大韓獸醫學會誌(2005) 第45卷 第4號
Korean J Vet Res(2005) 45(4) : 563~568

자카스펭귄과 열빙어에서 분리된 *Aeromonas hydrophilia*의 생화학적 특성

김규태[1] · 조성환* · 손화영 · 류시윤

[1]대전동물원 동물병원
충남대학교 수의과대학
(게재승인: 2005년 7월 24일)

Biochemical characteristics of *Aeromonas hydrophilia* isolated from Jackass Penguins (*Spheniscus demersus*) and Capelins (*Mallotus villosus*)

Kyoo-Tae Kim[1], Sung-Whan Cho*, Hwa-Young Son, Si-Yun Ryu

[1]Wild Animal Hospital, Daejeon Zoo Land, Daejeon 301-212, Korea
College of Veterinary Medicine, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
(Accepted: July 24, 2005)

Abstract : The present study was conducted to investigate biochemical characteristics and antimicrobial susceptibility of *Aeromonas hydrophilia* isolated from Jackass penguins (*Spheniscus demersus*) of zoo and capelins (*Mallotus villosus*). Seven of Jackass penguins showed anorexia, depression with seriously greenish vomiting for a few days, but resulted in 4 deaths although extensive treatment was carried out by zoo veterinarians. From the 18 samples composed of organs or feces from dead or live Jackass penguins and capelins, 4 (22.2%) *Aeromonas hydrophilia* were isolated and *Bacillus* spp, *Staphylococcus aureus, Staphylococcus auricularis, Staphylococcus cohnii* and *Enterobacter aminigenus* were also identified. Antimicrobial susceptibility tests of *Aeromonas hydrophilia* showed that all isolates were susceptible to amikacin, gentamicin, kanamycin, norfloxacin and trimethoprim- sulfadimethoxazole. However, all isolates were resistant to the following antimicrobials; ampicillin, bacitracin, c ephalothin, cefazolin, noboviocin, penicillin and vancomycin.

Key words : *Aeromonas hydrophilia,* antimicrobial susceptibility, capelin, Jackass penguin

서 론

Aeromonas 속균은 통성혐기성 그람음성 간균으로 한 개 내지 여러개의 편모가 있어 *A. salmonicida*를 제외하고 대부분이 운동성이 있으나 아포는 없다 [1, 7, 8, 14]. 현재 14종의 *Aeromonas* 속균이 보고되어 있으며 이들 중 *A. hydrophilia, A. veronii, A. caviae, A. jandaei, A. schubertii* 등 5종이 사람에서 중요한 병원체로 알려져 있다 [16].

Aeromonas 속균은 생육조건이 -2°C에서 40°C에 이르고 특히 5~7°C의 냉장상태에서 증식이 잘 되어 호냉성(psychrotrophilic)이며 염분농도가 6.5% 까지에서도 발육이 되는 호염성의 특징으로 인해 담수, 하수, 오수, 토양, 해수 등 광범위하게 발견되는 상재균으로 새우, 가리비, 굴, 가재 등 해산물과 냉장육, 햄, 소세지와 같은 가공육에 오염이 되기 쉽고 *Listeria* spp.와 같은 저온에서 식중독의 원인균으로 알려져 있다 [6, 9, 10, 13].

최근 *A. hydrophilia, A. sobria* 감염에 의한 식중독으로 사람에 위장질환을 일으킨 사례가 있었으며, *A. hydrophilia*는 면역력이 약한 사람에 감염시 패혈증, 창

*Corresponding author: Sung-Whan Cho
College of Veterinary Medicine, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
[Tel: +82-42-821-6755, Fax: +82-42-821-6755, E-mail: swcho@cnu.ac.kr]

상감염, 수막염 등 각종 감염성 질환을 유발하는 기회감염이 많은 세균이다 [7, 17, 18]. 동물에서의 *Aeromonas* 감염은 파충류와 송어류에서 *A. salmonicida* 감염에 의한 절창병(furunculosis), 붕어류의 궤양병, 뱀장어의 두부 궤양병을 유발하고 *A. hydrophilia* 감염에 의해 뱀장어의 기적병(red pest of freshwater eel), 잉어, 금붕어, 은어의 솔방울병을 일으키는 것으로 알려져 있다 [1, 8].

이와 같이 사람이나 어류, 파충류 등에서는 많은 발생보고 [1, 6, 8, 11]가 있었고, 타 축종에 대해서는 개에 있어 렙토스피라병 유사한 보고 [5]는 있었으나 조류 및 펭귄에 관한 발생보고는 없었다. 그래서 대전동물원에서 사육중인 자카스펭귄의 *Aeromonas* 감염증이 먹이인 열빙어에 의한 것임을 국내에서 처음 확인되어 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시재료

대전동물원에서 사육중인 자카스펭귄으로부터 구토를 동반한 식욕부진, 침울 등의 임상증상이 관찰되어 항생제, 소염제, 제산제, 제토제 등을 근육주사 및 경구투여 등의 방법으로 임상치료를 실시하였으나 폐사한 개체 4수를 포함한 7수와 공급한 먹이인 2003년 캐나다에서 입고된 열빙어(capelin, candlefish)와 최근 2004년 2005년에 추가로 입고된 열빙어를 공시재료로 사용하였다.

세균학적 검사를 통한 원인균의 분리 동정

폐사된 자카스 펭귄 4수는 부검을 통해 실질장기인 간장, 심장, 신장, 위장관 등의 샘플과 폐사되지 않은 펭귄의 분변을 채취하여 Blood agar(아산제약, 한국)와 MacConkey agar(Difco, USA)에 37°C 12~18시간 배양을 하였으며, Peptone water(Merck, Germany)에 37°C 18시간 증균배양하여 기타 세균의 분리를 시도하였다.

또한 자카스펭귄에 급여중인 열빙어에 대한 검사는 김 등 [2]의 방법을 응용하여 열빙어를 입고된 날짜별로 알, 내장, 근육 등 부위별 구분하여 실험을 실시하였다. 균질화시킨 샘플 5 g을 10배 분량의 50 ml Peptone water에 접종 37°C 18시간 증균배양하고 이를 다시 Blood agar와 MacConkey agar에 접종하여 38°C 18시간 배양하여 원인균을 분리하였고, 분리균의 동정은 API-20E, API-20NE, API-Staph kit(Biomerieux, France)를 사용하여 실시하였다.

항생제감수성시험

분리된 *Aeromonas hydrophilia*에 대한 항생제 감수성 시험은 Bauer 등의 방법에 따라 디스크 확산법으로 실시하였다 [2]. 즉 분리균을 Mueller Hinton broth(Difco, USA)에 37°C, 18시간 증균하여 멸균 생리식염수로 McFarland No 0.5로 혼탁도를 조정한 후 Mueller Hinton agar(Difco, USA)에 도말하여 항생제 디스크를 접종한 후 37°C, 18~24시간 배양을 해서 디스크 주위의 억제대를 측정하여 감수성 유무를 결정하였다.

감수성 시험에 사용한 디스크는 amikacin(30 μg), ampicillin(10 μg), bacitracin(10 IU), cephalothin(30 μg), cefazolin(30 μg), chloramphenicol(30 μg), ciprofloxacin(5 μg), colistin(10 μg), enrofloxacin(5 μg), erythromycin(15 μg), gentamicin(10 μg), kanamycin(30 μg), noboviocin(5 μg), norfloxacin(5 μg), penicillin(10 IU), streptomycin(10 μg), oxytetracyclin(30 μg), trimethoprim/sulfadimetoxazole (1.25 μg/23.75 μg), vancomycin(30 μg) 등 총 19종을 사용하였다.

동물접종 실험

동물원 실험동물실에 사육중인 체중 30 g 정도인 ICR 마우스를 암수구별없이 20수를 실험에 공하였으며 고형사료(천하제일, 한국)는 자유급식을 시키고 음수는 경구투여를 제외하고 자유롭게 먹도록 하였다.

폐사된 자카스펭귄에서 분리된 *Aeromonas hydrophilia*를 Tryptic Soy broth(Difco, USA)에 37°C, 18시간 배양한 후 균수를 McFaland No 0.5로 혼탁도를 조정한 후 복강에 1 ml(1.0~1.7×10^7 CFU)씩 10마리에 접종을 하고, 경구적으로는 10마리에 음수대신 자유급이 하였다.

결 과

대전동물원에서 사육중인 자카스펭귄이 특별한 전구증상없이 1수가 폐사가 발생하고 난 후 나머지 동거축은 구토를 동반한 식욕부진, 침울 등의 임상증상이 관찰이 되었으며 약 1주일간의 치료가 진행이 되는 중 폐사가 계속적으로 발생되었다. 폐사된 자카스펭귄 4수와 동거축 3수 그리고 급여된 먹이인 열빙어에서 분리된 분리균의 현황은 Table 1과 같다.

Table 1에서 보는 바와 같이, 폐사된 자카스펭귄 4수 중 1수의 간과 소장에서 *Aeromonas hydrophilia*가 분리되었고 나머지 3수에서는 분리가 되지 않았으나 급여중인 열빙어의 알과 근육에서 *Aeromonas hydrophilia*균이 분리 동정되었다. 또한 급여중인 열빙어와 같은 시기에 입고된 열빙어의 알에서도 *Aeromonas hydrophilia*가 분리되었다. 그러나 2004년과 2005년에 입고된 열빙어의 샘플에서는 *Bacillus* spp, *Staphylococcus auricularis, Staphylococcus hemolyticus, Staphylococcus cohnii,*

Table 1. Bacteria lists isolated from Jackass Penguins and Capelins

Origin	Samples	Isolates	Remarks
Jackass Penguin (death1)	Liver	*Aeromonas hydrophilia, Escherichia, coli*	
	Gall bladder	*Escherichia coli*	
	Small Intestine	*Aeromonas hydrophilia*	
In feeding Capelin to Jackass Penguin	Eggs	*Aeromonas hydrophilia*	Same Capelin (from 2003)
	Fish meats	*Aeromonas hydrophilia*	
Frozen Dead Capelin(from 2003)	Eggs	*Aeromonas hydrophilia*	Imported from Canada
	Internal organs	*Pseudomonas aeruginosa*	
	Fish meats	*Staphylococcus aureus*	
Frozen Dead Capelin(from 2004)	Eggs	*Bacillus spp*	Imported from Canada
	Internal organs	*Staphylococcus auricularis, Enterobacter aminigenus*	
	Fish meats	*Staphylococcus hemolyticus*	
Frozen Dead Capelin(from 2005)	Eggs	*Staphylococcus cohnii, Enterobacter aminigenus*	Imported from Canada
	Internal organs	*Enterobacter aminigenus*	
	Fish meats	*Staphyloccous cohnii*	

Enterobacter aminigenus 등의 균이 분리동정 되었고 *Aeromonas hydrophilia*는 분리되지 않았다. 폐사되지 않은 동거축 3수에서는 정상 대장균이 분리되었다.

분리된 *Aeromonas hydrophilia*의 세부내역은 Table 2와 같다. 전체 18건에서 4수를 분리하여 22.2%의 분리율을 보였으며 폐사된 자카스펭귄과 급여중인 먹이인 열빙어, 그리고 같은 시기 입고된 열빙어에서 *Aeromonas hydrophilia*가 분리동정 되었으나 같이 동거중인 자카스펭귄에서와 다른 시기에 입고된 열빙어에서는 분리되지 않았다.

분리된 4주의 *Aeromonas hydrophila*에 대한 생화학적 성상은 oxidase, ONPG, VP, indole 생성 등의 시험에서 모든 균주가 양성반응을 나타내었으나 lysine, ornithine, urease, typtophan, citrate 이용 등은 음성반응을 나타내었다. 당 분해시험 결과는 모든 분리균주가 glucose, mannitol, arabinose를 분해하였으나 inositol, sorbitol, rhamnose, sucrose, melibiose를 분해하지 않아 *Aeromonas hydrophilia*로 동정되었다.

Table 2. Isolation of *Aeromonas hydrophilia* from Jackass Penguin and Capelin

Origin	No. of Case	No. of Isolates	Percentage
Dead Jackass Penguins	4	1	25%
Live Jackass Penguins	3	0	0%
In Feeding Capelins	2	2	100%
Frozen Dead Capelin from 2003	3	1	33.3%
Frozen Dead Capelin from 2004	3	0	0%
Frozen Dead Capelin from 2005	3	0	0%
Total	18	4	22.2%

분리된 *Aeromonas hydrophilia* 4주에 대한 항생제 감수성을 실시한 결과 Table 3과 같이 amikacin, gentamicin, kanamycin, norfloxacin, trimethoprim-sulfadimethoxazole에서는 100% 감수성을 나타내었고 ciprofloxacin, enrofloxacin에서 75%, chloramphenicol에서는 50%의 분리주가 약제감수성을 나타내었다. 그러나 ampicillin, bacitracin, cephalothin, cefazolin, noboviocin, penicillin, vancomycin에서는 100% 내성을 나타내었고 colistin, streptomycin에서는 50%, chloramphenicol, erythromycin, oxytetracyclin에서도 각각 1주씩 내성균이 관찰되었다.

동물접종 실험에서는 복강으로 접종한 개체 10수 중 8수가 접종 다음날 폐사되었고 나머지 2수는 접종 2일째 폐사가 되어 모두 폐사가 되었다. 경구접종의 경우 10수중 1수만이 3일째 폐사가 되었으나 나머지는 폐사가 발생되지 않았고 활동성부족, 침울 등의 임상증상 이외에는 먹이섭취 등 상태는 양호하였고 폐사된 모든 마우스에서 원인균인 *Aeromonas hydrophilia*를 모두 회수하였으며 생화학적 성상 모두 접종균과 일치하였다.

Table 3. Antimicrobial susceptibility test of four *Aeromonas hydrophilia* isolates

Antimicrobials	No.(%) of isolates with indicated antimicrobial susceptibility		
	Susceptible	Intermediate	Resistant
Amikacin	4(100)	0	0
Ampicillin	0	0	4(100)
Bacitracin	0	0	4(100)
Cephalothin	0	0	4(100)
Cefazolin	0	0	4(100)
Chloramphenicol	2(50)	1(25)	1(25)
Ciprofloxacin	3(75)	1(25)	0
Colistin	0	2(50)	2(50)
Enrofloxacin	3(75)	1(25)	0
Erythromycin	0	3(75)	1(25)
Gentamicin	4(100)	0	0
Kanamycin	4(100)	0	0
Noboviocin	0	0	4(100)
Norfloxacin	4(100)	0	0
Penicillin	0	0	4(100)
Streptomycin	1(25)	1(25)	2(50)
Oxytetracyclin	0	3(75)	1(25)
Trimethoprim-sulfadimethoxazole	4(100)	0	0
Vancomycin	0	0	4(100)

고 찰

Aeromonas 속균은 국가 및 샘플의 종류에 따라 다양한 혈청형과 분리율을 보이고 있는데, 멕시코의 Castro-Escarpulli 등 [7]은 식재료로 공급되는 냉동생선 225건에서 83주의 *Aeromonas* 속균을 분리하여 36.8%의 분리율을 보고하면서 *A. salmonicida*와 *A. bestiarum*이 가장 유행하는 혈청형이라 하였다. 말레이시아의 Radu 등 [15]은 시중 마켓에서 소비되는 생선에서 87건에서 60주를 분리하여 69%의 분리율과 *A veronii* biovar *sobria*와 *A. hydrophilia*가 가장 유행하는 혈청형이라 하였다. 인도에서 *A. hydrophilia* 감염에 의한 해산물에서는 37%, finfish와 작은 새우에서 각각 37.3%, 35.6%의 분리율을 보여 [17] 본 실험에서는 22.2% 분리율과 *A. hydrophilia* 한 개의 혈청혈만 분리되어 다양한 차이를 나타내고 있었다. 폐사된 4수의 자카스 펭귄 중 1수에서만 원인균이 분리되었는데 이는 폐사된 나머지 3수의 자카스 펭귄은 폐사전 수일간 투여된 항생제 치료 때문에 분리가 되지 않은 것으로 생각된다. 또한 급여된 먹이인 열빙어는 연도별로 도입국가가 캐나다로 모두 동일하였으나 급여중인 2003년도산에서만 분리가 되었다. 열빙어를 원양해에서 포획하여 밀사(overcrowding)되는 스트레스와 냉동하고 운반하는 과정에서 비위생적인 환경상태, 저온에서 발육하는 호냉성 등도 상재균인 *Aeromonas* 속균의 증식을 유발한 것으로 생각된다.

Aeromonas 속균에 대한 항생제 감수성검사 결과에서 amikacin, gentamicin, kanamycin, norfloxacin, trimethoprim-sulfadimethoxazole에서는 100% 감수성을 나타내었고 ciprofloxacin, enrofloxacin에서 75%, chloramphenicol에서는 50%의 분리주가 약제감수성을 나타내었다. 그러나 ampicillin, bacitracin, cephalothin, cefazolin, noboviocin, penicillin, vancomycin에서는 100% 내성을 나타내었고 colistin, streptomycin에서는 50%, chloramphenicol, erythromycin, oxytetracyclin에서도 각각 1주씩 내성균이 관찰되었다. Vila 등 [18]은 *Aeromonas* 속균이 ciprofloxacin과 gentamicin에 감수성이 있었음을 보고하였고, Castro-Escarpulli 등 [7]은 모든 분리균들이 퀴놀론계 항생제에 100% 감수성이 있는 것으로 보고하였다. 그러나, 본 실험에서는 퀴놀론계 항생제인 ciprofloxacin과 enrofloxacin에 각각 75%의 감수성을 나타내었는데 이는 자카스펭귄의 치료과정에서 퀴놀론계 항생제인 enrofloxacin제를 계속 투여한 결과로 사료된다. 또한 β-lactam계 항생제인 penicillins와 cephalosporins에 모든 분리균이 내성을 나타내어 기 보고된 결과 [7, 12, 15, 17, 18]와 같았다.

펭귄은 계통분류학적으로 조류에 속해 구강내 치아구조를 갖고 있지 않으나, 위는 조류의 것과 달리 형태학적으로 선위와 근위의 경계가 불분명하고 포유류의 단위구조와 비슷하다. 또한 장의 길이가 5 m 38 cm에 이르러 일반적으로 조류의 대표격인 1.5년생 닭의 장의 길이인 1 m 80 cm의 약 3배 정도의 크기에 비해 상당히 긴 장을 갖고 있다 [4]. 이는 동물원내에서도 동일한 사료인 열빙어를 공급한 조류의 한 종류인 두루미류, 포유류의 한 종류인 수달에서 *Aeromonas* 감염증을 발견하지 못했으나, 자카스 펭귄에서 *Aeromonas* 감염이 발생한 것의 원인으로써 장의 길이가 길어 섭취된 음식물이 위와 장을 거쳐 정체되는 시간이 다른 동물보다 긴 것도 하나의 요인으로 생각된다. 그리고, *Aeromonas* 속균은 enterotoxins, cytotoxins, hemolysins, adhesins, proteases, lipases 등 다양한 종류의 내독소와 외독소성 효소 등을 가지고 있어 장관내병원성(enteropathogenicity)을 발현하는데, 특히 aerolysin은 세포독성과 장관내독성

독소로 용혈작용을 하는 것으로 알려져 있어 장관내에서 강력한 virulence factor로 작용하여 [7, 11] 패혈증을 유발함으로써 폐사가 발생한 것으로 생각된다.

펭귄은 주로 원충성 *Plasmodium* 감염에 의한 malaria와 aspergillosis가 주된 폐사원인으로 알려있으나 [3], 본 사례와 같이 오염된 열빙어에 의해 *Aeromonas hydrophilia* 감염증이 발생한 것은 국내·외에서 드문 경우로 생각된다. 본 실험 결과에서 보는 바와 같이 주로 열빙어의 알에서 원인균이 분리되었으므로, 펭귄에게 열빙어를 급여시 알을 제거하고 급여전 실험실 검사를 반드시 병행해야만 예방을 할 수 있을 것으로 생각된다. Radu 등은 공공장소나 길거리에서 즉시 먹을 수 있게 만든 해산물, 새우, 가리비, 굴과 같은 seafoods에서 음식을 준비하고 서비스하는 일련의 과정중에 항상 *Aeromonas* 감염에 의한 식중독의 가능성이 상재하고 있다 [15]고 보고하였으므로 국내에서도 냉동육, 생선, 식품 등에서 *Aeromonas* 속균의 조사가 필요하고 이에 대한 연구가 좀 더 진행되어야 될 것으로 사료된다.

결 론

대전동물원에서 사육중인 자카스펭귄이 특별한 전구증상없이 1수가 폐사가 발생이 된 후 나머지 동거축은 구토을 동반한 식욕부진, 침울 등의 임상증상이 관찰이 되었으며 약 1주일간의 임상치료가 진행이 되는 중 폐사가 계속적으로 발생이 되었고 폐사된 자카스펭귄 4수 중 1수의 간과 소장에서 *Aeromonas hydrophilia*가 분리되었고 나머지 3수에서는 분리가 되지 않았으나 급여중인 열빙어의 알과 근육에서 *Aeromonas hydrophilia*균이 분리 동정되었다.

분리된 *Aeromonas hydrophilia*의 세부내역은 전체 18건에서 4수를 분리하여 22.2%의 분리율을 보였으며 폐사된 자카스펭귄과 급여중인 먹이인 열빙어, 그리고 같은 시기 입고된 열빙어에서 *Aeromonas hydrophilia*가 분리동정이 되었으나 같이 동거중인 자카스펭귄에서와 다른 시기에 입고된 열빙어에서는 분리되지 않았다.

분리된 4주의 *Aeromonas hydrophila*에 대한 생화학적 성상은 oxidase, ONPG, VP, indole 생성 등의 시험에서 모든 균주가 양성반응을 나타내었으나 lysine, ornithine, urease, typtophan, citrate 이용 등은 음성반응을 나타내었다. 당 분해시험 결과는 모든 분리균주가 glucose, mannitol, arabinose를 분해하였으나 inositol, sorbitol, rhamnose, sucrose, melibiose를 분해하지 않아 *Aeromonas hydrophilia*로 동정되었다.

분리된 *Aeromonas hydrophilia* 4주에 대한 항생제 감수성을 실시한 결과 amikacin, gentamicin, kanamycin, norfloxacin, trimethoprim-sulfadimethoxazole에서는 100% 감수성을 나타내었고 ciprofloxacin, enrofloxacin에서 75%, chloramphenicol에서는 50%의 분리주가 약제감수성을 나타내었다. 그러나 ampicillin, bacitracin, cephalothin, cefazolin, noboviocin, penicillin, vancomycin에서는 100% 내성을 나타내었고 colistin, streptomycin에서는 50%, chloramphenicol, erythromycin, oxytetracyclin에서도 각각 1주씩 내성균이 관찰되었다.

참고문헌

1. **강문일, 김봉환, 김영길, 박재학, 박응복, 배종희, 서명득, 이영순, 조성환, 한정희, 허강준, 허민도.** 어류질병학. pp. 344-351, 신광종합출판, 서울, 1993.
2. **김규태, 정병열, 김봉환.** 경북지역 가축에서 분리한 *Salmonella* 속균의 혈청형 분포 및 약제감수성. 한국수의공중보건학회지 2003, **27**, 47-52.
3. **김규태, 조성환, 손화영, 류시윤.** 자카스펭귄에서 발생한 *Aspergillus fumigatus* 감염증. 대한수의학회지 2004, **44**, 615-619.
4. **김상근, 김주헌, 김천호, 나승열, 박진홍, 양일석, 유창준, 윤영원, 이상천, 이장헌, 이호일, 한호재.** 가축생리학. pp. 323-326, 광일문화사, 서울, 1996.
5. **Andre-Fontaine G, Monfort P, Buggin-Daubie M, Filloneau C, Ganiere JP.** Fatal disease mimicking leptospirosis in a dog, caused by *Aeromonas hydrophilia*. Comp Immunol Microbiol Infect Dis 1995, **17**, 69-72.
6. **Borchardt AM, Stemper EM, Standridge HJ.** *Aeromonas* isolates from human diarrheic stool and groundwater compared by pulsed field gel electrophoresis. Emerg Infect Dis 2003, **9**, 224-228.
7. **Castro-Escarpulli G, Figueras MJ, Aguilera-Arreola G, Soler L, Fernandez-Rendon E, Aparicio GO, Guarro J, Chacon MR.** Characterisation of *Aeromonas spp*. isolated from frozen fish intended for human consumption in Mexico. Int J Food Microbiol 2003, **84**, 41-49.
8. **Frerichs GN, Roberts RJ**. The bacteriology of teleosts. 2nd ed. pp. 306-312, In : Roberts RJ (ed.). Fish Pathology. Saunders, Philadelphia, 1989.
9. **Granum PEG, O'sullivan K, Tomas MJ, Ormen O.** Possible virulence factors of *Aeromonas spp* from food and water. FEMS Immunol Med Microbiol 1998, **21**, 131-137.
10. **Hanninen M, Oivanen P, Hirvela-Koski V.** *Aeromonas* species in fish, fish-eggs, shrimp and freshwater. Int J Food Microbiol 1997, **34**, 17-26.
11. **Martins LM, Marquez RF, Yano T.** Incidence of toxin *Aeromonas* isolated from food and human

infection. FEMS Immunol Med Microbiol 2002, **32**, 237-242.

12. **Mary P, Sautour M, Chihib N, Tierny Y, Hornez J.** Tolerance and starvation induced cross-protection against different stresses in *Aeromonas hydrophilia*. Int J Food Microbiol 2003, **87**, 121-130.
13. **McMahon MAS, Wilson IG.** The occurrence of enteric pathogens and *Aeromonas* species in organic vegetables. Int J Food Microbiol 2001, **70**, 155-162.
14. **Merino S, Rubires X, Knochel S, Tomas MJ.** Emerging pathogens: *Aeromonas spp*. Int J Food Microbiol 1995, **28**, 157-168.
15. **Radu S, Ahmad N, Ling HF, Reezal A.** Prevalence and resistance to antibiotics for *Aeromonas* species from retail fish in Malaysia. Int J Food Microbiol 2003, **81**, 261-266.
16. **Santos AJ, Gonzalez JC, Otero A, Garcia-Lopez M.** Hemolytic activity and siderophore production in different *Aeromonas* species isolated from fish. Appl Environ Microbiol 1999, **65**, 5612-5614.
17. **Tha. Thayumanavan. G, Savithamani K, Subashkumar R, Lakshmanaperumalsamy P.** Incidence of hemolysin-positive and drug-resistant *Aeromonas hydrophilia* in freshly caught finfish and prawn collected from major commercial fishes of coastal South India. FEMS Immunol Med Microbiol 2003, **36**, 41-45.
18. **Vila J, Marco F, Soler L, Chacon MR, Figueras MJ.** In vitro antimicrobial susceptibility of clinical isolates of *Aeromonas caviae, Aeromonas hydrophilia* and *Aeromonas veronii* biotype sorbia. J Antimicrob Chemother 2002, **49**, 525-529.