

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20241223001

引用格式: 杜美玲, 朱强强, 高锺铖, 等. 2023年扬州市市场和餐饮中副溶血弧菌的病原特征分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(6): 309–315.

DU ML, ZHU QQ, GAO LZ, et al. Analysis of pathogenic characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* isolated in the markets and catering of Yangzhou in 2023 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(6): 309–315. (in Chinese with English abstract).

2023年扬州市市场和餐饮中副溶血弧菌的病原特征分析

杜美玲^{1,2,3,4}, 朱强强^{1,2,3,4}, 高锺铖^{1,2,3,4}, 顾丹^{1,2,3,4*}

[1. 扬州大学江苏省人兽共患病学重点实验室, 扬州 225009; 2. 扬州大学江苏高校动物重要疫病与人兽共患病防控协同创新中心, 扬州 225009; 3. 扬州大学农业农村部农产品质量安全生物性危害因子(动物源)控制重点实验室, 扬州 225009; 4. 扬州大学教育部农业与农产品安全国际合作联合实验室, 扬州 225009]

摘要: 目的 了解扬州市淡水产品、海产品及熟食餐饮中副溶血弧菌的流行情况、毒力表型和耐药表型。

方法 在扬州市场9个采样点采集淡水产品、海产品和熟食样品, 进行副溶血弧菌分离鉴定, 并测定分离株的运动性、溶血活性和耐药表型。**结果** 2023年在扬州市共采集289份样品, 分离到63株副溶血弧菌, 总分离率为21.80%, 其中, 淡水产品分离率为45.35% (39/86), 海产品分离率为28.75% (23/80), 熟食样品分离率为0.81% (1/123), 表明扬州地区淡水产品分离率高于海水市场。淡水产品分离株中具有较强运动能力的菌株比例为30.77%, 高于海产品的17.39%; 而具有较强溶血活性的菌株比例在淡水产品为53.85%, 略低于海产品的60.87%。耐药表型的结果显示, 副溶血弧菌分离株对氨苄西林和头孢唑林的耐药率为100.00%, 对头孢他啶、四环素、环丙沙星、氯霉素、阿米卡星、美罗培南、庆大霉素7种抗生素均不耐药。**结论** 扬州市场副溶血弧菌检出率较高, 揭示了不同来源分离株在毒力和耐药性方面的差异, 为相关部门的监管和防治提供科学依据。

关键词: 副溶血弧菌; 分离鉴定; 运动性; 溶血活性; 耐药表型

Analysis of pathogenic characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* isolated in the markets and catering of Yangzhou in 2023

DU Mei-Ling^{1,2,3,4}, ZHU Qiang-Qiang^{1,2,3,4}, GAO Lei-Zhu^{1,2,3,4}, GU Dan^{1,2,3,4*}

(1. Jiangsu Key Laboratory of Zoonosis, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Jiangsu Co-innovation Center for the Prevention and Control of Important Animal Infectious Diseases and Zoonoses, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 3. Key Laboratory of Prevention and Control of Biological Hazard Factors (Animal Origin) for Agrifood Safety and Quality, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 4. Joint International Research Laboratory of Agriculture and Agri-product Safety, Ministry of Education, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

收稿日期: 2024-12-23

第一作者: 杜美玲(1990—), 女, 主要研究方向为食源性病原菌流行传播规律。E-mail: 960443172@qq.com

*通信作者: 顾丹(1988—), 女, 副教授, 主要研究方向为食源性病原菌流行传播规律。E-mail: 006491@yzu.edu.cn

ABSTRACT: Objective To investigate the prevalence, virulence phenotypes, and drug resistance phenotype of *Vibrio parahaemolyticus* in freshwater food, seafood, and ready-to-eat food in Yangzhou. **Methods** Freshwater food, seafood and ready-to-eat food samples were collected from 9 sampling points in Yangzhou markets for isolation and identification of *Vibrio parahaemolyticus*. The motility, hemolytic activity, and drug resistance phenotype of the isolates were analyzed. **Results** In 2023, a total of 289 samples were collected in the Yangzhou market, from which 63 strains of *Vibrio parahaemolyticus* were isolated, with an isolation rate of 21.80%. Among them, the isolation rate of freshwater food was 45.35% (39/86), seafood 28.75% (23/80), and ready-to-eat samples 0.81% (1/123), indicating a higher isolation rate in freshwater food compared to seafood in the markets of Yangzhou. The proportion of highly motility strains in freshwater food isolates was 30.77%, higher than that of the seafood isolates (17.39%). However, the proportion of strains with high hemolytic activity was 53.85% in freshwater food isolates, slightly lower than the 60.87% in seafood isolates. Antibiotic resistance profiling showed that all *Vibrio parahaemolyticus* isolates were resistant to ampicillin and cefazolin, while they were resistant to ceftazidime, tetracycline, ciprofloxacin, chloramphenicol, amikacin, meropenem and gentamicin. **Conclusion** This study highlights a high detection rate of *Vibrio parahaemolyticus* in Yangzhou markets and reveals differences in virulence and antibiotic resistance among isolates from different sources, offering valuable insights for monitoring and controlling the pathogen.

KEY WORDS: *Vibrio parahaemolyticus*; isolation and identification; motility; hemolytic activity; drug resistance phenotype

0 引言

副溶血弧菌(*Vibrio parahaemolyticus*)是一种革兰氏阴性嗜盐菌,在适宜环境中生长迅速,繁殖周期仅为 8~9 min,广泛分布于海洋底部以及寄居在鱼、虾、蟹类以及软体动物的体表。食用未煮熟或者污染副溶血弧菌的海产品可能会引发急性肠胃炎^[1],并伴有呕吐、恶心、腹泻和发烧等症状,严重时还可以通过外露伤口引起败血症,危及生命健康^[2]。根据美国食品和药物管理局的统计,每年因副溶血弧菌感染引发的胃肠炎病例约为 4500 例,已成为美国乃至全球食用海鲜相关疾病的主要原因之一^[3-5]。在我国,2010 至 2020 年期间,共报告由副溶血弧菌引起的食源性疾病暴发事件 1772 起^[6],占细菌性食源性事件的 50%以上,已成为我国主要的食源性病原微生物之一^[7-8]。此外,副溶血弧菌也对水产动物的养殖造成严重危害,可以导致凡纳滨虾红体病,死亡率高达 80%^[9];引发南美对虾的急性肝胰腺坏死病,可造成虾产量下降 60%^[10];还可引起棘皮动物和贝类等水产养殖物种的烂胃病、化板病等综合疾病^[11]。作为全球范围内最常见的胃肠道感染病原菌之一,副溶血弧菌主要通过被污染的海产品传播给人群^[12-14]。2019 年,AMALINA 等^[15]马来西亚养殖石斑鱼中检测出副溶血弧菌,检出率为 25%。2024 年,范秋华等^[16]在中国深圳采集海水样品 314 份,分离出 82 株副溶血弧菌,检出率为 26.1%。这些流行病学监测结果表明,副溶血弧菌已经成为国内外威胁人类生命健康和财产安全的重要病原菌。

副溶血弧菌在全球范围内的感染率持续居高不下,

这不仅与其强大的生存和繁殖能力有关,还与防治过程中滥用抗生素导致的耐药性问题密切相关。目前,用于防治副溶血弧菌的常用抗生素包括氨苄西林、头孢唑林、四环素、环丙沙星、庆大霉素等。然而,随着抗生素的广泛使用,副溶血弧菌的耐药性也逐渐增强。2021 年,墨西哥 LVAREZ-CONTRERAS 等^[17]在不同种类的海鲜样品中发现,大多数副溶血弧菌分离株对氨苄西林、头孢菌素类抗生素耐药。2024 年,范秋华等^[16]在中国深圳分离出 82 株副溶血弧菌,对青霉素类药物耐药率为 100%,氨苄西林耐药率为 98.8%。李明珠^[18]在江苏部分地区共采集了 137 份海水样品和 159 份淡水样品,分离出副溶血弧菌 49 株和 89 株,发现海水源和淡水源分离株对氨苄西林的耐药率为 40.8%和 61.8%,对头孢唑林的耐药率为 100.0%和 96.6%。这些研究表明,副溶血弧菌的耐药问题日益严重,需要加强对副溶血弧菌流行情况和耐药性监测,为科学有效防控副溶血弧菌提供理论依据。

扬州市位于江苏省中部,地处长江和京杭大运河交汇处,水产品除了上海、南通、盐城等沿海城市供应,其地域内高邮湖、宝应湖、邵伯湖等水域也是淡水养殖的重要基地。副溶血弧菌是一种重要的人兽共患食源性病原菌,其感染而导致食物中毒的事件时有发生。而部分副溶血弧菌分离株能够迅速适应不同的生长环境,获得生长优势,这也可能是导致副溶血弧菌感染的原因之一^[19]。2019 年扬州市食源性疾病监测结果显示,副溶血弧菌是扬州地区主要的食源性致病微生物之一^[20]。为了进一步探究副溶血弧菌在扬州市海产品、淡水产品和餐饮中的流行情况,本研究于 2023 年夏秋两季对扬州市区 9 处菜场共 289 份样品进

行收集处理,分离副溶血弧菌,并对其毒力表型和耐药表型进行测定,为该地区副溶血弧菌的监测和防控提供科学理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料及菌株来源

2023年,在扬州海水市场、淡水市场和餐饮市场共采集289份样品,其中海产品80份,淡水产品86份,熟食样品123份。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》方法,分离得到63株副溶血弧菌菌株。以副溶血弧菌标准株RIMD2210633和大肠埃希菌ATCC25922作为实验质控菌株。

1.2 仪器和试剂

T100TM Thermal Cycler 聚合酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)仪、Gel Doc TM XR+全自动数码凝胶图像成像仪(美国 BIORAD 公司); DK-600 电热恒温水槽(上海精宏实验仪器设备有限公司); Centrifuge 5425 小型离心机、Biophotometer Centrifuge 5425 分光光度计、ThermoMixer C 金属浴(德国 Eppendorf 公司); ZQZY-88BE 震荡培养箱(上海知楚仪器有限公司); SPX-300BSH-II 生化培养箱(上海新苗医疗器械制造有限公司); YT3004 电子天平(精度 0.1 mg, 昆山优科维特电子科技有限公司); FR-250 电泳仪(上海复日科技有限公司)。

血琼脂平板、氯化钠结晶紫增菌液、MH 液体培养基(青岛高科技工业园海博生物技术有限公司); NaCl、丙三醇(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 蛋白胨、酵母提取物(英国 OXOID 公司); 琼脂粉、琼脂糖[生工生物工程(上海)股份有限公司]; 硫代硫酸盐柠檬酸盐胆盐蔗糖(thiosulfate citrate bile salts sucrose agar culture medium, TCBS)琼脂培养基、MH 琼脂培养基(广东环凯微生物科技有限公司); 科玛嘉弧菌显色平板(上海科玛嘉微生物技术有限公司); 2x Taq Master mix(南京诺唯赞生物技术有限公司); DL2000 Marker[宝生物(大连)有限公司]; *tlh* 引物(北京擎科生物科技有限公司); 绿如蓝核酸染料(北京大学生命科学华东产业研究院生物试剂中心); 抗生素: 氨苄西林(纯度 90.0%)、头孢唑林(纯度 95.0%)、四环素(效价 >900 μg/mg)、环丙沙星(纯度 86.5%)、氯霉素(效价 >900 μg/mg)、阿米卡星(纯度 97.0%)、美罗培南(纯度 98.0%)、庆大霉素(效价 >590 IU/mg)、头孢他啶(纯度 99.0%)(中国食品药品检定所)。

1.3 实验方法

1.3.1 培养基的配制

LB 肉汤培养基: 30 g NaCl, 10 g 蛋白胨, 5 g 酵母提取

物, 蒸馏水定容至 1000 mL。

LB 琼脂培养基: 30 g NaCl, 10 g 蛋白胨, 5 g 酵母提取物, 15 g 琼脂粉, 蒸馏水定容至 1000 mL。

LB 半固体培养基: 30 g NaCl, 10 g 蛋白胨, 5 g 酵母提取物, 3 g 琼脂粉, 蒸馏水定容至 1000 mL。

1.3.2 菌株分离鉴定以及保存

样品采集后用冰袋保温箱保存, 2 h 内运至实验室处理。在无菌条件下将鱼类、虾类、贝类、熟食样品处理后放入 50 mL 氯化钠结晶紫增菌液中富集, 37 °C、180 r/min 孵育 18~24 h。用无菌接种环蘸取增菌液在 TCBS 平板上三区划线, 置于 37 °C 培养箱中培养 24 h。用无菌接种环挑取典型的绿色单菌落, 在科玛嘉弧菌显色平板三区划线, 置于 37 °C 培养箱中培养 24 h。用无菌接种环挑取典型紫色单菌落在 LB 固体琼脂培养基上三区划线, 置于 37 °C 培养箱中培养 24 h。用无菌接种环在 LB 固体琼脂培养基上挑取单菌落, 接入至 3 mL LB 液体培养基内。37 °C、180 r/min 孵育 3 h, 吸取 100 μL 菌悬液到 EP 管中, 100 °C 金属浴加热 10 min, 细胞破裂释放出 DNA。用副溶血弧菌特异性基因 *tlh* 作为靶向基因, 使用 *tlh-F* (5'-AAAGCGGATTATG CAGAAGCACTG-3')、*tlh-R* (5'-GCTACTTTCTAGCATTT TCTCTGC) 的引物序列, 通过 PCR 扩增 *tlh* 基因, 以副溶血弧菌标准菌株 RIMD2210633 为阳性对照, 进行鉴定。

琼脂糖凝胶电泳鉴定 PCR 产物: 配制 1.0% 的琼脂糖凝胶, 加热煮沸稍作冷却后加入绿如蓝染料, 吸取 5 μL PCR 产物在凝胶点样孔处点样, 以 Marker DL2000 作基因大小参考, 100 V 电泳 45 min, 当溴酚蓝移动到胶 2/3 位置时, 断开电源, 在凝胶成像仪上观察结果。扩增条带大小与阳性对照管一致, 判定为阳性管, 每个产物重复一次。在 LB 固体平板上挑取对应阳性单菌落, 接入 LB 液体试管中扩大培养, 37 °C 180 r/min 培养 12 h, 分别吸取 800 μL 的菌液和 800 μL 50% 甘油, 混匀于冻存管中, 在 -70 °C 超低温冰箱中保藏菌株。

1.3.3 毒力表型

(1) 运动性实验

对 63 株不同来源的副溶血弧菌分离株进行运动性实验。取过夜培养的副溶血弧菌菌液 30 μL 稀释到 3 mL 新鲜的 LB 液体培养基中, 培养至 OD₆₀₀ 约为 1.0。在无菌条件下用移液枪吸取 5 μL 菌液滴入含有 0.3% 琼脂的 LB 半固体培养基平板正中心, 平板正置于培养箱中 37 °C 孵育 7 h。观察菌株生长情况并测量菌圈直径。每个菌株重复 3 次, 数值以 3 次结果的平均值 ± 标准偏差表示。

(2) 溶血性活性测定

对 63 株不同来源的副溶血弧菌分离株进行溶血活性实验。取过夜培养的副溶血弧菌菌液 3 μL 稀释到 3 mL 新鲜的 LB 液体培养基中, 培养至 OD₆₀₀ 约为 1.0。将 5 μL 菌悬液滴于血琼脂平板(5% 体积的兔红细胞)上, 倒置于培

培养基中 37 °C 培养 30 h。在透射光条件下观察溶血菌圈的大小,测定溶血圈直径。每个菌株重复 3 次,数值以 3 次结果的平均值±标准偏差表示。

1.3.4 耐药表型

根据 CLSI 2014 标准,用大肠杆菌 ATCC 25922 作为标准质控菌株,在 LB 固体培养基上进行副溶血弧菌菌株复苏^[21]。用无菌接种环选取单个菌落,接种到无菌 MH 液体培养基中,在 37 °C、180 r/min 的条件下孵育 4 h,培养至 OD₆₀₀ 值约为 0.6。将 9 种抗生素氨基苄西林、头孢唑林、四环素、环丙沙星、氯霉素、阿米卡星、美罗培南、庆大霉素、头孢他啶配制成溶液,进行逐级稀释,每个稀释步骤中,在空白平板上加入 1 mL 的无菌水,从最高浓度的抗生素溶液开始,取 1 mL 混合后,转移到下一个平板中,如此重复稀释。在稀释平板的顶部和底部,保留两个只含 1 mL 无菌水的空白对照平板。向每个平板中加入 19 mL 的 MH 培养基,混匀并冷却至凝固。取 3 μL 的菌液,稀释至 297 μL 的磷酸盐缓冲液中,按 1:100 的比例稀释,充分混匀。从低药物浓度开始,取稀释后的菌液 5 μL 依次点印到准备好的 MH 平板上。培养皿置于 37 °C 培养箱中培养 18 h,记录不同菌株菌落生长情况。

1.4 数据处理

本研究采用 Excel 2021 进行数据统计处理和图片绘制。

2 结果与分析

2.1 流行情况

从扬州市不同市场共采集样品 289 份,其中海产品 80 份,淡水产品 86 份,熟食样品 123 份,共分离到副溶血弧菌 63 株,总分离率为 21.80%(表 1)。如表 1 所示,其中海产品中副溶血弧菌的分离率为 28.75% (23/80),淡水产品

表 1 扬州市市场海产品和淡水产品以及熟食样品中副溶血弧菌的流行情况

Table 1 Prevalence of *Vibrio parahaemolyticus* in marine products, freshwater aquatic products and catering in Yangzhou City

样品	海产品		淡水产品		熟食样品	
	数量	分离率/%	数量	分离率/%	数量	分离率/%
鱼	-	-	24/42	57.14	-	-
虾	16/40	40.00	15/44	34.09	-	-
贝	7/40	17.50	-	-	-	-
熟食	-	-	-	-	1/123	0.81
总计	23/80	28.75	39/86	45.35	1/123	0.81

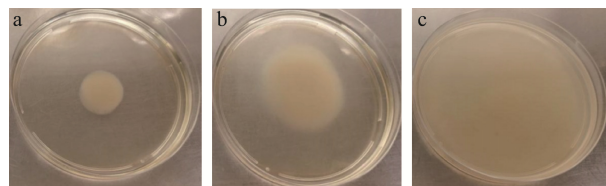
注: -代表无数据。

为 45.35% (39/86), 熟食样品为 0.81% (1/123)。结果表明海产品、淡水产品和熟食样品中均能分离出副溶血弧菌。其中,海产品和淡水产品中的副溶血弧菌流行水平较高,而餐饮市场中相关样品的感染程度较低。值得指出的是淡水产品中副溶血弧菌分离率(45.35%)高于海产品(28.75%),与朱强强^[22]研究副溶血弧菌在淡水产品分离率高于海产品的结论一致,与近几年研究的副溶血弧菌在内陆地区淡水产品中带菌率普遍升高结果一致^[23-24]。其中,值得注意的是淡水产品中鱼的分离率是 57.14%,远远高出陈坤才等^[25]监测到广东地区淡水鱼样品副溶血性弧菌检出率为 11.35%,由此推测扬州市市场淡水鱼养殖-运输-销售等多个环节副溶血弧菌污染严重,相关部门要重视和加强对淡水鱼的监管。

2.2 毒力表型

2.2.1 运动性实验

对海产品、淡水产品和熟食样品共 63 株副溶血弧菌进行运动性实验。如图 1 所示,菌落直径≤3 cm 为低运动性; 3 cm<菌落直径≤6 cm 为中等运动性; 菌落直径>6 cm 为高运动性。结果显示,海产品中分离出的副溶血弧菌低运动性菌株比例为 17.39%、中等运动性为 65.22%、高运动性为 17.39%。淡水产品中分离出的副溶血弧菌低运动性菌株比例为 5.13%、中等运动性为 64.10%,而高运动性增加到了 30.77%。熟食样品中分离的菌株为低运动性(图 2)。运动性结果表明,海产品源副溶血弧菌运动性强的菌株比例低于淡水产品源菌株,这一结果与李明珠^[18]的研究结果一致,表明淡水来源的副溶血弧菌具有更强的运动性。



注: a. 低运动性(直径≤3 cm); b. 中等运动性(3 cm<直径≤6 cm); c. 高运动性(直径>6 cm)。

图 1 副溶血弧菌低、中、高运动性对应培养菌圈

Fig.1 Corresponding bacterial colonies of *Vibrio parahaemolyticus* with low, medium and high motility

2.2.2 溶血活性测定

对 63 株不同来源的副溶血弧菌菌株进行溶血活性测定。如图 3 所示,溶血圈直径≤1.0 cm 为低溶血活性; 1.1 cm<溶血圈直径≤1.3 cm 为中等溶血活性; 溶血圈直径>1.3 cm 为高溶血活性。统计结果显示,海产品菌株中等溶血活性比例为 34.78%,高溶血活性为 60.87%;淡水产品菌株中等溶血活性为 46.15%,高溶血活性为 53.85%(图 4)。熟食样品中分离的菌株具有高溶血活性。海产品源中副溶血弧菌溶血活性高的菌株比例高于淡水产品源。值得注意的是,在研究过程

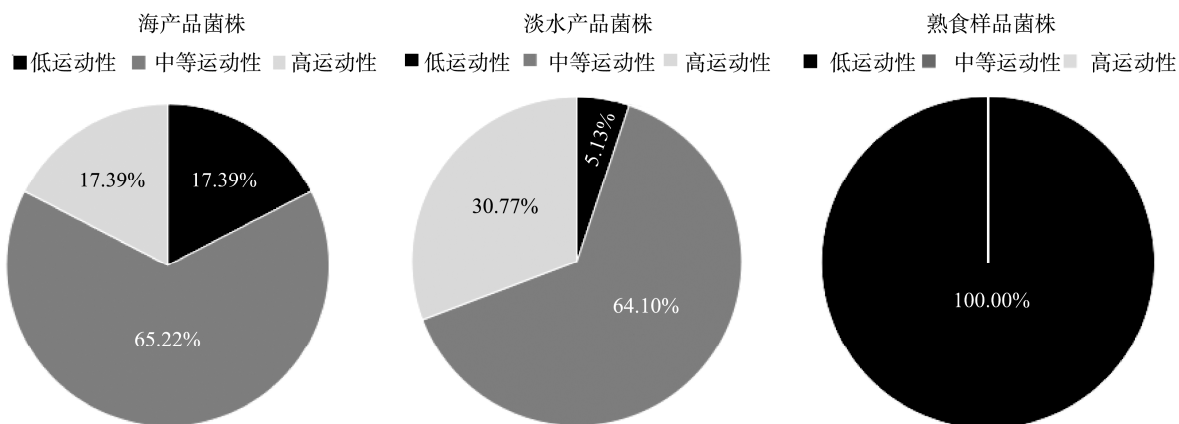


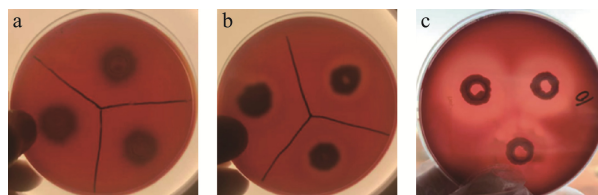
图 2 不同来源副溶血弧菌分离株的运动性
Fig.2 Motility of *Vibrio parahaemolyticus* isolates from different sources

中发现, 海产品源中运动性高的菌株其溶血活性也高, 表明海产品源的副溶血弧菌分离株的运动性和溶血活性呈正相关性。在淡水产品源中, 12 株运动性强菌株中有 6 株溶血活性也高, 占高运动性菌株的 50.00% (6/12)。

2.3 耐药表型分析

对 63 株副溶血弧菌分离株进行耐药表型测定, 如表 2 所示, 所有菌株对氨苄西林和头孢唑林耐药率为 100.00%。所有菌株对头孢他啶、四环素、环丙沙星、氯霉素、阿米卡星、美罗培南、庆大霉素 7 种抗生素均不耐药。近年来, 随着交通和物流快速发展, 使得副溶血弧菌在全国范围内快速传播, 已经成为我国沿海城市细菌性食物中毒的首要病原菌^[26]。目前, 抗生素仍是防治副溶血弧菌的主要手段, 但这也导致了副溶血弧菌对抗生素耐药性的增强, 其感染也呈现上升趋势^[27-29]。本研究发现扬州市分离的 63 株副溶血弧菌对氨苄西林全部耐药, 这与深圳、北京、上海等地的分离株对氨苄西林的耐药率均超过 95.0%的结果一致^[30-33]。

此外, 俞佳莉等^[34]研究显示, 上海松江区腹泻患者的副溶血弧菌分离株对头孢唑林耐药率为 56.25%, 而本次分离的 63 株菌株对头孢唑林的耐药率高达 100.00%。这一现象可能与头孢唑林等抗生素的大量使用有关, 导致耐药菌株不断产生。



注: a. 低溶血活性(直径 ≤ 1.0 cm); b. 中等溶血活性(1.0 cm $<$ 直径 ≤ 1.3 cm); c. 高溶血活性(直径 > 1.3 cm)。

图 3 副溶血弧菌低、中、高溶血活性对应溶血菌圈
Fig.3 Corresponding hemolytic bacterial circles of *Vibrio parahaemolyticus* with low, medium and high hemolysis

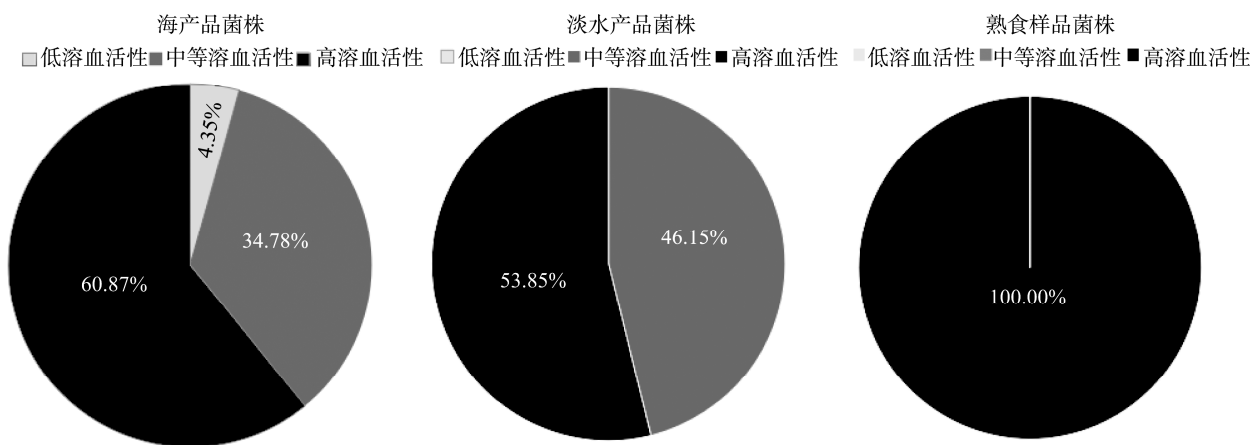


图 4 不同来源副溶血弧菌分离株的溶血活性
Fig.4 Hemolytic activity of *Vibrio parahaemolyticus* isolates from different sources

表 2 不同来源副溶血弧菌对不同抗生素的耐药性
Table 2 Resistance of *Vibrio parahaemolyticus* from different sources to different antibiotics

抗生素	稀释范围 (mg/L)	MIC/(mg/L)			耐药菌株数/耐药率							
		S	I	R	海产品源 (n=23)		淡水产品源 (n=39)		熟食样品源 (n=1)		总计 (n=63)	
					数量	耐药率 /%	数量	耐药率 /%	数量	耐药率/%	数量	耐药率/%
氨苄西林	1~128	≤8	16	≥32	23	100.00	39	100.00	1	100.00	63	100.00
头孢唑林	0.5~128.0	≤1	2	≥4	23	100.00	39	100.00	1	100.00	63	100.00
四环素	0.25~128.00	≤4	8	≥16	0	0	0	0	0	0	0	0
环丙沙星	0.002~16.000	≤1	2	≥4	0	0	0	0	0	0	0	0
氯霉素	1~128	≤8	16	≥32	0	0	0	0	0	0	0	0
阿米卡星	0.25~256.00	≤16	32	≥64	0	0	0	0	0	0	0	0
美罗培南	0.004~32.000	≤1	2	≥4	0	0	0	0	0	0	0	0
庆大霉素	0.125~128.000	≤4	8	≥16	0	0	0	0	0	0	0	0
头孢他啶	0.5~256.0	≤4	8	≥16	0	0	0	0	0	0	0	0

注: R 表示耐药, I 表示中度敏感, S 表示敏感。

3 结 论

对扬州市市场副溶血弧菌流行情况的调查结果显示,海产品菌株的分离率是 28.75%,淡水产品菌株的分离率是 45.35%,淡水市场副溶血弧菌的污染程度远高于海水市场。熟食样品的分离率为 0.81%,说明目前扬州市市场熟食中副溶血弧菌污染率处于较低水平。海产品源副溶血弧菌运动性强的菌株比例为 17.39% 低于淡水产品源的 30.77%。海产品源和淡水产品源中副溶血弧菌溶血性高的菌株比例分别为 60.87% 和 53.85%。这些结果表明淡水产品源副溶血弧菌分离株具有较强的毒力,需要加强对淡水产品中副溶血弧菌的监测,并评估其致病能力。耐药表型测定结果表明所有菌株对氨苄西林和头孢唑林耐药率为 100.00%,需要加强对细菌耐药性的持续监测,为有效遏制耐药菌株的进一步扩散,相关部门需科学引导抗生素的合理使用,从而保障公共卫生安全。

参考文献

- 马立芝, 郭李平, 王立祥, 等. 不同盐分浓度对副溶血弧菌毒力表型的影响[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(11): 2401-2404.
MA LZ, GUO LP, WANG LX, et al. Effect of different salt concentration on virulence phenotype of *Vibrio parahaemolyticus* [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2017, 27(11): 2401-2404.
- NISHIBUCHI M, FASANO A, RUSSELL RG, et al. Enterotoxigenicity of *Vibrio parahaemolyticus* with and without genes encoding thermostable direct hemolysin [J]. Infection and Immunity, 1992, 60(9): 3539-3545.
- Food and Drug Administration. *Vibrio parahaemolyticus* risk assessment: Quantitative risk assessment on the public health impact of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in raw oysters (2005) [Z]. <http://www.fda.gov/pallas2.tcl.sc.edu/Food/ScienceResearch/ResearchAreas/RiskAssessment/SafetyAssessment/ucm050421.htm>
- MCLAUGHLIN JB, DEPAOLA A, BOPP CA, et al. Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* gastroenteritis associated with Alas-kan oysters [J]. The New England Journal of Medicine, 2005, 353: 1463-1470.
- PARANJPYE R, HAMEL OS, STOJANOVSKI A, et al. Genetic diversity of clinical and environmental *Vibrio parahaemolyticus* strains from the Pacific northwest [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2012, 78: 8631-8638.
- 吴鹏, 刘继开, 戴月, 等. 2010—2020 年中国大陆副溶血性弧菌引发食源性疾病暴发调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(1): 73-78.
WU P, LIU JK, DAI Y, et al. Investigation of foodborne disease outbreaks caused by *Vibrio parahaemolyticus* in the mainland of China from 2010 to 2020 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(1): 73-78.
- 刘秀梅, 陈艳, 樊永祥, 等. 2003 年中国食源性疾病暴发的监测资料分析[J]. 卫生研究, 2006(2): 201-204.
LIU XM, CHEN Y, FAN YX, et al. Surveillance data analysis of foodborne disease outbreaks in China in 2003 [J]. Health Research, 2006(2): 201-204.
- WANG W, LI M, LI Y. Intervention strategies for reducing *Vibrio parahaemolyticus* in seafood: A review [J]. Journal of Food Science, 2015, 80(1): R10-9.
- FAN JF, LI WZ, ZANG HM, et al. The pathogen of red body disease in *Litopenaeus vannamei* [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2006, 30(6): 742-746.
- LI P, KINCH LN, RAY A, et al. Acute hepatopancreatic necrosis disease-causing *Vibrio parahaemolyticus* strains maintain an antibacterial type VI secretion system with versatile effector repertoires [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2017, 83(13): e00737-17.
- 孙一享, 常洪军, 杨行鑫, 等. 水产动物副溶血弧菌病及其噬菌体防治研究进展[J]. 微生物学通报, 2023, 50(8): 3620-3634.
SUN YX, CHANG HJ, YANG XX, et al. Research progress on subflavobacterium piscicida disease in aquatic animals and its phage control [J]. Bulletin of Microbiology, 2023, 50(8): 3620-3634.
- NAIR GB, RAMAMURTHY T, BHATTACHARYA SK, et al. Global dissemination of *Vibrio parahaemolyticus* serotype O3:K6 and its

- serovariants [J]. *Clinical Microbiology Reviews*, 2007, 20(1): 39–48.
- [13] CRAIG BA, OLIVER JD, MUNIRUL A, *et al.* *Vibrio* spp. infections [J]. *Nature Reviews Disease Primers*, 2018, 4(1): 8.
- [14] LI P, XIN WW, KANG L, *et al.* Genetic and population analyses of *Vibrio parahaemolyticus* isolates from three major coastal regions in China [J]. *Future Microbiology*, 2018, 13(11): 1261–1269.
- [15] AMALINA NZ, SANTHA S, ZULPERI D, *et al.* Prevalence, antimicrobial susceptibility and plasmid profiling of *Vibrio* spp. isolated from cultured groupers in Peninsular Malaysia [J]. *BMC Microbiology*, 2019, 19(1): 251.
- [16] 范秋华, 刘坚基, 连宪强, 等. 深圳市大鹏新区近岸海水副溶血性弧菌污染状况及耐药性分析[J]. *现代疾病预防控制*, 2024, 35(2): 122–125, 130.
- FAN QH, LIU JJ, LIAN XQ, *et al.* Contamination status and drug resistance of *Vibrio parahaemolyticus* in coastal waters of Dapeng New District, Shenzhen [J]. *Modern Disease Prevention and Control*, 2024, 35(2): 122–125, 130.
- [17] LVAREZ-CONTRERAS AK, QUIONES-RAMIREZ, ELSA IRMA, *et al.* Prevalence, detection of virulence genes and antimicrobial susceptibility of pathogen *Vibrio* species isolated from different types of seafood samples at “La Nueva Viga” market in Mexico City [J]. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 2021, 114(9): 1417–1429.
- [18] 李明珠. 不同盐浓度环境副溶血弧菌的传播规律及适应性研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2022.
- LI MZ. Study on the transmission and adaptability of *Vibrio parahaemolyticus* in different salt concentrations [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2022.
- [19] 李江珊, 倪云龙, 乔昕, 等. 不同血清型副溶血性弧菌生长预测模型研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2025, 16(1): 170–179.
- LI JS, NI YL, QIAO X, *et al.* Growth prediction models of *Vibrio parahaemolyticus* with different serotypes [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2025, 16(1): 170–179.
- [20] 郭娟, 袁帅, 邹莉, 等. 2019年扬州市食源性疾病主动监测病原学结果分析[J]. *职业与健康*, 2021, 37(8): 1056–1060.
- GUO J, YUAN S, ZOU L, *et al.* Analysis of the etiological results of the active surveillance of foodborne diseases in Yangzhou in 2019 [J]. *Occupational and Health*, 2021, 37(8): 1056–1060.
- [21] WIEGAND I, HILPERT K, HANCOCK REW. Agar and broth dilution methods to determine the minimal inhibitory concentration (MIC) of antimicrobial substances [J]. *Nature protocols*, 2008, 3(2): 163–175.
- [22] 朱强强. 副溶血弧菌在江苏部分地区养殖场和市场的流行传播及噬菌体防控研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2024.
- ZHU QQ. Study on the epidemic spread and phage control of *Vibrio parahaemolyticus* in livestock farms and markets in some areas of Jiangsu Province [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2024.
- [23] 马肖. 湖北两地区水产品中副溶血性弧菌多元性分析及研究[D]. 衡阳: 南华大学, 2017.
- MA X. Analysis and study on the diversity of *Vibrio parahaemolyticus* in aquatic products in two areas of Hubei Province [D]. Hengyang: University of South China, 2017.
- [24] CHEN HH, DONG SL, YAN Y, *et al.* Prevalence and population analysis of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from freshwater fish in Zhejiang Province [J]. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2021, 18(2): 139–146.
- [25] 陈坤才, 余超, 李迎月, 等. 水产品副溶血性弧菌污染监测结果的比较分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2013, 4(2): 509–514.
- CHEN KC, YU C, LI YY, *et al.* Comparative analysis of monitoring results of *Vibrio parahaemolyticus* contamination in aquatic products [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2013, 4(2): 509–514.
- [26] 赵宏群, 刁保卫, 杜小莉, 等. 副溶血弧菌分子分型数据库建立与分析[J]. *疾病监测*, 2016, 31(11): 920–924.
- ZHAO HQ, DIAO BW, DU XL, *et al.* To establish and analyze the molecular typing database of *Vibrio parahaemolyticus* [J]. *Disease Surveillance*, 2016, 31(11): 920–924.
- [27] 苗艳芳, 崔志刚, 王晓影, 等. 25株副溶血性弧菌分子流行病学特征分析[J]. *疾病监测*, 2010, 25(9): 698–701.
- MIAO YF, CUI ZG, WANG XY, *et al.* Molecular epidemiological characteristics of 25 *Vibrio parahaemolyticus* strains [J]. *Disease Surveillance*, 2010, 25(9): 698–701.
- [28] 张德福, 安慧, 张健, 等. 副溶血弧菌耐药及其机制的研究进展[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(9): 311–317, 324.
- ZHANG DF, AN H, ZHANG J, *et al.* Research progress on drug resistance and its mechanism of *Vibrio parahaemolyticus* [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2018, 39(9): 311–317, 324.
- [29] 周倩, 向婧姝, 黄靖宇, 等. 贵阳市淡水产品及养殖环境致病性弧菌监测结果分析[J]. *应用预防医学*, 2022, 28(4): 352–354, 396.
- ZHOU Q, XIANG JS, HUANG JY, *et al.* Analysis of monitoring results of pathogenic *Vibrio* in freshwater products and culture environment in Guiyang City [J]. *Applied Preventive Medicine*, 2022, 28(4): 352–354, 396.
- [30] 张金金, 陈浩川, 陈润莉, 等. 2015—2020年深圳市水产品及其养殖水中副溶血弧菌的毒力基因与耐药性分析[J]. *职业与健康*, 2023, 39(21): 3011–3014.
- ZHANG JJ, CHEN HC, CHEN RL, *et al.* Analysis of virulence genes and drug resistance of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from aquatic products and aquaculture water in Shenzhen from 2015 to 2020 [J]. *Occupational and Health*, 2023, 39(21): 3011–3014.
- [31] 郑文龙, 王卓, 马洁, 等. 副溶血性弧菌病原学和分子流行病学流行特征研究进展[J]. *疾病监测*, 2015, 30(4): 337–341.
- ZHENG WL, WANG Z, MA J, *et al.* Progress in research of etiological and molecular epidemiological characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* [J]. *Disease Surveillance*, 2015, 30(4): 337–341.
- [32] 曲梅, 田祯, 黄瑛, 等. 2010—2019年北京市副溶血性弧菌临床分离株血清型和耐药性分析[J]. *首都公共卫生*, 2020, 14(6): 285–290.
- QU M, TIAN Y, HUANG Y, *et al.* Analysis on the etiological and molecular epidemiological characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* in Beijing from 2010 to 2019 [J]. *Capital Journal of Public Health*, 2020, 14(6): 285–290.
- [33] 傅慧琴, 苏靖华, 章红红. 318株副溶血性弧菌的血清分型和耐药性分析[J]. *疾病监测*, 2011, 26(7): 539–542.
- FU HQ, SU JH, ZHANG HH. Serotyping and drug resistances of 318 *Vibrio parahaemolyticus* strains [J]. *Disease Surveillance*, 2011, 26(7): 539–542.
- [34] 俞佳莉, 乔雪飞, 盛峰松, 等. 2016–2020年上海市松江区腹泻患者副溶血弧菌耐药性与分子分型研究[J]. *疾病监测*, 2022, 37(2): 245–250.
- YU JL, QIAO XF, SHENG FS, *et al.* Drug resistance and molecular typing of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from diarrhea patients in Songjiang District of Shanghai from 2016 to 2020 [J]. *Disease Surveillance*, 2022, 37(2): 245–250.

(责任编辑: 安香玉 于梦娇)