

〈Note〉

## 양식 메기의 라이소자임 활성 및 항균력에 미치는 오배자 추출물의 투여 효과

김진도 · 이남실 · 최혜승<sup>1</sup> · 김경덕<sup>2</sup> · 조혜인<sup>3,\*</sup>

국립수산과학원 병리연구과, <sup>1</sup>내수면양식연구센터

<sup>2</sup>사료연구센터, <sup>3</sup>경상북도 토속어류산업화센터

### Effect of Dietary Supplementation with *Galla rhois* Extract on Lysozyme and Antibacterial Activity of the Cultured Catfish (*Silurus asotus*)

Jin-Do Kim, Nam-Sil Lee, Hye-Sung Choi<sup>1</sup>, Kyoung-Duck Kim<sup>2</sup> and Hye-in Jo<sup>3,\*</sup>

Pathology Division, Aquaculture Research Institute, National Fisheries Research &  
Development Institute, Busan 46083, Korea

<sup>1</sup>Inland Aquacultural Research Center, NFRDI, Changwon, Korea

<sup>2</sup>Aquafeed Research Center, NFRDI, Pohang, Korea

<sup>3</sup>Gyeongbuk Native Fish Business Center, Uiseong 37366, Korea

**Abstract** - We are aim to evaluate lysozyme and antibacterial activity of cultured catfish, *Silurus asotus*, that fed supplementally with *Galla rhois* extracts for eight weeks. Lysozyme activity in the spleen and serum of administrated group was higher than not administrated group, but in mucus of the lysozyme activity was no regular than other organ. The lysozyme activity of the spleen, kidney, serum of administrated fishes were increased after 2 weeks and that was highest after 8 weeks. Ht and GLU in serum of administrated fishes were gradually increased but GOT was decreased after 8 weeks. There is no significant differences in HB (Hemoglobin) and TP (Total Protein) each groups. Furthermore, there is no pathohistological changes of kidney and liver of tested fishes. The cumulative survival rates of administrated group after intraperitoneal injection of *Aeromonas veronii* with  $6.5 \times 10^6$  cfu mL<sup>-1</sup> was presented 33% in 9 days. As the Results, *Galla rhois* extracts has any beneficial effects for immunity elevation and antibacterial activity in catfish, *Silurus asotus*.

**Key words** : lysozyme activity, antibacterial activity, catfish, *Silurus asotus*

\* Corresponding author: Hye-in Jo, Tel. 010-2052-6835,  
Fax. 054-830-8809, E-mail. cho6835@korea.kr

## 서 론

한약재를 비롯한 천연 생약재는 오래 전부터 질병치료 및 예방과 관련한 생리활성을 위해 연구되어 왔으며 과학적으로 그 효능이 입증되고 있다. 천연 생약재에 존재하는 항균성 물질들은 어류 양식 분야에서도 친환경 사료첨가제, 소독제, 치료제로 활용할 수 있는 방안에 대해 활발히 연구 중이다. 천연 생약재에 존재한 항균성 물질은 항생제나 합성 화학 요법에 비해 식품에 대한 안정성이 높으며 내성균 출현의 우려가 적은 장점이 있다(Cho *et al.* 2003). 최근 건강 관리에 대한 관심이 높아지고 있는 국민적 정서를 고려하면 항생제나 화학적 제제를 대체할 수 있는 천연 약재에 대한 연구와 개발이 요구되고 있다. 천연 생약재의 어류 질병 세균에 대한 항균력에 관한 연구는 썩 정유의 항균력에 관한 검색이 처음이며(Kim *et al.* 1994), 구기자 분말 투여가 백신 처리에 미치는 효과(Kwon *et al.* 1999), 녹차 추출물(Park *et al.* 1999), 천연식물 및 망태버섯의 추출물(Jo and Kim 2002) 등의 천연 생약재의 어류 질병 세균에 대한 항균력에 관한 연구들이 있다. 오배자와 관련된 연구는 오배자를 비롯한 생약재 48종에 대한 열수 및 알코올 추출물로부터 어류질병 세균 19종에 대한 항균력을 조사하여 그중 오배자가 항균력이 가장 광범위하고 높다고 보고된 바 있다(Choi 2003).

오배자는 매미목의 진딧물과의 곤충인 오배자 면충이 야산에 기생하는 붉나무의 새잎에 기생함으로써 형성된 충영으로 일본, 중국과 함께 우리나라 각지에 분포하며, 주성분인 탄닌의 수렴작용에 의하여 지사, 지혈, 해독, 항균, 항 바이러스 및 항진균 등의 효력을 가지고 있다고 알려져 있으며 설사, 대장염, 이질, 위장출혈, 혈변, 구내염 등의 치료제로 사용하고 있다(Kim *et al.* 2008).

메기는 국내의 내수면 양식어류로서 그 생산량 및 소비가 1990년 이후 꾸준히 증가하여 주요 양식대상품종으로 알려져 있다. 본 연구는 오배자의 추출물을 양식 메기의 사료에 첨가하여 일정기간 투여한 후 성장 및 비특이적으로 나타나는 면역 반응을 조사하고, 메기에 표피박리를 일으키는 원인 균인 *Aeromonas veronii*균의 공격실험을 통해 그 효능을 확인하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험어

시험어는 전복에 소재하는 메기 양어장에서 사육 중이던 건강한 어류를 연구소로 이동하여 사용하였다. 이동된 어류

들은 폭 80 cm, 길이 3 m의 유수식 수조 2개에 시험구와 대조구를 설정하여 한 수조당 100마리씩을(평균무게 71.66±10 g) 수용하였다. 수용된 어류들은 1주일간 먹이에 대한 순치를 실시한 후, 오배자 추출물의 투여를 실시하였다.

### 2. 실험용 사료의 제작 및 투여 방법

실험에 이용한 오배자 추출물은 오배자 1 kg, 감초 15 g, 물 30 L를 넣고 끓인 후 고압가온(110~140°C)하여 3시간 경과 후 1/5 비율로 만들어 최종 6,000 mL로 만들었다. 이것을 밀봉파우치로 제작(100 mL, 60봉지)하여 사료 12 kg당 100 mL(1봉지)씩 혼합하여 사료를 제조하였다. 추출물의 사료에 대한 첨가 비율은 0.05% 비율로 사전 예비실험의 결과로 판단하였다.

대조구는 추출물을 첨가하지 않은 사료를 공급하였으며 각각 제조된 사료는 매일 일정한 분량을 1회에 공급하였다. 시험기간 중 어류의 성장에 따라 공급하는 사료의 양을 증가시켜 주었다.

### 3. 성장 및 혈액성분의 변화

시험구별 어체의 성장을 조사하기 위해 시험개시, 2주, 4주 및 8주차에 시험구와 대조구에서 각각 10마리씩을 무작위로 선택하여 체중 및 길이를 측정하였다. 또한 시험어의 생리적 변화를 조사하기 위하여 어류를 MS-222(Sigma Co.)로 마취시킨 후 혈액을 채취하였다. 혈액의 채취는 일회용 주사기로 어체의 꼬리부분의 정맥으로부터 1 mL 전후의 양을 취하였다. 채취된 혈액 중 100 µL는 항응고제(10% EDTA)를 처리한 후, 20시간 이내에 적혈구용적률(Hematocrit, Hct)과 혈색소함량(Hemoglobin, Hb)의 분석에 사용하였다. 나머지의 혈액은 60분간 실온에 방치한 후 4°C에서 1시간 정도 두어 혈액을 수축시킨 다음 4°C 원심분리기(8,000 rpm, 15분)를 이용하여 혈청을 분리하였다. 혈청을 냉동보관(-80°C)하였다가 3일 이내에 혈액화학분석기(FUJI DRY CHEM3500i)를 사용하여 혈액 생화학적 변화를 측정하였다. Hematocrit의 측정은 micro-hematocrit법으로, Hemoglobin은 Cyanomet haemoglobin법으로 측정하였다. 혈청의 생화학적 성분인 혈당(GLU, glucose), GOT (glutamate oxaloacetate transaminase), GPT (glutamate pyruvate transaminase), 총콜레스테롤(TCHO, total cholesterol), 총단백질(TP, total protein) 5개 항목을 측정하였다.

### 4. 조직학적 검사

시험어의 조직학적 검사를 위하여 시험구 및 대조구의 시

험어로부터 채혈시기와 맞추어 2, 4 그리고 8주에 각 5마리씩 채혈 후 해부하여 간, 비장 및 신장 조직을 채취하였다. 각 조직은 10% 중성완충포르말린에 24시간 전고정한 후 세절하여 후고정(12~24시간)하였다. 조직표본제작을 위한 파라핀블럭은 고정된 조직을 수세하여 단계별로 제조된 알콜계열을(100~60%) 통과시켜 탈수한 후, Xylene을 사용하여 투명화하였다. 이를 다시 파라핀 침투과정을 거친 다음 포매를 실시하였다. 파라핀 절편은 Rotary type 마이크로톰을 이용하여 4  $\mu\text{m}$  두께로 박절하여 조직절편을 만들었으며 이를 Hematoxyline and Eosin (H&E) 염색을 실시하여 광학현미경하에서 관찰하였다.

### 5. Lysozyme 활성

Lysozyme activity 시험은 혈청, 조직, 체표 점액을 사용하여 Parry *et al.* (1965)의 turbidimetric method에 준하여 실시하였다. 실험용 균액은 0.05 M sodium phosphate buffer (pH 6.2)에 그람 양성 세균인 *Micrococcus lysodeikticus* (Sigma Co.)을 0.2 mg mL<sup>-1</sup>의 농도로 현탁시켜 사용하였다.

어류의 혈청을 10배 희석하여 96 well microplate에 100  $\mu\text{L}$ 씩 분주 한 후 곧바로 *Micrococcus lysodeikticus* (Sigma Co.)의 현탁액 100  $\mu\text{L}$ 를 혼합하여 마이크로 플레이트 리더 (microplate reader)기에서 37°C에서 5분 및 30분간 600 nm에서 측정하여 흡광도의 감소율을 측정하였다.

신장 및 비장의 lysozyme activity는 상기의 방법을 약간 변형하여 분석하였다.

0.1 g의 조직을 10배량의 0.05 mM sodium phosphate buffer (pH 6.2)로 충분히 균질화한 후, 원심분리 (12,000 rpm, 4°C, 10 min)하여 상등액을 얻은 후, 상등액을 흡광도 600 nm에서 O.D 1.0으로 보정하여 상기와 같은 방법으로 측정하였다.

체표 점액의 경우 실험어를 Kim *et al.* (1992)의 방법에 따라 체표점액을 취한 후 채취된 시료에 5배량의 0.05 mM sodium phosphate buffer (pH 6.2)를 첨가하여 균질화한 후 원심분리 (12,000 rpm, 4°C, 20 min)한 다음, 상등액을 용균 활성 측정용 시료로 사용하였다. 체표점액의 lysozyme activity는 Takahashi *et al.* (1986)의 방법에 따라 상기와 같은 방법으로 5배로 희석한 점액시료 100  $\mu\text{L}$ 에 현탁한 *Micrococcus lysodeikticus* (Sigma Co.)균액 100  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 37°C에서 5분 및 30분간 반응시킨 후 600 nm에서 흡광도의 감소량을 측정하였다.

### 6. *Aeromonas veronii*에 대한 저항성

생약재의 투여에 따른 어류병원성 세균에 대한 저항성

을 확인하기 위하여 메기에 주로 발생하는 병원성 세균인 *Aeromonas veronii* 균주를 사용한 공격실험을 실시하였다.

분리된 균주는 *Aeromonas veronii*에 감염되어 폐사된 메기로부터 분리된 균주였으며 TSA 평판배지에서 25°C, 48시간 배양하였다. 배양된 균을 주사하기 전에 멸균생리식염수를 이용하여 평판배지 위의 세균을 모아 10 mg mL<sup>-1</sup>의 농도로 원액을 만들어 준 뒤 이를 멸균생리식염수에 희석하여 6.5  $\times 10^7$  cfu mL<sup>-1</sup>로 부유시킨 균액을 0.1 mL씩 근육에 주사한 다음, 2주간 생존율을 조사하였다.

## 결 과

### 1. 성장 및 혈액성분의 변화

8주간 오배자를 투여한 시험구와 일반사료만 먹인 대조구간의 성장도를 비교한 결과, 4주째까지는 성장에 큰 유의차가 없었으나, 8주째에 시험구가 대조구에 비해 유의적인 차이를 나타내었다 (Fig. 1).

또한 시험구 및 대조구의 혈액성분에 있어서의 변화를 분석한 결과, Hemoglobin (HB)은 시험구와 대조구 간의 큰 유의적인 차이는 나타내지 않았으나 Hematocrit (Ht) 수치는 시험구가 대조구에 비해 높게 나타났다. 수치의 차이는 오배자 추출물 투여 8주 후에 높게 나타났다. Total cholesterol (TCHO)와 Triglyceride (TG)는 2주차에는 시험구가 대조구보다 높게 나타났지만 4주차에는 감소하는 경향을 보였으며 8주차에 다시 높게 나타났다. Glucose (GLU)는 대조구가 2주차, 4주차에 월등히 높은 값을 나타내었으나 8주차에 대조구와 시험구가 비슷한 값을 나타내었다. Total Protein (TP)은

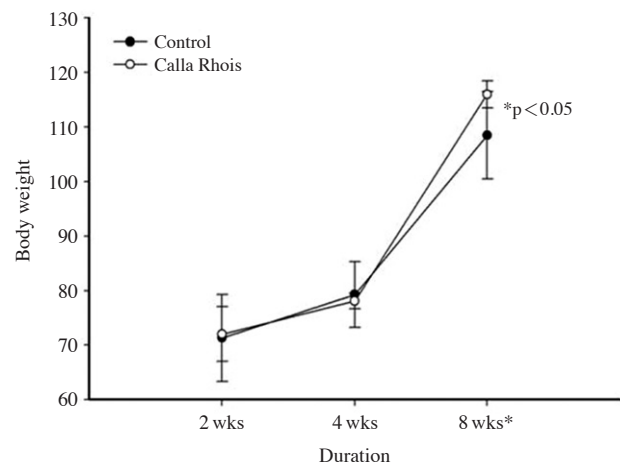
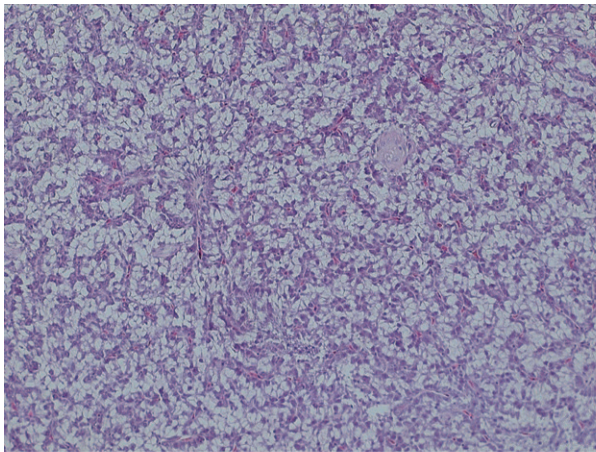


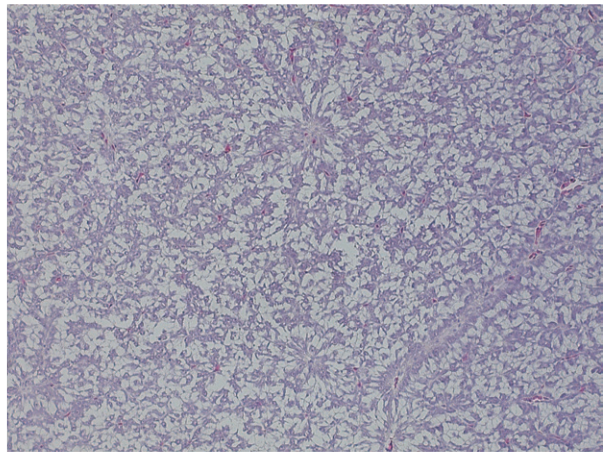
Fig. 1. The growth rate of catfish, *Silurus asotus*, fed with *Galla rhois* extract supplemented diet for 8 weeks.

**Table 1.** Physiological and hematological changes in catfish *Silurus asotus*, fed with *Galla rhois* extraction supplemented diet for 8 weeks

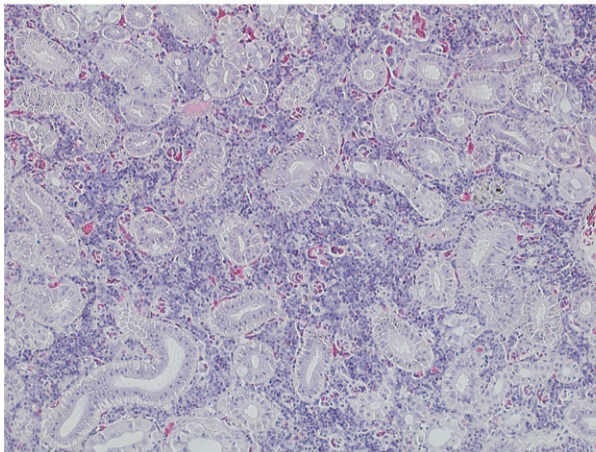
Duration		Body weight	Length (cm)	HB (g dL <sup>-1</sup> )	Ht (%)	GPT (UI <sup>-1</sup> )	GOT (UI <sup>-1</sup> )	TP (g dL <sup>-1</sup> )	TG (mg dL <sup>-1</sup> )	TCHO (mg dL <sup>-1</sup> )	GLU (mg dL <sup>-1</sup> )
2 wks	Cont.	71.32 ± 10	23 ± 1.16	10.46 ± 1.04	24.4 ± 0.81	7.6 ± 1.56	93 ± 6.47	3.7 ± 0.08	456.6 ± 36.8	173.4 ± 35.5	188.6 ± 19.6
	Galla rhois	72 ± 15	22.4 ± 2	10.8 ± 1.02	28.8 ± 1.4	8.6 ± 0.25	109 ± 14	4 ± 0.39	480 ± 12.2	223.4 ± 58	86.2 ± 11
4 wks	Cont.	79.3 ± 6.02	24.5 ± 0.5	17.3 ± 1.1	25 ± 1.64	6.6 ± 1.2	88.2 ± 10	3.08 ± 0.16	295.6 ± 56	135.2 ± 23	161 ± 42
	Galla rhois	78.1 ± 1.5	23.5 ± 0.2	17.16 ± 1.2	29.4 ± 1.8	7.6 ± 0.92	105 ± 20	3.08 ± 0.08	271 ± 18	106.6 ± 4.2	112.8 ± 19
8 wks	Cont.	108.5 ± 8	26.9 ± 0.8	10.13 ± 0.7	25.75 ± 3.6	6.75 ± 0.75	83.25 ± 4	3.38 ± 0.1	370.2 ± 10	90.25 ± 2.5	127.5 ± 23
	Galla rhois	115.5 ± 2.5	29 ± 1.2	10.55 ± 1.1	34 ± 1.3	8 ± 1.4	76.8 ± 18	3.95 ± 0.1	450 ± 12	150.5 ± 29	128 ± 16



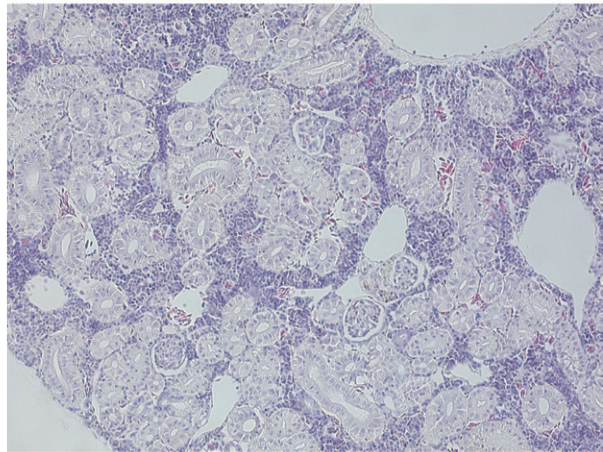
Liver of experimental group (×200)



Liver of control group (×200)



Kidney of experimental group (×100)



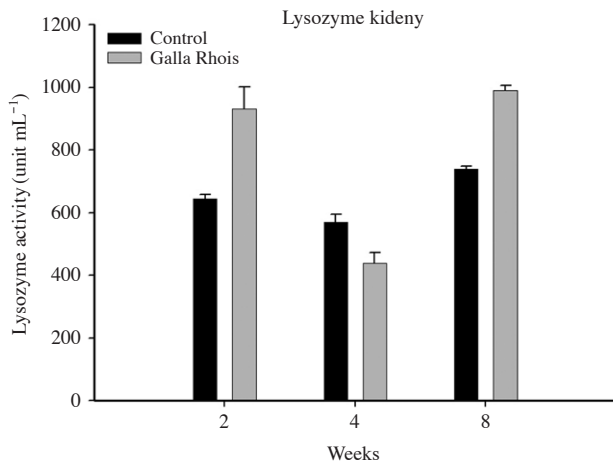
Kidney of control group (×100)

**Fig. 2.** Histopathological changes in the liver and kidney of catfish, *Silurus asotus*, fed with *Galla rhois* extraction supplemented diet for 8 weeks.

시험기간 중 큰 차이 없이 비슷한 값을 나타내었으며 간의 기능과 관련 있는 GOT, GPT의 경우 시험구에서 약간 높은 값을 보이고 있었다(Table 1).

## 2. 조직학적 검사

시험구 및 대조구의 2, 4 그리고 8주째의 조직표본을 관찰

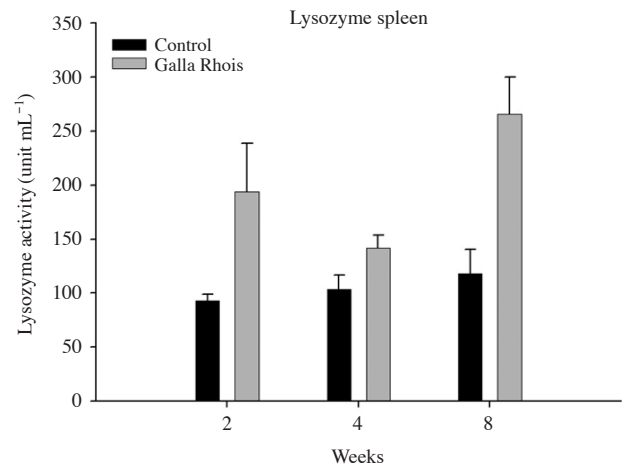


**Fig. 3.** Changes of lysozyme activity in the kidney from the catfish, *Silurus asotus*, fed with *Galla rhois* extraction supplemented diet for 8 weeks.

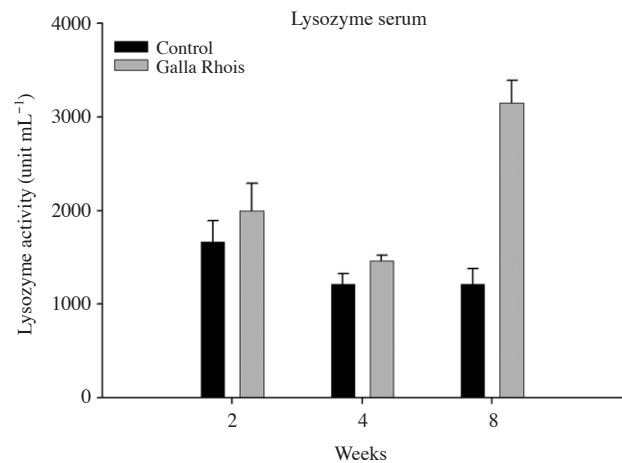
한 결과, 간, 비장 그리고 신장 조직의 변성이 시험구와 대조구의 뚜렷한 차이나 변화가 없는 것으로 나타났다. 또한 8주째 시험구의 간 조직은 대조구보다 세포의 크기가 균일하고 미세혈관과 세포막 구조가 명확히 구분되어 조직이 대조구에 비해 오히려 구조적으로 안정되어 보였다. 비장의 경우, 시험구의 비장조직 내의 백혈구가 다소 많은 수가 넓게 분포하는 경향을 나타내었으며, 신장의 조직은 대조구와 비교하여 별다른 차이를 나타내지 않았다(Fig. 2).

### 3. Lysozyme 활성

오배자 추출물을 투여한 후, 2주차, 4주차, 8주차에 어류의 각 신장, 비장, 혈청 및 점액의 lysozyme activity를 측정한다. 결과, 모든 시료에서 lysozyme activity가 8주차에 대조구보다 높게 나타나면서 가장 높게 나타나는 경향을 보였다. 먼저 신장의 경우, 투여후 2주차에 유의한 차이를 보이고 4주차에는 활성이 낮아지면서 대조구와 차이를 보이지 않았다. 8주차에 다시 증가하여 대조구와 유의차를 보이면서 가장 높게 나타났다(Fig. 3). 비장의 경우, 2주차에 신장과 비해 대조구와 유의차가 많게 나타났으며 4주차에는 대조구보다 약간 높았다. 8주차에는 역시 활성이 급격히 증가하였으며 가장 높은 수치를 나타내었다(Fig. 4). 혈청 내에서의 변화는 2주차 및 4주차에는 시험구가 대조구보다 약간 높게 나타났으나 큰 유의차가 없었으며, 8주차에는 대조구보다 월등히 높은 수치를 나타내었다(Fig. 5). 그러나 점액에 있어서는 2주차에 시험구가 대조구보다 오히려 낮게 나타났으며 4주차에 급격히 저하하여 대조구와 유의차가 없었으나 8주차에 다시 증가하여 대조구와 유의차를 보였다(Fig. 6).



**Fig. 4.** Changes of lysozyme activity in the spleen from the catfish, *Silurus asotus*, fed with *Galla rhois* extraction supplemented diet for 8 weeks.

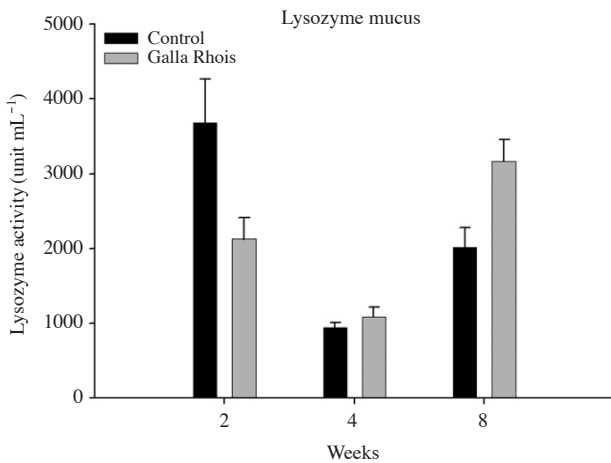


**Fig. 5.** Changes of lysozyme activity in the serum from the catfish, *Silurus asotus*, fed with *Galla rhois* extraction supplemented diet for 8 weeks.

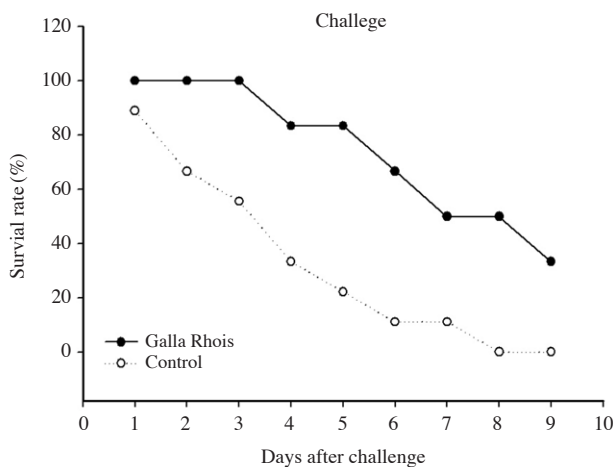
### 4. *Aeromonas veronii*에 대한 저항성

오배자 추출물을 투여한 양식 메기의 어류병원성 세균에 대한 저항성을 알아보기 위하여 메기에 주로 발생하는 병원성 세균인 *Aeromonas veronii* 균주를 사용하여 공격실험을 실시하였다.

오배자 추출물을 투여한 시험구에서는 세균의 복강내 주사에 의한 공격 후 3일째부터 폐사하기 시작하여 최종 9일째에 생존율이 33%였으며, 이후 살아남은 개체들은 2주 경과시까지 계속 생존하였다. 그러나 오배자 추출물을 투여하지 않은 대조구에서는 시험 종료일인 9일째에 모두 폐사하여 시험구와 대조구 간의 생존율에 있어 유의한 차이가 있



**Fig. 6.** Changes of lysozyme activity in the mucus from catfish, *Silurus asotus*, fed with *Galla rhois* extraction supplemented diet for 8 weeks.



**Fig. 7.** Survival rates of catfish, *Silurus asotus*, fed with *Galla rhois* extraction supplemented diet for 8 weeks, after challenged with *Aeromonas veronii* ( $6.5 \times 10^6$  cfu fish<sup>-1</sup>).

었다(Fig. 7).

## 고 찰

인체 및 가축에 있어서 천연물질의 항균력에 대한 최근의 연구결과는 시험관내에서 많이 이루어져 왔다(Kim *et al.* 1994; Kwon *et al.* 1999; Park *et al.* 1999; Jo *et al.* 2002; Choi 2003; Lee *et al.* 2010). 그러나 여러 병원체에 대한 항균 및 항산화 효과가 있다는 사실이 한가지씩 입증되면서 생체내에서의 임상적 적용에 관한 연구도 진행되고 있다.

그중 넙치에 유자첨가사료를 투여하여 질병에 대한 성장 및 저항성에 대한 조사에서 혈액학적으로는 혈중 GOT 및 총콜레스테롤을 감소시키는 효과가 있었으며, 혈청내의 항세균 활성이 높은 것으로 나타났다(Jung *et al.* 2010). 황금뿌리의 열수추출물을 넙치에 12주간 투여한 시험에서도 넙치의 면역능 향상과 질병의 저항성 증가에 효과가 있다고 하였다(Jee *et al.* 2012).

최근 뱀장어 양식에 있어서는 질병 치료로 인한 항생제 내성균의 출현으로 항생제 대체를 위한 천연물질 개발에 관한 연구가 많이 진행되고 있다.

이러한 연구로는 뱀장어 사료에  $\beta$ -glucan을 첨가하여 어류의 면역기능에 관여하는 라이소자임의 혈청내 활성이 높아지는 것을 확인한 예가 있으며(Kim *et al.* 2008), 매실의 가공물인 오매의 열수추출물을 연속 투여 했을 시에도 혈청내 라이소자임의 활성이 증가되고 병원성 세균에 의한 공격 시험에 있어서도 투여구가 대조구에 비하여 생존율이 높았다고 하였다(Kim *et al.* 2009).

Cho *et al.* (2005)은 겨우살이의 일종인 mistletoe를 뱀장어 사료에 첨가하여 2주간 투여했을 시에도 lysozyme 활성에 있어서 유사한 결과를 나타내었다.

오배자는 한약재 추출물 중에서 가축에 질병을 유발하는 세균인 대장균 등에 가장 항균력이 높다고 알려져 있다(Cho *et al.* 2003; Choi 2003; Kim *et al.* 2008; Cho *et al.* 2014; Kim *et al.* 2014).

Choi *et al.* (1999)은 흰 쥐에 고지방식이와 함께 오배자 추출물을 투여하여 오배자 추출물이 혈청내 tryglyceride 및 cholesterol을 하락시키고 간기능 및 항산화능을 향상시킨다고 하였다. 가끔 및 가축분야에 있어서는 면역력이 약한 어린 닭에 오배자의 추출물을 1주간 먹인 후, 닭에 *Coccidium* 증을 일으키는 *Eimeria tenella*를 인위 감염시켰을 때 오배자 추출물이 항 복시독 효과가 있다고 밝혔다(Lee *et al.* 2012). 또한 이유 후의 어린 돼지에게 오배자 추출물을 28일간 먹인 다음 성장과 설사 발생에 관한 연구에서도 성장에 있어서는 큰 유의차가 없었으나 설사 발생 빈도에 있어서는 항생제를 첨가한 사료를 먹인 시험구와 큰 유의차가 없다는 결과를 얻었다(Cha *et al.* 2013).

오배자의 추출물은 넙치 및 뱀장어에 8주간 투여했을 시, 두 어종 모두에 있어서 성장에는 영향을 미치지 않으나 뱀장어 혈청 내 라이소자임 활성은 높아졌다고 하였다(Choi. 2003).

본 시험은 전혀 다른 어종인 메기에 대하여 조사한 결과로서 오배자의 열수추출물을 사료에 섞어 8주간 투여하여 일반사료를 먹인 대조구와 비교하여 성장에 있어서는 큰 유의차가 나타나지 않았다. 혈액학적인 요소에 있어서도 Ht 및

TCHO를 제외하고는 특별한 변화가 없었으며, 오배자 추출물의 투여에 따른 시험구의 간, 비장 및 신장조직의 병리조직학적인 소견도 오배자에 의한 조직변성은 관찰되지 않았으며 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았다. 오히려 간조직에는 구조적인 안정과 비장의 경우, 백혈구의 활성이 관찰되었다. 신장 및 비장내의 라이소자임 활성에 있어서는 최종적으로 오배자 투여구가 대조구보다의 활성이 높게 나타났으며 혈청내의 활성에 있어서는 오배자 투여 8주후에 투여구가 월등히 높게 나타났다. 점액내의 라이소자임 활성의 효과는 서서히 나타났다. 메기에 감염되어 표피가 박리되는 병의 원인균으로 알려진 세균인 *Aeromonas veronii* 균에 의한 감염시험에서도 최종 생존율이 33%나 되어 항균력이 있는 것으로 나타났으므로 오배자 추출물의 지속적인 투여가 있었다면 생존율이 더 높게 나타났을 것으로 예상된다. 메기는 실내의 가온식 사육에 의해서 기르는 뱀장어와는 달리 주로 야외의 노지에서 양식이 되고 있어 각종 병원체에 쉽게 노출이 될 수 있다. 그러므로 오배자 추출물은 야외의 노지에 사육되고 있는 메기의 사료에 첨가하여 투여한다면 세균성 질병의 예방에 효과가 있을 것이라고 예상되며, 환경오염의 문제가 되는 내성균 출현도 방지할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 앞으로 메기에 질병을 일으키는 다른 병원체에 대한 연구나 다른 어종에 대한 효과시험이 이루어진다면 좋은 결과가 도출될 것으로 생각된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산물과학원 연구비 지원(RP-2015-AQ-078)으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Cha C-N, E-H Yu, E-K Park, S Kim and H-J Lee. 2013. Effects of Dietary Supplementation with *Galla Rhois* on Growth Performance and Diarrhea Incidence in Postweaning Piglets. *J. Vet. Clin.* 30:353-358.
- Cho HS, S-W Kang, J-H Kim, M-J Choi, H-W Yu, E Park and H-S Chun. 2014. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Combined Extracts of *Galla rhois*, *Achyranthes japonica* Nakai, *Terminalia chebula* Retz and *Glycyrrhiza uralensis*. *Kor. Soc. Biotech. Bioeng. Journal* 29:29-35.
- Cho JY, I Choi and E-K Hwang. 2003. Antimicrobial activity of extracts from medicinal herbs against *Escherichia coli*. *Korea J. Vet. Res.* 43:625-631.
- Cho YH, D-H Choi and S-H Choi. 2005. Effect of Mistletoe (*Viscum album* Coloratum) on the Non-Specific Immune Responses in Japanese Eel (*Anguilla japonica*). *J. Fish Pathol.* 18:59-66.
- Choi HS. 2003. Antibacterial activities of extracts of *Galla rhois* on fish pathogenic bacteria and physiological response in fishes. Ph. D. dissertation.
- Choi MY, E-J Choi and E Lee. 1999. Effect of *Rhus chinensis* gall extract on liver function, plasma lipid composition and antioxidant system in rats with high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28:632-637.
- Chun NC, E-A Yu, E-K Park, S Kim and H-J Lee. 2013. Effects of dietary supplementation with *Galla Rhois* on growth performance and diarrhea incidence in postweaning piglets. *J. Vet. Clin.* 30:353-358.
- Jee BY, J-S Seo, E-J Jeon, E-H Lee, H-J Choi, J-D Kim, S-H Jung and M-A Park. 2012. Effects of various concentrations of skullcap extract in the diets on disease resistance of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *J. Fish Pathol.* 25:21-30.
- Jo HS, S-W Kang, J-H Kim, M-J Choi, H-W Yu, E Park and H-S Chun. 2014. Antioxidant and antimicrobial activities of combined extracts of *Galla rhois*, *Achyranthes japonica* Nakai, *Terminalia chebula* Retz and *Glycyrrhiza uralensis*. *Korean Soc. Biotechnol. Bioeng. J.* 29:29-35.
- Jo MR, J-W Kim and D-S Kim. 2002. Antimicrobial Effects of Natural Plant and Mushroom, *Dicyophora indusiata* Extracts on Fish Pathogenic Bacteria. *J. Korean Fish. Soc.* 35:578-582.
- Jung SH, J-S Seo, J-D Kim, H-S Choi and M-A Park. 2011. Application of automatic dry chemistry analyzer (FUJI DRY-CHEM 3000) used to hematological analysis of cultured freshwater fish in low temperature season. *J. Fish Pathol.* 24:247-254.
- Jung YH, D-H Kim, H-Y Kim, T-S Shin, M-J Oh, J-H Lee, J-H Kim, S-Y Im and E-H Kim. 2010. Effects of diets supplemented with Yuzu *Citrusjunos* Sieboldex Tanaka on disease resistance of olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Fish Pathol.* 23:389-398.
- Kim BM, T-H Kwon and K-Y Chai. 2008. Studies on the Cytoprotective and Anti-inflammatory Effects of Isolate from *Galla Rhois*. *Korean J. Orient. Physiol. Pathol.* 22:1449-1453.
- Kim JD, Y-C Kim, K-S Kim, S-H Woo and S-W Park. 2009. The effect of omae *Prunus mume* extract on the immune response and growth rate of Japanese eel *Anguilla japonica*. *J. Fish Pathol.* 22:367-374.
- Kim JW, S-I Park and S-K Chun. 1992. Purification and antibacterial effect of lysozyme from flounder, *Paralichthys*

- olivaceus*. J. Fish Pathol. 5:87-92.
- Kim KH, A-R Kim, E-J Cho, S-J Joo, J-H Park, J-Y Moon, J-H Yum, T-H Kim, H-J Kwon, H-T Lee, Y-M Kim and E-W Lee. 2014. Antibacterial activity of *Rhus javanica* against the fish pathogens *Vibrio ichthyenteri* and *Streptococcus iniae*. Kor. J. Fish Aquat. Sci. 47:18-22.
- Kim YG, B-J Rho and K-K Lee. 1994. Antimicrobial activity of *Artemisia princeps* var. *orientalis* essential oil against fish pathogenic bacteria. J. Fish Pathol. 7:105-112.
- Kwon MK, Y-C Kim, Y-C Sohn and S-i Park. 1999. The dietary supplementing effects of Kugija, *Lycium chinense*, on immune response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, to *Edwardsiella tarda*. J. Fish Pathol. 12:73-81.
- Lee HA, S-H Hong, Y-H Chung, K-D Song and O Kim. 2012. Anticoccidial effects of *Galla rhois* extract on Eimeria tenella-infected chicken. Lab. Anim. Res. 28:193-197.
- Lee JJ, J-H Bae, D-H Kim, J-J Lim, D-G Kim, H-J Lee, W-G Min, M-H Rhee, H-H Chang, H Park and S Kim. 2011. Intracellular replication inhibitory effects of *Galla rhois* ethanol extract for *Burucella abortus* infection. J. Ethnopharmacol. 138:602-609.
- Lee NS, S-H Jeong and B-Y Jee. 2010. Anti-fish pathogenic efficacy of hot water extracts obtained from 5 herbs *in-vitro* and efficacy and toxicity in flounder of the one selected herb, skullcap. J. Fish Pathol. 23:137-143.
- Park SM, S-I Park, M-D Huh and Y-K Hong. 1999. Inhibitory effect of green tea on collagenase activity and growth of fish pathogenic bacteria. J. Fish Pathol. 12:83-88.
- Parry RM, R-C Chandau and R-M Shahani. 1965. A rapid and sensitive assay of muramidase. Pro. Soc. Exp. Biol. Med. 119:384-386.
- Takahashi Y, T Itami and K Konekawa. 1986. Enzymatic properties of partially lysozyme from the skin mucus of carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52:1209-1214.

Received: 2 November 2015

Revised: 14 December 2015

Revision accepted: 15 December 2015