

# 绍兴市生食鱼中副溶血性弧菌毒力基因及 耐药性与分子分型研究

陈吉铭, 何琴芬, 张琴超, 陈金堃\*

(绍兴市疾病预防控制中心, 绍兴 312000)

**摘要:** **目的** 了解绍兴市生食鱼中副溶血性弧菌的污染状况、毒力基因携带情况、耐药性及分子分型情况。**方法** 采集绍兴地区 354 份生食鱼样品, 参照 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》进行菌株的分离与鉴定; 利用荧光定量聚合酶链反应技术对分离株进行毒力基因检测; 采用微量肉汤稀释法和脉冲场凝胶电泳法对分离菌株分别进行药物敏感试验和分子分型。**结果** 354 份生食鱼中有 13 份样品被检出副溶血性弧菌, 总检出率为 3.7%。13 株菌全部检出 *tlh* 基因, *tdh* 和 *trh* 基因均未检出。13 株菌对头孢唑林均耐药, 3 株菌对氨苄西林耐药, 对其他抗生素均敏感。脉冲场凝胶电泳条带分散, 显示遗传特征多样。**结论** 绍兴市生食鱼中存在一定程度的副溶血性弧菌污染, 菌株毒力基因携带率低, 对头孢唑林普遍耐药, 遗传特征多样。

**关键词:** 生食鱼; 副溶血性弧菌; 毒力基因; 药敏试验; 分子分型

## Study on virulence gene, drug resistance, molecular typing of *Vibrio parahaemolyticus* in raw fish in Shaoxing

CHEN Ji-Ming, HE Qin-Fen, ZHANG Qin-Chao, CHEN Jin-Kun\*

(Shaoxing Center for Disease Control and Prevention, Shaoxing 312000, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the contamination status, virulence gene carrying status, drug resistance and molecular typing of *Vibrio parahaemolyticus* in raw fish in Shaoxing. **Methods** A total of 354 raw fish samples were collected in Shaoxing area. The strains were isolated and identified according to GB 4789.7—2013 *National food safety standard-Microbiological examination of food-Vibrio parahaemolyticus*. Fluorescence quantitative polymerase chain reaction was used to detect virulence genes of the isolates. Microbroth dilution method and pulsed field gel electrophoresis were used for drug sensitivity test and molecular typing of the isolates, respectively. **Results** *Vibrio parahaemolyticus* was detected in 13 samples of 354 raw fish, with a total detection rate was 3.7%. All the 13 strains were positive for *tlh* gene and negative for *tdh*, *trh* gene. All the strains were resistant to cefazolin, 3 strains were resistant to ampicillin, and all were sensitive to other antibiotics. The pulsed field gel electrophoresis bands were dispersed and the genetic characteristics were diverse. **Conclusion** There is a degree of contamination of *Vibrio parahaemolyticus* in raw fish in Shaoxing, the carrying rate of virulence genes of strains is low, strains are resistant to cefazolin and the genetic characteristics are diverse.

**KEY WORDS:** raw fish; *Vibrio parahaemolyticus*; virulence gene; drug sensitivity test; molecular typing

\*通信作者: 陈金堃, 副主任技师, 主要研究方向为微生物检验。E-mail: 453772128@qq.com

\*Corresponding author: CHEN Jin-Kun, Associate Chief Technician, Shaoxing Center for Disease Control and Prevention, Shaoxing 312000, China. E-mail: 453772128@qq.com

## 0 引言

副溶血性弧菌(*Vibrio parahaemolyticus*)是一种嗜盐的革兰氏阴性致病菌,广泛存在于近海岸的海水、海水沉积物和鱼虾、贝类等海产品中,是我国沿海地区食物中毒和急性胃肠炎的重要病原菌<sup>[1-3]</sup>。近年来全国范围内由副溶血性弧菌引起的食物中毒事件已经超过沙门氏菌跃居首位<sup>[4]</sup>。不耐热溶血素基因(*tlh*)、耐热性溶血素基因(*tdh*)和耐热相关溶血素基因(*trh*)是副溶血性弧菌的毒力基因,其中 *tlh* 是其种水平的特异性基因<sup>[5]</sup>。分子流行病学研究表明携带 *tdh*、*trh* 基因的产毒株与人类食源性疾病的暴发密切相关<sup>[6-7]</sup>。随着抗生素在养殖业中的普遍使用,副溶血性弧菌的耐药状况也不容乐观,一旦通过食物链传递至人类,给人类健康带来潜在危害<sup>[8]</sup>。

一直以来,生食鱼因其营养丰富和味道鲜美,深受消费者喜爱。但是相关研究表明,水产品容易受到副溶血性弧菌的污染。PAL 等<sup>[9]</sup>对印度加尔各答鱼类中副溶血性弧菌监测分析,发现该菌的检出率为 66.7%。陈鸿鹄等<sup>[10]</sup>对 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,发现淡水鱼中副溶血性弧菌的检出率为 19.7%。李月好等<sup>[11]</sup>对 2012—2016 年厦门市海产品副溶血性弧菌污染状况监测分析,发现鱼类中副溶血性弧菌的平均检出率为 34%。陈天林等<sup>[12]</sup>对 2014—2016 年荆门市淡水鱼中致病性弧菌污染状况调查,发现淡水鱼中副溶血性弧菌的平均检出率为 46.36%。不过,目前针对生食鱼中副溶血性弧菌污染状况的研究还未见报道。

荧光定量聚合酶链反应(reverse transcription-polymerase chain reaction, RT-PCR)是 1995—1996 年由美国 PE 公司研制,Applied Biosystems 公司推出的一种技术,该方法灵敏度高,特异性强,被广泛应用于检测食品中的致病菌<sup>[13]</sup>。脉冲场凝胶电泳技术(pulsed field gel electrophoresis, PFGE)被誉为分子生物学分型技术的“金标准”,具有分型分辨力强、结果重复稳定性好等优点,在细菌分子溯源方面应用广泛,可快速确定食物中毒传染源,为及时采取干预措施提供依据<sup>[14-15]</sup>。

绍兴地处浙江省中北部,钱塘江河口段南岸,隶属沿海地区,人们喜食海鲜,且有生食海鲜的习性,存在一定的副溶血性弧菌感染隐患。为了解绍兴市市售生食鱼中副溶血性弧菌毒力基因携带与耐药性情况,本研究拟对 2018—2020 年获得的分离株进行毒力基因检测、药敏试验及分子分型,为绍兴市生食鱼类食品安全风险评估提供基础数据,以期对食源性疾病预防提供科学理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

#### 1.1.1 样品及标准菌株

三文鱼、虹鳟鱼、鲷鱼、金枪鱼、希鲮鱼等样品共

354 份,采自超市、农贸市场、小型餐馆,冷藏条件下 4 h 内送到实验室。药敏试验质控菌株大肠埃希氏菌(ATCC 25922)由美国赛默飞世尔科技公司提供。

#### 1.1.2 主要仪器及试剂

VITEK 2 Compact 全自动细菌鉴定仪(法国生物梅里埃公司);ABI 7500 实时荧光定量 PCR 仪、AIM Vizion 微生物药敏分析仪(美国赛默飞世尔科技公司);CHEF Mapper 型脉冲场凝胶电泳仪(美国伯乐公司)。

3%氯化钠碱性蛋白胨水、3%氯化钠胰蛋白胨大豆琼脂、3%氯化钠三糖铁琼脂、营养琼脂(青岛海博公司);氯化钠(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);限制性内切酶 Xba I、Not I (普洛格公司);蛋白酶 K (德国默克公司);1 mol/L Tris HCl、0.5 mol/L 乙二胺四乙酸(ethylene diamine tetraacetic acid, EDTA)(北京索莱宝公司);弧菌显色培养基(法国科玛嘉公司);革兰氏阴性鉴定卡(法国生物梅里埃公司);副溶血性弧菌三重核酸检测试剂盒(深圳生科原公司);革兰氏阴性菌药敏板(美国赛默飞世尔科技公司)。

## 1.2 方 法

#### 1.2.1 菌株的分离与鉴定

按照 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》进行副溶血性弧菌的分离与鉴定。具体方法为:以无菌操作称取生食鱼肉 25 g,加入到含 3%氯化钠碱性蛋白胨水 225 mL 的无菌均质袋中,用拍击式均质器拍击 2 min,制备成 1:10 (V:V)的样品均液,36 °C 培养 18 h。增菌液划线分离于科玛嘉弧菌显色平板,36 °C 培养 24 h,挑取可疑菌落接种于 3%氯化钠胰蛋白胨大豆琼脂,36 °C 培养 24 h。使用 VITEK 2 Compact 全自动细菌鉴定仪进行菌种鉴定。

#### 1.2.2 毒力基因检测

经系统生化鉴定为副溶血性弧菌,将其转种营养琼脂平板,36 °C 培养 24 h,刮取适量菌落至装有 1 mL 0.85% 灭菌生理盐水的 Eppendorf 管内,混匀。12000 r/min 离心 15 min,弃去上清液。沉淀加入 100 μL 灭菌去离子水,混匀。100 °C 煮沸 10 min,12000 r/min 离心 5 min,吸取上清液作为模板,置于-80 °C 备用。实时荧光定量 PCR 检测毒力基因,方法按照检测试剂盒说明书进行。

#### 1.2.3 药敏试验

采用微量肉汤稀释法,由美国赛默飞世尔科技公司提供药敏定制板,AIM Vizion 微生物药敏分析仪进行结果判读。16 种抗生素分别为氨苄西林、氨苄西林-舒巴坦、四环素、氯霉素、复方新诺明、头孢唑林、头孢噻肟、头孢他啶、头孢西丁、庆大霉素、亚胺培南、环丙沙星、阿米卡星、头孢吡肟、美罗培南、左氧氟沙星。判定结果为敏感(S)、中度敏感(I)、耐药(R)。质控菌株为大肠埃希菌(ATCC 25922)。

#### 1.2.4 脉冲场凝胶电泳

按照 PulseNet China 副溶血性弧菌 PFGE 标准化方案进

行<sup>[16]</sup>。用比浊仪将菌悬液浓度调至 4.2 麦氏浊度, 取 300  $\mu\text{L}$  菌悬液于相应的 1.5 mL Eppendorf 管中, 每管加入 20  $\mu\text{L}$  蛋白酶 K (20 mg/mL)、300  $\mu\text{L}$  的 1% Seakem Gold:1% 十二烷基硫酸钠(sodium dodecyl sulfate, SDS), 混匀制备成胶块。将胶块置于含蛋白酶 K 的细胞裂解液中, 54  $^{\circ}\text{C}$  裂解 4 h, 用超纯水于 50  $^{\circ}\text{C}$  清洗胶块 2 次, 每次 10 min。之后用 10 mmol/L Tris HCl:1 mmol/L 乙二胺四乙酸(pH 8.0)于 50  $^{\circ}\text{C}$  洗涤胶块 4 次, 每次 15 min。在 37  $^{\circ}\text{C}$  水浴条件下, 用限制性内切酶 Not I (10 U/ $\mu\text{L}$ ) 酶切胶块 4 h。将酶切后的胶块放入胶槽制成凝胶进行电泳, 脉冲参数为 10~35 s, 电泳 19.5 h。电泳结束后, 使用 Gelred 染色。在凝胶成像仪中拍照, 并以 TIFF 格式保存图片。结果录入国家致病菌识别网信息系统进行处理, 并构建聚类树。

## 2 结果与分析

### 2.1 副溶血性弧菌检出情况

对本研究采集的 354 份生食鱼样品进行副溶血性弧菌检测, 不同生食鱼中副溶血性弧菌检出情况见表 1。从表 1 中可以看出, 354 份样品中共检出副溶血性弧菌 13 株, 总检出率为 3.7% (13/354), 明显低于国内相关报道中鱼类副溶血性弧菌的检出率<sup>[10-12]</sup>。这与本研究采集的样本为生食鱼有关, 因为生食鱼直接可以食用, 如果检出率过高, 说明在生食鱼的养殖、加工和销售过程中被副溶血性弧菌污染, 将对人类健康带来严重威胁。其中三文鱼中检出副溶血性弧菌 9 株, 检出率为 4.7% (9/192), 虹鳟鱼中检出副溶血性弧菌 4 株, 检出率为 4.2% (4/96)。2 种生食鱼中副溶血性弧菌的检出率相差不大。鲷鱼、金枪鱼、希鲮鱼中均未检出副溶血性弧菌, 这可能跟采样数量少有关。

表 1 不同生食鱼中副溶血性弧菌检出情况  
Table 1 Detection of *Vibrio parahaemolyticus* in different raw fish

样本名称	样品数/件	检出数/件	检出率/%
三文鱼	192	9	4.7
虹鳟鱼	96	4	4.2
鲷鱼	30	0	0.0
金枪鱼	20	0	0.0
希鲮鱼	16	0	0.0
合计	354	13	3.7

### 2.2 毒力基因检测结果

采用实时荧光定量 PCR 法检测 13 株副溶血性弧菌的毒力基因, 结果见表 2。13 株副溶血性弧菌全部检出 *tlh* 基因, 携带率为 100.0% (13/13)。*tdh* 和 *trh* 基因均未检出, 携带率均为 0.0% (0/13), 这与高璐等<sup>[17]</sup>报道江苏省部分地区

淡水鱼类中均未检出 *tdh* 和 *trh* 基因, 梅玲玲等<sup>[18]</sup>报道浙江省副溶血性弧菌污染水平中未检出 *trh* 基因相一致。

表 2 副溶血性弧菌毒力基因检出情况

Table 2 Detection of virulence genes in *Vibrio parahaemolyticus*

样本名称	菌株数/株	<i>tlh</i> <sup>+</sup>	<i>tdh</i> <sup>+</sup>	<i>trh</i> <sup>+</sup>
三文鱼	9	9	0	0
虹鳟鱼	4	4	0	0
合计	13	13	0	0

注: +表示阳性。

### 2.3 药敏试验结果

采用微量肉汤稀释法对 13 株副溶血性弧菌进行药敏试验, 结果见表 3。13 株菌对头孢唑林均耐药, 耐药率为 100.0% (13/13)。这与王高等<sup>[19]</sup>报道云南淡水鱼中副溶血性弧菌对头孢唑林耐药率为 100% 相一致。3 株菌对氨苄西林耐药, 耐药率为 23.1% (3/13), 7 株菌对氨苄西林中度敏感, 另外 3 株菌对氨苄西林敏感。有报道显示<sup>[20-21]</sup>, 大部分副溶血性弧菌可耐受氨苄西林。所有菌株对其他 14 种抗生素均敏感。从表 3 中可知, 有 3 株菌对头孢唑林和氨苄西林均耐药, 这 3 株多重耐药菌均检出自三文鱼。

表 3 副溶血性弧菌药敏试验结果

Table 3 Drug sensitivity test results of *Vibrio parahaemolyticus*

抗生素种类	敏感菌株数 (S)	中度敏感菌株数 (I)	耐药菌株数 (R)
氨苄西林	3	7	3
氨苄西林-舒巴坦	13	0	0
四环素	13	0	0
氯霉素	13	0	0
复方新诺明	13	0	0
头孢唑林	0	0	13
头孢噻肟	13	0	0
头孢他啶	13	0	0
头孢西丁	13	0	0
庆大霉素	13	0	0
亚胺培南	13	0	0
环丙沙星	13	0	0
阿米卡星	13	0	0
头孢吡肟	13	0	0
美罗培南	13	0	0
左氧氟沙星	13	0	0

## 2.4 PFGE 分型结果

13 株副溶血性弧菌 DNA 经 Not I 限制性内切酶酶切后, 进行脉冲场凝胶电泳, 形成分型图谱, 利用 PulseNet China 系统将分型结果聚类(见图 1)。13 株菌酶切带型分布分散, 优势带型不明显, 无明显相似性。

## 3 结论与讨论

本研究从 354 份样品中检出 13 株副溶血性弧菌, 未检出 *tdh* 和 *trh* 毒力基因, PFGE 条带分散, 没有明显的优势带型。说明绍兴市生食鱼中存在一定程度的副溶血性弧菌污染, 但菌株未携带致病基因且在分子水平上同源性很低。菌株表现出对头孢唑啉和氨苄西林耐药, 这与国内外报道<sup>[22-27]</sup>基本一致。耐药菌株通过食物链传播到人类, 将

会带来严重的疾病负担。因此, 建议相关部门加强对水产销售加工过程中卫生状况及养殖环节中抗生素使用的监管, 同时还要倡导人们避免生食各种鱼类。

鉴于目前针对生食鱼中副溶血性弧菌的研究还未见报道, 本研究对绍兴地区生食鱼中副溶血性弧菌的毒力基因、耐药性和分子遗传特征进行了综合分析, 为绍兴市生食鱼类食品安全风险评估提供了基础数据, 同时可为其他地方生食鱼中副溶血性弧菌的研究提供参考, 也能为临床治疗副溶血性弧菌感染导致的食源性疾病提供科学理论依据。下一步研究中可持续关注绍兴市生食鱼中副溶血性弧菌的检出率与其引发的食源性疾病是否密切相关, 对食品分离菌株和临床分离菌株进行同源性比对, 对副溶血性弧菌的耐药性产生及传播规律等予以重点研究, 以提高食源性疾病的防控效果。

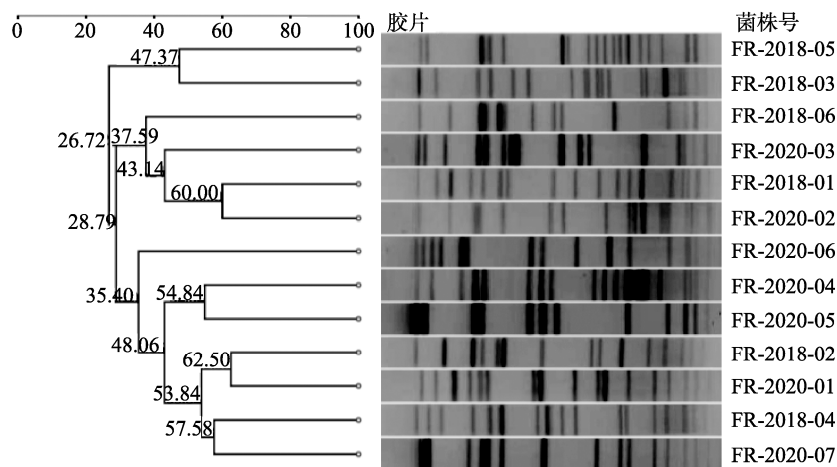


图 1 13 株副溶血性弧菌 PFGE 聚类图

Fig.1 PFGE results of 13 *Vibrio parahaemolyticus* strains

## 参考文献

- [1] 陈晨, 高永军, 丁凡, 等. 2005-2012 年我国其他感染性腹泻事件监测分析[J]. 实用预防医学, 2014, 21(6): 695-697.  
CHEN C, GAO YJ, DING F, et al. Surveillance and analysis of other infectious diarrhea events in China from 2005 to 2012 [J]. Pract Prev Med, 2014, 21(6): 695-697.
- [2] 沈月华, 严伟, 朱晓娟, 等. 65 株副溶血性弧菌分子分型及耐药特征分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2020, 30(8): 931-933.  
SHEN YH, YAN W, ZHU XJ, et al. Molecular typing and drug resistance characteristics of 65 strains of *Vibrio parahaemolyticus* [J]. Chin J Health Lab Technol, 2020, 30(8): 931-933.
- [3] TURNER JW, MALAYIL L, GUADAGNOLI D, et al. Detection of *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* and *Vibrio cholerae* with respect to seasonal fluctuations in temperature and plankton abundance [J]. Environ Microbiol, 2014, 16(4): 1019-1028.
- [4] 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 genes and homology analysis of food-borne *Vibrio parahaemolyticus* in Jiangsu province [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(19): 5074-5079.
- [5] 吕蓓, 吴龙飞, 张英英, 等. 132 株副溶血性弧菌毒力基因及耐药性分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2020, 30(8): 941-943.  
LV B, WU LF, ZHANG YY, et al. Analysis of virulence genes and drug resistance in 126 *Vibrio parahaemolyticus* strains [J]. Chin J Health Lab Technol, 2020, 30(8): 941-943.
- [6] NISHIBUCHI M, KAPER JB. Thermostable direct hemolysin gene of *Vibrio parahaemolyticus*: A virulence gene acquired by a marine bacterium [J]. Infect Immun, 1995, 63(6): 2093-2099.
- [7] GUTIERREZ WCK, KLEIN SL, LOVELL CR. High frequency of virulence factor genes *tdh*, *trh*, and *tlh* in *Vibrio parahaemolyticus* strains isolated from a pristine estuary [J]. Appl Environ Microbiol, 2013, 79(7): 2247-2252.
- [8] 江艳华, 姚琳, 李凤铃, 等. 副溶血性弧菌的耐药状况及耐药机制研究进展[J]. 中国渔业质量与标准, 2013, (4): 98-104.  
JIANG YH, YAO L, LI FL, et al. Research progress on antibiotic resistance of *Vibrio parahaemolyticus* and its mechanism [J]. Chin Fish Qual Stand, 2013, (4): 98-104.
- [9] PAL D, DAS N. Isolation, identification and molecular characterization of

- Vibrio parahaemolyticus* from fish samples in Kolkata [J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2008, 14: 545–549.
- [10] 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 fleshwater products in eastern China [J]. Chin J Health Lab Technol, 2018, 28(15): 1902–1906.
- [11] 李月好, 林修羽, 陈泽辉, 等. 2012—2016年厦门市海产品副溶血性弧菌污染状况监测分析[J]. 河南预防医学杂志, 2020, 31(12): 969–970.  
LI YH, LIN XY, CHEN ZH, *et al.* Contamination and risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in Xiamen city, 2012–2016 [J]. Henan J Prev Med, 2020, 31(12): 969–970.
- [12] 陈天林, 李腊梅, 付华娥, 等. 2014—2016年荆门市淡水鱼中致病性弧菌污染状况调查[J]. 现代预防医学, 2018, 45(5): 887–891.  
CHEN TL, LI LM, FU HE, *et al.* Pathogenic *Vibrio* contamination in freshwater fish in Jingmen 2014–2016 [J]. Mod Prev Med, 2018, 45(5): 887–891.
- [13] GARRIDO A, CHAPELA MJ, FERREIRA MA, *et al.* Development of a multiplex real-time PCR method for pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* detection (*tdh* plus and *trh* plus) [J]. Food Control, 2012, 24(1/2): 128–135.
- [14] 严寒秋, 李珊珊, 黄瑛, 等. 实时荧光定量PCR和PFGE在检测海产品中副溶血性弧菌的应用[J]. 现代预防医学, 2016, 43(17): 3199–3202.  
YAN HQ, LI SS, HUANG Y, *et al.* Application of RT-PCR and PFGE methods for detection of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood [J]. Mod Prev Med, 2016, 43(17): 3199–3202.
- [15] 王小龙, 张梦寒, 朱莉勤, 等. 2016–2019苏州市副溶血性弧菌的毒力基因和耐药性及分子分型研究[J]. 现代预防医学, 2020, 47(21): 3975–3980.  
WANG XL, ZHANG MH, ZHU LQ, *et al.* Virulence gene, drug resistance, molecular typing of *Vibrio parahaemolyticus* in Suzhou, 2016–2019 [J]. Mod Prev Med, 2020, 47(21): 3975–3980.
- [16] KAM KM, LUEY CK, PARSONS MB, *et al.* Evaluation and validation of a PulseNet standardized pulsed-field gel electrophoresis protocol for subtyping *Vibrio parahaemolyticus*: An international multicenter collaborative study [J]. J Clin Microbiol, 2008, 46(8): 2766–2773.
- [17] 高璐, 杭莉, 杨振泉, 等. 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): 142–147.  
GAO L, HANG L, YANG ZQ, *et al.* Diversity and pathogenicity of *Vibrio* spp. populations in freshwater products in Jiangsu province [J]. Chin J Zoonoses, 2013, 29(2): 142–147.
- [18] 梅玲玲, 潘雪霞, 朱敏, 等. 浙江省副溶血性弧菌污染水平及贝类海产品风险评估[J]. 中国人兽共患病学报, 2012, 28(7): 700–705.  
MEI LL, PAN XX, ZHU M, *et al.* Contamination of *Vibrio parahaemolyticus* in Zhejiang province and its risk assessment in shellfish [J]. Chin J Zoonoses, 2012, 28(7): 700–705.
- [19] 王高, 王森, 柴云美, 等. 云南淡水鱼中副溶血性弧菌的污染情况及耐药性分析[J]. 食品质量安全检测学报, 2020, 11(9): 2779–2784.  
WANG G, WANG M, CHAI YM, *et al.* Pollution and drug resistance analysis of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater fish in Yunnan [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(9): 2779–2784.
- [20] 李雪, 张眉眉, 马景宏, 等. 辽宁省食源性副溶血性弧菌 PFGE 分子分型及血清型、耐药谱[J]. 中国微生态学杂志, 2017, 11(29): 1269–1272.  
LI X, ZHANG MM, MA JH, *et al.* PFGE typing, serotype and drug resistance spectrum of foodborne *Vibrio parahaemolyticus* in Liaoning province [J]. Chin J Microecol, 2017, 11(29): 1269–1272.
- [21] 吴蓓蓓, 俞盈, 金培婕, 等. 宁波地区海产品及环境中副溶血性弧菌主要毒力及耐药性分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2011, 27(5): 381–385.  
WU BB, YU Y, JIN PJ, *et al.* Analysis of major virulence and antibiotics resistance in *Vibrio parahaemolyticus* isolates from environment and seafood in Ningbo of Zhejiang province [J]. Chin J Zoonoses, 2011, 27(5): 381–385.
- [22] KANG CH, SHIN Y, KIM W, *et al.* Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from oysters in Korea [J]. Environ Sci Pollut Res, 2016, 23(1): 1–9.
- [23] HE Y, JIN LL, SUN FJ, *et al.* Antibiotic and heavy-metal resistance of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from fresh shrimps in Shanghai fish markets, China [J]. Environ Sci Pollut Res, 2016, 23(15): 1–8.
- [24] 韩毅, 沙丹. 2012–2014年无锡市不同来源副溶血性弧菌的病原学特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(6): 795–799.  
HAN Y, SHA D. Analysis on the etiological characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* from different sources in Wuxi city from 2012 to 2014 [J]. Chin J Food Hyg, 2016, 28(6): 795–799.
- [25] KANG CH, SHIN Y, JANG S, *et al.* Characterization of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from oysters in Korea: Resistance to various antibiotics and prevalence of virulence genes [J]. Mar Pollut Bull, 2017, 118(1/2): 261–266.
- [26] XU XK, CHENG JH, WU QP, *et al.* Prevalence, characterization, and antibiotic susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from retail aquatic products in north China [J]. BMC Microbiol, 2016, 16(1): 32.
- [27] 白瑶, 赵洋洋, 叶淑瑶, 等. 中国水产品中副溶血性弧菌耐药性及遗传特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(3): 229–234.  
BAI Y, ZHAO YY, YE SY, *et al.* Antimicrobial resistance and genetic characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from aquatic products in China [J]. Chin J Food Hyg, 2018, 30(3): 229–234.

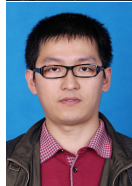
(责任编辑: 于梦娇 张晓寒)

## 作者简介



陈吉铭, 工程师, 主要研究方向为食品微生物检验。

E-mail: 919737915@qq.com



陈金堃, 副主任技师, 主要研究方向为微生物检验。

E-mail: 453772128@qq.com