에 대한 결과는 Table 3에서 나타내는 것과 같이, CL 측정에서 4주째 MBT 첨가사료 투여구에서 대조구와 유의성 있는 차이를 나타낸 것 이외에는 기간별, 실험구별 유의성이 나타나지 않았다. CL 측정에 대한 결과만을 다시 그래프로 나타낸 것이 Fig. 2이다. 4주째 CL 수치의 peak 수치가 대조구와 실험구간에 유의차를 나타내었으며, 이후 8주와 12주에서는 유의차가 나타나지 않았다.

*E. tarda*와 *S. iniae*에 대한 MBT 0.1% 첨가사료의 투여 기간별 항병효과는 4주째 *E. tarda*에 대한 상대생존율이 82%로 월등히 높았으며, *S. iniae*에 대해서도 4주째, 8주째 각각 13.5%, 28.6%로 약간 높은 상대생존율을 나타내었다. 그 결과를 Table 4와 5에 나타내었다.

## 고 찰

손바닥선인장 열매의 항산화 및 항균특성 (Chung *et al.*, 2000)에 관하여 이미 알려져 있으며, 그 추출물이 *in vitro*에서 대식세포의 cytokine 분비에도 영향을 주는 것으로 보고하고 있다 (Moon *et al.*, 1998). 또한 손바닥선인장 줄기의 추출물은 광범위한 항균활성을 가짐은 물론 (Kim *et al.*, 2005), 본 추출물이 어병세균이나 수생균에 대해서도 탁월한 항균, 항진균 효능을 나타내는 것이 조사되었다 (정 등, 2006). 본 연구

에서는 이러한 내용을 바탕으로 본 물질을 양식 수산생물에 적용해 보고자 하였으며, 특히 세균성 어류질병에 대하여 예방효과를 가져올 수 있는지에 관하여 검토하기 위하여, 우리나라 대표 양식어종인 넙치를 대상으로 사료에 첨가하여 투여함으로써 넙치 체내에서 기초생리 반응과 함께 세균성질병에 대한 항병력을 조사하였다.

체중변화에 있어서는 기간별, 실험구별 비교하여 유의성이 없었으나, HSI의 경우 4주째보다 12주째에 대조구, 첨가사료 투여구 모두에서 수치가 떨어지는 것을 알 수 있었다. 대조구와 첨가사료 투여구 사이에서 유의성 있는 차이는 없었으나 기간이 길어질수록 두 실험구 모두 HSI의 수치가 떨어지는 것을 확인하였다. 이는 실험기간이 길어질수록 하루 동안 섭취하게 되는 사료의 양이 줄어들었던 것을 원인으로 추정하고 있다 (Boujard and Leatherland, 1992). 특히 MBT 첨가사료 투여구의 경우 4주, 8주, 12주로 갈수록 HSI가 줄어드는 것이 명확히 나타났으며 이것은 사료에 첨가된 MBT가 일반사료와 비교하여 어류에 거부반응을 일으킬 수 있는 미약한 맛의 차이를 나타내고 있을 가능성도 있어 이러한 점도 장기적인 투여에는 고려되어야 할 부분으로 생각된다.

그러나 혈액의 Ht와 혈장성분 분석에서 기간별, 실험구별로 유의성 있는 차이가 관찰되지 않는 것에서 넙치의 기초생리활성에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다. 조직학적 관찰에

도 12주째 나타나는 약한 간세포의 위축을 이외에는 특기할 만 한 간조직의 변성, 변화가 인정되지 않았으며, 그 외 장기의 조직에서도 MBT 첨가사료 투여로 인한 영향은 관찰되지 않았다.

MBT첨가사료 투여로 인한 넘치의 면역기능 조절과의 관련성 조사를 위해, 기간별로 CL과 라이소좀 활성을 관찰하였다. CL은 림프구 및 대식세포의 활성능력을 관찰하는 것으로 MBT 첨가사료 투여구에서 4주째 대조구와 유의성 있는 차이를 나타내었으며, 이후에는 유의성이 관찰되지 않아, 4주째까지는 식세포의 활성에 영향을 미치지 않지만 그 이후에는 영향력이 없음을 확인하였다. 라이소자임활성은 혈청 내 용균활성 능력과 관련되며, 기간별 MBT첨가사료투여로 넘치의 생리활성에 영향을 나타내지 않는 것으로 판단되었다. 이상의 결과는 0.1% MBT 첨가사료 투여는 4주째까지는 넘치의 면역활성에 영향을 미치지 않지만 그 이후에는 큰 영향력이 없음을 설명하고 있다.

기간별 항병능력에 관해서도 *E. tarda*에 대한 공격실험에서 MBT첨가사료를 4주 투여한 실험구가 대조구와의 상대생존율에서 좋은 결과를 나타내었으나 그 이후는 대조구와 생존율에 차이를 나타내지 않았다. *S. iniae*에 대한 공격실험에서도 MBT첨가사료 투여구 중 4주, 8주에서 상대생존율이 높게 나타났으나 12주째는 대조구와 생존율 차이가 나타나지 않았다. *S. iniae*의 공격실험의 경우 세균의 주사농도를 반수치사농도로 잡았으나 실제 대조구와 첨가사료 투여구에서 그 이상의 누적폐사가 나타나 *E. tarda*의 공격실험에서 보다 상대생존율이 낮아지는 경향은 있었으나 MBT첨가사료 투여구에서 상대생존율이 높게 나타나는 것은 확인되었다.

일부 생약재나 추출물에 관한 항균, 항진균 효능에 관하여 보고한 예는 많이 있으나 (Choi *et al.*, 2005a; Kang, 2005; Choi *et al.*, 2004), 세균성질병에 관한 예방효과와 관련하여서는 면역반응에 대한 내용 (Choi *et al.*, 2005b) 이외에는 직접적인 감염실험을 통한 효능시험은 드물다 (허

등, 2003). 본 연구 결과에서 MBT의 장기간의 항병효과를 증명하지 못하였으나, 12주 동안의 투여에서 4주째 높은 상대생존율을 가져오는 것을 확인하였다. 대조구와 함께 HSI가 줄어드는 것으로 알 수 있는 것처럼, 실험어가 MBT첨가사료를 장기간 같은 양 섭취하지 못하였을 가능성을 고려할 때, 사료첨가물으로써 활용성을 높이기 위해서는 일정기간 어류의 거부반응 없이 일정 양 체내 흡수시킬 수 있는 방법도 생각하여야 할 것이다. 또한 MBT의 항균효능도 다른 생약재나 추출물에 비해 월등하므로 세균성질병의 치료제로써 효능도 이 후 검토하여야 할 과제이다.

## 요 약

손바닥선인장 가수분해 추출물을 양식어류의 사료에 첨가 투여하였을 때 어류의 체내 생리활성변화 유도 또는 세균성질병에 대한 예방효과를 가져오는지를 검토하였다. 체중, HSI, Ht수치, 혈장성분분석, 조직학적 검사에서 대조구와 첨가사료 투여구 사이에서 유의한 차이는 인정되지 않았으나, 면역활성 조사에서 첨가사료 투여구의 4주째 CL수치가 대조구와 비교하여 유의성을 나타내었다. 그러나 라이소자임 활성에는 변화가 없었다. 어병세균으로 대표적인 *E. tarda*와 *S. iniae*에 대한 공격실험에서도 4주째 첨가사료를 먹인 처리구가 대조구와의 상대생존율에서 각각 82.0%와 13.5% 수치를 나타내었다.

## 참 고 문 헌

- Ahmad, A., Dacies, J., Randall, S. and Skinner, G.R.B.: Antiviral properties of extract of *Opuntia streptacantha*. *Antiviral Research.*, 30: 75-85, 1996.
- Choi, H.S., Kim, Y.C., Lee, J.S., Jo, M.R., Seo, C.H. and Park, S.L.: Antibacterial activities of hot-water and ethyl alcohol extracts of

- medicinal herbs on fish pathogenic bacteria. *J. Fish Pathol.*, 17: 39-55, 2004.
- Choi, H.S., Kim, J.W., Jang, D.S., Yu, Y.B. Kim, Y.C. and Lee, J.S.: Antibacterial activities of *Galla rhois* extracts against fish pathogenic bacteria. *J. Fish Pathol.*, 18: 239-246, 2005a.
- Choi, M.S., Park, S.W. and Park, K.H.: Effect of Red ginseng extract on immune function of Israeli carp. *Cyprinus carpio*.. *J. Fish Pathol.*, 18: 277-286, 2005b.
- Chung, H.J.: Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Korean J. Food Sci.*, 16(2): 160-166, 2000.
- Jo, M.R., Kim, J.W. and Kim, D.S.: Antimicrobial effects of natural plant and mushroom, *Dicyphora indusiata* extracts on fish pathogenic bacteria. *J. Kor. Fish. Soc.*, 35: 578-582, 2002.
- Jung, S.H., Shon, Y.C. and Kim, Y.C.: In vitro effect of water extract of medicinal herbs on antimicrobial activity against fish pathogenic bacteria and superoxide production of kidney phagocytes in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*., *J. Fish Pathol.*, 14: 3-10, 2001.
- Kang, S.Y.: The antimicrobial compound of *Thuja verniciflua* barks against fish pathogenic gram-negative bacteria *Edwardsiella tarda* and *Vibrio anguillarum*. *J. Fish Pathol.*, 18: 227-238, 2005.
- Kim, H.N., Kwon, D.H., Kim, H.Y. and Jun, H.K.: Antimicrobial activities of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino Methanol Extract. *J. Life Sci.*, 15: 279-286, 2005.
- Kim, Y.G., Rho, B.J. and Lee, K.K.: Antimicrobial activity of *Artemisia princeps* var. *orientalis* essential oil against fish pathogenic bacteria. *J. Fish Pathol.*, 7: 105-112, 1994.
- Lang S., Gudmundsdottir, B.K. and Magnadottir, B.: Humoral immune parameters of cultured Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Fish Shellfish Immunol.*, 11: 523-535, 2001.
- Lee, H.J.: A study on antiulcer effects of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rat. M.S. thesis. Seoul National Univ., Seoul. Korea, 1997.
- Moon, C., Shin, T., Lee, S., Kim, S., Choi, Y. Jeong, K. and Kim, S.: Cytokine induction of *Opuntia ficus-indica* extract on cultured macrophages. *J. Neuroimmunol.*, 90: 52, 1998.
- Park, E.H. and Chun, M.J.: Wound healing activity of *Opuntia ficus-indica*. *Fitoterapia*, 2: 165-167, 2001.
- Boujard, T. and Leatherland, J.F.: Circadian pattern of hepatosomatic index, liver glycogen and lipid content, plasma non-esterified fatty acid, glucose, T3, T4, growth hormone and cortisol concentrations in *Oncorhynchus mykiss* held under different photoperiod regimes and fed using demand-feeders, *Fish Physiol. Biochem.*, 10:111-122, 1992.
- 김이청: 구기자 투여가 나일틸라피아, *Oreochromis niloticus* 의 면역반응에 미치는 영향. 부경대학교 대학원 이학박사 학위논문, 1999.
- 박은희, 황성은, 강자훈: 손바닥선인장 항염증활성. *약학회지*, 42:621-626, 1998.
- 손영찬: 식물성 생약재 추출물과 mitogen이 나일틸라피아, *Oreochromis niloticus* 의 대식세포 활성화에 미치는 영향. 부경대학교 대학원 이학석사 학위논문, 1999.
- 이시진: 重訂 本草綱目(上,下). 文化圖書公司, 1982.
- 정승희, 이남실, 김나영, 박미선, 지보영: 손바닥선인장 줄기분말 가수분해분획물 (MBT-01108)의 어류 수생균 및 병원성 세균에



대한 항균효능. 2006년도 추계 한국어병  
학회 학술발표회 발표요지집, 64-65. 2006.  
허승담, 박달수, 고경민, 김문관, 손원근, 이두식,  
신태균: 양식넙치에서 손바닥선인장 발효  
물의 항균효과. 한국수의공중보건학회지,

27: 143-147. 2003.

---

Manuscript Received : March 7, 2007

Revision Accepted : April 6, 2007

Responsible Editorial Member : Moon-Soo Heo  
(Jeju Univ.)