

- 特征及空间聚集性分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(5):456-460.
- [6] 朱迅,周伟杰,高敏国. 2015—2018年无锡市食源性疾病监测结果分析[J]. 现代预防医学, 2019, 46(14):2558-2561.
- [7] 申屠平平,吕恭进,朱珈慧. 金华市2014年—2017年食源性疾病监测结果分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(22):2803-2806.
- [8] 王鸽,申屠平平,朱珈慧. 2014年金华市食源性疾病监测结果分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2017, 29(1):97-100.
- [9] 吕鹏,章荣华,齐小娟,等. 浙江省食源性疾病监测现状分析[J]. 浙江预防医学, 2015, 27(8):828-829, 837.
- [10] 林丹,王黎荔,山若青,等. 2014年温州市特定病原体的食源性疾病病例监测结果分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(3):378-381.
- [11] 陆冬磊,段胜钢,齐辰,等. 2014—2018年上海市食源性疾病病例流行特征及饮食史分析[J]. 现代预防医学, 2020, 47(11):1970-1973.
- [12] 王娅芳,周亚娟,朱姝,等. 2015—2017年贵州省食源性疾病病例监测结果分析[J]. 现代预防医学, 2019, 46(4):723-727.
- [13] 翟前前,赵勇,尹菲,等. 2013—2015年吉林省食源性疾病流行病学特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(5):589-593.
- [14] 邱正勇,张濛,吴玲玲,等. 2016—2018年河南省食源性诺如病毒监测情况分析[J]. 现代预防医学, 2019, 46(14):2551-2555.

## 风险监测

# 2010—2018年江苏省淡水产品中副溶血性弧菌监测结果研究

倪云龙,乔昕,王燕梅,田亭,霍翔

(江苏省疾病预防控制中心,江苏南京 210009)

**摘要:**目的 掌握江苏省淡水产品中副溶血性弧菌污染水平和趋势,为风险评估提供基础定量数据。方法 2010—2018年在江苏省13个市的流通和餐饮环节的不同场所,采集8类淡水产品1170份,按照GB 4789.7《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定性和定量检验,使用@RISK软件对数据进行模拟分析,拟合定量污染数据。结果 1170份淡水产品中副溶血性弧菌检出率28.0%,污染水平为 $(-1.01 \pm 1.58)$  lg MPN/g,毒力基因携带率3.7%。内陆地区副溶血性弧菌检出率和污染水平高于沿海地区,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。不同年份、不同地区、不同种类、不同月份和季度检出率和污染水平差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),不同采样场所检出率和污染水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。内陆地区和沿海地区副溶血性弧菌污染水平分别为 $(-0.89 \pm 1.59)$  lg MPN/g和 $(-1.56 \pm 1.54)$  lg MPN/g;第二季度污染水平最高为 $(-0.56 \pm 1.72)$  lg MPN/g;饭店/酒店污染水平最高为 $(-0.68 \pm 1.55)$  lg MPN/g;淡水虾类中副溶血性弧菌污染水平最高为 $(-0.44 \pm 1.68)$  lg MPN/g。结论 江苏省淡水产品中副溶血性弧菌污染严重,副溶血性弧菌的污染由海产品向淡水产品转移,由沿海地区向内陆地区扩散,且有高于沿海地区的趋势。淡水产品可能是引起副溶血性弧菌感染的危险因素之一,淡水虾类中副溶血性弧菌污染严重,需对淡水产品开展风险评估。

**关键词:**淡水产品;副溶血性弧菌;监测;定量

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2021)04-0455-08

DOI:10.13590/j.cjfh.2021.04.010

## Quantitative analysis of surveillance results the *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products in Jiangsu from 2010 to 2018

NI Yunlong, QIAO Xin, WANG Yanmei, TIAN Ting, HUO Xiang

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

**Abstract: Objective** To investigate the contamination level and trend of *Vibrio parahaemolyticus* (VP) in freshwater products in Jiangsu Province, and provide basic quantitative data for the risk assessment. **Methods** One thousand one hundred and seventy samples form 8 categories freshwater products were collected from 2010 to 2018. The sampling sites include different locations of circulate and catering links in 13 cities of Jiangsu Province. The qualitative and quantitative data

收稿日期:2021-03-10

作者简介:倪云龙 男 主管技师 主要研究方向为食品微生物检测与评估 E-mail:nylss2008@163.com

通信作者:霍翔 男 副主任医师 主要研究方向为流行病学与卫生统计学 E-mail:huox@foxmail.com

was obtained by method based on GB 4789. 7 “Food microbiological examination-Examination of *Vibrio parahaemolyticus*”. @RISK software was used to analyze the data and fitting quantitative contamination data. **Results** The detection rate of VP in 1 170 freshwater products was 28.0% and 3.7% VP carried virulence gene. The contamination levels of VP in freshwater products was  $(-1.01 \pm 1.57)$  lg MPN/g. The detection rate and contamination levels of VP in inland areas was higher than coastal areas, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The difference of detection rates and contamination levels in different years, areas, categories, months and quarters were statistically significant ( $P < 0.05$ ). While the difference in different sampling sites was not statistically significant ( $P > 0.05$ ). The contamination levels of VP in inland areas and coastal areas were  $(-0.89 \pm 1.59)$  lg MPN/g and  $(-1.56 \pm 1.54)$  lg MPN/g. The contamination level in the second quarter, in the restaurant/hotel and freshwater shrimps were the highest, with the values of  $(-0.56 \pm 1.72)$  lg MPN/g,  $(-0.68 \pm 1.55)$  lg MPN/g and  $(-0.44 \pm 1.68)$  lg MPN/g, respectively. **Conclusion** The contamination of VP in freshwater products in Jiangsu Province was seriously. The contamination of VP had shifted from seafood to freshwater products and spread from coastal areas to inland areas. Moreover, the contamination of inland area had a trend to exceed the coastal areas. Freshwater products might be the important risk factor for the disease of VP. The contamination of VP in freshwater shrimps were seriously. It is necessary to carry out the risk assessment for freshwater products.

**Key words:** Freshwater products; *Vibrio parahaemolyticus*; surveillance; quantitative

副溶血性弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*, VP) 是一种遍布全球的海洋微生物<sup>[1]</sup>, 又称嗜盐性弧菌、海洋弧菌。盐度和温度是影响 VP 活性的重要因素<sup>[2]</sup>。入海口水体、海底沉淀物、海生动物、浮游生物以及各种海鱼和贝类中均可检出<sup>[3]</sup>。

2011—2015 年中国大陆地区由 VP 引起的食源性疾病暴发事件数分别为 72 起<sup>[4]</sup>、73 起<sup>[5]</sup>、89 起<sup>[6]</sup>、134 起<sup>[7]</sup>、147 起<sup>[8]</sup>, 由沙门氏菌引起的食源性疾病暴发事件数分别为 45 起<sup>[4]</sup>、60 起<sup>[5]</sup>、74 起<sup>[6]</sup>、73 起<sup>[7]</sup>、101 起<sup>[8]</sup>。在中国, VP 已经超过沙门氏菌, 成为引起暴发事件最多的微生物性致病因子。

近年国内的研究中, 不断有 VP 污染淡水产品和淡水水体的报道<sup>[9-12]</sup>。本研究对 2010—2018 年江苏省淡水产品中 VP 污染状况开展监测, 并分析 VP 在淡水产品中的分布状况和污染水平, 探讨其与食源性疾病及暴发事件的关系, 为风险评估提供基础数据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 样品来源

2010—2018 年对江苏省 13 个市的淡水产品进行监测, 共采集淡水产品样品 1 170 份, 主要包括淡水鱼类、淡水虾类、淡水蟹类、淡水螺类、淡水贝类、淡水甲鱼和淡水蛙类。检测项目为副溶血性弧菌, 覆盖流通和餐饮环节的不同场所。严格按照无菌采样程序, 每份样品采集 500 g 检样或完整淡水产品, 2 h 内送至实验室检验。

### 1.2 主要试剂和仪器

3% 氯化钠碱性蛋白胨水 (3% NaCl APW)、3% 氯化钠三糖铁琼脂 (3% NaCl TSI)、3% 氯化钠胰酪胨大豆琼脂 (3% NaCl TSA)、TCBS 琼脂, 均购

自北京陆桥技术有限公司, VP 毒力基因荧光 PCR 检测试剂盒购自北京卓诚惠生生物科技股份有限公司, ATCC 17802 副溶血性弧菌标准菌株和 ATCC 25922 大肠埃希氏菌标准菌株购自广东环凯威生物科技有限公司, Vitek2 Compact 全自动细菌生化/药敏鉴定系统和 GN 鉴定卡购自法国生物梅里埃公司, 实时荧光定量 PCR 仪购自美国 ABI 公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 样品前处理

根据 GB/T 4789. 20—2003《食品卫生微生物学检验 水产食品检验》<sup>[13]</sup> 要求, 针对不同类型淡水产品, 以无菌操作方式, 选择适宜部位进行取样, 将取得的组织置于无菌袋内均质后, 无菌称取 25 g 加入 225 mL 的 3% NaCl APW 增菌液中, 均质后备用。

#### 1.3.2 检验方法

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》<sup>[14]</sup> 进行副溶血性弧菌的定性和定量检测。用 Vitek2 Compact 系统和 GN 鉴定卡对可疑细菌进行鉴定。使用水煮法提取经过生化鉴定的副溶血性弧菌细菌组 DNA, 使用毒力基因荧光 PCR 检测试剂盒, 进行直接耐热溶血素 (*tdh*) 基因和耐热相关溶血素 (*trh*) 基因的鉴定。实验过程以 ATCC 17 802 副溶血性弧菌为阳性参照, 以 ATCC 25922 大肠埃希氏菌为阴性参照对整个检测过程进行质控。

### 1.4 统计学分析

采用 Excel 进行数据的录入和处理, 使用 SPSS22. 0 软件进行统计学分析。使用 Aicgis 10. 2 软件绘制污染物地图。使用 @RISK 6. 1 软件对参数进行模拟分析。

## 2 结果

### 2.1 总体检出情况

2010—2018年共采集淡水产品1 170份,在328份样品中检出VP,检出率28.0%。215株VP中,8株检出 $trh$ 基因,毒力基因携带率为3.7%。

### 2.2 不同年份淡水产品VP检出情况

2011年检出率最高为39.5%,其次为2013年(31.6%)、2018年(31.0%)和2012年(29.1%)。因2014年淡水产品量很少,2017年未进行淡水产品监测,故不对2014年和2017年的检出率进行统计学检验,其余不同年份淡水产品中VP检出率差异有统计学意义( $\chi^2 = 16.717, P < 0.05$ ) (表1、图1)。

表1 2010—2018年江苏省淡水产品副溶血性弧菌检出情况

Table 1 Surveillance result of VP in freshwater products from 2010 to 2018

年份	样品数/份	检出数/份	检出率/%
2010年	115	16	13.9
2011年	43	17	39.5
2012年	117	34	29.1
2013年	38	12	31.6
2014年	3	0	0
2015年	195	51	26.2
2016年	217	61	28.1
2017年	/	/	/
2018年	442	137	31.0
合计	1 170	328	28.0

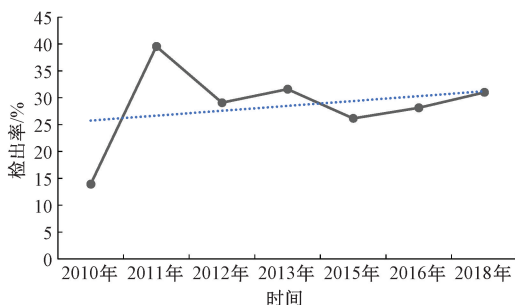


图1 2010—2018年江苏省淡水产品副溶血性弧菌污染变化

Figure 1 Contamination Changes of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products from 2010 to 2018

### 2.3 不同地区淡水产品副溶血性弧菌检出情况

江苏省13个市中南通市、连云港市和盐城市为沿海地区,其余10个市为内陆地区,沿海地区VP检出率为21.1%(66/313),内陆地区检出率为30.6%(262/857),内陆地区VP检出率高于沿海地区,检出率差异有统计学意义( $\chi^2 = 10.225, P < 0.01$ )。不同城市淡水产品VP检出率差异有统计学意义( $\chi^2 = 87.371, P < 0.001$ ) (表2、图2)。

表2 江苏省不同城市淡水产品副溶血性弧菌检出情况

Table 2 Surveillance result of VP in freshwater products in different cities of Jiangsu Province

城市	样品数/份	检出数/份	检出率/%
南京市	18	5	27.8
无锡市	112	56	50.0
徐州市	12	2	16.7
常州市	90	19	21.1
苏州市	94	32	34.0
南通市	151	35	23.2
连云港市	73	19	26.0
淮安市	61	9	14.8
盐城市	89	12	13.5
扬州市	143	34	23.8
镇江市	135	66	48.9
泰州市	105	27	25.7
宿迁市	87	12	13.8

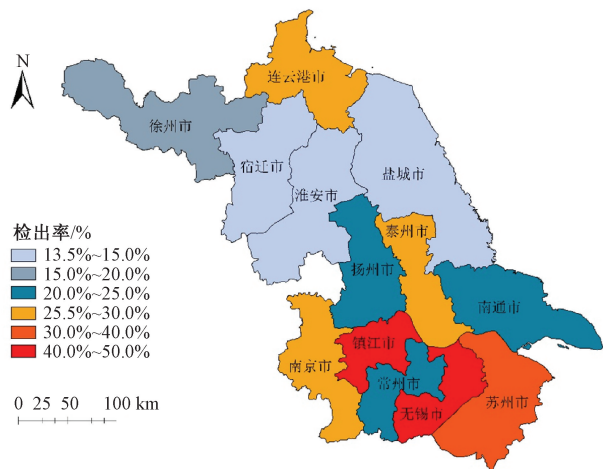


图2 江苏省不同城市淡水产品副溶血性弧菌分布图

Figure 2 Contamination distribution of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products in different cities of Jiangsu Province

注:审图号:GS(2019)3266号

### 2.4 不同种类淡水产品中副溶血性弧菌检出情况

淡水虾类检出率最高为36.9%,其次为淡水螺类(33.1%)、淡水蟹类(31.0%)和淡水鱼类(23.5%)。软体动物样本量较小,故未对淡水软体动物的检出率进行统计学检验。不同种类淡水产品间检出率差异有统计学意义( $\chi^2 = 22.839, P < 0.001$ ) (表3)。

表3 江苏省不同种类淡水产品副溶血性弧菌检出情况

Table 3 Surveillance result of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products in different categories

种类	样品数/份	检出数/份	检出率/%
淡水鱼类	468	110	23.5
淡水蟹类	42	13	31.0
淡水虾类	241	89	36.9
淡水蛙类	52	12	23.1
淡水软体动物	9	0	0.0
淡水螺类	254	84	33.1
淡水甲鱼	52	12	23.1
淡水贝类	52	8	15.4

### 2.5 不同采样场所淡水产品中副溶血性弧菌检出情况

在饭店/酒店采集的淡水产品中 VP 检出率最高为 36.4%，其次为批发市场 (31.8%)、网店 (28.6%) 和农贸市场 (27.9%)。集体食堂、街头摊点样本量较小，故未对检出率进行统计学检验。不同采样场所淡水产品间检出率差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 6.233, P > 0.05$ ) (表 4)。

表 4 江苏省不同采样场所淡水产品副溶血性弧菌检出情况

Table 4 Surveillance result of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products in different sampling sites

场所	样品数/份	检出数/份	检出率/%
饭店/酒店	129	47	36.4
超市	276	68	24.6
农贸市场	710	198	27.9
网店	28	8	28.6
批发市场	22	7	31.8
集体食堂	1	0	0
街头摊点	4	0	0

### 2.6 不同季节淡水产品中副溶血性弧菌检出情况

不同季度采集的淡水产品中，第三季度检出率最高为 31.4%。6 月份采集的淡水产品检出率最高为 37.9%，5—8 月采集的淡水产品检出率范围在 32.8%~37.9%。1 月、2 月、12 月采集样本量较小，故未对检出率进行统计学检验。不同月份淡水产品间检出率差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 37.263, P < 0.001$ )。不同季度淡水产品间检出率差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 16.250, P < 0.001$ ) (表 5、图 3)。

表 5 江苏省不同月份和季度淡水产品副溶血性弧菌检出情况

Table 5 Surveillance result of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products in different months and quarters

时间	样品数/份	检出数/份	检出率/%
季度			
第一季度	47	2	4.3
第二季度	369	107	29.0
第三季度	414	130	31.4
第四季度	340	89	26.2
月份			
2 月	11	0	0.0
3 月	36	2	5.6
4 月	112	14	12.5
5 月	154	54	35.1
6 月	103	39	37.9
7 月	174	57	32.8
8 月	175	58	33.1
9 月	65	15	23.1
10 月	277	70	25.3
11 月	56	18	32.1
12 月	7	1	14.3

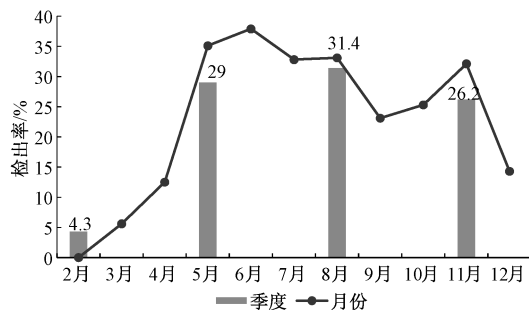


图 3 江苏省不同月份和季度淡水产品副溶血性弧菌检出情况

Figure 3 Contamination result of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products in different months and quarters

### 2.7 江苏省淡水产品中副溶血性弧菌污染定量检测情况

1 170 份淡水产品中，412 份进行定量检测，296 份样品定量结果小于检出限，阳性率为 28.2%。116 份阳性定量结果 95% 污染水平范围为 37.2 ~ 112.7 MPN/g。使用独立多样本非参数检验提示不同季节 (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 7.369, df = 2, P < 0.05$ )、不同月份 (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 20.719, df = 5, P = 0.001$ ) 淡水产品中 VP 的污染水平差异有统计学意义；不同采样场所 (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 0.045, df = 2, P = 0.978$ ) 采集的淡水产品 VP 污染水平差异没有统计学意义。使用 2 个独立样本非参数检验提示，沿海地区和内陆地区淡水产品 VP 污染水平差异有统计学意义 ( $W = 11\ 600.0, P = 0.012$ )；淡水虾类和淡水鱼类 VP 污染水平差异有统计学意义 ( $W = 1\ 187.0, P = 0.001$ )。

### 2.8 江苏省淡水产品中副溶血性弧菌污染水平

使用 Beta 分布描述淡水产品 VP 污染率  $P_0$  [15]，公式为 Beta( $s+1, n-s+1$ )，其中  $n$  指样品数， $s$  指阳性样品数。用累计分布描述阳性样品  $L_p$  和阴性样品  $L_n$  的污染水平，公式为 Cumulative { min, max, ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), ( $p_1, p_2, \dots, p_n$ ) } [16]。VP 的定量检测方法的检出限为  $< 0.3$  MPN/g，为估计阴性样品 VP 浓度低于方法检出限时的污染水平，用 Jarvis 等式： $M = -(2.303/V) \times \lg(Z/N)$  [17] 计算其实际污染水平， $M$  表示阴性淡水产品中 VP 真实污染浓度 (MPN/g)， $V$  表示检测时所用样品量， $Z$  表示阴性样品的数量， $N$  表示样品总数。用离散分布描述江苏省 VP 的污染水平，公式为 Discrete( $L_p: L_n, P_0: (1-P_0)$ )。采用蒙特卡罗 (Monte Carlo, MC) 方法，运用 @RISK5.7 风险评估软件 (美国 Palisade 公司) 对参数进行模拟分析。经软件拟合分析，淡水产品中 VP 污染水平为  $(-1.01 \pm 1.58) \lg$  MPN/g，90% 的置信区间 (CI) 为  $-3.07 \sim 1.77 \lg$  MPN/g (表 6、图 4)；2012 年采集的

表6 江苏省淡水产品中副溶血性弧菌的检出和定量分布情况

Table 6 Contamination result and levels of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products in Jiangsu province

来源	检测 样本量	阳性数 (率, %)	阳性样品污染密度 (MPN/g)			阳性样品在不同污染密度 (MPN/g) 范围的频数分布							淡水产品 VP (lg MPN/g)				
			中位数	最小~最大值	0~2	2~5	5~10	10~20	20~25	25~50	50~100	100~500	≥500	污染水平	90%置信区间		
年份																	
2010年—2018年 <sup>a</sup>	412	116 (28.2)	15	0.3~1100	7	23	22	9	19	13	11	8	4	4	-1.01±1.58	-3.07~1.77	
2011年	43	17 (39.5)	11	0.3~460	2	1	4	5	2	1	1	1	0	0	-0.59±1.49	-2.70~1.65	
2012年	25	14 (56.0)	166.5	9.2~1100	0	0	2	0	1	0	4	4	3	3	0.46±2.03	-3.38~2.9	
2013年	35	12 (34.3)	43	15~1100	0	0	0	1	4	5	1	0	1	1	-0.68±2.14	-4.35~1.76	
2015年	187	51 (27.3)	7.4	0.36~240	5	20	12	2	6	2	1	3	0	0	-1.14±1.43	-3.16~1.34	
2016年	82	20 (24.4)	23	7.4~93	0	0	4	1	6	5	4	0	0	0	-1.10±2.05	-4.44~1.72	
地区 <sup>b</sup>																	
沿海地区	82	14 (17.1)	16.2	0.36~110	1	4	2	0	4	1	1	1	0	0	-1.56±1.54	-3.64~1.38	
内陆地区	330	102 (30.9)	15	0.3~1100	6	19	20	9	15	12	10	7	4	4	-0.89±1.59	-2.97~1.84	
季度 <sup>a</sup>																	
第二季度	116	44 (37.9)	23	0.92~1100	1	7	10	3	8	3	5	5	2	2	-0.56±1.72	-3.15~2.15	
第三季度	164	42 (25.6)	23	0.36~1100	1	8	5	4	9	7	5	2	1	1	-1.10±1.61	-3.24~1.69	
第四季度	114	29 (25.4)	92	0.3~1100	4	8	7	2	2	3	1	1	1	1	-1.19±1.48	-3.18~1.45	
月份 <sup>a</sup>																	
5月	57	18 (31.6)	9.3	0.92~110	1	6	5	2	0	1	2	1	0	0	-0.92±1.57	-3.32~1.72	
6月	48	23 (47.9)	23	4.3~1100	0	1	5	1	7	1	2	4	2	2	-0.06±1.87	-3.40~2.63	
7月	78	24 (30.8)	20	3.6~93	0	3	4	4	7	4	2	0	0	0	-0.91±1.84	-3.92~1.55	
8月	61	10 (16.4)	23.5	0.36~1100	1	3	0	0	2	2	0	1	1	1	-1.54±1.66	-3.68~1.77	
9月	26	8 (30.8)	68	3.6~240	0	2	1	0	0	1	3	1	0	0	-0.77±1.95	-3.90~1.97	
10月	104	24 (23.1)	5.9	0.36~460	4	8	7	2	2	0	0	1	0	0	-1.34±1.42	-3.35~0.99	
采样场所 <sup>a</sup>																	
超市	94	16 (17.0)	16.1	0.3~1100	2	3	3	0	2	0	1	3	2	2	-1.51±1.63	-3.56~2.17	
饭店/酒店	65	24 (36.9)	19	0.36~460	3	4	3	2	4	3	4	1	0	0	-0.68±1.55	-2.84~1.82	
农贸市场	243	73 (30.0)	15	0.92~1100	1	15	15	7	13	10	6	4	2	2	-0.93±1.69	-3.43~1.69	
种类 <sup>a</sup>																	
淡水贝类	35	6 (17.1)	5.8	0.3~15	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	-1.60±1.38	-3.55~0.91	
淡水螺类	25	9 (36.0)	12.2	2.3~110	0	3	1	1	2	0	1	1	0	0	-0.68±1.72	-3.50~1.86	
淡水虾类	138	56 (40.6)	23	0.36~1100	3	5	8	7	9	7	8	5	4	4	-0.44±1.68	-2.73~2.31	
淡水蟹类	23	9 (39.1)	43	3~460	0	1	0	0	3	3	1	1	0	0	-0.46±1.84	-3.57~1.96	
淡水鱼类	182	35 (19.2)	9.2	0.36~110	2	12	11	0	5	3	1	1	0	0	-1.48±1.48	-3.52~1.33	

a:部分年份、季度、月份、采样场所和种类定量数据偏少,未纳入统计分析;b:限于检测能力原因,部分城市没有开展定量检测或定量检测结果偏少,故未对不同城市定量检测结果进行统计分析

淡水产品 VP 污染水平最高 ( $0.46 \pm 2.03$ ) lg MPN/g; 内陆地区污染水平 ( $-0.89 \pm 1.59$ ) lg MPN/g 高于沿海地区 ( $-1.56 \pm 1.54$ ) lg MPN/g; 第二季度淡水产品中 VP 污染水平最高为 ( $-0.56 \pm 1.72$ ) lg MPN/g, 污染水平高峰出现在 6 月 ( $-0.06 \pm 1.87$ ) lg MPN/g, 见图 5; 饭店/酒店中淡水产品 VP 污染水平最高 ( $-0.68 \pm 1.55$ ) lg MPN/g; 淡水虾类中 VP 污染水平为 ( $-0.44 \pm 1.68$ ) lg MPN/g, 淡水鱼类中 VP 污染水平为 ( $-1.48 \pm 1.48$ ) lg MPN/g (图 6)。

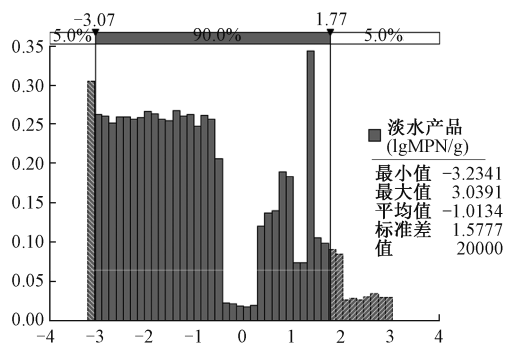


图4 江苏省淡水产品副溶血性弧菌污染水平

Figure 4 Contamination levels of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products

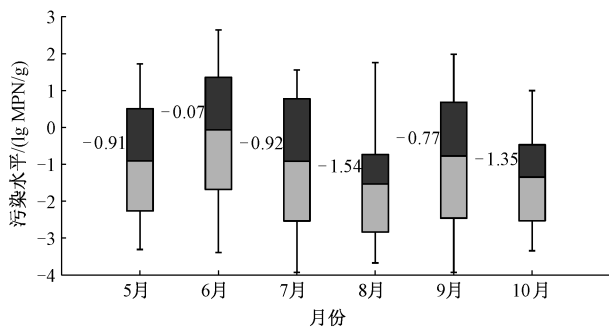


图5 江苏省不同月份淡水产品副溶血性弧菌污染水平

Figure 5 Contamination levels of *Vibrio parahaemolyticus* in different months

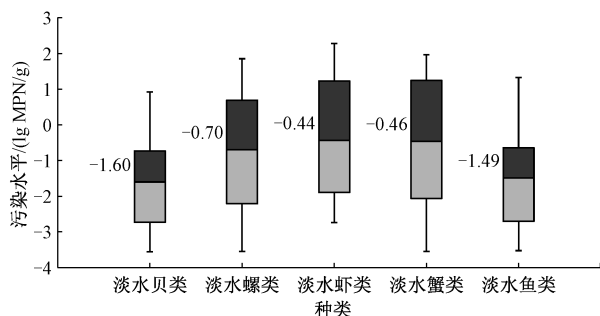


图6 江苏省淡水鱼类副溶血性弧菌污染水平

Figure 6 Contamination levels of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater products in different categories

28.0%, 检出率高于广东 (15.8%)<sup>[18]</sup>、广西 (21.6%)<sup>[19]</sup>、山东 (19.4%)<sup>[20]</sup>、浙江 (20.4%)<sup>[21]</sup> 等沿海地区。高于 2015—2017 年江苏省海产品中 VP 检出率 (21.6%)<sup>[22]</sup>。分析本次研究数据, 江苏省淡水产品中 VP 污染严重。2010—2018 年江苏省淡水产品中 VP 检出率整体呈现稳定增长的趋势。

本研究中, 江苏省沿海城市淡水产品 VP 检出率和污染水平低于内陆城市, 整体检出率也低于河南 (36.0%)<sup>[23]</sup>、湖北 (46.3%)<sup>[24]</sup> 等非沿海地区。VP 为嗜盐性弧菌, 天然存在于海产品和海洋环境中, 从监测数据分析, VP 的污染不仅由海产品向淡水产品转移, 也由沿海地区向内陆地区扩散, 且污染有高于沿海地区的趋势。加工和食用海产品, 特别是贝类海产品在我国被认为是引起副溶血性弧菌感染的主要危险因素<sup>[25]</sup>, 而淡水产品中 VP 污染却一直未被重视。VP 在低温条件下极易死亡, 运往内陆地区的海产品通常是在冷冻条件下运输的, VP 污染水平较低, 那么导致内陆地区副溶血性弧菌感染的原因可能是淡水产品, 食用未加工成熟的淡水产品以及淡水产品在厨房加工环节中的交叉污染可能是导致副溶血性弧菌感染的原因。

本研究中, 分别对定性数据和定量数据进行统计学分析, 前后结果一致, 淡水产品 VP 污染的差异与地区、季度、月份和种类有关, 与采样场所无关。饭店/酒店采集的淡水产品中 VP 检出率和污染水平高于其他采样场所, 这可能是不同采样场所采集的不同种类淡水产品的数量不同导致。而饭店/酒店是江苏省由 VP 引起的食源性疾病的高发场所<sup>[26-28]</sup>, 但是不同采样场所淡水产品 VP 污染没有差异, 说明食源性疾病的高发与淡水产品 VP 污染率和污染水平相关性不强, 可能与饭店/酒店的环境和加工方式等特性有关。

本研究中, 淡水产品 VP 总体污染水平为 ( $-1.01 \pm 1.57$ ) lg MPN/g, 淡水虾类 VP 污染率 (36.9%) 和污染水平 [ $-0.44 \pm 1.68$  lg MPN/g] 均高于其他淡水产品。国际食品卫生法典委员会建议每克生食海产品中 VP 低于 2 lg<sup>[29]</sup>, 江苏省淡水产品 VP 总体污染水平有 3% 的概率高于该建议, 淡水虾类 VP 高于该建议的概率有 6.5%。目前国内没有淡水产品的风险评估及限量建议, 不同种类的淡水产品中 VP 的风险, 需要进行系统的风险评估。

本研究中, 定性数据提示第二、三季度淡水产品 VP 检出率高于第一、四季度, 4 月 VP 检出率升高至稳定水平, 6 月检出率最高, 9 月开始逐渐降低; 定量数据提示淡水产品 VP 第二季度污染水平最

### 3 讨论

2010—2018 年江苏省淡水产品中 VP 检出率为

高,第四季度最低,6月份淡水产品VP污染水平最高。定性数据与定量数据的时间趋势性一致,也与我国大部分食源性疾病暴发事件发生在4—10月一致<sup>[30]</sup>。淡水产品中VP的污染呈现季节性,夏秋季节气温高时,污染严重。控制淡水产品在运输和销售过程中的温度可能是控制VP污染的重要手段。

本研究中,通过淡水产品VP污染数据构建模型,以描述污染的概率分布特征,采用MC方法对概率分布模型中的随机参数抽样,通过对10 000次随机抽样结果的迭代计算,得到VP污染水平的统计特征和近似值,此方法将阴性和阳性数据同时纳入模型中,估计总体的污染水平,可以很好的体现淡水产品VP污染事件和研究过程中的不确定性和变异性,所得结果是定量风险评估和概率评估的重要基础数据。但此方法也存在缺陷,MC方法中各变量间的关系是单向的,从属关系无法互换,这就导致在拟合过程中需预设各场所中变量的概率分布,当不确定性因素增多时,预设的变量无法完整的体现复杂的不确定性因素,也无法提现下游变量对上游变量的影响,有一定的概率产生误差,故贝叶斯推断方法被运用于微生物定量风险评估中,将各场所视为贝叶斯网络的节点,只需考虑已知变量的变化,信息可在网络中任意节点传播,还可进行反向推断<sup>[31-32]</sup>。

VP已经适应淡水生长的环境,裴晓燕等人对内陆6省的淡水鱼养殖水体、存养水体、流通等各个环节均检出VP<sup>[33]</sup>,秦思等<sup>[34]</sup>对江苏省淡水养殖环节中检出致病性VP。对于VP是否发生变异而适应淡水环境应开展研究。淡水水体受环境污染的可能性远高于海水,VP毒力、抗药性的变化应开展基础研究。其他海洋性弧菌在淡水水体中的分布数据尚未掌握。江苏省各地VP检出率呈现出从苏南地区向苏中地区、苏北地区递减的趋势,这可能与不同地区经济文化水平、饮食结构、淡水产品养殖等多方面因素有关,应结合食源性疾病暴发数据,人群调查数据和海产品污染数据进行综合分析。

## 参考文献

- [1] FAO/WHO. Risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood Interpretative Summary and Technical Report 2011[R]. Microbiological Risk Assessment Series 16.
- [2] DEPAOLA A, NORDSTROM J L, BOWERS J C, et al. Seasonal abundance of total and pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in Alabama oysters [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2003, 69(3): 1521-1526.
- [3] JOSEPH S W, COLWELL R R, KAPER J B. *Vibrio Parahaemolyticus* and related *Halophilic Vibrios* [J]. Critical Reviews in Microbiology, 1982, 10(1): 77-124.
- [4] 李薇薇,朱江辉,甄世祺,等. 2011年中国大陆食源性疾病暴发监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(3): 283-288.
- [5] 李薇薇,朱江辉,兰真,等. 2012年中国大陆食源性疾病暴发监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(3): 288-293.
- [6] 李薇薇,王三桃,梁进军,等. 2013年中国大陆食源性疾病暴发监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(3): 293-298.
- [7] 付萍,刘志涛,梁骏华,等. 2014年中国大陆食源性疾病暴发事件监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(6): 628-634.
- [8] 付萍,王连森,陈江,等. 2015年中国大陆食源性疾病暴发事件监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2019(1): 64-70.
- [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): 119-123.
- [10] 张秀丽,廖兴广,朱宝玉,等. 淡水产品中副溶血性弧菌污染状况的调查研究[J]. 医药论坛杂志, 2006, 27(13): 31-34.
- [11] 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(16): 50-53.
- [12] 吴玲玲,李艳芬,邱正勇,等. 2014—2016年河南省水产品中副溶血性弧菌监测[J]. 预防医学论坛, 2018, 24(1): 16-18.
- [13] 中华人民共和国卫生部国家标准化委员会. GB/T 4789.20—2003 食品卫生微生物学检验 水产食品检验[S]. 北京:中国标准出版社, 2003.
- [14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 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]. 北京:中国标准出版社, 2013.
- [15] Vose D. Risk analysis: a quantitative guide[M]. John Wiley & Sons, 2008.
- [16] 张莉,尹德凤,张大文,等. 猪肉引发厨房沙门氏菌交叉污染定量风险评估[J]. 食品科学, 2018, 39(11): 177-184.
- [17] Microorganisms in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications[M]. 1986.
- [18] 李海麟,余超,张维蔚,等. 2006—2015年广州市市售食品中副溶血性弧菌污染水平分析[J]. 现代预防医学, 2016, 43(19): 3502-3504, 3508.
- [19] 姚雪婷,唐振柱,刘展华,等. 广西2010—2011年动物性水产品副溶血性弧菌污染状况调查[J]. 现代预防医学, 2013, 40(16): 3006-3008.
- [20] 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): 50-53.
- [21] 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): 119-123.
- [22] 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(4): 378-381.
- [23] 炊慧霞,吴玲玲,邱正勇,等. 2016年河南省市售动物性水

- 产品中食源性致病菌污染状况调查[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(3): 338-339.
- [24] 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): 125-129.
- [25] Yan W X, Dai Y, Zhou Y J, et al. Risk factors for sporadic *Vibrio parahaemolyticus* gastroenteritis in east China: a matched case-control study [J]. *Epidemiology & Infection*, 2015, 143(5): 1020-1028.
- [26] 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(3): 262-265.
- [27] 宗雯琦, 戴月, 甄世祺, 等. 2015年江苏省食源性疾病暴发事件的流行病学特征分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(10): 4272-4277.
- [28] 宗雯琦, 朱谦让, 吴雨晨. 江苏省餐饮类食源性疾病暴发流行病学特征分析及监管建议[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2020, 6(6): 915-919.
- [29] US FOOD & DRUG ADMINISTRATION. Quantitative Risk Assessment on the Public Health Impact of Pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in Raw Oyster [EB/OL]. (2005-07-19)/(2016-09-27). <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/RiskSafetyAssessment/ucm050421.htm>.
- [30] Authority E F S. Cadmium in food-Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain [EB/OL]. 2009. [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1211902396126.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902396126.htm).
- [31] 刘静, 杨佳馨, 管骁. 贝叶斯网络在微生物定量风险评估中的应用[J]. 食品与机械, 2016, 32(10): 215-220.
- [32] Greiner M, Smid J, Havelaar A H, et al. Graphical models and Bayesian domains in risk modelling: Application in microbiological risk assessment [J]. *Preventive Veterinary Medicine*, 2013, 110(1): 4-11.
- [33] 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.
- [34] 秦思, 乔昕, 沈赞, 等. 2016年江苏省淡水养殖环节常见致病性弧菌污染状况调查[J]. 食品安全质量检测学报, 2019(12): 3946-3951.

## · 专家寄语 ·

时光荏苒, 光阴似箭, 由国家卫生健康委员会主管, 中华预防医学会、中国卫生信息与健康医疗大数据学会共同主办的《中国食品卫生杂志》自1989年创刊, 30多年来与我国食品卫生事业的发展休戚与共, 在一定程度上反映、推动了中国食品卫生的进步与发展。

当今世界正经历百年未有之大变局, 我国已经进入高质量发展阶段。随着我国经济的发展, 保证食品安全, 让人人享有健康已经成为政府和人民的共识。尤其在历经突如其来的新型冠状病毒肺炎疫情, 全世界均面临疫情常态化严峻考验的特殊时期, 党中央、国务院对食品卫生、食品安全行业的改革与发展给予了高度的支持和关注。《中国食品卫生杂志》作为食品卫生领域代表性的杂志, 在切实追踪报道中国广大食品安全工作者的工作成果, 引领食品安全工作的前沿与方向, 促进我国食品卫生、食品安全事业的发展等方面做出了突出贡献。

一本杂志的繁荣, 与学科的繁荣、读者和作者的认可、审稿人的谨慎、领导及各个编委的支持和编辑部的努力密不可分。30多年来, 《中国食品卫生杂志》的采编和经营人, 以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导, 认真贯彻落实党的十九届五中全会精神, 增强“四个意识”, 坚定“四个自信”, 做到“两个维护”, 忠实履行以人民为中心的发展思想, 在已取得的经验和成就的基础上, 推动中国食品卫生、食品安全行业发展再上新台阶。现在《中国食品卫生杂志》不仅是统计源期刊, 而且被国内多个重要数据库收录。近几年影响因子在预防医学领域名列前茅。这些都标志着《中国食品卫生杂志》迈出了与国际接轨, 跻身于世界同类期刊之林的坚实的一步。

回首往昔, 欢欣鼓舞, 展望未来, 任重道远。面对新时代媒体传播的新形式和新特点, 《中国食品卫生杂志》要学习贯彻党中央、国务院精神, 积极发挥宣传引导作用, 持续为食品卫生、食品安全行业发展作出应有业绩。我希望, 也坚信, 《中国食品卫生杂志》杂志将继续秉承一贯的办刊宗旨, 密切关注内容创新, 肩负历史使命感和责任感, 与时俱进, 开拓进取, 在助力中国食品卫生、食品安全高质量发展的历史进程中, 不忘初心, 砥砺前行, 不断创造新的辉煌!