

## 새우의 급성간췌장괴사병과 수입 위생 조치

김남은\* · 김도형†

부경대학교 수산생명의학과, \*부경대학교 수산질병관리원

### Acute hepatopancreatic necrosis disease of shrimp and import health measures

Nam-Eun Kim\* and Do-Hyung Kim†

Department of Aquatic life Medicine, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea  
\*Control Center for Aquatic Animal Diseases, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

In 2009 outbreaks of an emerging disease in shrimp farms were first reported in China. The disease was known as early mortality syndrome (EMS), or acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND). Since 2009, the disease has been spread to Vietnam, Malaysia, Thailand and Mexico. The causative agent of the disease was identified as *Vibrio parahaemolyticus*. It is a common seawater inhabitant bacterium, and the pathogen can sometimes contaminate seafood. The disease has caused mass mortality of cultivated shrimp, and huge economic losses in the countries named above. In order to prevent the introduction and establishment of AHPND, emergency measures, such as strengthening of import conditions and even import bans, were put in place by many other countries. In Korea, on the other hand, there are large quantities of shrimp imports from countries, such as Thailand and Vietnam. Transportation of live and fresh dead shrimp is highly likely, and could be a transmission pathway if the shrimp are sourced from populations in AHPND endemic areas. It is important to recognize that importing countries may provisionally adopt sanitary or phytosanitary measures on the basis of available pertinent information, including that from the relevant international organizations, as well as from sanitary or phytosanitary measures applied by other countries based on "Agreement on Application of Sanitary and Phytosanitary Measures". It is pertinent that Korea also takes proper emergent measures to keep out diseases and provide safe seafood.

**Key words:** Acute hepatopancreatic necrosis disease, AHPND, Early mortality syndrome, EMS, *Vibrio parahaemolyticus*, Import health measure

최근 새우의 조기폐사증후군(early mortality syndrome, EMS) 또는 급성간췌장괴사병(acute hepatopancreatic necrosis disease, AHPND)으로 알려진 신종질병이 2009년 중국 남부 지방을 시작으로 베

트남, 태국, 말레이시아 및 멕시코에서 발생하여 막대한 경제적 손실을 일으키고 있다(FAO, 2013).

2011년 중국 남부 지역의 양식장에서 본 질병의 발생으로 약 80%의 새우가 폐사하였다(Panakorn, 2012). 본 질병으로 인하여 말레이시아의 흰다리 새우 양식 생산량은 2010년의 70,000톤에서 2011년의 40,000톤으로 급감하였다(Leaño and Mohan,

†Corresponding author: Do-Hyung Kim  
Tel: +82-51-629-5945, Fax: +82-51-629-5945  
E-mail: dhkim@pknu.ac.kr

2012). 태국의 경우 국가 차원의 통계 자료는 없으므로 관련 기업의 손실 추정을 보면 Charoen Pokphand Foods는 영업 이익이 전년 동일 기간과 비교하여 70% 감소하였다고 보고하였다(FAO, 2013). 최근에는 멕시코에서도 발생하여 큰 피해를 입었는데 멕시코 남부 지역인 Nayarit에서 최대 95%의 새우가 폐사하였으며, 멕시코 Sinaloa, Sonora, Nayarit의 새우 양식 생산량은 2012년 대비 각각 57, 65, 67%가 하락하였다(Nunan, 2014).

이처럼 이 질병이 우리나라로 유입되면 감수성이 있는 양식 생물에 막대한 경제적 손실은 물론이고 자연 생태계에 대한 부정적인 영향은 불가피할 것으로 예상된다. 그러므로 AHPND의 원인체, 증상 및 진단법에 관한 정보와 향후 우리나라로 수입되는 새우에 대한 검역정책의 방향에 대해 재고해 보고자 한다.

## 원인체 및 질병 특성

### 원인체의 발견

급성간췌장괴사병(AHPND)은 2009년 처음 발생한 이래로 그 원인체가 불분명하였다. 이 질병을 일으키는 원인이 감염성 병원체인지 독성물질인지 정확하지 않았다(FAO, 2013). Lightner *et al.* (2012)는 AHPND의 임상 증상, 감수성 종, 병리학 적 특성들을 보고하였으며 먹이 또는 갑각류 살충제 접촉 실험, 냉동 샘플의 감염성 시험 등을 실시하였으나 AHPND를 재현하는데 실패하였다. Zhang *et al.* (2012)에 의하여 중국 광시성에서 AHPND가 발생한 흰다리새우로부터 병독성 *Vibrio parahaemolyticus*가 보고된 이후, Tran *et al.* (2013)은 베트남의 양식 새우에서 분리한 *V. parahaemolyticus*로 침지와 경구감염을 성립시켜 AHPND의 원인체를 확인하였다.

### 일반적인 *V. parahaemolyticus*의 특징과 AHPND 독성 균주

*Vibrio parahaemolyticus*는 그람 음성의 호염성 세균으로 일반적인 해양 환경에서 존재한다. 대부분의 해양 환경에서 분리되는 균주들은 비병원성 균주이다(Kongruen *et al.*, 2014). 하지만 일부 균주

는 사람의 병원체로 “장염비브리오균”이라 불리며 식중독을 일으키는 것으로 알려져 있다. 주로 익히지 않은 오염된 해산물을 섭취할 경우 발생할 수 있으며, 이 세균은 내열성 용혈소인 장독소(enterotoxin)를 생성하여 설사를 유발한다(Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2014).

Kongruen *et al.* (2014)는 AHPND을 일으키는 *V. parahaemolyticus*의 독성 유전자에 초점을 맞추었으며, AHPND 균주에서 인간에 병원성을 나타내는 내열성 용혈소 관련 유전자는 발현하지 않았고 Type VI secretion system(T6SS)를 확인한 결과 T6SS1과 T6SS2 모두 발현하여 이 유전자가 AHPND의 병원성과 관련이 있음을 확인하였다. 또한 항혈청 실험을 통해 모든 AHPND 균주들이 독특한 O 항원을 가지고 있으며, 몇몇 양식장에서 K 항원에 작은 변이가 있음을 확인하였다. 이를 통해 AHPND의 병원성이 AHPND 균주만이 나타내는 세균의 독소에 의한 것임을 확인하였다.

이 외에도 AHPND 균주 사이의 차이에 대한 연구가 보고되었다. 태국에서는 AHPND 발생 양식장에서 분리된 4개의 균주들 사이에 병원성, 폐사율 간의 차이가 있었으며 AHPND를 일으키는 균주들 간의 다양성이 있음을 확인하였다(Joshi *et al.*, 2014). 인도에서 폐사를 겪은 새우 양식장에서 *V. parahaemolyticus*를 분리하였으나 AHPND를 일으키지 않는 것으로 확인되었으며, 분리세균은 단지 기회감염 병원체인 것으로 추정하였다(Kumar *et al.*, 2014).

### 감수성종 및 증상

AHPND의 알려진 감수성 종은 흰다리얼룩새우(*Penaeus monodon*)와 흰다리새우(*Penaeus vannamei*)이며, 이들 중에서 100%에 달하는 폐사를 나타내었다. 대하(*P. chinensis*)에서도 AHPND의 감염이 보고되었다(NACA, 2013). 이들은 중간양성장(grow-out pond)에 포스트라바 입식 후 10-30일 내로 폐사가 일어나 초기에 이 질병은 “조기폐사 증후군(Early mortality syndrome, EMS)”라 불렸다(FAO, 2013).

본 질병의 임상증상 중 가장 두드러지는 장기는 간췌장이다. 정상적인 새우의 간췌장은 갈색을 나

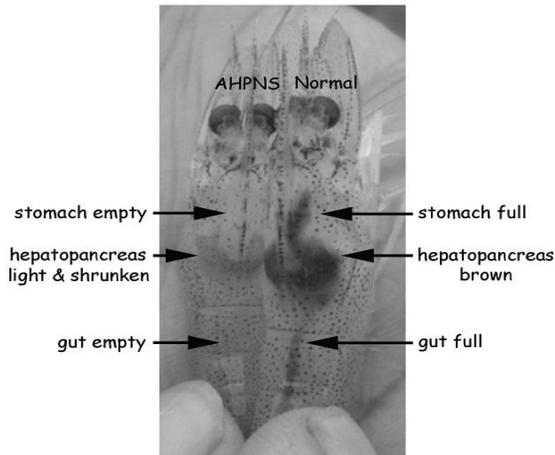


Fig. 1. Gross signs of *Penaeus vannamei*. Compare normal shrimp(Right) with AHPND shrimp(Left) (NACA, 2013).

타내는 반면 감염 새우는 간췌장이 투명해질 정도로 퇴색된다(Fig. 1). 또한 정상적인 새우와 비교하였을 때 간췌장이 눈에 띄게 위축된다(Fig. 1, 2). 종종 이러한 간췌장에서 검은 점 또는 빗금이 나타나며, 이를 잘라 보면 손으로 뚫개지지 않는 정도로 딱딱하다고 한다(Leaño and Mohan, 2012). 이외에도 성장 부진, 갑각 연화를 나타낸다. 또한 정상적인 새우는 위와 장이 채워져 있으나 감염된 새우는 위와 장이 부분적으로 채워져 있거나 비워져 있다(Fig. 1)(NACA, 2013; FAO, 2013). Tran *et*

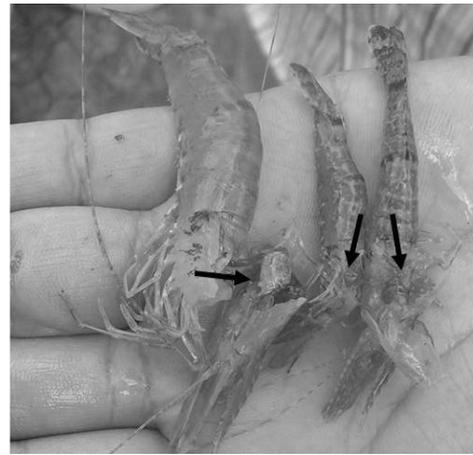


Fig. 2. *Penaeus monodon* from Viet Nam. Shrimp shows normal hepatopancreas (Left). Two *P. monodon* show signs of severe AHPND as shown by the significantly atrophied hepatopancreas (Right) (FAO, 2013).

*al.*(2013)은 분리 세균을 침지 감염하였을 때 동일한 증상이 나타나는 것을 확인하였다(Fig. 3).

AHPND의 조직학적 증상 또한 간췌장에서 뚜렷하다. 간췌장 E 세포의 분열 저해, R, B, F-cell의 기능장애, 핵비대, 혈구 침윤이 관찰된다. 간췌장의 세포에서 급성 진행성의 변성이 이루어지며 병변의 발달은 근위에서 원위로 점점 확대되며 간췌장의 tubule lumen 주변을 둘러싸며 세포들의 탈락이 이루어진다. 이러한 병변은 질병의 말기에 간췌

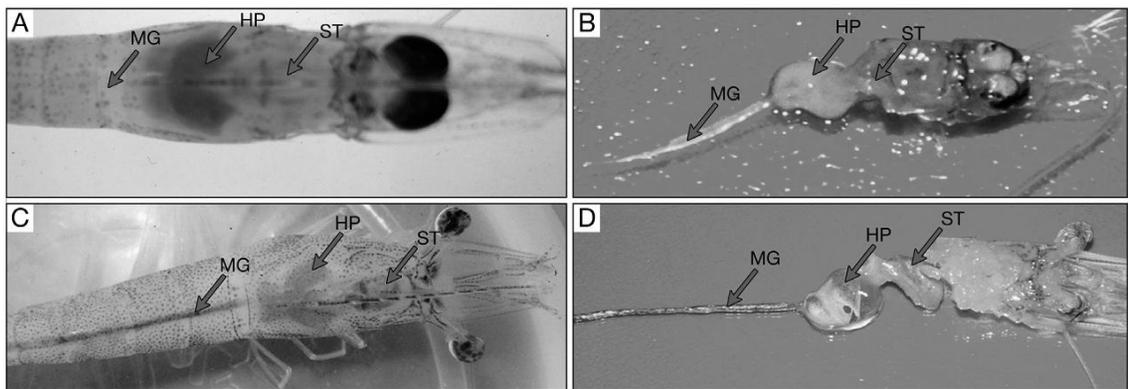


Fig. 3. *Penaeus vannamei*. (A,B) Gross signs of AHPNS-infected shrimp. Pale, atrophied hepatopancreas (HP), and an empty stomach (ST) and midgut (MG), which was induced by immersion bioassay. (C,D) Normal shrimp in the negative control group, showing a normal size HP with dark orange color and a full stomach and midgut. (B) and (D) are dissected individuals from (A) and (C), respectively (Tran *et al.*, 2013).

장의 완전한 파괴를 보이게 된다(Lightner *et al.*, 2012; Prachumwat *et al.*, 2012; Leñaño and Mohan, 2012; NACA, 2013).

### 진단법

AHPND의 분자생물학적 진단을 위하여 여러 특이 primer가 개발되었다. Flegel and Lo (2013)는 5개의 *V. parahaemolyticus* 균주를 사용하여 생물검정(bioassay) 시험을 통해 AHPND의 특징적인 조직병리학적 증상을 확인하였으며, 모든 균주는 이들이 개발한 2쌍의 primer(AP1과 AP2)에 양성반응을 나타내었다(Leñaño and Mohan, 2012). 하지만 교차반응이 있을 수 있어 신뢰성에 대해서는 의문시된다.

최근 Sirikharin *et al.* (2014)는 세포 외 배양산물(cell-free culture broth)의 subfraction에서 발견된 곤충의 독소와 매우 유사한 단백질을 암호화하는 유전자를 증폭시킬 수 있는 특이 primer를 디자인하였다. 그 특이 primer는 AHPND을 일으켰던 *V. parahaemolyticus* 49균주만 증폭을 시켰으며 유래가 다른 *V. parahaemolyticus* 35균주를 포함한 다른 종의 14균주(*Vibrio*, *Photobacterium* 등)에서는 음성반응을 나타내었다(Sirikharin *et al.*, 2014). 이들은 앞서 연구된 AP1과 AP2의 특이도보다 높다는 점에서 자신들의 primer를 사용할 것을 제안하였다(Sirikharin *et al.*, 2014).

최근 멕시코에서도 AHPND의 발생이 보고되었으며 이들 논문에서도 PCR을 사용한 AHPND의 확인이 이루어졌다. 이들은 AHPND 균주의 contig를 이용하여 기존의 분석된 *V. parahaemolyticus* 게놈 염기서열과 비교한 결과 contig 52와 89가 AHPND 균주에만 존재하는 것이 확인되었다. plasmid 유래로 보이는 contig 52는 비병원성 균주에 전이가 가능하였으나 AHPND를 일으키지 않으며, contig 89

는 그 균주에 전이가 불가능하였다. 이를 통해 contig 89에서 특이 primer를 디자인하였다. 생물검정 시험과 함께 이 primer를 사용하였을 때 멕시코의 균주와 베트남 균주에서 양성반응, 비 병원성 *V. parahaemolyticus*에서 음성 반응을 확인했다(Nunan *et al.*, 2014).

Table 1에는 AHPND 특이적으로 증폭시킬 수 있는 primer 정보를 나타내었다.

### 해외 위생조치 사례

AHPND 발생 지역에서 엄청난 폐사와 함께 경제적인 손실을 야기함에 따라 주요 새우 양식 국가들은 AHPND의 위험에 선제적인 대응을 위해 위생조치를 내리고 있다. 여기서부터는 FAO(2013)에 소개되었던 새우에 수입에 대한 일부 국가의 위생조치 사항을 요약하고자 한다. 도미니카공화국, 에콰도르, 멕시코, 니카라과, 필리핀, 인도네시아, 페루 및 미국이 새우 수입에 대한 위생조치를 취한 국가이다. 가장 먼저 위생조치를 취한 국가는 필리핀으로서 BFAR(Bureau of Fisheries and Aquatic Resources)은 태국, 베트남, 말레이시아, 중국 및 인도네시아로부터의 활새우 수입을 금지시키는 긴급 조치를 내렸다. 그 외 싱가포르, 미얀마 등 AHPND 발생국의 주변국가도 질병 감시 대상으로 지정하였다. 필리핀은 이와 같은 수입 금지가 AHPND의 확산 방지에 올바른 조치라고 판단하고 있다. 멕시코에서도 발생국가로부터의 수입을 금지하는 조치를 내렸으나 2013년에 멕시코 남부에서 발생하여 큰 피해가 일어났다. 온두라스 정부는 수입 금지 조치를 취하지 않았으나, AHPND의 유입을 막기 위해 사전적 예방조치(precautionary measures)를 취하고 있으며, 온두라스를 포함한 중남미 9개국이 설립한 기관인 OIESA(International

Table 1. Specific primer sets developed for AHPND diagnosis

Primer	Sequence	Amplicon	Reference
AP3-F	5'- ATG AGT AAC AAT ATA AAA CAT GAA AC-3'	336 bp	Sirikharin <i>et al.</i> , 2014
AP3-R	5'- GTG GTA ATA GAT TGT ACA GAA-3'		
89F	5'-GTC GCT ACT GTC TAG CTG AA-3'	470 bp	Nunan <i>et al.</i> , 2014
89R	5'-ACG GCA AGA CTT AGT GTA CC-3		

Regional Organization for Agricultural Health)(멕시코, 벨리즈, 과테말라, 엘살바도르, 니카라과, 코스타리카, 파나마 및 도미니카공화국)가 주관하여 국경에서의 해당 질병 검역 강화와 여행객이나 양식업자에 의한 유생이나 활새우의 수입에 의한 질병 유입을 사전에 차단하도록 교육하고 있다(FAO, 2013).

### ОIE에서 제공하는 질병 전파의 가능성

ОIE에서는 AHPND의 양식 및 야생동물로의 전염 가능성에 대하여 Table 2와 같이 새우 수입용도 별로 나누어 나타내었다. Table 2의 냉동상품에 대한 서술에서와 같이 냉동 새우 및 배합사료에 의한 질병의 전염 가능성은 매우 낮지만, 이식용 및 사료용 수입 활새우와 냉장새우의 경우 원인 병원체가 상품 내에서 활성이 있는 상태로 유입될 가능성이 높음을 알 수 있다.

### 우리나라 유입 가능성 및 위생조치 적용

우리나라는 수산생물 질병관리법에 따라 국립수산물품질관리원에서 국경검역을 시행하고 있으며 식용, 이식용, 관상용 및 시험·연구조사용 수산생물에 대하여 검역을 시행하고 있다. 현재 새우에서 검사 대상 질병은 흰발점병, 타우라신드름, 진

염성피하및조혈기괴사증, 노랑머리병, 흰꼬리병 및 전염성근괴사증이며 검사 결과 음성인 경우 국내로 수입될 수 있다. 그러나 새우의 급성간체장괴사병은 검역 대상 질병에 포함되어 있지 않으며 ОIE 지정 질병과 국내 보고성 질병도 아니다.

AHPND의 주요 감수성종은 홍다리얼룩새우, 흰다리새우 및 대하로 알려져 있다. 무역통계에 따르면 우리나라 새우의 품종별 수입 현황에서 수입 중량 기준으로 흰다리새우, 홍다리얼룩새우가 가장 많이 수입되었으며 각 12,894톤, 3,872톤이 수입되었다(Korea trade statistics, 2014a). 또한 국가별 수입 현황을 살펴보면 2012년 기준으로 에콰도르, 태국, 베트남, 말레이시아 등지에서 주로 수입하였고, 수입 중량은 각 1,113,494톤, 323,533톤, 232,255톤, 130,980톤으로 집계되었다. 여기서 주목할 점은 AHPND이 발생한 이후에도 여전히 발생 지역으로부터 감수성 종의 많은 양이 수입되고 있다는 것이다(Korea trade statistics, 2014b).

우리나라 주요 새우 양식종인 흰다리새우와 자연 생태계에 서식하는 대하는 AHPND에 감수성이 매우 높다. 발생지역으로부터의 수입 의존도가 높아 우리나라로 AHPND가 유입될 가능성을 무시할 수 없다. 물론 대부분의 수입 형태가 냉동이지만, 활새우 또는 냉장새우의 경우 AHPND의 병원체인 *V. parahaemolyticus*가 유입될 가능성이 높으므로 이에 합당한 위생조치가 필요하다고 판단된다. 특히

Table 2. Likelihood of AHPND transmission to farmed or wild shrimp population depend on form of shrimp commodity (adopted from ОIE, 2013)

Commodity	Relevant knowledge	Likelihood of transmission
Live shrimp for aquaculture	- Transmission : <i>per os</i> or cohabitation - Susceptible species : <i>Penaeus monodon</i> , <i>P. chinensis</i> , <i>Penaeus vannamei</i>	High
Fresh dead shrimp for human consumption	- Agent stability : sensitive to refrigeration, but viable for several weeks in chilled aquatic animal products	Low <sup>1)</sup>
Frozen shrimp for human consumption	- Agent stability : reduce the number of culturable agent, but can't eliminate bacteria entirely (Attempts to experimentally transmit AHPND from frozen shrimp tissues have failed.)	Negligible <sup>1)</sup>
Live shrimp feed	- Transmission : <i>per os</i> or cohabitation	High
Manufactured shrimp feeds – extruded	- Transmission : <i>per os</i> - Agent stability : susceptible to heating(100°C for at least 1 minute)	Negligible

<sup>1)</sup>Transmission would require the existence of pathways for exposure of susceptible populations.

여러 국가에서 내린 잠정적인 새우의 수입금지 조치와 같이 우리나라에서도 감수성 종의 생산량, 분포, 수입 형태, 질병의 유입과 정착 가능성, 경제적 피해 추정 그리고 질병 관리 상황 등을 고려하여 적절한 위생조치를 취하는 것이 바람직할 것이다. 그러나 검역 당국에서 위급하다고 판단하는 사안 이거나 해당 질병과 관련한 과학적 증거가 불충분한 경우 일반적으로 수입 전에 가동되는 위험평가 절차를 거치지 않고 시급히 잠정적인 위생 조치(수입금지 또는 추가적인 수입위생조건 부가 등)를 취할 수 있을 것이다. 식품 및 동·식물 검역 규제에 관한 협정(Agreement on Application of Sanitary and Phytosanitary Measures(SPS 협정)의 5.7조항에 따라 수입국은 상대국에 적절한 위생조치를 내릴 수 있다. SPS 5.7조항을 요약하면 “해당 질병 관련 과학적 증거가 불충분할 경우 입수 가능한 정보에 근거하여 잠정적인 위생조치를 취할 수 있으며 추후 위험평가에 필요한 정보를 수집하도록 노력하여 수행하며, 합리적인 기간 내에 위생조치를 재검토한다.”와 같다. 따라서 우리나라도 해외에 위급한 질병의 발생이 감지되면 관련 수산생물의 수입 금지 여부를 신속히 판단하여 필요에 따라 적절한 위생조치를 내릴 수 있을 것이다.

## References

- FAO : Report of the FAO/MARD Technical Workshop on Early Mortality Syndrome (EMS) or Acute Hepatopancreatic Necrosis Syndrome (AHPND) of Cultured Shrimp (under TCP/VIE/3304). Hanoi, Viet Nam, 25-27 June 2013. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1053, Rome Italy, 2013.
- Flegel T. W. : Update 2014 on Current Asian Shrimp Disease Threats including EMS/AHPND, The Aquaculture Round table Series, 2014.
- Flegel T. W. and Lo C. F. : Researches Release Free Information on AHPND Detection. Shrimp news international, 2013.
- Joshi, J., Srisala, J., Truong, V. H., Chen, I., Nuangsaeng, B., Suthienkul, O., Lo C. H., Flegel T. W., Sritunyalucksana K. and Thitamadee, S. : Variation in *Vibrio parahaemolyticus* isolates from a single Thai shrimp farm experiencing an outbreak of acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND). *Aquaculture*, 428, 297-302, 2014.
- Kongrueng, J., Yingkajorn, M., Bunpa, S., Sermwittayawong, N., Singkhamanan, K., and Vuddhakul, V. : Characterization of *Vibrio parahaemolyticus* causing acute hepatopancreatic necrosis disease in southern Thailand. *Journal of fish diseases*, 37(7), 609-618, 2014.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention : *Vibrio parahaemolyticus* enteritis, Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2014.
- Korea trade statistics : Trade by commodity, Korea International Trade Association, 2014a.
- Korea trade statistics : Trade by country, Korea International Trade Association, 2014b.
- Kumar, B. K., Deekshit, V. K., Raj, J. R. M., Rai, P., Shivanagowda, B. M., Karunasagar, I., and Karunasagar, I. : Diversity of *Vibrio parahaemolyticus* associated with disease outbreak among cultured *Litopenaeus vannamei*(Pacific white shrimp) in India. *Aquaculture*, 433, 247-251, 2014.
- Leaña EM and Mohan CV : Early mortality syndrome (EMS)/ acute hepatopancreatic necrosis syndrome (AHPNS): an emerging threat to the Asian shrimp industry. Network of Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, Bangkok, 2012.
- Lightner, D.V., Redman, R.M., Pantoja, C.R., Noble, B.L. and Tran, L.: Early mortality syndrome affects shrimp in Asia. *Global Aquaculture Advocate*, 40, January/February 2012.
- NACA : Acute hepatopancreatic necrosis disease card. Network of Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, 2014.
- Nunan, L., Lightner, D., Pantoja, C., and Gomez-Jimenez, S. : Detection of acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) in Mexico. *Diseases of aquatic organisms*, 111(1), 81-86, 2014.
- OIE : OIE Technical disease cards, Acute hepatopancreatic necrosis disease(AHPND). World organization for animal health, paris, 2013.
- Panakorn, S. : Opinion article: more on early mortality syndrome in shrimp. *Aqua Culture Asia Pacific*, Volume 8 No. 1: 8-10, 2012.
- Sirikharin R., Taengchaiyaphum S., Sritunyalucksana K., Thitamadee S., Flegel T., Mavichak R. and Proespraiwong P. : A new and improved PCR method for detection of AHPND bacteria. Network of Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, 2014.

Tran, L., Nunan, L., Redman, R. M., Mohney, L. L., Pantoja, C. R., Fitzsimmons, K., and Lightner, D. V. : Determination of the infectious nature of the agent of acute hepatopancreatic necrosis syndrome affecting penaeid shrimp. Diseases of aquatic organisms, 105, 45-55, 2013.

Zhang, B., Liu, F., Bian, H., Liu, J., Pan, L. and Huang,

J. : Isolation, identification, and pathogenicity analysis of a *Vibrio parahaemolyticus* strain from *Litopenaeus vannamei*. Progress in Fishery Science(in Chinese), 33(2), 56-62, 2012.

---

Manuscript Received : Nov 26, 2014

Revised : Apr 15, 2015

Accepted : Apr 17, 2015