

# 2016年江苏省淡水养殖环节常见致病性弧菌污染状况调查

秦思, 乔昕, 沈贇, 郑东宇, 唐震\*

(江苏省疾病预防控制中心, 南京 210009)

**摘要:** **目的** 了解江苏省淡水动物性水产品养殖环节中常见弧菌(副溶血性弧菌、霍乱弧菌等)的污染程度。**方法** 参照《2016年国家食品安全风险监测淡水动物性水产品养殖环节中常见弧菌专项监测工作手册》进行样品的采集和检测。**结果** 从淡水养殖场中采集水产品、水体、水底沉积物样品共507份, 检出副溶血性弧菌17株(3.4%); 霍乱弧菌4株(0.8%); 溶藻弧菌及创伤弧菌均未检出。检出的副溶血性弧菌均不携带毒力基因(*trh*-;*tdh*-), 主要血清型为O5:H7(41.2%), 主要耐受的抗生素为头孢唑林(94.1%), 其中3株PFGE带型相似性系数100%; 4株霍乱弧菌均为非O1/O139群, 未发现耐药株。**结论** 江苏省淡水养殖环节中副溶血性弧菌环境污染程度低, 但在淡水养殖环节中检出致病性弧菌, 提示淡食用水产品依然可能存在引发食物中毒的风险。

**关键词:** 淡水产品; 副溶血性弧菌; 毒力基因; 耐药; 脉冲场凝胶电泳

## Contamination investigation of common pathogenic *Vibrio* species in freshwater aquaculture processing in Jiangsu province in 2016

QIN Si, QIAO Xin, SHEN Yun, ZHENG Dong-Yu, TANG Zhen\*

(Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing 210009, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the contamination profile of common pathogenic *Vibrio* species (*Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, etc.) in freshwater aquaculture of Jiangsu province. **Methods** Samples were collected and detected according to the common *Vibrio* special monitoring work manual from 2016 *National food safety risk monitoring - Freshwater animal aquatic products breeding*. **Results** A total of 507 samples including freshwater products, aquaculture water and silt were collected from freshwater aquaculture farms. *Vibrio parahaemolyticus* was detected in 17 (3.4%) samples, while *Vibrio cholerae* was detected in 4 (0.8%) samples. Neither *Vibrio alginolyticus* nor *Vibrio vulnificus* were isolated. The *Vibrio parahaemolyticus* strains were negative for both *trh* and *tdh* genes, the main serotype of which was O5:H7 (41.2%), and the resistance rate to cefazolin was 94.1%. The PFGE band pattern similarity rate of 3 strains among them were 100%. The *Vibrio cholerae* strains were all non-O1/O139, and no strains were found to be antibiotic resistant. **Conclusion** The freshwater cultivation environment has low *Vibrio parahaemolyticus* contamination, but the detection of pathogenic *Vibrio* species suggests freshwater products still may have risk to cause food poisoning, and provide data support for food safety risk assessment and traceability of freshwater products related foodborne diseases.

\*通讯作者: 唐震, 硕士, 主任技师, 主要研究方向为微生物学。E-mail: njtangz@163.com

\*Corresponding author: TANG Zhen, Master, Associate Chief Technician, Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing 210009, China. E-mail: njtangz@163.com

**KEY WORDS:** freshwater products; *Vibrio parahaemolyticus*; virulence gene; antimicrobial resistance; pulsed field gel electrophoresis

## 1 引 言

近年来,随着经济发展,水产品由于其营养价值高、味道鲜美、易于购得的特点使其越发受到消费者的喜爱,由副溶血性弧菌引起的食物中毒事件在数量上、规模上都显著上升,1998 年以后已经超过沙门菌跃居首位<sup>[1]</sup>。我省近年食源性疾病暴发事件流行病学分析显示,细菌性致病因素是暴发事件的主要原因,其中副溶血性弧菌引起的事件数和发病人数最多<sup>[2]</sup>。副溶血性弧菌是沿海地区常见的食源性致病菌<sup>[3]</sup>,但近年大量监测数据表明,副溶血性弧菌不仅会污染海产品,在淡水产品中亦可检出<sup>[4-9]</sup>,给食品安全带来一定的风险。

本调查采集并分析了江苏省部分监测点淡水动物性水产品养殖过程中水产品、水体、水底沉积物等样品中常见弧菌的污染信息,为调查淡水产品养殖环境中常见致病性弧菌的污染情况,为风险评估提供基础数据。

## 2 材料与方 法

### 2.1 样本来源

在无锡、扬州、镇江及溧阳设置专项监测点共 10 个养殖场进行样品采集,包括鱼类养殖场与甲壳类和软体动物类养殖场。检测样品为养殖环节中活的水产品、水体和水底沉积物。每季度开展一次采样。

### 2.2 试剂与仪器

副溶血性弧菌 *tlh/tdh/trh* 三重实时荧光 PCR 检测试剂盒(北京卓诚惠生物科技股份有限公司);肠炎弧菌(副溶血性弧菌)检测用诊断血清(日本生研公司);蛋白酶 K(美国基因公司);SeaKem® Gold Agarose 黄金琼脂糖粉(瑞士 LONZA 公司);EDTA、Tris-HCL、硼酸、十二烷基磺酸钠(分析纯,武汉 BIOSHARP 公司);限制性内切酶 NotI 酶(大连宝生物工程公司)。

7500 实时荧光定量 PCR 系统(美国 ABI 公司);CHEF DR-III 脉冲场凝胶电泳仪(美国 Bio-Rad 公司);Gel Doc™ 凝胶成像仪(美国 Bio-Rad 公司);Sensititre 全自动药敏加样系统、Vizion 药敏试验判读系统(美国 Thermo 公司);霍乱弧菌检测用诊断血清(丹麦 SSI 公司)。

### 2.3 菌株分离培养

常见弧菌分离培养检测流程参照《2016 年国家食品安全风险监测 淡水动物性水产品养殖环节中常见弧菌专项监测工作手册》<sup>[10]</sup>进行检测。

### 2.4 毒力基因鉴定

副溶血性弧菌 *tlh/tdh/trh* 毒力基因按照三重实时荧光 PCR 检测试剂盒(卓诚惠生)说明书进行。

### 2.5 血清分型

副溶血性弧菌根据 GB4789.7-2013《食品安全国家标准 食品微生物学检验 副溶血性弧菌检验》<sup>[11]</sup>用日本生研公司肠炎弧菌(副溶血性弧菌)检测用诊断血清分别进行 O、K 抗原的鉴定;霍乱弧菌根据《霍乱防治手册(第 6 版)》<sup>[12]</sup>用丹麦 SSI 霍乱弧菌检测用诊断血清进行血清型别鉴定。

### 2.6 副溶血性弧菌脉冲场凝胶电泳(PFGE)

#### 2.6.1 脉冲场凝胶电泳分型实验

参照美国疾病预防控制中心 PulseNet 标准操作流程,操作方法依据国家食品安全风险评估中心《2016 年国家食源性疾病预防工作手册》<sup>[13]</sup>副溶血性弧菌脉冲场凝胶电泳(pulsed field gel electrophoresis, PFGE)标准操作流程。

#### 2.6.2 数据分析

用 BioNumerics 6.6 软件对电泳图谱进行数据分析,得出聚类树状图。聚类分析采用 UPGMA 方法和 Dice 系数进行聚类分析,按 Position tolerance 1.5%, Optimization 1.5% 进行进化树构建。所有的菌株带型模式相似度>80% 判定为同一基因簇(cluster)<sup>[14]</sup>。

### 2.7 药敏实验

抗生素种类选择及药敏试验操作依据国家食品安全风险评估中心《2016 年国家食源性疾病预防工作手册》<sup>[13]</sup>食源性致病菌药敏试验标准操作程序,使用 Sensititre 全自动药敏加样系统加样,Vizion 药敏试验判读系统判读结果。

## 3 结果与分析

### 3.1 常见致病性弧菌检出情况

在无锡、扬州、镇江及溧阳共 10 个监测点共收集样品 507 份,获得数据 2028 条。共检出副溶血性弧菌 17 株,检出率 3.4%;霍乱弧菌 4 株,检出率 0.8%;溶藻弧菌及创伤弧菌均未检出。各类样品具体检测结果见表 1。

### 3.2 副溶血性弧菌毒力基因鉴定

选取分离获得的 17 株副溶血性弧菌菌株进行毒力基因检测,结果均为 *tlh* 阳性、*tdh* 阴性、*trh* 阴性。

### 3.3 副溶血性弧菌血清分型

鉴定出的 17 株副溶血性弧菌均完全分型,分布在 O5、O1、O2、O10、O8 共 5 个血清群,以 O5:K17 占比最

高,为41.2%;其次为O1:K38,为29.4%。具体结果见表2。

表1 淡水养殖环节中不同样品中常见弧菌污染状况  
Table 1 *Vibrio* contamination status in different samples in freshwater aquaculture

样品种类	样品数/份	副溶血性弧菌		霍乱弧菌	
		阳性数/份	检出率/%	阳性数/份	检出率/%
活的水产品*	195	17	8.7	1	0.5
水体	156	0	0	2	1.2
水底沉积物	156	0	0	1	0.6
合计	507	17	3.4	4	0.8

注\*: 活的水产品主要为鲫鱼、河蚌、河虾、螺蛳等。

表2 淡水养殖环节中副溶血性弧菌血清分型结果  
Table 2 Results of serotyping of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater aquaculture

血清型	菌株数	构成比/%
O5:K17	7	41.2
O1:K38	5	29.4
O2:K28	3	17.6
O10:K71	1	5.9
O8:K70	1	5.9

### 3.4 副溶血性弧菌脉冲场凝胶电泳

检出的17株副溶血性弧菌基因组DNA经过Xba I酶切, PFGE分型结果显示: 所有菌株都是副溶血性弧菌, 菌株PFGE型别分布较多多样化, 17株菌株共分为15个型别,

相似性系数变化范围为53.6%~100%; 其中JSZJ-A31、JSZJ-B40、JSWX-C48带型相似性系数100%。具体结果见图1。

### 3.5 副溶血性弧菌药敏实验

检出的副溶血性弧菌中发生耐受的抗生素主要为头孢唑啉, 耐药率达94.1%; 环丙沙星、复方新诺明、红霉素及萘啶酸耐药率均为11.8%; 氨苄西林耐药率为5.9%。结果见表3。

### 3.6 霍乱弧菌血清分型

鉴定出的4株霍乱弧菌均完全分型, 结果均为非O1/O139群。

### 3.7 霍乱弧菌药敏实验

检出的霍乱弧菌未发现耐受的抗生素。结果见表4。

## 4 结论与讨论

副溶血性弧菌是一种呈革兰氏阴性的嗜盐性弧菌, 是海产品中引起食源性疾病的重要病原细菌<sup>[15]</sup>, 其最佳生长条件为3%氯化钠浓度<sup>[16]</sup>, 一般认为淡水养殖场不存在嗜盐性弧菌<sup>[4]</sup>。通过本次调查发现, 江苏省淡水产品养殖环节受副溶血性弧菌检出率3.4%, 数据低于秦磊等报道的河北省唐山市26.92%的淡水养殖环节检出率<sup>[6]</sup>, 但与炊慧霞等报道的河南省4.17%<sup>[7]</sup>、李涛等报道的成都市3.16%<sup>[8]</sup>及近年我省淡水产品4.7%<sup>[17]</sup>的检出率相近。本次调查中副溶血性弧菌只在活的淡水动物性水产品中检出, 检出率8.7%, 在水体及水底沉积物中均未检出, 提示我省淡水养殖环节中副溶血性弧菌环境污染程度低。



图1 淡水养殖环节中副溶血性弧菌聚类分析图

Fig.1 Cluster analysis diagram of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater aquaculture

表 3 淡水养殖环节中副溶血性弧菌分离株抗生素敏感性分布  
Table 3 Antibiotic susceptibility distribution of *Vibrio parahaemolyticus* isolates in freshwater aquaculture

抗生素	耐药百分率/%	中介百分率/%	敏感百分率/%
头孢唑啉(cefazolin, CZO)	94.1	5.9	0
红霉素(erythromycin, ERY)	11.8	88.2	0
环丙沙星(ciprofloxacin, CIP)	11.8	0	88.2
复方新诺明(trimethoprim/sulfamethoxazole, SXT)	11.8	0	88.2
萘啶酸(nalidixic acid, NAL)	11.8	0	88.2
氨苄西林(ampicillin, AMP)	5.9	47.1	47.1
四环素(tetracycline, TCY)	0	11.8	88.2
头孢噻肟(cefotaxime, CTX)	0	0	100
头孢他啶(cefoxitin, CAZ)	0	0	100
亚胺培南(imipenem, IPM)	0	0	100
头孢西丁(cefoxitin, FOX)	0	0	100
庆大霉素(gentamicin, GEN)	0	0	100
氨苄西林/舒巴坦(ampicillin/sulbactam, SAM)	0	0	100
氯霉素(chloramphenicol, CHL)	0	0	100
阿奇霉素(azithromycin, AZM)	0	0	100

表 4 淡水养殖环节中霍乱弧菌分离株抗生素敏感性分布  
Table 4 Antibiotic susceptibility distribution of specific *Vibrio cholerae* isolates in freshwater aquaculture

抗生素	耐药百分率/%	中介百分率/%	敏感百分率/%
头孢唑啉	0	100	0
红霉素	0	0	100
环丙沙星	0	0	100
复方新诺明	0	0	100
萘啶酸	0	0	100
氨苄西林	0	0	100
四环素	0	0	100
头孢噻肟	0	0	100
头孢他啶	0	0	100
亚胺培南	0	0	100
头孢西丁	0	0	100
庆大霉素	0	0	100
氨苄西林/舒巴坦	0	0	100
氯霉素	0	0	100
阿奇霉素	0	0	100

副溶血性弧菌的致病力与其产生的毒素即溶血素有关, 分为不耐热溶血素(*tlh*)、耐热直接溶血素(*tdh*)和耐热相关直接溶血素(*trh*)。最主要的致病因素是 *tdh*, 其次是

*trh*<sup>[18]</sup>。此次检出的副溶血性弧菌均不带有 *tdh* 和 *trh* 毒力基因, 与国内其他相关报道一致<sup>[8,19]</sup>。临床病人分离株多为 *tdh* 阳性, 仅有 10%左右 *trh* 阳性, 少数 *tdh* 和 *trh* 双阳性, 环境样品株基本为 *tdh* 阴性<sup>[20]</sup>; 且本省近年来病人来源副溶血性弧菌分离株 *tdh* 阳性率(90%)远远高于食品监测分离株(14.3%)<sup>[21]</sup>。故毒力基因的携带与副溶血性弧菌是否致病密切相关。由于此次检出菌株均不带有 *tdh* 和 *trh* 毒力基因, 致病水平较低, 引起大范围人群食源性疾病暴发的风险较低。

本调查显示江苏省淡水养殖环节检出副溶血性弧菌血清型以 O5、O1、O2 群为主, 与国内相关报道相符<sup>[6,22]</sup>, 但我省淡水产品检出副溶血性弧菌以 O5 群为最主要血清型, 这可能与各地淡水养殖水产品品种不同有关。此次未分离出 O3:K6 型临床流行株, 亦提示淡水产品中副溶血性弧菌引起食源性疾病的风险较低。

目前, PFGE 技术已被广泛应用于副溶血性弧菌菌株间相关性分析及食源性疾病与环境分离株的溯源分析<sup>[23,24]</sup>。本次调查显示获得的 17 株副溶血性弧菌的 PFGE 结果特征呈多样化分布, 17 株菌株共分为 15 个带型, 相似性系数变化范围较大, 为 53.6%~100%; 其中来自镇江的 2 株菌(JSZJ-A31、JSZJ-B40)和来自无锡的一株菌(JSWX-C48)带型完全一致, 提示可能存在共同的污染因素。同一养殖地所分离的副溶血弧菌 PFGE 带型各不相同, 说明其菌株污染来源或菌株类型分布呈多样化趋势。此次检出菌株与既往风险监测中引起食源性疾病的高度一致的副溶血性弧菌(G 基因簇, P9 带型)<sup>[21]</sup>有所不同, 提示淡水养殖环境中检出

的副溶血性弧菌与引起食源性疾病菌株来源可能不同。

细菌的耐药性根据当地养殖环境、养殖模式、使用药物的不同而有一定的地方差异。本调查检出的 17 株副溶血性弧菌发生耐受的抗生素主要为头孢唑林, 耐药率高达 94.1%, 本省既往副溶血性弧菌耐药性监测的 95.5%<sup>[25]</sup>及白瑶等报道的 84.5%相近<sup>[26]</sup>。头孢唑林为第一代头孢类抗菌药物, 是较常见的人、兽用头孢类抗生素, 在水产养殖领域极少使用, 高耐受反应提示该类药物的耐药基因可能在自然界已经广泛存在, 需继续关注。

江苏省淡水产品养殖环节受霍乱弧菌检出率 0.8%, 在水产品、水体和水底沉积物中均有检出, 与文献中非 O1/O139 群霍乱弧菌主要分离自环境的描述相符, 且并不引起或仅少数引起散发腹泻<sup>[27,28]</sup>。但亦有相关文献报道, 非 O1/O139 群霍乱弧菌在许多国家的发病率已远远高于 O1 和 O139 群<sup>[29]</sup>。所以非 O1/O139 群霍乱弧菌引起食源性疾病的危害不应被低估, 应被视为食品安全的潜在威胁。

国内外少有文献报道有因食用淡水产品引起的食源性疾病暴发, 可能与西方人不喜食淡水产品以及淡水产品在我国多为熟食的饮食习惯有关。但在淡水养殖环节中检出致病性弧菌, 提示淡食用水产品依然存在引发食物中毒的可能。综上所述, 应继续加强对淡水产品中致病性弧菌的持续监测, 进一步掌握我省淡水养殖环节其污染程度、来源, 对促进食品安全溯源机制的建立健全有积极的指导意义。

## 参考文献

- [1] 刘秀梅. 食源性疾病监控技术的研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(1): 3-9.  
Liu XM. Studies on the techniques for the monitoring and controlling foodborne illness [J]. Chin J Food Hyg, 2004, 16(1): 3-9.
- [2] 吴雨晨, 宗雯琦, 戴月, 等. 2016 年江苏省食源性疾病暴发事件流行病学分析[J]. 江苏预防医学, 2017, 28(3): 262-265.  
Wu YC, Zong WQ, Dai Y, et al. The epidemiological analysis of foodborne disease outbreaks in Jiangsu province in 2016 [J]. Jiangsu Prev Med, 2017, 28(3): 262-265.
- [3] 黄嘉盈, 李柏生, 谭海玲, 等. 2010-2013 年广州市食源性疾病监测副溶血性弧菌的病原学特征[J]. 广东医学, 2015, 36(12): 1915-1916.  
Huang JY, Li BS, Tan HL, et al. Pathogenic characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from foodborne diseases in Guangzhou, 2010-2013 [J]. Guangdong Med, 2015, 36(12): 1915-1916.
- [4] 裴晓燕, 余波, 张秀丽, 等. 中国内陆 6 省(自治区)淡水鱼养殖、销售和餐饮环节常见嗜盐性弧菌污染调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(1): 79-83.  
Pei XY, Yu B, Zhang XL, et al. Monitoring of halophilic *Vibrio* spp. from farming, saling and catering of freshwater fish in inland cities [J]. Chin J Food Hyg, 2016, 28(1): 79-83.
- [5] 王克波, 赵金山, 刘丹茹, 等. 2014-2016 年山东省淡水产品中致病性弧菌的污染状况[J]. 现代预防医学, 2017, 44(16): 2924-2927.  
Wang KB, Zhao JS, Liu DR, et al. Pollution of pathogenic *vibrio* in fresh

water products in Shandong province between 2014 and 2016 [J]. Mod Prev Med, 2017, 44(16): 2924-2927.

- [6] 秦磊, 王建红, 高静, 等. 2016 年河北省唐山市淡水养殖环节中副溶血性弧菌监测结果分析[J]. 医学动物防制, 2018, 34(4): 307-310.  
Qin L, Wang JH, Gao J, et al. The analysis of Hebei Tangshan city's monitoring results on *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater cultivation in 2016 [J]. J Med Pest Contrl, 2018, 34(4): 307-310.
- [7] 炊慧霞, 吴玲玲, 邱正勇, 等. 2016 年河南省淡水产品养殖环节 4 种常见致病性弧菌污染状况监测[J]. 现代预防医学, 2018, 45(4): 732-736.  
Chui HX, Wu LL, Qiu ZY, et al. Monitoring of four common pathogenic *vibrio* species pollution in freshwater aquaculture of Henan in 2016 [J]. Mod Prev Med, 45(4): 732-736.
- [8] 李涛, 黎明, 苗艳芳, 等. 2016 年成都市淡水鱼及其生存环境中致病性弧菌分布及毒力基因特征分析[J]. 应用预防医学, 2017, 23(6): 469-471.  
Li T, Li M, Miao YF, et al. Distribution and virulence gene characteristics of pathogenic *Vibrio* in freshwater fish and their living environment in Chengdu in 2016 [J]. J Appl Prev Med, 2017, 23(6): 469-471.
- [9] 陈鸿鹄, 张云怡, 占利, 等. 2014 年浙江省淡水动物性水产品中致病性弧菌污染来源分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(15): 1902-1906.  
Chen HH, Zhang YY, Zhan L, et al. Sources of pathogenetic *Vibrio* spp. contaminations in freshwater products in eastern China [J]. Chin J Health Lab, 2018, 28(15): 1902-1906.
- [10] 国家食品安全风险评估中心. 2016 年国家食品安全风险监测 淡水动物性水产品养殖环节中常见弧菌专项监测工作手册[K]. 北京: 国家食品安全风险评估中心, 2016.  
National Food Safety Risk Assessment Center. common *Vibrio* special monitoring work manual from 2016 National Food Safety Risk Monitoring - freshwater animal aquatic products breeding [M]. Beijing: National Food Safety Risk Assessment Center, 2016.
- [11] GB 4789.7-2013 食品安全国家标准 食品微生物学检验 副溶血性弧菌检验[S].  
GB 4789.7-2013 National food safety standard-Food microbiological examination - Examination of *Vibrio parahaemolyticus* [S].
- [12] 肖东楼. 霍乱防治手册[M]. 第 6 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013.  
Xiao DL. Manuel of *cholera* control and prevention, 6<sup>th</sup> [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2013.
- [13] 国家食品安全风险评估中心. 2016 年国家食源性疾病监测工作手册[K]. 北京: 国家食品安全风险评估中心, 2016.  
National Food Safety Risk Assessment Center. 2016 National foodborne disease surveillance manual [K]. Beijing: National Food Safety Risk Assessment Center, 2016.
- [14] Robert-Pillot A, Guenole A, Lesne J, et al. Occurrence of the *tdh* and *trh* genes in *Vibrio parahaemolyticus* isolates from waters and raw shellfish collected in two French coastal areas and from seafood imported into France [J]. Int J Food Microbiol, 2004, 91(3): 319-325.
- [15] 周正任. 医学微生物学[M]. 第 6 版. 北京: 人民卫生出版社, 2006.  
Zhou ZR. Medical microbiology, 6<sup>th</sup> [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006.
- [16] 刘冰宜. 水产品中副溶血性弧菌生长异质性的研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2017.  
Liu BX. On the study of the growth variability of *vibrio parahaemolyticus* in aquatic product [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2017.

- [17] 王燕梅, 唐震, 乔昕, 等. 江苏省水产及其制品中副溶血性弧菌污染情况调查[J]. 中国卫生检验杂志, 2016, 26(19): 2846–2848.  
Wang YM, Tang Z, Qiao X, *et al.* Research on the *Vibrio parahaemolyticus* contamination in aquatic products in Jiangsu [J]. Chin J Health Lab, 2016, 26(19): 2846–2848.
- [18] Park KS, Iida T, Yamaichi Y, *et al.* Genetic characterization of DNA region containing the trh and ure genes of *Vibrio parahaemolyticus* [J]. Infect Immun, 2000, 68(10): 5742–5748.
- [19] 高璐, 杭莉, 杨振泉. 江苏省部分地区淡水产品中弧菌菌群及其致病性分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2013, 29(2): 142–146.  
Gao L, Hang L, Yang ZQ. Diversity and pathogenicity of *Vibrio* spp. populations in freshwater products in Jiangsu province [J]. Chin J Zoon, 2013, 29(2): 142–146.
- [20] Garcia K, Torres R, Uribe P, *et al.* Dynamics of clinical and environmental *Vibrio parahaemolyticus* strains during seafood-related summer diarrhea outbreaks in southern Chile [J]. Appl Environ Microbiol, 2009, 75(23): 7482–7487.
- [21] 乔昕, 唐震, 郑东宇, 等. 江苏省食源性副溶血性弧菌毒力基因和同源性分析研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(19): 5074–5079.  
Qiao X, Tang Z, Zheng DY, *et al.* Virulence gene and homology analysis of foodborne *Vibrio parahaemolyticus* in Jiangsu province [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(19): 5074–5079.
- [22] 吴青, 韩海红, 余东敏, 等. 北京市水产品污染与感染病例中副溶血性弧菌血清型和毒力基因型的比较研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 21(4): 363–367.  
Wu Q, Han HH, Yu DM, *et al.* Comparative study of serotypes and virulence genes of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from contaminated aquatic products and infection cases in Beijing [J]. Chin J Food Hyg, 2015, 21(4): 363–367.
- [23] Rahman M, Bhuiyan NA, Kuhn I, *et al.* Biochemical fingerprinting of *Vibrio parahaemolyticus* by the PhenePlate system: Comparison between pandemic and non-pandemic serotypes [J]. Epidemiol Infect, 2006, 134(5): 985–989.
- [24] Wong HC, Liu SH, Chiou CS, *et al.* A pulsed-field gel electrophoresis typing scheme for *Vibrio parahaemolyticus* isolates from fifteen countries [J]. Int J Food Microbiol, 2007, 114(3): 80–87.
- [25] 唐震, 乔昕, 秦思, 等. 2015–2017 年江苏省水产品中副溶血性弧菌污染状况及毒力基因与耐药性[J]. 江苏预防医学, 2018, 29(4): 378–380.  
Tang Z, Qiao X, Qin S, *et al.* Analysis of contamination status, virulence genes distribution and drug resistance of *Vibrio parahaemolyticus* in aquatic products of Jiangsu province from 2015 to 2017 [J]. Jiangsu Prev Med, 2018, 29(4): 378–380.
- [26] 白瑶, 叶淑瑶, 闫韶飞, 等. 2015 年我国食源性副溶血性弧菌毒力基因及耐药特征研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(6): 2318–2324.  
Bai Y, Ye SY, Yan SF, *et al.* Virulence and antimicrobial characteristics of foodborne *Vibrio parahaemolyticus* strains in China in 2015 [J]. J Food Safe Qual, 2017, 8(6): 2318–2324.
- [27] Singh DV, Matte MH, Matte GR, *et al.* Molecular analysis of *Vibrio cholerae* O1, O139, non-O1, and non-O139 strains: Clonal relationships between clinical and environmental isolates [J]. Appl Environ Microbiol, 2001, 67: 910–921.
- [28] Sharma C, Thungapathra M, Ghosh A, *et al.* Molecular analysis of non-O1, non-O139 *Vibrio cholerae* associated with an unusual upsurge in the incidence of cholera-like disease in Calcutta, India [J]. Clin Microbiol, 1998, 36(3): 756–763.
- [29] Chatterjee S, Ghosh K, Raychoudhuri A, *et al.* Incidence, virulence factors, and clonality among clinical strains of non-O1, non-O139 *Vibrio cholerae* isolates from hospitalized diarrheal patients in Kolkata, India [J]. J Clin Microbiol, 2009, 47(4): 1087–1095.

(责任编辑: 韩晓红)

## 作者简介



秦 思, 主管技师, 主要研究方向为卫生微生物检验。

E-mail: 120153490@qq.com



唐 震, 硕士, 主任技师。主要研究方向为微生物学。

E-mail: njtangz@163.com