J. Fd Hyg. Safety 12(1), 9 - 14(1997)

용혈독소를 생산하는 기수성 비브리오균의 생리 · 생태적 특성과 수산식품의 위생대책

2. 해수에서 분리된 *Vibrio mimicus* SM-9의 생리적 특성 및 저온내성

김신명 · 박욱연 · 박미연 · 김영만* · 장동석†

*부경대학교 식품공학과, *동의대학교 생활과학대학 식품영양학과*

Physiological and Ecological Characteristics of Hemolytic Vibrios and Development of Sanitary Countermeasure of Raw Fisheries Foods

2. Physiological and Psychrotrophic Characteristics of *Vibrio mimicus* SM-9 Isolated from Sea Water

Shin-Myoung Kim, Uk-Yeon Park, Mi-Yeon Park, Young-Man Kim* and Dong-Suck Chang†

Dept. of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

**Dept. of Food Science and Nutrition, Dongeui University, Pusan, 614-714, Korea*

ABSTRACT—*Vibrio mimicus* is a closely related species with *V. cholerae*, and has been reported to be associated with gastrointestinal infections. Although extraintestinal infections of these vibrios have also been reported in Japan and Southeast Asia. But little research papers on *V. mimicus* was reported in Korea. Therefore, we tried to isolate *V. mimicus* from the environmental sea water from April to July in Pusan, Korea. Among the isolated strains, we selected the strongest hemolytic strain and then named *V. mimicus* SM-9. In this paper, we checked the antibiotic susceptibility and psychrotrophic characteristics of the isolated strain. Hemolytic activity of the hemolysin produced by the isolated strain was also measured. *V. mimicus* was not detected from the sea water samples in April and May, but its detection rate was relatively high in June and July in Pusan, Korea. The bacteriological characteristics of *V. mimicus* SM-9 were Gram-negative rods, motile, oxidase positive, Voges-Proskauer negative and sucrose negative. In 23 kinds of antibiotics susceptibility test, *V. mimicus* SM-9 showed susceptibility to the most of antibiotics submitted while it was resistive against lincomycin, oxacillin, rifampin and vancomycin. Hemolytic activity of the hemolysin produced by *V. mimicus* SM-9 was highest in stationary phase of the growth curve in BHI broth at 37°C and its activity was reached 18 HU per m*l* of culture supernatant. For checking the psychrotrophic property of *V. mimicus* SM-9, the decreasing rate of the strain in phosphate buffer solution and yellowtail flesh homogenate was examined during the storage at 4, 0, -4 and -20°C. The decreasing rates of the selected strain stored in phosphate buffer solution were greater than those in fish homogenate. Decreasing rates of *V. mimicus* SM-9 stored in phosphate buffer solution were not significantly different by the storage temperatures. The viable cell counts of the strain were decreased as 5 log cycles after 120 hours at all the tested temperatures. While decreasing numbers of the strain in fish homogenates were 2~4 log cycles after 120 hours. The decreasing pattern of the strain numbers were very slow after 200 hours at all the stored temperatures.

Key words □ *Vibrio mimicus*, gastrointestinal infections, antibiotic susceptibility, hemolysin, psychrotrophic property

† Author to whom correspondence should be addressed.

*Vibrio*균은 해수에서 뿐만 아니라 담수에서도 검출되는 그람음성의 종속 영양세균으로 현재 여기에 포함되는 균종은 약 40여종으로 분류되어 있다.

*Vibrio*속 중에서 사람에게 질병을 유발시키는 균주는 *V. mimicus, V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus, V. cholerae* non-O1 등 12종이 보고되어 있는데, 이 중에서 *V. mimicus*는 한때 *V. cholerae* non-O1으로 분류되었으나, sucrose 분해능 및 Voges-Proskauer(V.P) 시험에서 Non-O1 cholerae와 구별되어 새로운 균종으로 명명되었다.[1)]

*V. mimicus*는 주로 오염된 해산물 등을 섭취하므로써 장염을 일으킨다고 밝혀져 있고, 점혈변과 복통을 제외하고는 콜레라증상과 거의 유사한 면역학적 성상을 나타내며, 상처 감염을 통한 염증 및 이염 등을 유발하는 병원성 세균으로 알려져 있다.[1-4)]

특히, 이 균은 수계에 널리 분포되어 있어 수산물과 밀접한 관련이 있으며, 뉴질랜드, 미국, 방글라데시, 일본, 캐나다 등 세계 각지에서 패류, 설사 환자의 분변, 해수 및 담수 등으로부터 분리되었다는 보고[5,6)]도 있다.

이처럼 *V. mimicus*는 식중독 원인균으로서의 위험성이 증가되고 있지만, 해산물을 생식하는 우리나라에서는 이 균에 대한 분포조사 및 생리학적인 특성 등에 대한 보고[7-9)]가 있을 뿐 아직까지는 이 균이 생산하는 용혈독소 및 저온내성 등에 관한 보고는 거의 없는 실정이다.

한편, 최근 동결기술의 발달과 생활수준의 향상으로 식품의 저온 및 동결 저장과 동결식품의 유통이 보편화 되어 있지만, 동결 식품에 있어 식품 위생상 문제가 되는 것은 저온이나 동결에 의하여 병원성 미생물이 완전히 사멸되지 않는다는 점이기 때문에 동결전의 원료의 위생적 취급 관리와 저장 조건이 매우 중요하다 하겠다.

따라서 본 연구에서는 여름철 식중독 예방대책에 대한 기초 자료를 얻고자 부산 지역의 연안해수 및 횟집 활어조에 사용되는 용수로부터 *V. mimicus*를 분리 · 동정하고 그 중에서 용혈활성이 가장 강한 균주를 선정하여 생화학적 특성, 항생제 감수성 및 용혈활성 등을 검토하였다. 또한 저장온도가 어육중에 오염된 *V. mimicus*의 생육에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 일반적으로 생선회로 많이 활용되는 방어육에 균주를 접종하고 저장조건에 따른 균수의 변화를 실험하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시 료

여름철(4월~7월)에 부산시 남천동 및 민락동 지역의 연안해수 및 횟집 활어조의 용수 등 총 57개의 시료를 채취하여 실험에 사용하였다.

저온 내성 실험에 사용된 어류는 부산시 남천동 소재 시장에서 생선회 원료로 사용되는 방어(yellowtail, *Seriola quinqueradiata*)를 택하여 근육부분을 실험 시료로 사용하였다.

사용 균주

해수에서 *V. mimicus*로 분리 · 동정된 10 균주 중 용혈활성이 가장 강한 균주를 선정하여 *V. mimicus* SM-9이라 명명하여 실험에 사용하였으며, 표준 균주로는 *V. mimicus* ATCC 33653을 사용하였다.

사용 배지

배지는 전부 Difco사(USA) 제품을 사용하였으며, 분리균의 배양에 사용된 배지는 1% 식염이 함유된 Brain Heart Infusion(BHI) broth이며, 항생제 감수성 시험에는 Mueller-Hinton Agar를, 균수 측정에는 TCBS agar를 사용하였다.

균주의 분리 및 동정

해수 1 *l*를 membrane filter(0.45 μm, Millipore)로 여과한 후, filter를 멸균된 BHI broth에 넣은 다음, 37°C에서 18~24시간 증균 배양하였다. 배양 후 한 백금이를 취하여 TCBS agar plate에 획선 도말하여 37°C에서 18시간 배양한 후 소형의 녹색 집락을 선택하여 Davis 등,[1)] Sanyal 등[3)] 및 FDA10)의 방법에 따라 균을 분리 · 동정하였다.

균 증식도 측정

*V. mimicus*의 최적 증식 조건인 식염 농도 0.5%, pH 7.5로 조절된 BHI broth에 분리균을 접종한 후, 37°C에서 진탕 배양하면서 Spectrophotometer(UV-160, Shimadzu Co., Japan)로 600 nm에서 흡광도를 측정하여 균 증식도로 나타내었다.

항생제 감수성 검사

각종 항생 물질에 대한 균주의 감수성 시험은 Kirby-Bauer Method[11)]에 준하여 실시하였다.

Mueller-Hinton broth에서 증균 배양한 균배양액 500 μl를 미리 조제된 평판배지에 취하여 멸균된 면봉으로 도말한 다음, 각 농도별로 항생제를 투여한 disc를 평판 배지위에 얹은 후, 37°C에서 16~18시간 배양하여 투명환의 크기를 측정하였으며, 결과 판독은 Benson[12)]의 항생제 감수성 판독표에 따랐다.

조독소의 조제

37℃에서 8시간 배양한 균주를 BHI broth에 접종하여 37℃에서 진탕 배양하면서 각 배양시간 경과시 마다 배양액을 일정량 씩 취해 원심분리(1,000×g, 20분)한 다음, 그 상청액을 조독소액으로 하여 용혈활성 시험시료로 사용하였다.

조독소의 용혈활성 측정

용혈활성 측정은 Yoh 등[13] 및 Yoshida 등[14]의 방법에 준하여 실시하였다.

신선한 양피를 원심분리(1,000×g, 20분)하여 그 상청액을 제거하고, 1 M Tris-HCl Buffer(pH 7.5)를 가한 다음, 다시 원심분리 조작을 3~4회 반복하여 순수한 적혈구 만을 회수하였다.

한편 조독소액을 1 M Tris-HCl Buffer로서 단계적으로 희석한 것을 용혈활성 측정에 이용하였으며, 대조구와 100% 용혈구는 1 M Tris-HCl Buffer와 증류수를 사용하였다. 이렇게 만들어진 각 혼합액에 1% 양 적혈구를 1:1 되게 만들어서 37℃에서 60분간 보온한 다음, 원심분리하여 상청액을 취한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하여 용혈활성을 비교하였다. 이때 적혈구의 50%를 용혈시키는 독소량을 1 용혈 단위(Hemolytic Unit; HU)라 정의하여 용혈활성으로 나타내었다.

인산 완충용액에서의 저온내성

1%의 식염을 가한 인산 완충용액(pH 7.5)에 *V. mimicus* SM-9 균주를 10^5/m*l*되게 접종하고, 균질화한 다음 멸균된 cap tube에 균질액을 10 m*l*씩 분주하여 각 저장 온도대(4, 0, -4, -20℃)에 저장하면서 시간 경과에 따른 균수 변화를 측정하였으며, 균수의 측정은 FDA[10]의 방법에 준하여 실시하였다.

어육 중에서의 저온내성

방어의 육질을 무균적으로 100 g 취하여 멸균된 Waring blender cup에 넣고, 1%의 식염을 가한 인산 완충용액을 육무게의 4배가 되도록 가한 후, *V. mimicus* SM-9을 약 10^5/m*l* 되게 접종하여 균질화하였다. 멸균된 cap tube에 균질액을 10 m*l*씩 분주한 다음, 인산 완충용액에서와 같은 방법으로 저장하면서 균수의 변화를 측정하였다.

결과 및 고찰

*V. mimicus*의 검출율

여름철에 부산시 남천동과 민락동 지역의 연안 해수 및 횟집 용수에 대한 *V. mimicus*의 검출율을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

*V. mimicus*는 수온이 17℃ 이하인 4, 5월에는 검출되지 않았으나, 18℃ 이상이 되는 6월과 7월에는 각각 17.7 및 35%로 검출율이 높아지는 것으로 보아 수온이 높아지는 8, 9월에는 더 많은 균들이 검출될 것으로 추정된다.

생화학적 특성

TCBS agar상에서 *V. mimicus*로 추정되는 58 집락을 선택하여 그람 염색성, 운동성 등 각종 생화학 실험을 실시하여 동정한 후, 이 중에서 용혈활성능이 제일 강한 균주를 선택하여 *V. mimicus* SM-9이라 명명하였으며, 표준 균주와 각종 생화학적 특성을 비교·검토한 결과는 Table 2와 같다.

분리 균주는 표준 균주와 같이 그람 음성 간균으로 운동성이 있으며, oxidase test 양성, VP test 음성 및 sucrose 분해능에서 음성반응을 나타내는 등 Davis 등[1] 및 Sanyal 등[3]이 보고한 *V. mimicus*의 전형적인 특성을 나타내었으며, 표준균주와 비교했을 때, D-xylose 이용능의 차이점 만 나타내었다.

항생제에 대한 감수성

각종 항생제에 대한 *V. mimicus* ATCC 33653과 *V. mimicus* SM-9의 감수성 시험 결과는 Table 3과 같다.

23종의 항생제 감수성 시험에서 두 균주 모두 대부분의 항생제에 대해 감수성이 있는 것으로 나타났는데, 그 중에서도 amikacin, ampicillin, ampicillin/sulbactam, aztreonam, cefoperazone, cefoxithin, ceftrazidine, cephalothin, chloramphenicol, ciprofloxancin, erythromycin, gentamicin, nalidixic acid, nitrofurantoin, tetracycline, ticarcillin 및 tobramycin 등의 17종은 두 균주에 대한 생육 저해환의 크기가 15~30 mm 정도로 나타나 감수성이 높았다. Polymyxin B에 대해서는 두 균주 모두 중간 정도의 감수성을 나타내었으며, penicillin G의 경우는 분리 균주가 표준 균주보다 저항성이 다소 약하게 나타났다.

반면, lincomycin, oxacillin, rifampin 및 vancomycin 등의 항생제에 대해서는 두 균주 모두 강한 저항성을 나타내었다.

용혈독소의 용혈활성

V. mimicus SM-9 균주를 BHI broth(pH 7.5)에 접종하여

Table 1. Monthly variation of detection ratio of *Vibrio mimicus* from sea water

Month	Detection ratio (%)	pH	Temperature (℃)
April	0[1]/10[2](0.0)	7.30~7.80	15.0~16.5
May	0/10(0.0)	7.52~7.91	16.0~17.3
June	3/17(17.7)	7.31~8.04	16.8~18.5
July	7/20(35.0)	7.74~8.10	18.3~19.5

[1]No. of positive samples, [2]No. of tested samples.

Table 2. Comparison of biochemical characteristics between the reference strain and *Vibrio mimicus* SM-9 isolated from sea water

Check items \ Strain	*Vibrio mimicus* ATCC 33653	*Vibrio mimicus* SM-9
TCBS agar plate	Blue green	Blue green
Gram stain	-	-
Shape	Rod	Rod
Oxidase	+	+
Growth in BHI broth with		
0% NaCl	+	+
1% NaCl	+	+
Voges-Proskauer	-	-
Motility	+	+
Arginine dihydrolase	-	-
Lysine decarboxylase	+	+
Ornithine decarboxylase	+	+
Gelatin liquefaction (22°C)	+	+
Fermentation from		
Arabinose	-	-
Raffinose	-	-
L-Rhamnose	-	-
Maltose	+	+
D-Xylose	+	-
Sucrose	-	-
Polymyxin B, Zone of inhibition(mm)	11	11

37°C에서 배양하면서 시간경과에 따른 용혈활성을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

분리 균주는 시간 경과에 따라 점차적으로 용혈 독소의 생성이 증가되기 시작하여 정지기 때 18 HU/ml의 가장 높은 용혈 활성을 나타내어 용혈 독소 생성능은 정지기에서 최대로 나타남을 알 수 있었다.

인산 완충용액에서의 저온 내성

저온 및 동결온도가 어육 중에 오염된 *V. mimicus* SM-9의 생육에 어떠한 영향을 미치는 가를 알아보기 위하여 인산 완충용액에 균주를 10^5/ml 되게 접종하여 시료를 처리한 다음, 저장 조건을 달리하여 시간 경과에 따른 균수 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다.

V. mimicus SM-9를 4, 0, -4 및 -20°C에서 저장했을 때, 저장온도에 관계없이 균수가 감소되는 경향은 비슷하였고, 120시간이 경과되었을 경우에는 5 log cycles 정도 감소되어 거의 사멸되었다.

이상의 결과로 인산 완충용액에서의 *V. mimicus*는 chilling 온도대 이하가 되면 손상을 받으며, 시간이 경과함에 따라서 급속히 사멸되는 것으로 나타났다.

방어육에서의 저온 내성

Table 3. Antibiotic susceptibility[1] pattern of *Vibrio mimicus* ATCC 33653 and *Vibrio mimicus* SM-9

Antibiotics	Disk Potency (μg)	Susceptibility (Mean of inhibited diameter, mm)	
		Vibrio mimicus ATCC 33653	*Vibrio mimicus* SM-9
Amikacin	30	S(20)[2]	S(22)
Ampicillin	10	S(18)	S(19)
Ampicillin/sulbactam	20	S(14)	S(15)
Aztreonam	30	S(23)	S(25)
Cefoperazone	75(30)	S(23)	S(20)
Cefoxitin	30	S(18)	S(17)
Ceftrazidime	30	S(24)	S(25)
Cephalothin	30	S(20)	S(23)
Chloramphenicol	10	S(30)	S(28)
Ciprofloxacin	5	S(30)	S(26)
Erythromycin	15	S(23)	S(20)
Gentamicin	10	S(19)	S(20)
Lincomycin	2	R(0)2	R(0)
Nalidixic acid	30	S(25)	S(24)
Nitrofurantoin	300	S(21)	S(20)
Oxacillin	1	R(0)	R(0)
Penicillin G	10	R(11)	I(17)
Polymyxin B	300 units	I(11)[2]	I(11)
Rifampin	5	R(13)	R(12)
Tetracycline	30	S(22)	S(22)
Ticarcillin	75/10	S(20)	S(21)
Tobramycin	10	S(20)	S(19)
Vancomycin	30	R(0)	R(0)

[1]Antibiotic susceptibility has been done on Mueller-Hinton agar for 16~18 hours at 37°C.
[2]Susceptible, resistant and intermediate were determined by the method of Benson (1990).

방어육 균질액에 *V. mimicus* SM-9 균주를 접종하여 인산 완충용액과 같은 방법으로 저장 조건을 달리하여 시간 경과에 따른 균수 변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다.

저장 48시간째 4, 0, 및 -4°C의 경우는 1 log cycle 정도, -20°C의 경우는 3 log cycles 정도의 균수가 감소되는 경향을 나타내어, 저장 초기에는 chilling 온도대보다는 -20°C에서 균수의 감소가 빨리 진행되었다. 그러나 어육에서는 인산완충용액에서 보다 모든 온도대에서 저온내성이 강하여 120시간 경과하여도 2~4 log cycles 정도 감소하였으며, 200시간 이후에는 감소 경향이 매우 완만하였다.

이상의 결과로 미루어 볼 때, 방어육에 *V. mimicus*가 오염되었을 경우 유기 물질이 전혀 함유되어 있지 않은 인산완충용액에서 보다 균수의 감소가 더 완만하게 진행되었으며, 240시간까지도 균이 생존하였던 것으로 볼 때, 어육 성분과 같은 유기 물질이 섞여 있을 때가 저온에 대한 내성이 강한 것을 알 수 있었다.

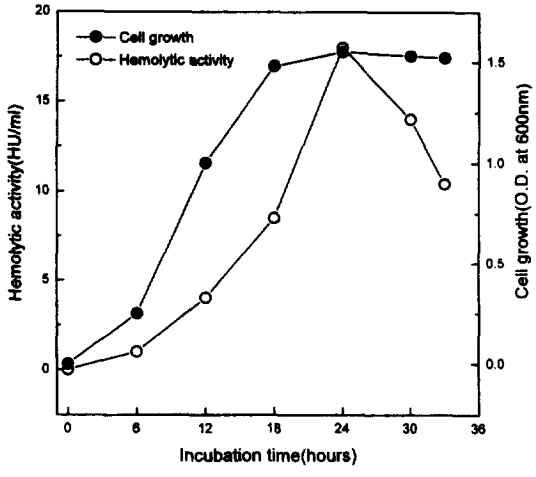

Fig. 1. Hemolytic activity (HU/ml) of *Vibrio mimicus* SM-9 by shaking culture at 37°C in BHI broth.

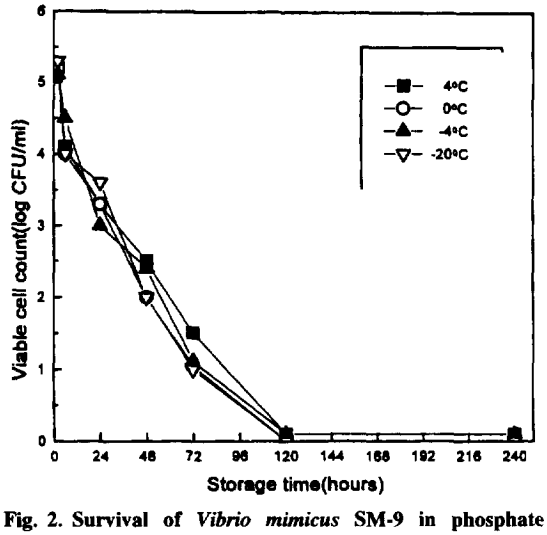

Fig. 2. Survival of *Vibrio mimicus* SM-9 in phosphate buffer solution maintained at 4, 0, -4 and -20°C.

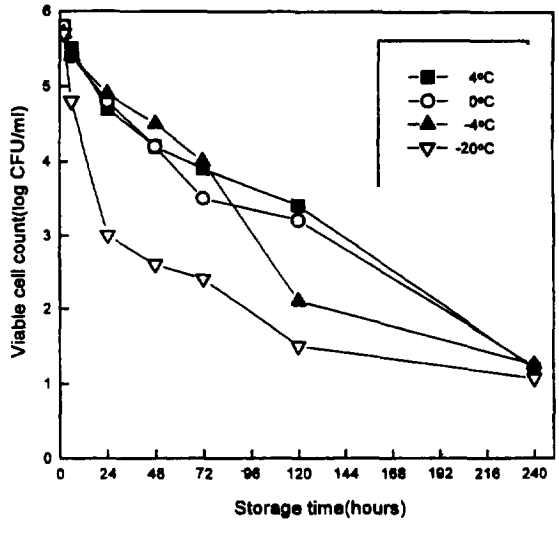

Fig. 3. Survival of *Vibrio mimicus* SM-9 in homogenates yellow tail (*Seriola quinqueradiata*) maintained at 4, 0, -4 and -20°C.

따라서 *V. mimicus*가 어육 중에 오염되었을 경우 단기간의 동결 저장으로는 완전히 사멸되기 어렵다는 것을 알 수 있었으며, 영양분이 없는 인산 완충용액에 비해 유기물과 무기물이 함유된 어육 균질액에서 *V. mimicus*는 어육 성분과 같은 유기물질이 보호막으로 작용하고 무기물질이 세포막을 견고하게 하므로써 어느 정도 균의 사멸을 지연시켜 주는 것으로 추정되어 원료의 위생적 취급 관리와 저장 조건이 매우 중요하다는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구의 일부는 한국과학재단의 특정연구과제(95-0402-06-01-3)의 연구비지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

여름철 식중독 예방대책의 기초 자료를 얻고자 부산시 남천동 및 민락동 지역의 연안 해수 및 횟집 활어조에 사용되는 용수로부터 *V. mimicus*를 분리하여 분리된 균주 중에서 용혈활성이 가장 강한 균주를 *V. mimicus* SM-9이라 명명하였고, 그 균주의 생화학적 특성, 항생제 감수성, 용혈 독소의 생산 경향 및 저온내성 등을 실험한 결과는 다음과 같다. *V. mimicus*는 4, 5월에는 검출되지 않았으나 수온이 상승한 6월과 7월에는 검출율이 각각 17.7%, 35%로 비교적 높았다. *V. mimicus* SM-9은 그람 음성 간균으로 운동성이 있었고, oxidase test에서 양성, Voges-Proskauer test에서 음성, sucrose 분해능 음성 반응 등 *V. mimicus*의 전형적인 특성을 나타내었다.

23종의 항생제 감수성 시험에서 *V. mimicus* SM-9은 대부분의 항생제에 대해서는 감수성을 나타내었으나, lincomycin, oxacillin, rifampin 및 vancomycin에 대해서는 매우 강한 저항성을 나타내었다. *V. mimicus* SM-9의 용혈독소 생산은 배양시간 경과에 따라 차츰 증가되기 시작하여 정지기에 최대로 나타났으며, 그때의 용혈활성은 배양액 m*l*당 18 HU였다. *V. mimicus* SM-9에 대한 저온내성을 알아보기 위하여 4, 0, -4 및 -20°C에서 저장했을 때, 인산완충용액의 경우 저장온도에 관계없이 균수가 감소되는 경향은 비슷하였고, 120시간이 경과되었을 경우에는 5 log cycles 정도 감소되었다. 반면, 방어육 균질액에서는 인산완충용액에서 보다 모든 온도대에서 저온내성이 강하였으며, 120시간 경과시 2~4 log cycles 정도 감소하였고, 200시간 이후에는 감소 경향이 매우 완만하였다.

참고문헌

1. Davis, B.R., Fanning, G.R., Madden, J.M., Steigerwalt, A.G., Bradford, Jr., H.B., Smith, Jr., H.L. and Brenner, D.J.: Characterization of biochemically atypical *Vibrio cholerae* strains and designation of a new pathogenic species, *Vibrio mimicus*. *J. Clin. Microbiol.*, **14**, 631-639 (1981).
2. Chowdhury, M.A.R., Aziz, K.M.S., Rahim, Z. and Kay, B.A.: Toxigenecity and drug sensitivity of *Vibrio mimicus* isolated from fresh water prawns (*Macrobrachium malcolmsonii*) in Bangladesh. *J. Diarrhoeal Dis. Res.*, **4**, 37-40 (1986).
3. Sanyal, S.C., Huq, M.I., Neogi, P.K.B., Alam, K., Kabir, M.I. and Rahman, A.S.M.H.: Experimental studies on the pathogenicity of *Vibrio mimicus* strains isolated in Bangladesh. *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.*, **62**, 515-521 (1984).
4. Wayne, X., Shandera, M.D., Jeffrey, M., Johnston, M.D., Betty, R., Davis, M.S. and Blake, P.A.: Disease from infection with *Vibrio mimicus*, a newly recognized *Vibrio* species. *Annals of Internal Medicine*, **99**, 169-171 (1983).
5. Chowdhury, M.A.R., Yamanake, H., Miyoshi, S., Aziz, K.M.S. and Shinoda, S.: Ecology of *Vibrio mimicus* in aquatic environments. *Appl. Environ. Microbiol.* **55**, 2073-2078 (1989).
6. Kodama, H., Gyobu, Y., Tokuman, N., Okada, I., Uetake, H., Shimada, T. and Sakazaki, R.: Ecology of non-O1 Vibrio cholerae in Toyama prefecture. *Microbiol. Immunol.* **28**, 311-325 (1984).
7. 고병호, 이원재, 이명숙: 연안 해수에서 분리된 *Vibrio mimicus* K-1의 특성. 한국수산학회지, **27**, 292-298 (1994).
8. 장수현, 송대진, 양송주, 신일식, 김영만: 금강 하구의 *Vibrio cholerae* non-O1과 *Vibrio mimicus*의 생태. 한국수산학회지, **28**, 15-22 (1995).
9. 장수현, 송대진, 양송주, 신일식, 김영만: *Vibrio cholerae* non-O1과 *Vibrio mimicus*의 생잔에 대한 염도와 온도의 영향. 한국수산학회지, **28**, 60-66 (1995).
10. Food and Drug Administration: Bacteriological Analytical Manual(7th Ed.). Food and Drug Administration, U. S. A., 11-140 (1992).
11. Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C. and Turck, M.: Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Pathol.*, **45**, 493-496 (1966).
12. Benson H.J.: Microbiological Applications(5th Ed.). Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 429 (1990).
13. Yoh, M., Honda, T. and Miwatani, T.: Purification and partial characterization of a non-O1 *Vibrio cholerae* hemolysin that cross-reacts with thermostable direct hemolysin of *Vibrio parahaemolyticus*. *Infect. Immun.*, **52**, 319-322 (1986).
14. Yoshida, H., Honda, T. and Miwatani, T.: Purification and characterization of a hemolysin of *Vibrio mimicus* that relates to the thermostable direct hemolysin of *Vibrio parahaemolyticus*. FEMS Microbiol. *Let.*, **84**, 249-254 (1991).