

# 漳州市夏秋季主要贝类中副溶血性弧菌分布情况分析

胡元庆<sup>1,2</sup>, 周赞虎<sup>3</sup>, 黄玉容<sup>1</sup>, 张燕瑜<sup>1</sup>, 庄蕾<sup>1</sup>

(1. 闽南师范大学生物科学与技术学院, 福建漳州 363000;

2. 扬州大学 江苏省人兽共患病学重点实验室, 江苏扬州 225000;

3. 漳州出入境检验检疫局 综合技术服务中心, 福建漳州 363000)

**摘要:** 调查漳州市售主要贝类中副溶血性弧菌的带菌状况, 为消费者提供食品安全风险参考。从漳州市区的 8 大市场无菌采集花蛤、文蛤和蛭的新鲜样品; 用硫代硫酸盐柠檬酸盐胆盐蔗糖琼脂培养基 (Thiosulfate citrate bile salts sucrose agar culture medium, TCBS) 分离纯化疑似菌落, 聚合酶链式反应 (Polymerase Chain Reaction, PCR) 扩增不耐热溶血素基因 (thermolabile hemolysin, tlh) 的特异片段; 并对分子检测阳性的菌株进行生化鉴定。结果表明, 采集到 53 份花蛤、50 份文蛤和 42 份蛭的样品, 经过 TCBS 筛选分别得到 37 株、45 株和 36 株疑似菌落, 分离率分别为 69.8%、90.0% 和 85.7%; PCR 确定副溶血性弧菌阳性率分别为 35.8% (19/53)、30.0% (15/50) 和 54.8% (23/42); 革兰氏染色和主要生化实验确定疑似菌均为副溶血性弧菌, 符合率达 100%。漳州市所售水产品受副溶血性弧菌污染较为严重, 市民食用需严格无害化处理, 避免不同种类水产品间的交叉污染。

**关键词:** 副溶血性弧菌, 花蛤, 文蛤, 蛭, 漳州市

## Survey of the pollution of *Vibrio parahaemolyticus* from three shellfish products in Zhangzhou City

HU Yuan-qing<sup>1,2</sup>, ZHOU Zan-hu<sup>3</sup>, HUANG Yu-rong<sup>1</sup>, ZHANG Yan-yu<sup>1</sup>, ZHUANG lei<sup>1</sup>

(1. School of Biological Science and Biotechnology, Minnan Normal University, Zhangzhou 363000, China;

2. Jiangsu Key Laboratory of Zoonosis, Yangzhou University, Yangzhou 225000, China;

3. Comprehensive Technical Service Center, Zhangzhou Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Zhangzhou 363000, China)

**Abstract:** To analyze the carrying status of *Vibrio parahaemolyticus* of shellfish products in Zhangzhou City and provide reference for the food safety problem of shellfish. The fresh sample were collected by sterile operation from 8 markets in Zhangzhou City. The suspected colony was obtained by culturing on TCBS plates and detected using PCR amplification of a specific tlh gene. The positive strain was verified using biochemical test and Gram staining. 53 *Venerupis philippinarum*, 50 *Meretrix* and 42 *Scalprum* samples were collected from 8 main markets, 37 *Venerupis philippinarum*, 45 *Meretrix* and 36 *Scalprum* suspected colony were screening with TCBS selective medium. The separation rate were 69.8%, 90.0% and 85.7% for *Venerupis philippinarum*, *Meretrix* and *Scalprum*, respectively. PCR positive rate were 35.8% (19/53), 30.0% (15/50) and 54.8% (23/42). These positive strain were confirmed by Gram staining and biochemical test. The shellfish products in Zhangzhou City are polluted by *Vibrio parahaemolyticus*, seafood should be strictly disposed, to avoid cross contamination between different types of aquatic products.

**Key words:** *Vibrio parahaemolyticus*; *Venerupis philippinarum*; *Meretrix*; *Scalprum*; Zhangzhou City

中图分类号: TS254.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2017)05-0293-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.05.047

副溶血性弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*, VP) 是一种革兰氏阴性嗜盐细菌, 是重要的污染性病原微生物。它广泛分布于近海岸的鱼类、贝类等海产品中,

是引起食源性疾病的重要病原之一<sup>[1-2]</sup>。人们食用被副溶血性弧菌污染的食物后极可能会引起以腹痛、腹泻、恶心、呕吐、发热等为主要症状的急性肠胃炎。

收稿日期: 2016-09-06

作者简介: 胡元庆 (1979-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 食源性病原微生物控制, 食品安全检测技术 E-mail: huyuanqing1979@163.com。

基金项目: 福建省自然科学基金面上项目 (26171082); 福建省教育厅 A 类项目 (JA14203); 漳州市自然基金项目 (ZZ2014J20); 江苏省人兽共患病学重点实验室资助项目 (R1402); 国家海洋局海洋生物遗传资源重点实验室开放课题 (HY1503); 国家级大学生创新训练项目 (201610402012)。

副溶血性弧菌所致的食物中毒已在数量上超过沙门氏菌的中毒案例,居我国食源性致病菌的首位<sup>[3]</sup>。特别是在一些沿海城市,由该菌引起的食物中毒占细菌性食物中毒总数的比例达60%以上<sup>[4]</sup>。副溶血性弧菌引起的食物中毒具有明显的季节性,以夏秋为高发季节,夏季的海产品中副溶血性弧菌的平均带菌率高达94.8%<sup>[5]</sup>。

花蛤、文蛤和蛭味道鲜美且价格实惠,是夏秋季节最常见的海产食品,也是沿海居民饭桌上常见的菜肴。但近来由副溶血性弧菌引起的海产品中中毒报道屡见不鲜,如何更好的预防和控制副溶血性弧菌引起的食物中毒是食品安全的重要内容。分离检测贝类食品中的可疑副溶血性弧菌并对其鉴定,研究副溶血性弧菌的来源对食物中毒的预防和控制具有重要的意义。本实验选择PCR检测作为主要的鉴定方法,配合革兰氏染色、嗜盐性实验、3.5%氯化钠三糖铁琼脂斜面实验和氧化酶实验,保障实验结果的可靠性<sup>[6]</sup>。从漳州市场采集花蛤、文蛤和蛭样品进行副溶血性弧菌带菌情况分析,为市民食用水产食品提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

水产样品 2015年7~10月,从漳州市区8个市场(新西市场,北桥市场,金峰市场,西洋坪市场,中山桥水产市场,九龙江渔业码头市场,八卦楼渔产市场,古街市场)每月各采集10份样品,共采集53份花蛤、50份文蛤和42份蛭的新鲜样品。副溶血性弧菌ATCC 17802和大肠杆菌D5株由漳州出入境检验检疫局提供。

Tprofessional Thermocycler PCR仪 德国Biometra公司,red个人型凝胶成像系统 美国ProteinSimple公司,MIKRO 220R冷冻离心机 德国Hettich公司。

针对副溶血性弧菌的*dh*基因设计上下游引物,上游引物:5'-AAGCGGATT ATGCAGAAGCA-3',下游引物:5'-GCTACTTTCTAGCATTTTCTCTGC-3'由上海生工合成;氯化钠、琼脂粉、牛肉浸膏、细菌学蛋白胨、TCBS琼脂培养基 广州环凯微生物科技公司;三羟甲基氨基甲烷(tris)、乙酸、乙二胺四乙酸二钠( $\text{Na}_2\text{EDTA}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 国产分析纯;2×Taq Master Mix 上海捷瑞科技有限公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 无菌采样 对漳州市区8个市场的新鲜花蛤、文蛤和蛭随机抽样,先用无菌的采样袋不加运送液密封后,置于冰盒内低温快速运达实验室。采样时间在2015年7~10月,每个摊位每次采样2~3只鲜活样品,一次采样15只。

1.2.2 接种和培养 超净工作台预先紫外灭菌20 min,开启风机,在无菌操作台内点燃酒精灯,将镊子、剪刀在火焰上灭菌冷却,找到斧足肌肉外层的内脏和瓣鳃,用经过酒精灯灭菌的接种环碰触肌肉外层,划在TCBS琼脂培养基上,于培养箱中倒置培养18~24 h,观察并记录。

1.2.3 可疑菌的纯化 待培养18~24 h后的TCBS琼脂培养基平板上长出淡绿色细菌,挑出可疑单菌落,划线于新的TCBS琼脂培养基平板上。在培养箱中37℃恒温培养18~24 h后观察菌落。

1.2.4 液体培养基扩菌 在无菌操作台挑取每个TCBS琼脂平板中的一个单菌落,接种至液体培养基中,37℃恒温摇床180 r/min培养18~24 h,待液体浑浊后留用。

1.2.5 PCR方法初筛副溶血性弧菌 检测副溶血性弧菌*dh*基因,扩增片段长度约为449 bp。水煮法制备模板,扩增体系:25 μL的PCR反应体系中含3 μL模板,上下游引物各1 μL,12.5 μL 2×Taq Master Mix(含酶),用去离子 $\text{H}_2\text{O}$ 补足到25 μL体系。PCR扩增条件为95℃ 2 min,再按94℃ 30 s变性、54.5℃,60 s退火、72℃ 45 s延伸,循环扩增30次后72℃,10 min。在1%的琼脂糖凝胶上电泳观察结果。

1.2.6 嗜盐性实验 PCR鉴定阳性的菌株分别接种至0.7%、10% NaCl液体培养基中。恒温振荡摇床37℃,180 r/min培养18~24 h,观察并记录。副溶血性弧菌在0和10%氯化钠溶液中不生长,在7%氯化钠溶液中可旺盛生长。

1.2.7 氧化酶实验 将氧化酶试纸平铺在洁净的玻璃片上(玻片底部用一层白纸垫上易于观察颜色变化),用移液枪吸取一滴菌液涂布在氧化酶试纸上,如果滤纸在10 s内呈现粉红色或紫红色,即为氧化酶阳性;不变色为氧化酶阴性。副溶血性弧菌为氧化酶阳性,大肠杆菌为阴性对照。

1.2.8 3.5%氯化钠三糖铁琼脂培养基斜面实验 超净工作台中进行3.5%氯化钠三糖铁琼脂斜面穿刺。将试管直立于烧杯中,在恒温培养箱中37℃恒温培养24 h,观察实验现象。

1.2.9 统计分析 对不同市场来源的3种样品中副溶血性弧菌分离率和阳性率进行统计分析,采用SPSS 23.0软件进行 $\chi^2$ 检验, $p < 0.05$ 表示差异显著,具有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 分离纯化结果

漳州的8个市场中分别采集到53份花蛤、50份文蛤和42份蛭的样品,经过TCBS选择性培养基分别得到37株、45株和36株疑似菌落,分离率分别为69.8%、90.0%和85.7%。在TCBS琼脂培养基上,挑选蓝绿色单菌落进行分离纯化,菌落呈圆形、半透明、表面光滑。在细菌分离约3~5次后,即可观察到TCBS琼脂平板上生长的菌落全部为统一的蓝绿色,说明此时细菌已经成功分离纯化,见图1A。接种与分离的过程中,对于无蓝绿色菌落生长的平板,作无害化处理,见图1B。

### 2.2 PCR方法鉴定

副溶血性弧菌可在449 bp处检测出特异条带。图2中显示样品1~7号于449 bp处出现特异性条带,判定为阳性结果。PCR确定3种水产样品中副溶血性弧菌阳性率分别为35.8%(19/53)、30.0%(15/50)和54.8%(23/42)。

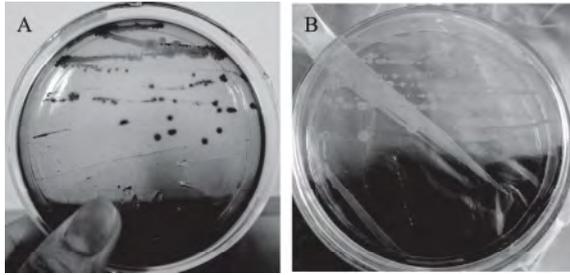


图1 副溶血性弧菌的 TCBS 分离培养  
Fig.1 Isolation and culture of *Vibrio parahaemolyticus* on TCBS medium

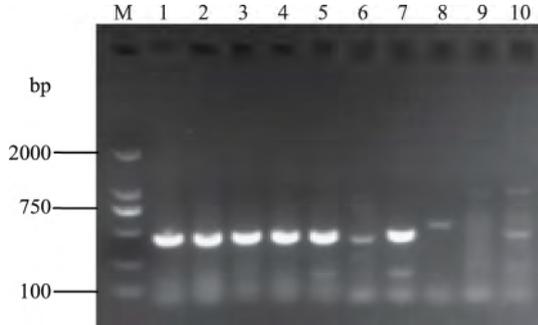


图2 PCR 扩增出副溶血性弧菌 tlh 基因的特异片段  
Fig.2 The specific fragment of *Vibrio parahaemolyticus* tlh gene by PCR

### 2.3 革兰氏染色

将 PCR 鉴定阳性菌株进行革兰氏染色,显微镜下观察到均为红色,呈革兰氏阴性,形态呈弧状或短杆状。革兰氏染色结果证明全部符合副溶血性弧菌的革兰氏阴性特征。

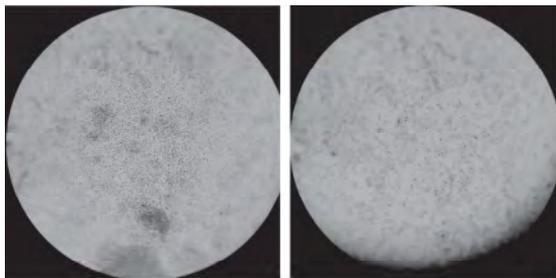


图3 革兰氏染色结果

Fig.3 The result of strain isolated using Gram stain

### 2.4 嗜盐性实验结果

将 PCR 鉴定阳性菌进行嗜盐性实验,所有菌株均在 7% 氯化钠液体培养基中生长良好,在 0 和 10% 氯化钠液体培养基中不生长。嗜盐性实验结果证明 PCR 阳性菌株全部符合副溶血性弧菌嗜盐性特性。

### 2.5 3.5% 三糖铁琼脂斜面实验

PCR 阳性菌株在 3.5% 三糖铁琼脂试管斜面实验结果为:斜面产碱变红,底层产酸变黄,不产气,如图 5。根据副溶血性弧菌的培养特性,在 3.5% 氯化钠三糖铁琼脂斜面上层产碱为红色,底层产酸为黄色,无气泡,不变黑(不产 H<sub>2</sub>S)。3.5% 三糖铁琼脂斜面实验结果表明,分离的 PCR 阳性菌株均符合副溶



图4 嗜盐性实验结果

Fig.4 The result of salt tolerance test

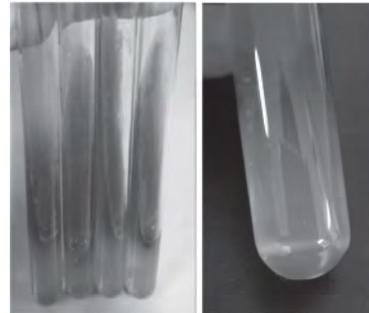


图5 3.5% 三糖铁琼脂斜面实验结果

Fig.5 The result of 3.5% sodium chloride three sugar iron agar slant test

血性弧菌的特性。

### 2.6 氧化酶实验结果

将 PCR 阳性菌液涂布在氧化酶试纸上,10 s 内均出现紫红色,表明全部呈现氧化酶阳性,如图 6。

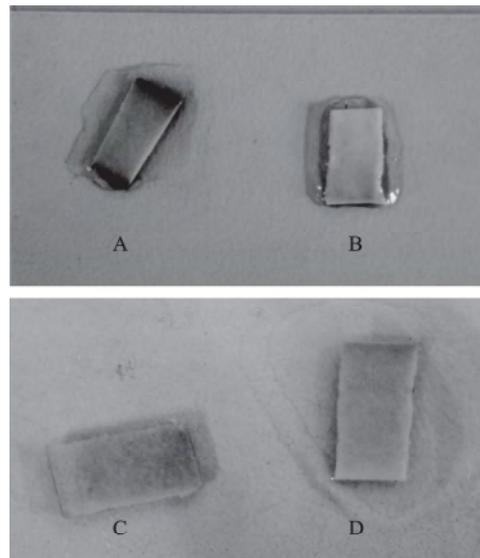


图6 氧化酶实验结果

Fig.6 The result of oxidase test

注: A, B, C, D 是 4 种副溶血性弧菌分离株的氧化酶实验结果,紫红色为阳性。

### 2.7 统计结果

漳州市 8 大市场分离率和阳性率比较差异显著 ( $p < 0.05$ ),同一市场的 3 种贝类水产品中副溶血性弧菌分离率和阳性率比较差异显著 ( $p < 0.05$ ),本实

表1 三种贝类产品中副溶血性弧菌检测结果

Table 1 Results of *Vibrio parahaemolyticus* in 3 shellfish products

采样点	花蛤		文蛤		蛭	
	分离率	阳性率	分离率	阳性率	分离率	阳性率
新西市场	50% (3/6)	17% (1/6)	83% (5/6)	17% (1/6)	80% (4/5)	40% (2/5)
北桥市场	50% (3/6)	17% (1/6)	83% (5/6)	17% (1/6)	80% (4/5)	20% (1/5)
金峰市场	67% (4/6)	17% (1/6)	83% (5/6)	33% (2/6)	80% (4/5)	40% (2/5)
西洋坪市场	86% (6/7)	57% (4/7)	100% (7/7)	43% (3/7)	80% (4/5)	80% (4/5)
中山桥市场	100% (7/7)	57% (4/7)	100% (7/7)	43% (3/7)	100% (6/6)	83% (5/6)
九龙江渔业市场	100% (7/7)	57% (4/7)	100% (6/6)	50% (3/6)	100% (6/6)	83% (5/6)
八卦楼渔产市场	43% (3/7)	29% (2/7)	83% (5/6)	17% (1/6)	80% (4/5)	40% (2/5)
古街市场	57% (4/7)	29% (2/7)	83% (5/6)	17% (1/6)	80% (4/5)	40% (2/5)
合计	69.8% (37/53)	35.8% (19/53)	90.0% (45/50)	30.0% (15/50)	85.7% (36/42)	54.8% (23/42)

注:表中分离率括号中数字代表分离疑似菌与样品数之比;阳性率括号中数字代表分子鉴定阳性菌与样品数之比。

验所得数据具有统计学意义。

## 2.8 讨论

本实验采集的53份花蛤、50份文蛤和42份蛭的样品,经过TCBS选择性培养基分别得到37株、45株和36株疑似菌落,分离率分别为69.8%、90.0%和85.7%;PCR确定3种水产样品中副溶血性弧菌阳性率分别为35.8% (19/53)、30.0% (15/50)和54.8% (23/42) (见表1);经革兰氏染色、嗜盐性实验、氧化酶实验和3.5%氯化钠三糖铁琼脂斜面确定PCR检测的疑似菌均符合副溶血性弧菌的生化 and 细菌形态染色特性,符合率达100%<sup>[7-9]</sup>。

因每个市场规模不同,故在采样选择的摊位和样品数也因市场规模大小而有所不同。从分离率和阳性率来看,8个市场来源的样品中细菌的分离率达到40%以上,中山桥市场和九龙江渔业码头市场的分离率最高,达到100%,西洋坪社区市场分离率也比较高;而阳性率以九龙江渔业码头市场为最高,达到50%以上。3种贝类样品中,文蛤和蛭中副溶血性弧菌的分离率偏高,分别为90%和85.7%;蛭的副溶血弧菌阳性率比花蛤和文蛤分别高出19和24.8个百分点。蛭中副溶血性弧菌污染较为严重,可能与其捕捞环境卫生状况有关,其高效的富集作用也可使细菌的携带量明显增加。综合分析得知,市区市场中的副溶血性弧菌携带率不高,而距离九龙江较近的中山桥和九龙江渔业码头2个市场中阳性率偏高,可能与市场中各种水产品间来源复杂,且由于缺乏规范管理而导致交叉污染的几率增加。从8个市场的调查和检测结果分析,漳州市区市场在7~10月间所售贝类均有不同程度的副溶血性弧菌污染,阳性率相对较高,市民在食用时需注意卫生和安全,充分清洗并彻底加热后食用,不要生吃或半生食用,以防食源性病原菌直接感染。本实验样品为7~10月份平均采集,每个月每种样品采集10份左右。不同月份间未表现明显分离率和阳性率差异。分析原因:漳州地区是亚热带海洋气候,5月份即进入夏季,一般每年7~10月份为最炎热天气,气温基本稳定在35℃左右,对副溶血性弧菌的分布影响不显著。

随着人们生活水平的不断提高和观念意识的不断更新,水产品因其较高的营养价值越来越受广大

消费者的喜爱,并且许多消费者为追求水产食品的鲜美、原滋原味与新颖的烹饪方式喜欢生食水产品<sup>[10]</sup>。但是生食和食用未熟的海产品都可能引起食物中毒,威胁健康。副溶血性弧菌引起的食物中毒一般多发于5~11月,高峰季节在7~9月,有明显的季节性,但在外界环境中容易死亡。当温度为56℃时5 min即可将其杀灭,在食醋中只能存活1 min。所以,应进一步加强这方面卫生知识的宣传与普及,引导市民在食用花蛤及其他水产食品一定要煮熟蒸透,以确保杀死病原微生物,并提倡经常食用花蛤的市民蘸取食醋,提高对食物中毒的预防,减少食品安全隐患。同时,卫生监督部门应重视流通领域和餐饮行业的卫生监督,通过宣传教育有效加强餐饮从业人员的食品安全意识,从而减少食源性病原菌的污染。

## 3 结论

本文分析了漳州市7~10月8大市场的贝类水产品中副溶血性弧菌污染状况。结果表明:距离九龙江水域越近的市场,所售水产品受副溶血性弧菌污染越严重;蛭的副溶血性弧菌阳性率最高,比花蛤和文蛤分别高出19和24.8个百分点。市民食用需严格无害化处理,避免不同种类水产品间的交叉污染。

## 参考文献

- [1] Xu X, Wu Q, Zhang J, et al. Prevalence, pathogenicity, and serotypes of *Vibrio parahaemolyticus* in shrimp from Chinese retail markets [J]. *Food Control* 2014, 46(46): 81-85.
- [2] Anjay, Das S C, Kumar A, et al. Pathogenic and pandemic vibrio parahaemolyticus detection in fish and shellfish isolates [J]. *Indian Journal of Geo-marine Sciences*, 2016, 45(9): 1195-1198.
- [3] 斯国静, 吴奇志, 韦东芳, 等. 2001-2003年杭州市细菌性食物中毒病原菌检测和分析 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2004, 14(3): 320-320.
- [4] 陈瑞英, 鲁建章, 苏意诚, 等. 食品中副溶血性弧菌的危害分析 [J]. *食品科学* 2007, 28(1): 341-347.
- [5] Alaboudia R, Ababneh M, Osaili T M, et al. Detection, Identification, and Prevalence of Pathogenic *Vibrio* (下转第303页)

表6 三种不同品牌麻婆豆腐感官评价分析结果  
Table 6 Results of mapo tofu sensory evaluation by three different brands

样品	色泽	滋味	香气	质地	总分
样品1	8.2 ± 2.2 <sup>a</sup>	32.4 ± 3.0 <sup>a</sup>	22.1 ± 3.2 <sup>a</sup>	22.0 ± 2.3 <sup>a</sup>	84.7 ± 2.7 <sup>a</sup>
样品2	8.1 ± 5.9 <sup>b</sup>	34.4 ± 6.4 <sup>b</sup>	21.1 ± 3.3 <sup>a</sup>	23.0 ± 2.3 <sup>b</sup>	86.6 ± 4.5 <sup>b</sup>
实验室自制	7.5 ± 1.9 <sup>c</sup>	34.9 ± 3.0 <sup>c</sup>	20.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	19.9 ± 2.3 <sup>c</sup>	82.3 ± 2.6 <sup>c</sup>

注:同一列的相同字母表示差异不显著,不同字母表示差异显著  $p < 0.05$ 。

较其在感官方面的差异。样品1购买于某正宗川菜连锁店,由四川本地厨师制作;样品2购于北京某连锁餐饮店,由北京本地厨师制作。感官评价结果见表6。

由表6可看出,三种不同的麻婆豆腐样品在色泽、滋味、质地上都存在显著性差异,在香气上无显著性差异。样品1中的麻婆豆腐具有麻婆豆腐特有的色泽,红白相宜,且香气较为出,无不良气味;样品2中的麻婆豆腐质地完整,软硬适度,口感细腻;实验室自制麻婆豆腐滋味较好,无异味或生坯之咸腥味。实验说明,不同的制作工艺,对麻婆豆腐的外观及风味都具有一定的影响。

### 3 总结

通过HS-SPME萃取技术联合GC-MS对实验室自制麻婆豆腐的挥发性风味成分进行分析,得到以下结论:

对于麻婆豆腐中挥发性风味成分,本实验得出的最佳萃取条件为:采用65 μm PDMS/DVB的纤维萃取头,在60℃条件下,预热30 min,萃取30 min。

本实验共鉴定出麻婆豆腐中挥发性风味物质共74种,其中烷烃类的含量最多,占总物质的40.350%,其次为醇类,占总物质的23.016%,实验对三种麻婆豆腐样品进行感官评价,结果显示,样品1的麻婆豆腐具有麻婆豆腐特有的色泽,红白相宜,且香气较为突出,无不良气味;样品2的麻婆豆腐质地完整,软硬适度,口感细腻;实验室自制麻婆豆腐滋味较好,无异味或生坯之咸腥味。

### 参考文献

- [1] 苏继颖.大豆制品的营养及发展趋势[J].中国油脂,2006,(8):40-41.  
[2] 董毓玘,陈贵,宣佳,等.豆腐蛋白体外消化物抑制胶束转运胆固醇作用分析[J].食品科学,2016(9):161-167.

(上接第296页)

- parahaemolyticus in Fish and Coastal Environment in Jordan[J]. Journal of Food Science, 2016, 81(1): M130-M134.  
[6] 李红娜,袁飞,周伟娥,等.副溶血弧菌检测方法研究进展[J].食品工业科技,2016,37(12):371-374.  
[7] 葛菲菲,徐锋,沈莉萍,等.副溶血性弧菌PCR检测方法的建立[J].中国预防兽医学报,2008,30(3):220-230.

[3] 贾洪锋,梁爱华,秦文,等.气质联用法分析鱼香肉丝中的挥发性风味物质[J].食品研究与开发,2011(3):121-125.

[4] 李琴,朱科学,周惠明.固相微萃取-气相色谱-质谱及气相色谱嗅闻技术分析双孢蘑菇汤的风味活性物质[J].食品科学,2011(6):300-304.

[5] 邹伟,张静,龚加路,等.主成分分析在川南泡菜特征风味中的应用[J].食品工业,2015(8):198-203.

[6] 徐伟,石海英,朱奇,等.低盐鱼酱油挥发性成分的固相微萃取和气相色谱-质谱法分析[J].食品工业科技,2010(3):102-105.

[7] 金华勇,曾灿伟,康旭,等.顶空固相微萃取-气质联用技术分析传统甜面酱中挥发性风味成分[J].中国酿造,2009(5):152-154.

[8] 陈清婵,徐永霞,吴鹏,等.同时蒸馏萃取与顶空固相微萃取法分析豆豉挥发性成分[J].食品科学,2009(20):327-330.

[9] 刘玉平,陈海涛,孙宝国,等.固相微萃取与GC-MS法分析发酵型臭豆腐中挥发性成分[J].食品工业科技,2009(12):403-405.

[10] 蒋丽婷,李理.HS-SPME结合GC-MS测定白腐乳中挥发性风味成分[J].中国酿造,2011(3):150-155.

[11] 邓静,张伟娜,吴华昌,等.SPME-GC-MS法分析芽菜的挥发性风味成分[J].中国调味品,2011(10):86-90.

[12] 傅彦斌.固相微萃取分析条件的优化[J].干旱环境监测,2006(1):49-51.

[13] 卢靖.红豆腐发酵及其挥发性风味成分的研究[D].四川:西华大学,2015.

[14] 元顺平,翁新楚.豆腐挥发性风味成分的研究[J].上海大学学报(自然科学版),2008(1):100-105.

[15] 元顺平,翁新楚.非发酵臭豆腐挥发性风味物质的研究[J].食品科学,2007(12):400-404.

[16] 王晓华,赵保翠,杨兴章,等.美拉德反应与食品风味[J].肉类工业,2006(6):16-18.

[8] 王建红,王东方,陈洪永,等.水产品中副溶血性弧菌的检测及方法探讨[J].中国卫生检验杂志,2008,18(2):360-361.

[9] 周燕,陈孟权,陈新元,等.海产品中副溶血性弧菌的快速检测方法[J].中国预防兽医学报,2011,21(8):1952-1955.

[10] 纪懿芳,胡文忠,姜爱丽,等.海产品中副溶血弧菌检测方法研究进展[J].食品工业科技,2015,36(5):365-369.