

# 临沂市淡水鱼养殖、销售及餐饮环节致病性弧菌污染状况及病原学特征

李成伟\*, 李涛, 刘祥亮, 张玺, 高远, 张晓妮, 段倩倩

(临沂市疾病预防控制中心, 临沂 276000)

**摘要:** **目的** 了解临沂市淡水鱼养殖、销售及餐饮环节中常见致病性弧菌的污染现状。**方法** 在临沂市3个县区设置采样点,采集养殖场、销售场所、餐馆的鱼样及存养鱼的相关样本,参照《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》,进行致病性弧菌的分离与鉴定。**结果** 在281份淡水鱼及相关样品中,4种常见致病性弧菌均有检出,其中霍乱弧菌的检出率最高,为18.15% (51/281),之后依次为副溶血性弧菌12.81% (36/281)、溶藻弧菌4.27% (12/281)、创伤弧菌0.71% (2/281)。在养殖(144份样品)、销售(74份样品)和餐饮(63份样品)3个环节霍乱弧菌检出率为16.67% (24/144)、21.62% (16/74)、17.46% (11/63),副溶血性弧菌的检出率为2.78% (4/144)、24.32% (18/74)、22.22% (14/63),溶藻弧菌的检出率为0.69% (1/144)、8.11% (6/74)、7.94% (5/63),创伤弧菌的检出率为0 (0/144)、2.70% (2/74)、0 (0/63)。检出的霍乱弧菌均为非O1/O139群,不携带 $ctxAB$ 毒力基因;在淡水鱼及相关样本中检出的36株副溶血性弧菌中有1株携带 $trh$ 基因,其余均不携带 $tdh/trh$ 毒力基因。**结论** 临沂市淡水鱼养殖、销售和餐饮环节均存在不同程度的致病性弧菌污染,非O1/O139群霍乱弧菌和副溶血性弧菌为主要污染菌,霍乱弧菌污染在3个环节中均存在,副溶血性弧菌污染主要存在于销售和餐饮环节,整个淡水鱼产业链需加强综合监管。

**关键词:** 淡水鱼;致病性弧菌;毒力基因;污染

## Characterization of pathogenic *Vibrio* spp. contamination of freshwater fish in Linyi from farming, sales and catering sources

LI Cheng-Wei\*, LI Tao, LIU Xiang-Liang, ZHANG Xi, GAO Yuan, ZHANG Xiao-Ni, DUAN Qian-Qian

(The Center for Disease Control and Prevention of Linyi City, Linyi 276000, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the pollution status of common pathogenic *Vibrio* in freshwater fish farming, sales and catering in Linyi city. **Methods** Sampling sites were set up in 3 counties and districts of Linyi city to collect fish samples from farms, sales sites and restaurants as well as related fish samples. Pathogenic *Vibrio* were isolated and identified according to the *Special monitoring manual of Vibrio common in the aquaculture links of freshwater animal products by national food safety risk monitoring*. **Results** Four kinds of pathogenic *Vibri*os were detected in 281 samples of freshwater fish and related samples, among which *Vibrio cholerae* had the highest detection rate of 18.15% (51/281), followed by *Vibrio parahaemolyticus* 12.81% (36/281), *Vibri. alginolyticus* 4.27% (12/281) and *Vibrio vulnificus* 0.71% (2/281). The occurrences of *Vibri*os in farming, sales and catering sources were

\*通信作者: 李成伟, 博士, 副主任技师, 主要研究方向为食源性致病菌监测与分析。E-mail: chengweili@whu.edu.cn

\*Corresponding author: LI Cheng-Wei, Ph.D, Associate Chief Technician, the Center for Disease Control and Prevention of Linyi City, No.3, Beijing Road, Lanshan District, Linyi 276000, China. E-mail: chengweili@whu.edu.cn

as following, respectively: *Vibrio cholerae* 16.67% (24/144) and 21.62 (16/74), 17.46% (11/63), *Vibrio parahaemolyticus* 2.78% (4/144), 24.32% (18/74), 22.22% (14/63), *Vibrio alginolyticus* detection rate was 0.69% (1/144), 8.11% (6/74), 7.94% (5/63), *Vibrio vulnificus* 0 (0/144), 2.70% (2/74) and 0 (0/63). All of the confirmed *Vibrio cholera* isolates were in non-O1/O139 groups; and a total of 36 isolates of *Vibrio parahaemolyticus* were obtained from the fresh-water fishes and the related samples, of which one isolate had the *trh* gene. **Conclusion** Linyi city freshwater fish farming, sales and catering link there are different degrees of pollution of pathogenic *Vibrio*, Non-O1/O139 group *Vibrio cholerae* and *Vibrio parahaemolyticus* are the main contaminants, *Vibrio cholerae* pollution in 3 links exist, deputy hemolytic *Vibrio* pollution mainly exist in the sales and catering, the whole freshwater fish industry chain needs to strengthen comprehensive regulation.

**KEY WORDS:** freshwater fish; pathogenic *Vibrio*; virulence gene; contamination

## 0 引言

致病性弧菌主要包括霍乱弧菌(*Vibrio cholerae*)、副溶血性弧菌(*Vibrio parahaemolyticus*)、创伤弧菌(*Vibrio vulnificus*)和溶藻弧菌(*Vibrio alginolyticus*)<sup>[1]</sup>, 广泛存在于海水及海产品中, 是引起沿海城市人群食源性疾病的主要病原菌<sup>[2]</sup>; 常引发以腹泻为主要症状的急性胃肠炎<sup>[3]</sup>, 感染伤口可能导致败血症<sup>[4]</sup>。随着人们对海产品需求增多, 海产品在内陆的消费量日益增多, 淡水产品受弧菌污染情况逐渐加重<sup>[2]</sup>。理论上, 除霍乱弧菌外, 其他弧菌均具有嗜盐性, 不具备在淡水产品中生长繁殖的能力, 但近几年研究显示全国各地淡水产品存在不同程度的弧菌污染。例如李海麟等<sup>[5]</sup>报道广州市 2006—2019 年淡水产品中副溶血性弧菌检出率为 21.84%; 白海涛等<sup>[6]</sup>报道河南省北海市 2018 年淡水产品中副溶血性弧菌、创伤弧菌和溶藻弧菌的检出率分别为 37.5%、14.17%和 43.33%; 王克波等<sup>[7]</sup>报道山东省 2014—2016 年 1054 份淡水产品中副溶血性弧菌、创伤弧菌和溶藻弧菌的总检出率分别为 20.08%、1.39%和 6.64%。且调查研究发现淡水产品中检出的致病性弧菌种类在不断增加, 由淡水产品中致病性弧菌引起的食源性疾病事件时有发生<sup>[8]</sup>, 危害人们身体健康的风险升高。另外, 由于湖泊河流等淡水水体的污染导致含盐量升高、人工饲

养导致养殖水体的富营养化, 淡水产品养殖环节也存在弧菌污染的现象<sup>[9]</sup>。为探究临沂市淡水鱼养殖及流通环节(销售、餐饮)中致病性弧菌的污染现状, 寻找污染主要环节, 追溯其污染主要来源, 本研究对该市淡水鱼养殖环节中淡水鱼、水体和水底沉积物, 销售环节淡水鱼及贮存水体, 餐饮环节淡水鱼及贮存水体等样品进行了霍乱弧菌、副溶血性弧菌、创伤弧菌和溶藻弧菌 4 种致病性弧菌的监测分析, 以期对食品安全监管部门采取有针对性的预防控制措施提供积极的指导依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 样品来源

选取临沂市具有代表性的 3 个淡水鱼养殖场(分别位于 3 个不同县区)作为采样监测点。同时根据养殖场提供的本地供货信息, 确定相对应的销售、餐饮场所(流通环节)的采样点, 最终在每个选定养殖场的县区各选 1 个销售场所和 1 个餐饮店。在第二、三季度进行采样。养殖场采样对象包括淡水鱼、水体和水底沉积物; 流通环节采样对象包括淡水鱼、水体, 以及同时销售有可能对淡水鱼及水体污染的海水鱼及其贮存水体。为充分保证研究结果的代表性和科学性, 严格按照表 1 进行样品采集。

表 1 采集样品种类及相关采样要求  
Table 1 Monitoring samples types and related sampling requirements

采样场所	样品种类	每个采样场所 最低样品量/份	采样要求
养殖场	鱼(活)	4	采样点分散在东南西北 4 个距离较远位置
	淡水鱼相关样品	4	
	养殖水体	4	
销售场所	水底沉积物	4	每个采样场所设置两个采样点, 2 个采样点不得相邻 同一采样点采集完成 4 类样品, 每类 1 份
	淡水鱼(活)	2	
	相关水体	2	
	海水鱼(活)	2	
	相关海水鱼样品	2	
	相关水体	2	

表 1(续)

采样场所	样品种类	每个采样场所 最低样品量/份	采样要求
餐饮店	淡水鱼(活)	2	在同一餐饮点完成该 4 类样品采集
	淡水鱼相关样品	2	
	相关水体	2	
	相关海水鱼样品	2	
	海水鱼(活)	2	
	相关水体	2	

### 1.1.2 主要仪器与试剂

VITEK2 Compact 全自动细菌鉴定系统(法国生物梅里埃); 罗氏 LightCycler480 荧光定量 PCR 仪(美国罗氏生物技术公司)。

3% 氯化钠碱性蛋白胨水(alkaline peptone water, APW)、3% 氯化钠胰蛋白胨大豆琼脂培养基(tryptose soya agar, TSA)、硫代硫酸盐柠檬酸盐胆盐蔗糖琼脂培养基(thiosulfate citrate bile salt, TCBS)、4 号琼脂(北京陆桥技术股份有限公司); 弧菌显色培养基(法国科玛嘉公司); API 20E 细菌鉴定系统、VITEK2 革兰氏阴性菌鉴定卡(法国生物梅里埃); O1/0139 群霍乱弧菌诊断血清(宁波天润生物制药有限公司); 霍乱弧菌 *ctxAB* 核酸检测试剂盒(深圳生科源技术有限公司); 副溶血性弧菌毒力基因(*tlh/tdh/trh*)荧光 PCR 检测试剂盒(北京卓诚惠生生物科技股份有限公司)。

## 1.2 方法

### 1.2.1 样品的运输与保存

实验样本采集后, 存放于 7~10 °C 运送箱, 2 h 内送至实验室进行检验。运送过程样品多层包装, 避免交叉污染。

### 1.2.2 样品前处理

鱼类样品: 自来水冲洗并甩干表面水分, 以无菌操作打开鱼背, 取表皮组织和肉, 剪碎, 无菌操作称取 25 g, 加入到 225 mL 3% APW 中, 拍击式均质器拍击 2 min。水体样品: 无菌操作取水样 450 mL, 加入 3% APW 10 倍浓缩液 50 mL, 充分混匀。水底沉积物: 无菌操作称取 25 g, 加入到 225 mL 3% APW 中, 充分混匀。

### 1.2.3 菌株分离、纯化与鉴定

致病性弧菌的分离按照《国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》及 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》中弧菌的检验方法进行检验。

### 1.2.4 霍乱弧菌 *ctxAB* 核酸检测与副溶血性弧菌毒力基因(*tlh/tdh/trh*)荧光 PCR 检测

将霍乱弧菌和副溶血性弧菌分离株分别接种至 TSA 和 3% TSA 琼脂培养基平板, 36 °C 培养过夜。采用霍乱弧菌 *ctxAB* 核酸检测试剂盒和副溶血性弧菌毒力基因(*tlh/tdh/trh*)荧光 PCR 检测试剂盒中细菌基因组提取试剂提取各分离株基因组 DNA, -20 °C 保存。根据试剂盒说明书分别检测霍乱弧菌毒力基因 *ctxAB* 和副溶血性弧菌毒力基

因 *tlh/tdh/trh* 携带情况。

## 1.3 统计学分析

采用 SPSS 20.0 统计软件进行分析,  $\chi^2$  检验比较组间差异, 以  $\alpha=0.05$  为检验水准, 以  $P<0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果与分析

共采集样品 373 份, 其中淡水鱼, 淡水鱼存养(殖)水体、水底沉积物(以下简称淡水鱼相关样品)281 份, 海水鱼、海水鱼存养水体(以下简称相关海水鱼样品)92 份。养殖、销售、餐饮 3 个环节的淡水鱼及其相关样品、相关海水鱼样品中 4 种致病性弧菌检出情况见表 2。

### 2.1 4 种致病性弧菌的检出情况

在 281 份淡水鱼及其相关样品中, 4 种致病性弧菌都有检出, 其中霍乱弧菌的检出率最高为 18.15% (51/281), 之后依次为副溶血性弧菌 12.81% (36/281), 溶藻弧菌 4.27% (12/281), 创伤弧菌 0.71% (2/281)。

同时在 92 份相关海水鱼样品中, 4 种致病性弧菌也都有检出, 但 4 种弧菌的检出率与淡水鱼及相关样品中有所不同, 其中检出率最高的是副溶血性弧菌 43.38% (40/92), 之后依次是溶藻弧菌 34.78% (32/92), 霍乱弧菌 8.70% (8/92), 创伤弧菌 6.52% (6/92)。

### 2.2 不同环节 4 种致病菌的检出情况

霍乱弧菌、副溶血性弧菌及溶藻弧菌在所有环节淡水鱼及其相关样品中均有检出, 创伤弧菌只在销售环节中检出, 在养殖(144 份样品)、销售(74 份样品)和餐饮(63 份样品)3 个环节, 霍乱弧菌检出率为 16.67%、21.62%、17.46% ( $\chi^2=0.834$ ,  $P>0.05$ ), 副溶血性弧菌的检出率为 2.78%、24.32%、22.22% ( $\chi^2=26.755$ ,  $P<0.05$ ), 溶藻弧菌的检出率为 0.69%、8.11% (6/74)、7.94% (5/63) ( $\chi^2=9.241$ ,  $P>0.05$ ), 创伤弧菌的检出率为 0 (0/144)、2.70% (2/74)、0 (0/63) ( $\chi^2=5.635$ ,  $P>0.05$ ), 见图 1。

在销售和餐饮环节采集的相关海水鱼样品中 4 种弧菌都有检出, 销售(41 份样品)和餐饮(51 份样品) 2 个环节霍乱弧菌检出率为 9.76%、7.84% ( $\chi^2=0.105$ ,  $P>0.05$ ), 副溶血性弧菌检出率为 43.9%、43.14% ( $\chi^2=0.05$ ,  $P>0.05$ ), 溶藻

弧菌检出率为 34.15%、35.29% ( $\chi^2=0.13, P>0.05$ ), 创伤弧菌检出率为 9.76%、3.92% ( $\chi^2=1.269, P>0.05$ )。据此可见, 霍乱弧菌是淡水鱼养殖环节主要污染的致病菌, 并在流通

环节持续存在; 副溶血性弧菌在淡水鱼养殖环节检出率较低, 但在流通环节检出率显著升高, 与相关海水鱼样本副溶血性弧菌的高检出率呈正相关。

表 2 不同环节相关样品中致病性弧菌的检出情况  
Table 2 Monitoring of pathogenic *Vibrio* spp. in different samples

环节	样品种类	样品数/份	霍乱弧菌	副溶血性弧菌	创伤弧菌	溶藻弧菌
			样品检出份(检出率/%)	样品检出份(检出率/%)	样品检出份(检出率/%)	样品检出份(检出率/%)
养殖环节(淡水鱼)	淡水鱼	72	11 (15.28)	3 (4.17)	0 (0.00)	1 (1.39)
	存养水体	36	6 (16.67)	1 (2.78)	0 (0.00)	0 (0.00)
	水底沉积物	36	7 (19.44)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
销售环节	淡水鱼	48	10 (20.83)	11 (22.92)	1 (2.08)	5 (10.42)
	淡水鱼存养水体	26	6 (23.08)	7 (26.92)	1 (3.85)	1 (3.85)
	海水鱼	28	2 (7.14)	13 (46.43)	3 (10.71)	11 (39.29)
	海水鱼存养水体	13	2 (15.38)	5 (38.46)	1 (7.69)	3 (23.08)
餐饮环节	淡水鱼	42	7 (16.67)	9 (21.43)	0 (0.00)	3 (7.14)
	淡水鱼存养水体	21	4 (19.05)	5 (23.81)	0 (0.00)	2 (9.52)
	海水鱼	36	2 (5.56)	16 (44.44)	2 (5.56)	15 (41.67)
	海水鱼存养水体	15	2 (13.33)	6 (40.00)	0 (0.00)	3 (20.00)

注: 括号内为百分比。

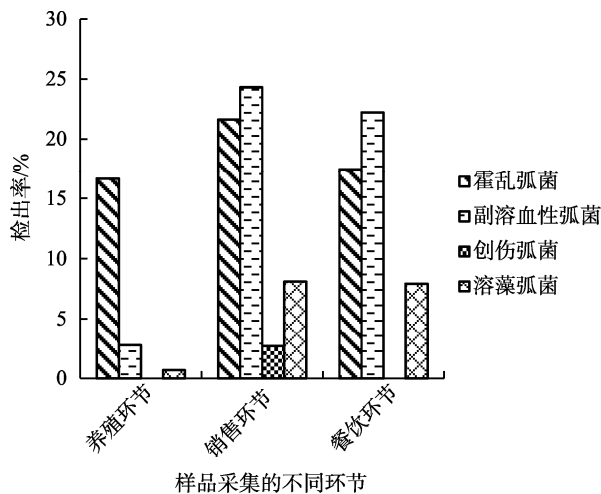


图 1 淡水鱼及相关样品在养殖、销售和餐饮环节 4 种弧菌的检出情况

Fig.1 Detection of four *Vibriosis* in freshwater fishes and related samples from farming, marketing and catering

### 2.3 霍乱弧菌的血清型及 *ctxAB* 毒力基因鉴定

在淡水鱼相关环节样品中总共检出霍乱弧菌 51 株, 相关海水鱼样本中检出霍乱弧菌 8 株。对所有检出的 59 株霍乱弧菌, 用 O1 群、O139 群霍乱弧菌诊断血清进行血清学鉴定, 发现均为非 O1 群和非 O139 群霍乱弧菌。同时

用 RT-PCR 实验对 *ctxAB* 毒力基因进行检测, 结果显示该 59 株霍乱弧菌均不携带 *ctxAB* 毒力基因。

### 2.4 副溶血弧菌毒力基因(*tlh/tdh/trh*)检测结果

对在淡水鱼及其相关样品中检出的 36 株副溶血性弧菌和相关海水鱼相关样品中检出的 40 株副溶血性弧菌, 通过三重 RT-PCR 检测毒力基因 *tlh*、*tdh*、*trh* 的携带情况。76 株副溶血性弧菌均携带 *tlh* 基因。在淡水鱼及其相关样品中检出的 36 株副溶血性弧菌中有一株 *trh* 基因, 其余均不携带 *tdh* 和 *trh* 毒力基因, 1 株在相关海水鱼相关样品检出的副溶血性弧菌携带 *trh* 毒力基因。见表 3。

表 3 淡水鱼及相关样本副溶血性弧菌毒力基因携带情况  
Table 3 Virulence gene of the *V. parahaemolyticus* isolates from freshwater fishes and related samples

毒力基因	阳性菌株数	携带率/%
<i>tlh</i>	36	100.00 (36/36)
<i>tdh</i>	0	0 (0/36)
<i>trh</i>	1	2.78 (1/36)

## 3 结论与讨论

致病性弧菌是引起食源性疾病暴发的重要致病菌<sup>[10]</sup>,

鱼类食品已经成为由致病性弧菌引起的食源性疾病的重要食品载体<sup>[11]</sup>,生食或者食用了加工不彻底的被弧菌污染的鱼类产品是很容易引食物中毒。虽然大多数致病性弧菌属于嗜盐菌,主要集中于海水及海产品中,但是从淡水环境及淡水产品中检出致病性弧菌的报道呈增长趋势<sup>[4]</sup>。临沂市淡水资源较为丰富,是山东省重要的鱼类产品养殖基地,产品销往全省各地。本研究对临沂市淡水鱼养殖、销售和餐饮3个环节中常见的4种致病性弧菌污染情况进行了详细系统的调查研究。

结果显示,临沂市淡水鱼养殖、销售和餐饮环节均有不同程度的致病性弧菌的污染。在养殖环节主要以霍乱弧菌为主,在鱼体、养殖水体和水底沉积物中都有检出,这与山东省、江苏省、陕西渭南等地报道一致<sup>[7,12-13]</sup>,并且在销售和餐饮环节,霍乱弧菌的检出率变化不大( $\chi^2=0.834$ ,  $P>0.05$ ),维持较高检出率,这与霍乱弧菌的非嗜盐性,可在无盐环境生长特性相符。这也提示养殖环节是淡水鱼中霍乱弧菌的主要污染来源。虽然检出的霍乱弧菌均为非O1/O139群霍乱弧菌,且不携带 $ctxAB$ 毒力基因,但是近年来国内外均有非O1/O139群霍乱弧菌导致聚集性病例的相关报道<sup>[14-15]</sup>,研究认为这或与霍乱弧菌其他致病因子有关,如外膜蛋白、肠毒素、蛋白酶和转录调节因子等<sup>[16]</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。

副溶血性弧菌已成为引起食物中毒和感染性腹泻的首要病原菌<sup>[17]</sup>。流通环节淡水鱼副溶血性弧菌的污染与相关海水鱼样本高带菌率有密切联系。分析主要原因为销售和餐饮场所中淡水和海产品大都是集中混合销售,且存养水体存在相互流动的情况,不可避免造成淡水鱼污染副溶血性弧菌。溶血素是副溶血性弧菌的主要致病因子,包括不耐热溶血素(thermo labile hemolysin, TLH)、直接耐热溶血素(thermostable direct hemolysin, TDH)和TDH相关溶血素(TDH related hemolysin, TRH),分别由 $tlh$ 、 $tdh$ 和 $trh$ 毒力基因编码<sup>[18]</sup>。其中TDH和TRH与副溶血性弧菌的致病性密切相关<sup>[19-20]</sup>。对分离的副溶血性弧菌进行毒力基因 $tdh$ 和 $trh$ 的检测,其中来自淡水鱼样本的36株分离株和来自相关海水鱼样本的40株分离株中分别有1株携带 $trh$ 毒力基因,其分离菌株均不携带 $tdh/trh$ 。这与环境中检出的副溶血性弧菌多为 $tdh-/trh-$ 基因型研究结果一致<sup>[21-22]</sup>,但是仍然具有引起相关食源性疾病发生的风险。

溶藻弧菌在养殖环节的检出率为0.69%,在销售和餐饮环节提升到了8.11%和7.94%。这与副溶血性弧菌的检出呈现正相关。创伤弧菌在养殖环节和餐饮环节淡水鱼样本中均没有检出,只在销售环节中检出,检出率为2.70%,说明本地区淡水鱼存在创伤弧菌污染,但污染状况尚不严重。目前国内对创伤弧菌和溶藻弧菌的研究比较少,但也有相关食物中毒事件报道<sup>[23-24]</sup>,因此各种致病性弧菌都应

该引起重视。

综上所述,本研究初步掌握了临沂市地区淡水鱼养殖、销售和餐饮环节中4种致病性弧菌的污染程度、污染分布及不同环节中致病性弧菌的优势菌群,非O1/O139群霍乱弧菌和副溶血性弧菌是污染淡水鱼产品的主要致病菌,非O1/O139群霍乱弧菌污染在全部环节中持续存在,副溶血性弧菌污染主要存在于流通环节。值得关注的是,存在于海产品中的嗜盐弧菌(副溶血性弧菌、创伤弧菌和溶藻弧菌)在销售和餐饮环节对淡水产品的污染,尤其是副溶血性弧菌的污染不容忽视。因此,有必要对淡水鱼中致病性弧菌进行持续监测,科学评估淡水鱼中致病性弧菌导致的健康风险;同时相关卫生监督部门应有针对性的加强对淡水鱼养殖、流通、餐饮各个环节的控制措施,尤其是在销售和餐饮环节,淡水鱼和海水鱼应有效分开,水体及容器避免混匀,减少致病性弧菌对淡水产品的污染,从而有效预防由其引起的食源性疾病的发生。

#### 参考文献

- [1] BONNIN-JUSSERAND M, COPIN S, LE BRIS C, et al. *Vibrio* species involved in seafood-borne outbreaks (*Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus* and *V. vulnificus*): Review of microbiological versus recent molecular detection methods in seafood products [J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 2019, 59(4): 597-610.
- [2] 刘国胜,董峰光,潘丽芳,等.我国淡水产品中致病性弧菌的分布及其特征的研究进展[J].食品安全质量检测学报,2019,10(3):565-570.  
LIU GS, DONG FG, PANG LF, et al. Review on the distribution and characteristics of pathogenic *Vibrio* in freshwater products in China [J]. J Food Safe Qual, 2019, 10(3): 565-570.
- [3] TRAN T, YANAGAWA H, NGUYEN KT, et al. Prevalence of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood and water environment in the mekong delta, vietnam [J]. J Vet Med Sci, 2018, 80(11): 1737-1742.
- [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] 李海麟,刘于飞,张维蔚,等.广州市市售动物性淡水产品副溶血性弧菌污染状况分析[J].食品安全质量检测学报,2020,11(9):2806-2810.  
LI HL, LIU YF, ZHANG WW, et al. Analysis on the status of *Vibrio parahaemolyticus* contamination in animal freshwater products sold in Guangzhou [J]. J Food Safe Qual, 2020, 11(9): 2806-2810.
- [6] 白海涛,梁筱露,李师勤,等.2018年北海市市售动物性水产品致病性弧菌污染状况调查[J].应用预防医学,2020,26(2):141-142.  
BAI HT, LIANG XL, LI SQ, et al. Contamination investigation of pathogenic *Vibrio* species in animal aquatic products in Beihai city in 2018 [J]. Appl Prev Med, 2020, 26(2): 141-142.
- [7] 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 freshwater products in Shandong province between 2014 and 2016 [J].

- Mod Pre Med, 2017, 44(16): 2924–2927.
- [8] CHAO GX, JIAO XN, ZHOU XH, *et al.* Distribution, prevalence, molecular typing, and virulence of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from different sources in coastal province Jiangsu, China [J]. Food Control, 2009, 20(10): 907–912.
- [9] RASZL SM, FROELICH BA, VIEIRA CRW, *et al.* *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in South America: Water, seafood and human infections [J]. J Appl Microbiol, 2016, 121(5): 1201–1222.
- [10] LIU J, LIU J, BAI L, *et al.* Trends of foodborne diseases in China: Lessons from laboratory-based surveillance since 2011 [J]. Frontiers Med, 2018, 12(1): 48–57.
- [11] WU Y, LIU X, CHEN Q, *et al.* Surveillance for foodborne disease outbreaks in China, 2003 to 2008 [J]. Food Control, 2018, 84: 382–388.
- [12] LEI T, JIANG F, HE M, *et al.* Prevalence, virulence, antimicrobial resistance, and molecular characterization of fluoroquinolone resistance of *Vibrio parahaemolyticus* from different types of food samples in China [J]. Int J Food Microbiol, 2020, 317: 108461.
- [13] 沈托, 焦莉萍, 魏惠琴, 等. 陕西省渭南市水产品及淡水养殖环境中致病性弧菌污染状况及病原学特征分析[J]. 预防医学情报杂志, 2019, 35(8): 783–787.
- SHEN T, JIAO LP, WEI HQ, *et al.* Contamination surveillance and pathogenic characteristics analysis of pathogenic *Vibrio* species in aquatic products and freshwater aquaculture environment in Weinan city of Shaanxi province [J]. J Prev Med Inf, 2019, 35(8): 783–787.
- [14] 徐秋琼, 李柏生, 余泳红, 等. 广州市一起非 O1/O139 群霍乱弧菌食物中毒分离株的病原特征分析[J]. 疾病监测, 2017, 32(2): 149–152.
- XU QQ, LI BS, YU YH, *et al.* Etiological characteristics of *Vibrio cholerae* non-O1/O139 strains isolated from a food poisoning in Guangdong [J]. Dis Surveill, 2017, 32(2): 149–152.
- [15] 陈昱希, 黄健, 陈安林, 等. 一株致多器官功能衰竭非 O1/O139 群霍乱弧菌的鉴定[J]. 中国病原生物学杂志, 2018, 13(8): 831–834.
- CHEN YX, HUANG J, CHEN AL, *et al.* Identification of non-O1/non-O139 *Vibrio cholerae* causing multiple organ dysfunction syndrome [J]. J Pathog Biol, 2018, 13(8): 831–834.
- [16] IYER L, VADIVELU J, PUTHUCHEARY SD. Detection of virulence associated genes, haemolysin and protease amongst *Vibrio cholerae* isolated in Malaysia [J]. Epidemiol Infect, 2000, 125(1): 27–34.
- [17] ZHANG H, SUN S, SHI W, *et al.* Serotype, virulence, and genetic traits of foodborne and clinical *Vibrio parahaemolyticus* isolates in Shanghai, China [J]. Foodborne Pathog Dis, 2013, 10(9): 796–804.
- [18] JEONG HW, KIM JA, JEON SJ, *et al.* Prevalence, antibiotic-resistance, and virulence characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* in restaurant fish tanks in Seoul, South Korea [J]. Foodborne Pathog Dis, 2020, 17(3): 209–214.
- [19] LI L, MENG H, GU D, *et al.* Molecular mechanisms of *Vibrio parahaemolyticus* pathogenesis [J]. Microbiol Res, 2019, 222: 43–51.
- [20] CHEN X, LI Y, YAO W, *et al.* A new emerging serotype of *Vibrio parahaemolyticus* in China is rapidly becoming the main epidemic strain [J]. Clin Microbiol Inf, 2020, 26(5): 641–644.
- [21] YAN W, JI L, XU D, *et al.* Molecular characterization of clinical and environmental *Vibrio parahaemolyticus* isolates in Huzhou, China [J]. Plos One, 2020, 15(10): e240143.
- [22] SANTOS LO, DE-LANNA CA, ARCANJO A, *et al.* Genotypic diversity and pathogenic potential of clinical and environmental *Vibrio parahaemolyticus* isolates from Brazil [J]. Front Microbiol, 2021, 12: 602653.
- [23] LEE SH, CHUNG BH, LEE WC. Retrospective analysis of epidemiological aspects of *Vibrio vulnificus* infections in Korea in 2001–2010 [J]. Jpn J Infect Dis, 2013, 66(4): 331–333.
- [24] SADAT A, EL-SHERBINY H, ZAKARIA A, *et al.* Prevalence, antibiogram and virulence characterization of *Vibrio* isolates from fish and shellfish in Egypt: A possible zoonotic hazard to humans [J]. J Appl Microbiol, 2020, 129(4): 787–805.

(责任编辑: 王欣 韩晓红)

## 作者简介



李成伟, 博士, 副主任技师, 主要研究方向为食源性致病菌监测与分析。  
E-mail: chengweili@whu.edu.cn