

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20241109001

引用格式: 谢雨龙, 覃巧思, 鄢航, 等. 柳州螺蛳粉生产链中副溶血性弧菌的污染状况研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(4): 315–320.

XIE YL, QIN QS, YAN H, *et al.* Study on the contamination status of *Vibrio parahaemolyticus* in the production chain of Liuzhou river snails rice noodles [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(4): 315–320. (in Chinese with English abstract).

柳州螺蛳粉生产链中副溶血性弧菌的 污染状况研究

谢雨龙^{1,2}, 覃巧思¹, 鄢航¹, 覃海姣¹, 吴燮映¹, 兰盈¹, 刘兴^{1,2*}

(1. 柳州市质量检验检测研究中心, 柳州 545500; 2. 柳州螺蛳粉质量检验中心, 柳州 545500)

摘要: **目的** 调查预包装柳州螺蛳粉生产链中副溶血性弧菌的污染水平, 及时了解揭示生产链中污染副溶血性弧菌(*Vibrio parahaemolyticus*, VP)风险大小。**方法** 2023—2024年采用随机的方式收集柳州市农贸市场和柳州螺蛳粉生产企业的螺蛳及螺肉、半成品汤料包和预包装螺蛳粉终产品共487份, 利用培养法结合实时荧光聚合酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)法对VP进行精准检测。**结果** 农贸市场的70份螺蛳中VP的检出率为38.6%, 对其中的44份进行定量检测, 平均污染量为16.1 MPN/g; 生产企业的41份螺蛳及螺肉中VP的检出率为2.4%; 半成品汤料包和终产品中均未检出VP。**结论** 尽管零售端螺蛳中VP污染较为普遍, 但在生产端的螺蛳及螺肉中VP污染率较低。此外, 螺蛳粉生产工艺中的熬煮过程也能有效杀灭VP。总体而言, 螺蛳粉生产链中污染VP的风险较小。

关键词: 柳州螺蛳粉; 生产链; 副溶血性弧菌; 污染状况

Study on the contamination status of *Vibrio parahaemolyticus* in the production chain of Liuzhou river snails rice noodles

XIE Yu-Long^{1,2}, QIN Qiao-Si¹, YAN Hang¹, QIN Hai-Jiao¹, WU Xie-Yi¹,
LAN Ying¹, LIU-Xing^{1,2*}

(1. Liuzhou Quality Inspection and Testing Research Center, Liuzhou 545500, China;
2. Liuzhou River Snails Rice Noodles Quality Inspection Center, Liuzhou 545500, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the contamination level of *Vibrio parahaemolyticus* (VP) in the production chain of the Liuzhou river snails rice noodles, promptly assess the risk of VP in the production chain. **Methods** From 2023 to 2024, a total of 487 samples, including snails and snail meat, semi-finished soup packets, and pre-packed Liuzhou river snails rice noodles final products, were randomly collected from Liuzhou agricultural markets and manufacturing enterprises in Liuzhou. A combination of culture-based methods and real-time fluorescent polymerase chain reaction (PCR) was used to detect VP. **Results** Among 70 snails samples from agricultural market with a

收稿日期: 2024-11-09

基金项目: 柳州市科技攻关计划项目(2024SZ0505G004)

第一作者: 谢雨龙(1989—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为食品药品微生物检测。E-mail: xyulong0523@163.com

*通信作者: 刘兴(1972—), 男, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。E-mail: lzzjxzgk@163.com

detection rate of 38.6% and an average contamination level of 16.1 MPN/g in 44 snails samples. In the 41 snails and snail meat sample from manufacturing enterprises showing the detection rate of 2.4%; no VP was detected in the semi-finished soup package or final product. **Conclusion** Although VP contamination is relatively common in snails at the retail trade, the contamination rate of snails and snail meat in the enterprise is low. Furthermore, the repeated boiling in Liuzhou river snails rice noodles production can effectively control VP. Therefore, the risk of VP contamination in the Liuzhou river snails rice noodles production chain is relatively low.

KEY WORDS: Liuzhou river snails rice noodles; production chain; *Vibrio parahaemolyticus*; contamination status

0 引言

食源性致病菌是导致我国食源性疾病发生的主要病因,其中副溶血性弧菌一直是最主要的食源性致病菌之一,在一些地区监测腹泻病中副溶血性弧菌致病比例高居榜首^[1-4]。副溶血性弧菌是一种革兰氏阴性菌,在贝类、鱼类和甲壳类中检出率较高,其污染状况与季节相关。不同于沙门氏菌等食源性致病菌可以通过人做传染源进行传播,副溶血性弧菌主要通过食物之间的交叉污染进行传播^[5-7]。

柳州螺蛳粉作为柳州市的特色产品,凭借其独特的风味深受广大消费者喜爱。由于螺蛳是生产螺蛳粉汤料包的最主要原料,因此副溶血性弧菌成为预包装柳州螺蛳粉重点监测的致病菌之一^[8]。根据粉包的生产工艺不同,预包装柳州螺蛳粉分为水煮型螺蛳粉和方便型螺蛳粉,分别执行不同的标准。水煮型螺蛳粉执行地方标准 DBS 45/034—2018《食品地方安全标准 柳州螺蛳粉》,其中副溶血性弧菌是其重点监测对象;而方便型螺蛳粉执行 GB 17400—2016《方便面》,该标准对副溶血性弧菌并没有提出相应的要求。另一方面,由于熟制等水产品中的副溶血性弧菌污染风险比较低,随着 GB 29921—2021《食品安全国家标准 预包装食品中致病菌限量》的实施,熟制等水产品中副溶血性弧菌的监测要求已被取消,仅保留生食水产品的检测。考虑到两种螺蛳粉汤料包的生产工艺相同,因此对方便型预包装螺蛳粉是否需要纳入副溶血性弧菌的检测范围,目前仍然有一定争议。当前对副溶血弧菌的研究主要集中在致病性和检测方法等研究^[9-10],对食品生产链中的污染调查研究相对较少。同时,尽管已有学者对螺蛳粉中理化项目^[11]、沙门氏菌^[12]、霉菌^[13]、重金属^[14]和感官体系^[15]等进行相关研究,但是对副溶血性弧菌的研究仍鲜有报道。

本研究通过对柳州市 6 个城区批发及农贸市场的螺蛳、9 家预包装螺蛳粉生产企业的螺蛳及螺肉和半成品汤料包、7 个预包装螺蛳粉品牌终产品进行采样,通过国标法培养和分离出疑似副溶血性弧菌的菌落,并采用实时荧光聚合酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)法进行确证,旨在全面了解预包装柳州螺蛳粉生产链中副溶血性弧菌的污染状况,为柳州螺蛳粉的监管工作提供可循环

据,并为地方标准的修订提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 样品来源

2023—2024 年在柳州市 6 个城区的批发及农贸市场采集石螺和田螺样品共 70 份,螺蛳粉生产企业采集螺蛳及螺肉共 41 份、半成品汤料包样品 66 份,线上及线下采集 7 个螺蛳粉品牌共 310 份。

1.2 试剂与仪器

3%氯化钠碱性蛋白胨水(广东环凯微生物科技有限公司);弧菌显色培养基(上海科玛嘉微生物技术有限公司);Premix Ex TaqTM、细菌基因组 DNA 提取试剂盒[宝生物工程(大连)有限公司];上游引物 GCGACCTTCTCTGA AATATTAATTGT;下游引物 CATTTCGCGTGGCAAACATC;taqman 探针 CGCACAAAGGCTCGACGGCTGA,序列参照 SN/T 1870—2016《出口食品中食源性致病菌检测方法 实时荧光 PCR 法》由华大基因合成。

电子天平(常熟市双杰测试仪器厂);均质器(宁波新芝生物科技股份有限公司);ABI7500 型实时荧光定量 PCR(美国 ABI 公司);Sigma1-14 型离心机(德国 Sigma 公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 样品处理

(1)螺蛳

样品的处理参照 GB 4789.20—2024《食品安全国家标准 食品微生物学检验 水产品及其制品采样和检样处理》中的方法。样品运回实验室后先用煮沸冷却后的三级水冲洗螺壳上的泥沙,沥干水分,用 75%酒精消毒外表面,然后用消毒的锤子将螺壳砸开,取出内容物称 25 g 加入到 225 mL 无菌的 3%氯化钠碱性蛋白胨水中,使用均质器均质,制备成 1:10 的样液。

(2)螺肉及汤料包

称取 25 g 加入到 225 mL 无菌的 3%氯化钠碱性蛋白胨水中,使用均质器均质,制备成 1:10 的样液。

(3)预包装螺蛳粉终产品

样品处理参照 DBS 45/034—2018 中的规定,将所有

配料包混合后称取 25 g 加入到 225 mL 无菌的 3% 氯化钠碱性蛋白胨水中,使用均质器均质,制备成 1:10 的样液。

1.3.2 定性检测培养

样品按 1.3.1 进行处理后,36 °C 过夜培养。

1.3.3 定量检测培养

将 1.3.1 中制备的 1:10 样品匀液摇匀后,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》定量检测,用无菌移液管吸取 1 mL 加入到含有 9 mL 3% 氯化钠碱性蛋白胨水的试管中,充分混匀,制备成 1:100 的样品稀释液。另取一支无菌移液管,按照同样的方法依次吸取 1 mL 加入到含有 9 mL 3% 氯化钠碱性蛋白胨水的试管中混匀后,制备成 1:1000 的连续 3 个稀释梯度。每个稀释梯度接种 3 支试管,然后将试管置于 36 °C 恒温培养箱中,过夜培养。

1.3.4 划线分离

取出培养箱中的试管摇匀,用接种环伸入液面取一环菌液,在弧菌显色平板上划线,然后置于 36 °C 恒温过夜培养。培养结束后观察平板上生长的菌落,典型的副溶血性弧菌在弧菌显色平板上呈淡紫色菌落形态,挑取淡紫红色菌落进行实时荧光 PCR 扩增确证。

1.3.5 DNA 模板制备

参照 SN/T 1870—2016 的水煮法,用无菌接种环从弧菌显色平板上的疑似菌落中沾取少量菌体,置于 50 μ L DNA 提取液中用移液器吹打重悬,水煮 5 min 后 12000 r/min 离心 5 min,吸取上清液放置 -20 °C 备用。

1.3.6 实时荧光 PCR 反应体系

采用 20 μ L 实时荧光反应体系,探针终浓度为 0.4 μ mol/L,体系中同时还包含 10 μ L Premix Ex Taq(2 \times)、引物终浓度为 0.4 μ mol/L、0.2 μ L 参比荧光、2 μ L 的基因组 DNA,分别用无菌水补足剩余的体积。实时荧光 PCR 仪反应程序参照 Premix Ex TaqTM 说明书为:95 °C 预变性 30 s,随后是 40 个循环的 95 °C 变性 5 s 以及 60 °C 复性和延伸 34 s。

1.4 数据处理

根据副溶血性弧菌最可能数(most probable number, MPN)的检索表和 PCR 鉴定的阳性管数,进行 MPN 计数,当 MPN < 3.0 MPN/g,分别估算为 1.5 MPN/g;当 MPN > 1100 MPN/g,假定往后一个稀释梯度的阳性管数均不生长,即阳性管数为 3.3.0 估算为 2400 MPN/g^[16]。

2 结果与分析

2.1 柳州市市售螺蛳副溶血性弧菌的检出情况

2023—2024 年夏季采集了柳州 6 个城区零售环节螺蛳共 70 份。根据实验方法经培养、平板分离及实时荧光 PCR 鉴定,最终得到 70 份样品中有 27 份样品扩增出荧光曲线,结果如表 1 所示。夏季为副溶血性弧菌的高发季节,

柳州市各城区螺蛳中副溶血性弧菌的污染率各有差异,含有大型批发市场的柳江区污染率最低为 21.7%,而最小的城区阳和新区污染率最高为 71.4%,全市总平均污染率为 38.6%,其中市场田螺及螺肉总数 16 份,阳性 9 份;石螺及螺肉总数 54 份,阳性 18 份。部分菌株荧光图谱结果如图 1 所示。对 2024 年采集的 44 份样品进行定量检测,最高污染量为 66.3 MPN/g,平均污染量为 16.1 MPN/g。

表 1 柳州市市售螺蛳副溶血性弧菌检测结果
Table 1 Results of *Vibrio parahaemolyticus* in snail sold in Liuzhou

区域	样品	数量 /份	定性阳性结果/份	总平均值 总平均污染率/%	平均污染量 (2024年) /(MPN/g)
鱼峰区	田螺	/	/	31.3	1.5
	石螺	16	5		
柳南区	田螺	7	4	56.3	14.0
	石螺	9	5		
柳北区	田螺	3	1	33.3	6.9
	石螺	3	1		
阳和新区	田螺	2	2	71.4	66.3
	石螺	5	3		
城中区	田螺	/	/	50.0	1.5
	石螺	2	1		
柳江区	田螺	4	2	21.7	6.5
	石螺	19	3		

注: /表示未采购到对应的样品。

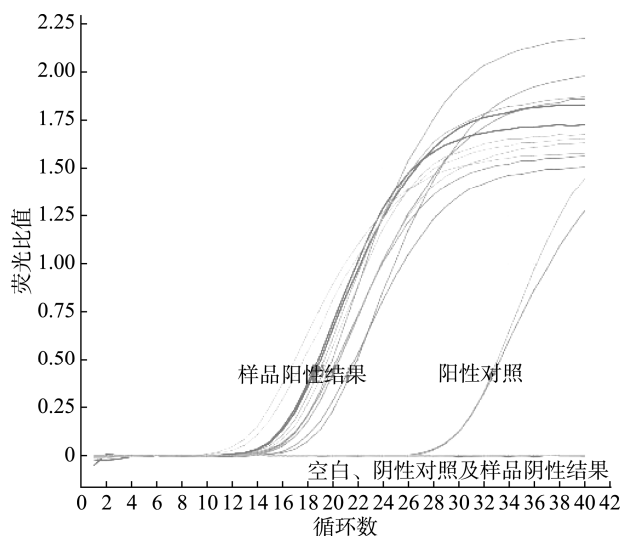


图 1 柳州市市售螺蛳副溶血性弧菌实时荧光 PCR 部分检测结果
Fig.1 Partial real-time PCR results of *Vibrio parahaemolyticus* in snails sold in Liuzhou

2.2 生产企业螺蛳和螺肉及半成品汤料副溶血性弧菌的检出情况

2023—2024 年夏季采集了柳州市螺蛳粉生产企业用

于生产汤料包的螺蛳及螺肉 41 份, 采集未进行消毒或灭菌的半成品汤料包 66 份, 利用国标法和实时荧光 PCR 法对其进行定性检测, 结果如表 2 所示。结果显示有 1 份螺蛳样品检出副溶血性弧菌, 污染率为 2.4%, 定量检测结果为 1.5 MPN/g, 荧光曲线图谱见图 2; 半成品汤料包均未检出副溶血性弧菌。

表 2 企业中螺蛳和螺肉及半成品汤料副溶血性弧菌检测结果
Table 2 Test results of *Vibrio parahaemolyticus* in snails, snail meat and semi-finished soup of enterprises

企业	样品	样品数量/份	定性检测阳性结果/份	定量检测结果/(MPN/g)
企业 1	螺蛳及螺肉	5	0	/
	汤料包(未灭菌)	15	0	/
企业 2	螺蛳及螺肉	5	0	/
	汤料包(未灭菌)	10	0	/
企业 3	螺蛳及螺肉	9	0	/
	汤料包(未灭菌)	6	0	/
企业 4	螺蛳及螺肉	9	0	/
	汤料包(未灭菌)	5	0	/
企业 5	螺肉	2	0	/
企业 6	螺蛳	6	0	/
	汤料包(未灭菌)	10	0	/
企业 7	螺蛳	3	0	/
	汤料包(未灭菌)	10	0	/
企业 8	螺蛳	2	1	1.5
	汤料包(未灭菌)	5	0	/
企业 9	汤料包(未灭菌)	5	0	/

注: /表示未检出。

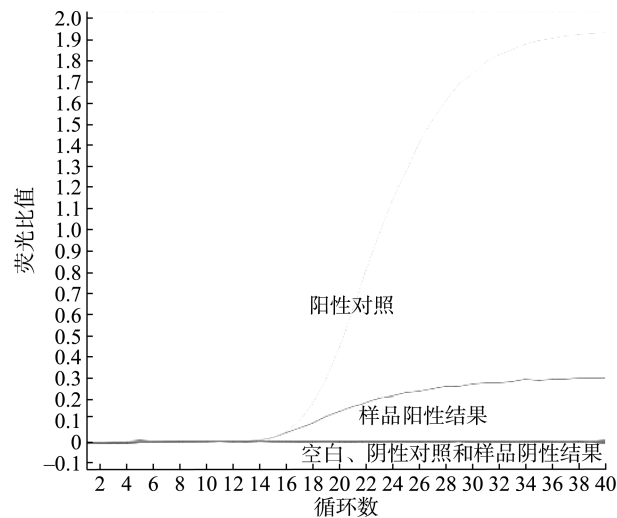


图 2 企业中螺蛳及螺肉副溶血性弧菌的实时荧光 PCR 检测结果
Fig.2 Real-time PCR results of *Vibrio parahaemolyticus* in snails, snail meat of enterprises

2.3 预包装螺蛳粉副溶血性弧菌的检出情况

本研究对 2023—2024 年 7 个螺蛳粉品牌共 310 份预包装螺蛳粉进行检测, 检测结果如表 3 所示。结果显示 310 份预包装螺蛳粉定性检测均为未检出, 均符合 DBS 45/034—2018 标准的要求。

表 3 企业终产品中副溶血性弧菌的检测结果
Table 3 Detection results of *Vibrio parahaemolyticus* in enterprise final products

品牌	生产企业	样品	样品数量/份	定性检测阳性结果/份
品牌 1	企业 8	预包装螺蛳粉	65	0
品牌 2	企业 1		70	0
品牌 3	企业 2		45	0
品牌 4	企业 3		35	0
品牌 5	企业 4		40	0
品牌 6	企业 6		35	0
品牌 7	企业 9		20	0

3 讨论与结论

副溶血性弧菌是一种嗜盐的微生物, 在近岸海域中广泛存在, 在海产品中有较高的污染率^[17-18]。但是近年的研究发现, 其在淡水产品中的污染率也呈上升的趋势^[19-21], 甚至某些情况下在淡水食品中的流行率高于海产品^[22]。尽管市售淡水产品中副溶血性弧菌出现比较高的污染率, 但实际污染量相对较低。如赵力等^[23]研究发现, 万州零售淡水鱼中副溶血性弧菌平均污染率为 38.3%, 平均污染量 20.8 MPN/g。本研究得出类似的结论, 在对柳州市批发及农贸市场中随机采样的 70 份螺蛳样品中, 有 27 份呈阳性, 总污染率为 38.6%。在这些样品中, 城区平均污染量最高为 66.3 MPN/g, 最低为 1.5 MPN/g, 全市平均污染量为 16.1 MPN/g, 远低于国家标准对散装食品和预包装食品致病菌限量中所设定的安全限值 1000 MPN/g。

在养殖、销售、加工等各环节中, 销售环节的各类致病弧菌污染率相对较高, 农贸市场是污染率最高的场所之一^[24]。螺蛳中副溶血性弧菌的污染率主要与其销售方式相关。本研究发现, 规模较大的批发市场, 如柳江区其副溶血性弧菌污染率最低, 为 21.7% (5/23)。这可能是由于大的批发市场出售的产品集中而单一, 而小的市场同个摊位出售的产品种类比较多, 从而增加了产品之间交叉污染副溶血性弧菌的风险。李成伟等^[25]对临沂市的致病弧菌污染状况研究后发现, 销售环境中副溶血性弧菌的污染率为 26%, 而养殖环节的污染率仅为 4.1%, 研究者们推测市售产品副溶血性弧菌污染率高但污染量较低的原因可能是淡水水体中该菌数量比较少, 其在淡水产品中的存在主要通过交叉污染, 特别是混合销售的取样工具是主要的传播途径。此

外, 还有研究表明, 超市中副溶血性弧菌的污染率要远低于一般农贸市场, 这主要得益于超市的分区分销, 有效避免了交叉污染^[26-28]。

值得注意的是, 对螺蛳粉生产企业的螺蛳进行检测发现其阳性率远低于农贸市场, 样品检出副溶血性弧菌污染率仅为 2.4% (1/41), 定量检测结果为 1.5 MPN/g。这可能是因为企业通常从螺蛳产地或者比较大的批发市场采购原料, 从而减少副溶血性弧菌交叉污染的可能性。其次, 低温环境可以抑制副溶血性弧菌活性^[24], 企业购置原料后一般会马上进行低温冷冻保存, 这有助于控制副溶血性弧菌的污染。同时, 在未灭菌的中间产品以及市售的终产品中均未检出副溶血性弧菌。这可能是因为原料中该菌污染率较低, 同时副溶血性弧菌不耐热, 45 °C 就可以让其达到亚致死状态^[29], 超过 65 °C 可以对其进行有效杀灭^[30]。因此, 生产工艺中的煮沸和熬制步骤都可以对其进行有效控制。

综上所述, 尽管柳州市零售端田螺和石螺副溶血性弧菌污染率较高, 但污染量相对较低, 这可能是由于交叉污染导致的。螺蛳粉生产企业由于采购渠道和低温储存措施得当, 其污染率远低于农贸市场。此外, 生产过程中熬煮以及巴氏消毒也能有效杀灭副溶血性弧菌。因此, 预包装螺蛳粉生产链中副溶血性弧菌污染风险相对较小。

参考文献

- [1] 韩海红, 寇柏洋, 马洁, 等. 2018 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, 2022, 34(4): 822-829.
HAN HH, KAO BY, MA J, *et al.* Analysis of foodborne disease outbreaks in Chinese Mainland in 2018 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(4): 822-829.
- [2] 李红秋, 贾华云, 赵帅, 等. 2021 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, 2022, 34(4): 816-821.
LI HQ, JIA HY, ZHAO S, *et al.* Analysis of foodborne disease outbreaks in Chinese Mainland in 2021 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(4): 816-821.
- [3] 庞璐, 张哲, 徐进. 2006—2010 年我国食源性疾病暴发简介[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(6): 560-563.
PANG L, ZHANG Z, XU J. Surveillance of foodborne disease outbreaks in China in 2006—2010 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2011, 23(6): 560-563.
- [4] 杨丽华, 俞佳莉, 盛峰松, 等. 2017—2019 年上海市松江地区腹泻病综合监测分析[J]. 江苏预防医学, 2021, 32(1): 17-20.
YANG LH, YU JL, SHENG FS, *et al.* Comprehensive surveillance of diarrhea in Songjiang District of Shanghai City from 2017 to 2019 [J]. Jiangsu Journal of Preventive Medicine, 2021, 32(1): 17-20.
- [5] 曹晓, 何文胜, 蔡桔阳, 等. 福州市水产品中副溶血性弧菌污染状况调查[J]. 福建农业科技, 2020(6): 42-46.
CAO X, HE WS, CAI JY, *et al.* Investigation on the contamination status of *Vibrio parahaemolyticus* in the aquatic products sold in Fuzhou [J]. Fujian Agricultural Science and Technology, 2020(6): 42-46.
- [6] 陈志芸, 施春雷, 周秀娟, 等. 上海市售海产品中副溶血性弧菌的分布状况[J]. 中国食品学报, 2015, 15(8): 196-202.
CHEN ZY, SHI CL, ZHOU XJ, *et al.* The distribution of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood products sold in Shanghai [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2015, 15(8): 196-202.
- [7] 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 China's Mainland from 2010 to 2020 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(1): 73-78.
- [8] 郑立浪, 李文奇, 黄海, 等. 解读柳州螺蛳粉食品安全地方标准[J]. 中国标准化, 2023(24): 119-124.
DENG LL, LI WQ, HUANG H, *et al.* Interpretation of Liuzhou river snails rice noodles local standard for food safety [J]. China Standardization, 2023(24): 119-124.
- [9] 闫兆伦, 于泽, 周炳武, 等. 食品中副溶血性弧菌检测技术研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2023, 34(7): 300-308.
YAN ZL, YU Z, ZHOU BW, *et al.* Research progress on detection technology of *Vibrio parahaemolyticus* in food [J]. China Food Additives, 2023, 34(7): 300-308.
- [10] 孟媛媛, 钱江, 刘海泉, 等. 副溶血性弧菌免疫逃逸及其可能机制的研究进展[J]. 微生物学报, 2022, 62(8): 2927-2937.
MENG YY, QIAN J, LIU HQ, *et al.* Immune evasion strategy of *Vibrio parahaemolyticus* and its possible mechanisms [J]. Acta Microbiologica Sinica, 2022, 62(8): 2927-2937.
- [11] 林丽华, 陈璟, 陈奕君, 等. 柳州预包装螺蛳粉理化检测分析与质量控制[J]. 食品安全导刊, 2024(3): 49-52.
LIN LH, CHEN J, CHEN YJ, *et al.* Physical and chemical analysis and quality control of pre-packaged Liuzhou river snails rice noodles [J]. China Food Safety Magazine, 2024(3): 49-52.
- [12] 谢雨龙, 覃巧思, 罗璐, 等. 预包装柳州螺蛳粉沙门氏菌实时荧光 PCR 快速检测[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(7): 2197-2203.
XIE YL, QIN QS, LUO L, *et al.* Rapid detection of *Salmonella* in prepackaged Liuzhou river snail rice noodles by real-time PCR [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(7): 2197-203.
- [13] 刘群, 熊小迪, 刘兴, 等. 螺蛳粉米粉表面污染霉菌的分离鉴定[J/OL]. 现代食品科技, 1-9. [2024-10-25]. <https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2024.10.1169>
- [14] 覃冬杰, 吴婧, 许蓉蓉, 等. 柳州螺蛳粉原料螺蛳中五种重金属元素的测定及安全性评价[J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(8): 276-280.
QIN DJ, WU J, XU RR, *et al.* Determination and safety evaluation of five heavy metal elements in the Liuzhou river snails rice noodles [J]. Food and Fermentation Industries, 2022, 48(8): 276-280.
- [15] 卿明义, 林琳, 钟璇, 等. 预包装螺蛳粉感官评价体系的建立研究[J]. 食品与发酵科技, 2024, 60(1): 76-81.
QING MY, LIN L, ZHONG X, *et al.* Research on establishment of sensory evaluation system of prepackaged Liuzhou river snails rice noodle [J]. Food and Fermentation Science & Technology, 2024, 60(1): 76-81.
- [16] 韩海红. 生食贝类中副溶血性弧菌污染水平调查、定量风险评估和分

- 离菌株特征分析[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2015.
- HAN HH. *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish: Survey on its abundance, quantitative microbiological risk assessment and characteristics of isolates [D]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2015.
- [17] HAIBO Z, XINMEI L, WENYAN H, *et al.* Prevalence, antimicrobial resistance and genetic characterization of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from retail aquatic products in Nanjing, China [J]. *Food Research International*, 2022, 162(Pt A): 112026.
- [18] 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.
- FAN QH, LIU JJ, LIAN XQ, *et al.* Investigation and drug resistance analysis of *Vibrio parahaemolyticus* contamination in nearshore seawater in Dapeng new district, Shenzhen [J]. *Modern Disease Control and Prevention*, 2024, 35(2): 122–125.
- [19] 洪锦春, 陈伟伟, 肖晓琳, 等. 福建省 2014—2021 年淡水产品及其制品中副溶血性弧菌污染状况分析[J]. *海峡预防医学杂志*, 2023, 29(3): 58–60.
- HONG JC, CHEN WW, XIAO XL, *et al.* Pollution analysis of fresh water products contaminate by *Vibrio parahaemolyticus* in Fujian Province from 2014 to 2021 [J]. *Strait Journal of Preventive Medicine*, 2023, 29(3): 58–60.
- [20] 吴斌, 胡元玮, 方琼楼, 等. 金华市淡水产品中副溶血性弧菌污染状况及 PFGE 分型研究[J]. *中国卫生检验杂志*, 2022, 32(15): 1829–1831.
- WU B, HU YW, FANG QL, *et al.* Study on *Vibrio parahaemolyticus* contamination and PFGE typing in freshwater products in Jinhua City [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2022, 32(15): 1829–1831.
- [21] LI Y, PEI X, YAN J, *et al.* Prevalence of foodborne pathogens isolated from retail freshwater fish and shellfish in China [J]. *Food Control*, 2019, 99: 131–136.
- [22] MINGZHU L, HAIYAN X, YUQI T, *et al.* Comparative genomic analysis reveals the potential transmission of *Vibrio parahaemolyticus* from freshwater food to humans [J]. *Food Microbiology*, 2023, 113: 104277.
- [23] 赵力, 丁国英, 朱秋昊, 等. 万州零售淡水鱼中副溶血性弧菌的污染状况与特征研究[J]. *食品与发酵工业*, 2024, 50(16): 242–248.
- ZHAO L, DING GY, ZHU QH, *et al.* Study on pollution status and characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* in retail freshwater fish in Wanzhou [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2024, 50(16): 242–248.
- [24] 王瑞兴, 刘岩, 杨岚婷, 等. 2023 年鹤壁市动物性水产品中常见致病性弧菌污染状况调查[J]. *医药论坛杂志*, 2024, 45(19): 2058–2061.
- WANG RX, LIU Y, YANG LT, *et al.* Investigation of situation of usual pathogenic *Vibrio* bacteria contamination in animal aquatic products in Hebi City in 2023 [J]. *Journal of Medical Forum*, 2024, 45(19): 2058–2061.
- [25] 李成伟, 李涛, 刘祥亮, 等. 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[J]. *食品安全质量检测学报*, 2021, 12(14): 5870–5875.
- LI CW, LI T, LIU XL, *et al.* Characterization of pathogenic *Vibrio* spp. contamination of freshwater fish in Linyi from farming, sales and catering sources [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2021, 12(14): 5870–5875.
- [26] 申艳琴, 兰光, 张阳, 等. 2019 年兰州市螺类产品中致病性弧菌污染状况调查[J]. *现代食品*, 2021(5): 175–178.
- SHEN YQ, LAN G, ZHANG Y, *et al.* Investigation of pathogenic *Vibrios* contamination status in gastropd in Lanzhou in 2019 [J]. *Modern Food*, 2021(5): 175–178.
- [27] 董晓枫, 张瑞, 邵寒冰, 等. 2018—2021 年沧州市市售水产品及其制品中副溶血性弧菌分子分型及耐药监测调查分析[J]. *预防医学情报杂志*, 2023, 39(9): 1085–1090.
- DONG XF, ZHANG R, SHAO HB, *et al.* Investigation and analysis of molecular typing and drug resistance monitoring of *Vibrio parahaemolyticus* in aquatic products and their products sold in Cangzhou City from 2018 to 2021 [J]. *Journal of Preventive Medicine Information*, 2023, 39(9): 1085–1090.
- [28] ZHANG H, KONG C, WANG Y, *et al.* Effects of temperature on growth and survival of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* [J]. *International Journal of Agricultural Science and Technology*, 2014, 2(4): 106–109.
- [29] 陈婵娟, 宁喜斌, 丛健, 等. 副溶血性弧菌的亚致死热损伤和复苏条件分析[J]. *食品科学*, 2013, 34(21): 227–232.
- CHEN CJ, NING XB, CONG J, *et al.* Sublethal thermal injury and resuscitation conditions of *Vibrio parahaemolyticus* [J]. *Food Science*, 2013, 34(21): 227–232.
- [30] 俞文英, 张昭寰, 钱慧, 等. 巴氏消毒及冷藏温度作用下副溶血弧菌菌株失活异质性的比较[J]. *上海海洋大学学报*, 2020, 29(3): 420–428.
- YU WY, ZHANG SH, QIAN H, *et al.* Comparison of inactivation heterogeneity of *Vibrio parahaemolyticus* strains under pasteurization and cold storage temperature [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2020, 29(3): 420–428.

(责任编辑: 于梦娇 韩晓红)