

调查研究

海口市市售贝类海产品副溶血性弧菌污染调查及耐药和毒力基因研究

李平,黄涵,钟汶兵

(海口市疾病预防控制中心,海南 海口 571100)

**摘要:****目的** 了解海口市市售贝类海产品中副溶血性弧菌的污染情况、菌株血清学分型情况以及不同来源菌株的耐药情况,分析海口市市售贝类海产品受副溶血性弧菌污染的特点。**方法** 2014—2016 年,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》和《国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》对五类海产品(白贝、排海、毛蚶、蛏子、芒果螺)进行副溶血性弧菌分离鉴定和血清学分型,采用实时荧光聚合酶链式反应(PCR)进行毒力基因检测,采用 K-B 法对分离菌株进行相关耐药分析。**结果** 五类海产品样品共 157 份,其中 65 份样品检出副溶血性弧菌,白贝的检出率最高,为 63.6%(21/33)。所分离的 65 株副溶血性弧菌主要血清群为 O3 和 O5,完全分型 26 株,总体分型率为 40.0%,其中以 O1:K25 为主要血清型。65 株菌对氨苄西林普遍耐药(95.4%,62/65),对头孢噻肟的中介率较高(33.8%,22/65),对 8 种抗生素产生了 5 种耐药谱。65 株分离菌株神奈川试验结果均为阴性,且均未检出与致病性相关的耐热直接溶血素(TDH)及耐热相关溶血素(TRH)。**结论** 海口市市售贝类副溶血性弧菌污染较重,应加强养殖区域海水水质的监测力度,预防副溶血性弧菌感染。

**关键词:**副溶血性弧菌;食源性致病菌;血清学分型;耐药性

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2019)04-0366-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2019.04.013

Investigation of *Vibrio parahaemolyticus* contamination, drug resistance and virulence genes  
in shellfish products sold in Haikou

LI Ping, HUANG Han, ZHONG Wenbing

(Haikou Center for Disease Control and Prevention, Hainan Haikou 571100, China)

**Abstract:** **Objective** To understand the prevalence, serotypes, phylogenetic characterization, and antimicrobial resistance of *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish products sold in Haikou City. **Methods** Five types of seafood (sea white, sea discharge, blood snail, razor clam and mango snail) collected from 2014 to 2016 were tested for *Vibrio parahaemolyticus* according to China national standard GB 4789.7-2013 and the *National Food Contamination and Hazardous Factor Risk Monitoring Manual*. All isolates were further identified and serotyped. Virulence genes were also detected by real-time fluorescent polymerase chain reaction (PCR). Drug resistance of *Vibrio parahaemolyticus* to a panel of antimicrobial agents were detected by K-B method. **Results** *Vibrio parahaemolyticus* was observed in 65 out of 157 samples covered the five kinds of shellfish. The detection rate of white shellfish was the highest (63.6%, 21/33). Among the 65 of *Vibrio parahaemolyticus* positive samples, O3 and O5 were the main serotypes. 26 strains were completely typed and the overall typing rate was 40.0%. The dominant serotype was O1:K25. Results of resistance analysis showed that 65 isolated strains were generally resistant to ampicillin (95.4%, 62/65). The intermediate resistance rate of cefotaxime was high (33.8%, 22/65). 65 strains of *Vibrio parahaemolyticus* produced 5 kinds of resistance spectrum to 8 kinds of antibiotics. The result of Kanagawa experiment showed that 65 strains were not hemolytic. No thermostable direct hemolysin (TDH) and thermostable related hemolysin (TRH) genes were detected in all 65 strains of *Vibrio parahaemolyticus*. **Conclusion** The pollution of *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish sold in Haikou City was serious. The monitoring of seawater quality in the culture area should be strengthened to prevent *Vibrio parahaemolyticus* infection.

**Key words:** *Vibrio parahaemolyticus*; foodborne pathogens; serotyping; drug resistance

副溶血性弧菌(*Vibrio parahaemolyticus*)是引起人

类腹泻的常见病原菌之一,主要存在于近海海水、海底沉积物和鱼类、贝类等海产品中,是一种嗜盐菌。该菌引起的食物中毒在日本、东南亚、美国及我国台北地区多见,也是我国大陆沿海地区食物中毒常见的一种病原菌<sup>[1]</sup>。随着我国经济水平的高速发展,人们

消费水平和饮食习惯也相应发生了改变,我国内陆地区喜欢生食海鲜的人群日益增多,因此副溶血性弧菌引起的食物中毒事件也逐渐增多<sup>[2]</sup>。为了解海口市贝类海产品中副溶血性弧菌的污染情况,对 2014—2016 年海口市市售贝类海产品的副溶血性弧菌开展监测和数据分析,获得海口市市售贝类海产品中副溶血性弧菌污染的流行病学特征。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样品来源

2014—2016 年每年 4~11 月,按照国家食品污染和有害因素风险监测的要求,在海口市龙华区、美兰区、琼山区和秀英区的菜市场采集白贝 33 份、芒果螺 35 份、毛蚶 32 份、排海 24 份、蛏子 33 份,共 157 份样品,每份样品采集 500~1 000 g,4 h 内送实验室检测。

1.1.2 主要仪器与试剂

全自动微生物生化鉴定仪及鉴定卡均购自美国 BD,实时荧光定量聚合酶链式反应(PCR)仪(美国 ABI)。

副溶血性弧菌耐热直接溶血素(TDH)、耐热相关溶血素(TRH)、不耐热溶血素(TLH)荧光定量 PCR 试剂盒均购自深圳生科源技术有限公司,硫代硫酸盐柠檬酸盐胆盐蔗糖琼脂(TCBS)、胰酪大豆胨琼脂(TSA)及 MH 平板均购自广东环凯微生物科技有限公司,副溶血性弧菌 O、K 抗原诊断血清均购自天津生物芯片技术有限责任公司,药敏纸片(北京天坛医药有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 副溶血性弧菌的分离鉴定

副溶血性弧菌的分离鉴定参考 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》<sup>[3]</sup>。

1.2.2 血清学分型鉴定

O 抗原的鉴定:将已鉴定为副溶血性弧菌的纯培养物制成菌悬液,经 121 ℃ 高压处理 1 h 备用;将处理后的菌悬液用生理盐水进行自凝集试验,如发生凝集则提示该菌为自凝菌株,4 000 r/min 离心 15 min,去上清,用同体积含 5%甘油的 3%氯化钠溶液重悬菌体备用;将不自凝菌株的菌悬液及上述处理备用的菌悬液,用多价 O 血清做血清凝集试验,确定待测菌株的血清群;如多价 O 血清凝集,依次用单因子血清做凝集试验,判定单价 O 血清。

K 抗原的鉴定:将不自凝菌株的菌悬液和自凝

菌株处理后的菌悬液用多价 K 血清进行凝集。如多价血清凝集,依次用单因子血清进行凝集试验,判定单价 K 血清;如多价血清不凝集,则报告 K 抗原不能分型,标注为 KUT。

1.2.3 菌株致病性检测

神奈川试验是区别副溶血性弧菌是否致病的重要依据,神奈川试验阳性菌株的感染能力强,多数毒性菌株为神奈川试验阳性(K<sup>+</sup>),多数非毒性菌株为神奈川试验阴性(K<sup>-</sup>),具体方法参照 GB 4789.7—2013<sup>[3]</sup>方法进行。

毒力基因研究参照副溶血性弧菌 TDH、TRH 双通道荧光定量 PCR 试剂盒说明书。

1.2.4 耐药性检测

结合研究需要,共选择 6 类 8 种抗生素,按照纸片法的操作程序进行耐药性检测。参照美国临床和实验室标准协会(CLSI)药敏的解释标准<sup>[4]</sup>进行结果判断,判定结果为敏感(S)、中介(I)和耐药(R),对照菌株选用大肠埃希菌(ATCC 25922),判断标准参见表 1。

表 1 副溶血性弧菌药敏抑制圈的解释标准  
Table 1 Interpretation criteria for the susceptibility inhibition circle of *Vibrio parahaemolyticus*

抗生素类别	抗生素名称	每片药量/ $\mu$ g	抑菌圈直径/mm		
			耐药	中介	敏感
氨基糖苷类	阿米卡星(AMK)	30	$\leq 14$	15~16	$\geq 17$
	庆大霉素(GEN)	10	$\leq 12$	13~14	$\geq 15$
头孢类	头孢噻肟(CTX)	30	$\leq 14$	15~17	$\geq 18$
	头孢曲松(CTR)	30	$\leq 13$	14~20	$\geq 21$
喹诺酮类	环丙沙星(CIP)	5	$\leq 15$	16~20	$\geq 21$
四环素类	四环素(TET)	30	$\leq 14$	15~18	$\geq 19$
氯霉素类	氯霉素(CHL)	30	$\leq 12$	13~17	$\geq 18$
$\beta$ -内酰胺类	氨苄西林(AMP)	10	$\leq 13$	14~16	$\geq 17$

1.3 统计学分析

应用 SPSS 16.0 进行相关的统计分析,率的比较采用配对 $\chi^2$ 检验,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同样品中副溶血性弧菌的检出情况

2014—2016 年所采集的海口市市售白贝、芒果螺、毛蚶、排海、蛏子等 157 份样品中,65 份样品检出副溶血性弧菌,总检出率为 41.4%。

经卡方检验分析,各年度间的样品中副溶血性弧菌检出率差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.729, P>0.05$ ),五种贝类样品均有副溶血性弧菌检出,见表 2,其中白贝的检出率最高,为 63.6%(21/33),与其他贝类的检出率比较差异有统计学意义( $\chi^2 = 15.637, P<0.05$ )。

表 2 海口市市售贝类样品中副溶血性弧菌的检出情况

Table 2 Detection of <i>Vibrio parahaemolyticus</i> in shellfish samples sold in Haikou City			
样品种类	样品份数	阳性份数	检出率/%
白贝	33	21	63.6
芒果螺	35	8	22.9
毛蚶	32	9	28.1
排海	24	13	54.2
蛭子	33	14	42.4
合计	157	65	41.4

2.2 不同地区样品中副溶血性弧菌的检出情况

2014—2016 年海口市龙华区、美兰区、琼山区、秀英区四个区分别采集 34、46、27、50 份样品,其中龙华区的检出率最高,为 44.1% (15/34),秀英区的检出率最低,为 40.0% (20/50)。经统计学分析,各区之间检出率差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 0.729, P >$

0.05)。

2.3 副溶血性弧菌的血清型分布情况

样品中分离的 65 株副溶血性弧菌共有 10 个 O 群,分布在 O1~O6 和 O9~O12 群,未发现 O7、O8 和 O13 群,K 抗原能完全分型的共 26 株,无法分型的共 39 株,分型率为 40.0%,具体分布见表 3。其中 O3 群为优势血清群,占 21.5% (14/65),其次为 O5 (20.0%,13/65)和 O1 群 (15.4%,10/65)。不同样品分离株具有不同的优势血清群,白贝分离株优势血清群为 O1 和 O10 群,芒果螺分离株为 O3 群,毛蚶分离株为 O5 群,排海分离株为 O3 群,蛭子分离株为 O5 群。O3 群的 K 抗原分型率为 28.6% (4/14),O5 群为 30.8% (4/13),O1 群为 80.0% (8/10)。能够分型的菌株主要血清型为 O1:K25。

表 3 海口市市售海产品中分离副溶血性弧菌血清型分布情况 (n=65)

Table 3 Serotype of <i>Vibrio parahaemolyticus</i> collected from seafood sold in Haikou City			
血清群	血清型	菌株数	占比/%
O1	O1:K25	4	6.2
	O1:K30	1	1.5
	O1:K46	1	1.5
	O1:K56	1	1.5
	O1:K69	1	1.5
	O1:KUT	2	3.1
O3	O3:K5	2	3.1
	O3:K54	1	1.5
	O3:K60	1	1.5
	O3:KUT	10	15.4
O5	O5:K17	1	1.5
	O5:K22	1	1.5
	O5:K28	1	1.5
	O5:K30	1	1.5
	O5:KUT	9	13.8
O2	O2:K15	1	1.5
	O2:KUT	3	4.6
O4	O4:K24	1	1.5
	O4:K34	1	1.5
	O4:K60	2	3.1
	O4:KUT	3	4.6
O6	O6:K28	1	1.5
O9	O9:KUT	1	1.5
O10	O10:K12	1	1.5
	O10:K24	1	1.5
	O10:KUT	6	9.2
O11	O11:K5	1	1.5
	O11:K9	1	1.5
	O11:KUT	3	4.6
O12	O12:KUT	2	3.1

注:KUT 表示 K 抗原不能分型

2.4 分离株致病性检测结果

将 65 株副溶血性弧菌接种于我妻氏血平板,经 37℃、24 h 培养,所有平板上均未见溶血环,因此,65 株分离菌株神奈川试验均为阴性。

运用实时荧光 PCR *Taqman* 探针法对 65 株副溶血性弧菌做毒力基因检测,结果显示 65 株菌均未检出 TDH 及 TRH 基因。

2.5 耐药试验结果

2.5.1 抗生素耐药性检测结果

65 株副溶血性弧菌的抗生素耐药试验结果见表 4,所有菌株均未对 AMK、GEN 和 CIP 产生耐药性,对 AMK 仅有 1 株表现为中介;对头孢类的 CTR 和 CTX 的耐药率均为 3.1% (2/65),有 22 株菌株对 CTX 表现为中介;对  $\beta$ -内酰胺类抗生素 AMP 的

表 4 65 株副溶血性弧菌抗生素耐药试验结果 (n=65)

Table 4 Results of antibiotic resistance test for <i>Vibrio parahaemolyticus</i>							
抗生素类别	抗生素名称	敏感		中介		耐药	
		菌株数	占比/%	菌株数	占比/%	菌株数	占比/%
氨基糖苷类	AMK	64	98.5	1	1.5	0	0.0
	GEN	65	100.0	0	0.0	0	0.0
头孢类	CTR	63	96.9	0	0.0	2	3.1
	CTX	41	63.1	22	33.8	2	3.1
喹诺酮类	CIP	65	100.0	0	0.0	0	0.0
四环素类	TET	58	89.2	0	0.0	7	10.8
氯霉素类	CHL	64	98.5	0	0.0	1	1.5
$\beta$ -内酰胺类	AMP	2	3.1	1	1.5	62	95.4

耐药率最高,为 95.4% (62/65)。本研究共有 3 株菌株对所选 8 种抗生素均敏感或中介,其中 2 株来自于排海,1 株来自于毛蚶。

2.5.2 耐药谱

62 株耐药的副溶血弧菌共 5 种耐药谱(见表 5),其中耐 1 类抗生素的菌株最多,有 51 株,占耐药菌株总数的 82.3% (51/62),耐 2 类抗生素的菌株为 10 株,占耐药菌株总数的 16.1% (10/62),

表 5 62 株耐药副溶血性弧菌的耐药谱( $n=62$ )

Table 5 Drug resistance spectrum of *Vibrio parahaemolyticus*

耐药谱	耐药菌株数	占比/%
AMP	51	82.3
AMP+CTX	2	3.2
AMP+TET	6	9.7
AMP+CTR	2	3.2
AMP+CHL+TET	1	1.6
合计	62	100.0

表 6 五类贝类海产品中副溶血性弧菌的耐药情况比较( $n=65$ )

Table 6 Comparison of *Vibrio parahaemolyticus* resistance in five kinds of shellfish seafood

抗生素类别	抗生素	耐药菌株数(%)				
		白贝	芒果螺	毛蚶	排海	蛏子
氨基糖苷类	GEN	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	AMK	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
$\beta$ -内酰胺类	AMP	21 (32.3)	8 (12.3)	8 (12.3)	11 (16.9)	14 (21.5)
头孢类	CTX	1 (1.5)	1 (1.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	CTR	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.5)	1 (1.5)	0 (0.0)
氯霉素类	CHL	0 (0.0)	1 (1.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
喹诺酮类	CIP	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
四环素类	TET	3 (4.6)	3 (4.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.5)

3 讨论

海口市地处海南岛北部,三面环海,气候温暖潮湿多雨,当地居民喜凉拌生食海产品或食用未煮熟的海产品。近年来,由副溶血性弧菌导致的食源性疾病在海口市呈明显高发的趋势(数据未发表)。

本研究所采集的 157 份贝类海产品中,副溶血性弧菌检出率为 41.4%,低于青岛市 (57.3%)<sup>[5]</sup>和宁波市 (50.0%)<sup>[6]</sup> 的检出率,但高于大连市 (32.6%)<sup>[7]</sup>,这可能与采样地区、采样季节和采样量等多种因素有关。因为不同地区的海域水质不同,水体受副溶血性弧菌污染的状况也不同;其次副溶血性弧菌不耐低温,在低温环境下存活率低,因此采样季节也会影响其检出率。

五种贝类的样品中,白贝的副溶血性弧菌检出率最高,不同类型样品检出率不同,这可能是由于不同贝类生理状态及生活习性不同,导致对污染物富集能力不同<sup>[5]</sup>。海口市市售贝类主要为人工规模化养殖,四个区的副溶血性弧菌检出率差异无统计学意义( $P>0.05$ ),也证明了四个区农贸市场销售

耐3 类抗生素的菌株仅为 1 株,占耐药菌株总数的 1.6% (1/62)。

2.5.3 五类贝类海产品中副溶血性弧菌的耐药情况比较

65 株来自于五类贝类海产品中副溶血性弧菌的耐药情况见表 6。结果显示不同贝类分离菌株对所用的 6 类 8 种抗生素的耐药情况不同,芒果螺分离菌株对选用的 4 类抗生素均有一定程度的耐药,其中对 AMP 耐药率最高 (12.3%, 8/65),其次为 TET(4.6%, 3/65);白贝分离菌株对 AMP 耐药率最高 (32.3%, 21/65);毛蚶分离菌株对 AMP 和 CTR 的耐药率分别为 12.3% (8/65) 和 1.5% (1/65);排海分离菌株对 AMP 和 CTR 的耐药率分别为 16.9% (11/65) 和 1.5% (1/65);蛏子分离菌株对 AMP 和 TET 的耐药率分别为 21.5% (14/65) 和 1.5% (1/65)。

的贝类海产品来源可能一致。各年度样品中副溶血性弧菌检出率的差异无统计学意义( $P>0.05$ ),间接表明这三年的海水水质状况没有太大变化,养殖水体中的副溶血性弧菌变化较小。

65 株副溶血性弧菌以 O3、O5 为主要血清群,完全分型 26 株,分型率为 40.0%,与广州市 (47.9%)<sup>[8]</sup>和三亚市 (43.3%)<sup>[9]</sup>的分型率大致相同。本研究中,仅有 12 株为国家标准中的血清型<sup>[3]</sup>,国标中没有的血清型在其他研究中也类似报道<sup>[10]</sup>。新血清型的不断出现可能是副溶血性弧菌为适应不断变化的外环境和逃避人类的机体防御的结果,文献<sup>[11-12]</sup>表明副溶血性弧菌可通过 O、K 抗原基因的突变或水平转移不断改变自身血清型。

神奈川试验是判定副溶血性弧菌是否致病的重要依据,样品中分离的 65 株菌株神奈川试验均为阴性,经检测所有菌株均不含致病的 *tdh* 及 *trh* 基因,日本学者研究<sup>[13]</sup>表明,在日本 330 例副溶血性弧菌暴发和散发感染病例中,大多数是由 TDH+TRH-的菌株引起 (89.4%),TDH-TRH-引起感染的比例为 1.20%,这表明 TRH 的毒力要小于 TDH,同



时 TDH-TRH-致病菌株的存在也表明副溶血性弧菌中还含有其他可致病的毒力因子,因此不能仅凭毒力基因检测结果判断本研究中的分离菌株是否具有致病性,还需要进一步研究。

本研究中,分离菌株对 AMP 的耐药率为 95.4%,明显高于周珠海等<sup>[14]</sup>对苏州市大型超市小水产品的研究结果(55.4%)以及安秀华等<sup>[15]</sup>对上海市海产品的研究结果(69.5%)。由于养殖历史、养殖规模、饲养方式和用药习惯以及地区环境的不同,不同来源的副溶血性弧菌对抗生素的耐药性差异也较大,所以不同产地、不同种类的水产品中副溶血性弧菌的耐药性均有差别<sup>[16]</sup>。

不同类型的样品分离菌株对 AMP 耐药性的差异无统计学意义( $P>0.05$ ),这提示副溶血性弧菌主要在养殖阶段获得耐药性,即副溶血性弧菌耐药性的主要来源可能是来自养殖水体和水底沉积物等养殖环境,这与宋丹曼等<sup>[17]</sup>和韩海红等<sup>[18]</sup>的研究结果一致。

美国疾病预防控制中心(CDC)推荐的弧菌属感染的治疗方案包括四环素类(TET)、喹诺酮类(CIP)、第三代头孢菌素(CTX、CTR)、氨基糖苷类(AMK、GEN)等6类抗生素<sup>[19]</sup>。本研究中的耐药试验涵盖了上述抗生素,结果发现,副溶血性弧菌分离菌株对除CTX和AMP以外的其他种类抗生素均较为敏感。目前治疗副溶血性弧菌引起的严重感染最有效的药物是第三代和第四代头孢类抗生素,因此,针对副溶血性弧菌引起的胃肠炎,其临床用药可以选择性使用四环素类、喹诺酮类、第三代头孢菌素及氨基糖苷类药物。

白贝、芒果螺、毛蚶、排海、蛭子是海口市市场主要的海水养殖贝类,对这些贝类中的副溶血性弧菌进行分型及耐药性检测,掌握不同品种贝类副溶血性弧菌的污染以及耐药状况,可为安全食用贝类提供基础数据。有关部门应当加强养殖区域内海水水质的监测力度,从控制传染源方面做好疾病的早期预防。消费者应养成良好的饮食习惯,贝类海产品煮熟煮透后再食用,以预防副溶血性弧菌的感染。

## 参考文献

[1] 闫爱莉,赵白雪,刘丽,等.2010年丹东市部分食品中食源性致病菌污染状况调查[J].实用预防医学,2011,18(10):82-83.

[2] 熊素平.天津市水产品中副溶血性弧菌污染情况调查[J].职业与健康,2013,29(8):969-970.

[3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品微生物学检验 副溶血性弧菌检验:GB 4789.7—2013[S].北京:中国标准出版社,2013.

[4] Clinical and Laboratory Standard Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: M100-S20 [S]. Clinical and Laboratory Standard Institute; Wayne, PA, 2010.

[5] 江艳华,姚琳,宋春丽,等.青岛市售贝类副溶血性弧菌污染状况及耐药分析[J].中国卫生检验杂志,2012,22(2):375-377.

[6] 赵虹,顾文珍,陈懿.宁波沿海地区贝类产品副溶血性弧菌污染现状分析[J].中国卫生检验杂志,2010,20(2):395-397.

[7] 蔡特,王立志,张开翼.大连沿海贝类产品副溶血性弧菌基因检测[J].中国公共卫生,2015,31(12):1674-1677.

[8] 方伟.2004—2007年广东省副溶血性弧菌血清分型、分子特征及溯源研究[D].广州:暨南大学,2009.

[9] 黄青梅,吴南卫,邓瑶.三亚地区副溶血性弧菌血清分型、毒力基因及药敏分析[J].现代预防医学,2016,43(9):1665-1669.

[10] 谭焕腾.杭州市副溶血性弧菌血清型、毒力基因、耐药性及分子分型调查[D].杭州:浙江大学,2016.

[11] CHOWDHURY A, ISHIBASHI M, THIEM V D, et al. Emergence and serovar transition of *Vibrio parahaemolyticus* pandemic strains isolated during a diarrhea outbreak in Vietnam between 1997-1999[J].Microbiol Immunol,2004,48(4):319-327.

[12] MAHMUD Z H, NEOGI S B, KASSU A et al. Seaweeds as a reservoir for diverse *Vibrio parahaemolyticus* population in Japan [J].Int J Food Microbiol,2007,118(1):92-96.

[13] SAITO S,IWADE Y,TOKUOKA E, et al. Epidemiological evidence of lesser role of thermostable direct hemolysin (TDH)-related hemolysin (TRH) than TDH on *Vibrio parahaemolyticus* pathogenicity[J].Foodborne Pathog Dis,2015,12(2):131-138.

[14] 周珠海,李义,宗长燕,等.苏州大型超市小水产品中副溶血性弧菌的污染调查及耐药性分析[J].中国动物检疫,2010,27(12):59-60.

[15] 安秀华,宁喜斌.上海市市售水产品中副溶血性弧菌的分离、鉴定及耐药性研究[J].中国人兽共患病学报,2009,25(7):657-659.

[16] 毕馨阳.连云港市售贝类副溶血性弧菌相关研究[D].苏州:苏州大学,2015.

[17] 宋曼丹,严纪文,朱海明,等.不同来源副溶血性弧菌分离株的耐药性和毒力分析[J].中国卫生检验杂志,2011,21(11):2785-2787.

[18] 韩海红,李凤琴,徐进,等.2013年中国三省贝类及环境中副溶血性弧菌分离株耐药特征分析[J].卫生研究,2015,44(3):382-386.

[19] America CDC. *Vibrio vulnificus*: general information[C].National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, Waterborne and Environmental Disease, 2013.