

贵阳市市售糟辣椒微生物污染状况调查分析

向婧姝¹, 周 藜^{1*}, 周 倩¹, 陈东生², 张德著¹, 黄康敏¹, 黄靖宇¹

(1. 贵州省疾病预防控制中心, 贵阳 550004; 2. 贵州医科大学, 贵阳 550004)

摘 要: **目的** 了解贵阳市市售糟辣椒的微生物污染现状。**方法** 以随机采样的方式, 在贵阳市的农贸市场、副食品店、超市和便利店共采集 120 份糟辣椒样品。按照 GB 4789《食品安全国家标准 食品微生物学检验》中的相关方法检测大肠菌群、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和蜡样芽胞杆菌。采用 PCR 方法对检出的食源性致病菌进行毒力基因检测。**结果** 依据 DBS52/012-2016《食品安全地方标准 贵州发酵辣椒制品》中微生物的限量要求, 120 份样品的合格率为 98.33%, 不合格指标为大肠菌群。未检出沙门氏菌与金黄色葡萄球菌。样品中蜡样芽胞杆菌的检出率为 55.00%。66 株蜡样芽胞杆菌共发现 20 种毒力基因携带模式, 其中 *entFM*、*nheA*、*nheB*、*nheC*、*hblA*、*hblD*、*hblC*、*bceT*、*ces* 的检出率分别为 96.97%、95.45%、92.42%、92.42%、66.67%、62.12%、57.58%、22.73%、9.09%, 未检出 *cytK* 基因。**结论** 贵阳市市售糟辣椒的合格率高, 但样品中蜡样芽胞杆菌的检出及多种毒力基因的携带, 提示了食品安全隐患的存在。

关键词: 糟辣椒; 微生物污染; 蜡样芽胞杆菌; 毒力基因

Investigation and analysis on microbial contamination status of sold Zao pepper in Guiyang city

XIANG Jing-Shu¹, ZHOU Li^{1*}, ZHOU Qian¹, CHEN Dong-Sheng², ZHANG De-Zhu¹, HUANG Kang-Min¹, HUANG Jing-Yu¹

(1. Guizhou Center for Disease Control and Prevention, Guiyang 550004, China;
2. Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China)

ABSTRACT: Objective To understand the current microbial contamination status of sold Zao pepper in Guiyang city. **Methods** A total of 120 samples of Zao pepper were collected randomly from farmers' markets, grocery stores, supermarkets, and convenience stores in Guiyang city. Coliforms, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* were detected according to GB 4789 National food safety standard-Food microbiology examination. The virulence genes of foodborne pathogens were detected by using PCR method. **Results** According to the microbial limit requirements in DBS52/012-2016 Local food safety standard- Fermented pepper products of Guizhou, the qualified rate of 120 samples was 98.33%, and the unqualified index was coliform bacteria. No *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* were detected. The detection rate of *Bacillus cereus* in the samples was 55.00%. A total of 20 toxigenic patterns were found in 66 strains of *Bacillus cereus*, the detection rates of *entFM*, *nheA*, *nheB*, *nheC*, *hblA*, *hblD*, *hblC*, *bceT* and *ces* were 96.97%, 95.45%, 92.42%, 92.42%, 66.67%, 62.12%, 57.58%, 22.73% and 9.09%, respectively, and *cytK* gene was not detected. **Conclusion** The qualified rate of the Zao peppers sold in Guiyang is

基金项目: 贵州省疾病预防控制中心青年基金项目(2018-E2-2 青)

Fund: Supported by Youth Fund Project of Guizhou Center for Disease Control and Prevention (2018-E2-2Qing)

*通讯作者: 周藜, 硕士, 主任技师, 主要研究方向为食品安全风险监测与评估。E-mail: zhouli0812@126.com

*Corresponding author: ZHOU Li, Master, Chief Technician, Guizhou Center for Disease Control and Prevention, Guiyang 550004, China. E-mail: zhouli0812@126.com

high, but the detection of *Bacillus cereus* and the carrying of multiple virulence genes in the samples indicate the existence of hidden food safety hazards.

KEY WORDS: Zao pepper; microbial contamination; *Bacillus cereus*; virulence gene

1 引言

糟辣椒是贵州特色的发酵型调味品,以鲜辣椒为原料,洗净去蒂后辅以姜、蒜,剁碎后加入盐、糖、白酒等辅料密封装坛,经过一段时间的自然发酵后即可食用。因其酸爽可口、风味独特、香辣适中,而备受贵州人民喜爱。糟辣椒的发酵过程是在多种微生物的协调作用下完成的,这些微生物形成了复杂的菌群结构。有研究报道显示,糟辣椒的发酵以乳酸菌为优势菌群^[1,2]。但自然发酵期间微生物消长难以控制,因此易出现储藏时间短、品质不稳定、风味易改变、表面易“生花”等现象^[1]。贵州人民偏爱食用自制糟辣椒,且有生食的习惯。为了解贵阳市市售的糟辣椒卫生质量,本研究通过随机采集贵阳市农贸市场、副食品店、超市和便利店等市售糟辣椒,进行微生物污染状况调查,评价其食用安全性,相关数据将为糟辣椒产品的监管和食源性疾病的预警提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 样品采集

以随机采样的方式,在贵州省贵阳市采集 120 份糟辣椒样品:60 份为经营户自制散装糟辣椒,采自农贸市场及副食品店;另外 60 份为加工企业生产销售的瓶装糟辣椒成品,采自超市及便利店。

2.2 仪器与试剂

BSA4202S-CW 电子天平(德国 Sartorius 公司); BF115 强制对流培养箱(德国 Binder 公司); VITEK 2 Compact 全自动微生物鉴别系统(法国生物梅里埃公司); T100 梯度 PCR 扩增仪、PowerPac Basic 电泳仪、Gel Doc XR+凝胶成像系统(美国 Bio-Rad 公司); 结晶紫中性红胆盐琼脂(violet red bile agar, VRBA)、煌绿乳糖胆盐肉汤(brilliant green lactose bile brogh, BGLB)、缓冲蛋白胨水(buffered peptone water, BPW)、四硫磺酸钠煌绿增菌液(tatrathionate broth, TTB)、亚硒酸盐胱氨酸增菌液(selenite cystine, SC)、亚硫酸铋琼脂(bismuth sulfite agar, BS)、木糖赖氨酸脱氧胆盐琼脂(xylose lysine deoxycholate agar, XLD)、Baird-Parker 琼脂、甘露醇卵黄多粘菌素琼脂基础(mannitol-egg-yolk-polymyxin agar base, MYP)(北京陆桥技术股份有限公司); 氯化钠(分析纯,国药集团化学试剂有限公司); GN、GP、BCL 生化鉴定卡(法国生物梅里埃公司); PCR 引物(北京天一辉远生物科技有限公司); 2×PCR Solution

Premix Taq(日本 Takara 公司)。

2.3 质量控制

实验用培养基和试剂均经技术验收合格,所用仪器均经过检定或校准。实验同时采用购自美国菌种保藏中心的大肠埃希氏菌(ATCC 25922)、沙门氏菌(ATCC 14028)、金黄色葡萄球菌(ATCC 6538)与购自中国菌种保藏中心的蜡样芽胞杆菌(CMCC 63303)作质控对照。

2.4 实验方法

2.4.1 样品微生物指标检测

样品按照 GB 4789.3-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》^[3]、GB 4789.4-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》^[4]、GB 4789.10-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》^[5]以及 GB 4789.14-2014《食品安全国家标准 食品微生物学检验 蜡样芽胞杆菌检验》^[6]的相关方法对 4 项微生物指标(大肠菌群计数、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌计数以及蜡样芽胞杆菌计数)进行检测。

2.4.2 蜡样芽胞杆菌毒力基因检测

取样品中分离到的蜡样芽胞杆菌过夜肉汤培养物,水煮法提取其基因组 DNA,具体方法参考文献^[7]。采用多重 PCR 的方法检测蜡样芽胞杆菌的 10 个毒力基因(*nheA*、*nheB*、*nheC*、*hblA*、*hblC*、*hblD*、*cytKI*、*ces*、*entFM*、*bceT*)。10 对毒力基因的引物设计及扩增条件参考文献^[7],引物序列及扩增片段大小见表 1。

2.5 评价标准

依据 DBS52/012-2016《食品安全地方标准 贵州发酵辣椒制品》^[8],对样品进行评价。

2.6 统计分析

检测数据的统计分析采用软件 SPSS 19,统计分析方法为 *t* 检验和 χ^2 检验,显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

3 结果与分析

3.1 糟辣椒样品的微生物污染状况

对 120 份样品进行 4 项微生物指标的检测,结果大肠菌群检出率为 1.67%(2/120),经鉴定,2 份散装糟辣椒样品中检出了阴沟肠杆菌。未检出沙门氏菌与金黄色葡萄球菌。依据 DBS52/012—2016 微生物指标的限量要求,样品的合格率为 98.33%。蜡样芽胞杆菌检出率为 55.00%(66/120),因地方标准中无蜡样芽胞杆菌限量要求,故对该指标不作

合格评价。不同包装类型的样品蜡样芽胞杆菌的检出率有差异, 其中散装样品的检出率为 90.00%(54/60), 瓶装样品的检出率为 20.00%(12/60), 瓶装样品和散装样品检出率差异有统计学意义($\chi^2=59.39, P<0.01$); 检测结果见表 2。

3.2 糟辣椒样品的蜡样芽胞杆菌污染水平分布

在 66 份污染了蜡样芽胞杆菌的糟辣椒样品中, 散装样

品中的蜡样芽胞杆菌数量大多集中在 10~100 CFU/g, 占样品总数的 60.71%。而瓶装样品中的蜡样芽胞杆菌数量大多 <10 CFU/g, 占样品总数的 81.81%, 污染水平分布见表 3。其中散装样品的计数结果几何均数为(60.26±3.02) CFU/g, 瓶装样品的计数结果几何均数为(13.49±2.13) CFU/g, 散装样品的污染水平极显著高于瓶装样品($t=7.601, P<0.01$)。

表 1 蜡样芽胞杆菌毒力基因引物序列及扩增产物大小
Table 1 Primer sequences of virulence genes of *Bacillus cereus* and sizes of amplified products

目的基因	引物名称	引物序列 5'—3'	产物大小/bp
<i>nheA</i>	<i>nheA</i> -F	GAGGGGCAAACAGAAGTGAA	186
	<i>nheA</i> -R	TGCGAACTTTTGATGATTCG	
<i>nheB</i>	<i>nheB</i> -F	CCGCTTCTGCAAAATCAAAT	281
	<i>nheB</i> -R	TGCGCAGTTGTAACCTGTCC	
<i>nheC</i>	<i>nheC</i> -F	ACATCCTTTTGACAGCAGAAC	618
	<i>nheC</i> -R	CCACCAGCAATGACCATATC	
<i>hblC</i>	<i>hblC</i> -F	CGAAAATTAGGTGCGCAATC	411
	<i>hblC</i> -R	TAATATGCCTTGCGCAGTTG	
<i>hblD</i>	<i>hblD</i> -F	AGATGCTACAAGACTCAAAGGGAACTAT	205
	<i>hblD</i> -R	TGATTAGCACGATCTGCTTTCATACTT	
<i>hblA</i>	<i>hblA</i> -F	ATTAATACAGGGGATGGAGAACTT	436
	<i>hblA</i> -R	TGATCCTAATACTTCTTCTAGACGCTT	
<i>cytK</i>	<i>cytK</i> -F	AACAGATATCGGTCAAATGC	623
	<i>cytK</i> -R	CGTGCACTGTTCATGAGG	
<i>ces</i>	<i>ces</i> -F	GGTGACACATTATCATATAAGGTG	1271
	<i>ces</i> -R	GTAAGCGAACCTGTCTGTAACAACA	
<i>entFM</i>	<i>entFM</i> -F	CAAAGACTTCGTAACAAAAGGTGGT	290
	<i>entFM</i> -R	TGTTTACTCCGCCTTTTACAACTT	
<i>bceT</i>	<i>bceT</i> -F	AGCTTGGAGCGGAGCAGACTATGT	701
	<i>bceT</i> -R	GTATTCTTTCCCGCTTGCTTTT	

表 2 糟辣椒样品的微生物检测结果(检出率, %)
Table 2 Microbiological test results of Zao pepper samples (detection rate, %)

	样品数量(n)	大肠菌群	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌	蜡样芽胞杆菌
散装样品	60	3.33	0	0	90.00
瓶装样品	60	0	0	0	20.00
合计	120	1.67	0	0	55.00

表 3 不同包装类型糟辣椒样品的蜡样芽胞杆菌污染水平分布(%)
Table 3 Distribution of *Bacillus cereus* contamination levels in different packaging types of Zao pepper samples (%)

芽胞杆菌/(CFU/g)	<10	10~100	100~1000	>1000
散装样品	10.71	60.71	28.57	0
瓶装样品	81.81	9.09	9.09	0

3.3 蜡样芽胞杆菌的毒力基因检测结果

对分离的 66 株蜡样芽胞杆菌的 10 个毒力基因进行了 PCR 检测, 结果 *entFM* 基因检出率最高, 为 96.97%, *nheA* 为 95.45%, *nheB* 和 *nheC* 都为 92.42%, *hblA* 为 66.67%, *hblD* 为 62.12%, *hblC* 为 57.58%, *bceT* 为 22.73%, *ces* 为 9.09%, 未检出 *cytK* 基因。同时携带 *nhe* 3 个基因者达 86.36%

(57/66), 同时携带 *hbl* 3 个基因者达 51.52%(34/66), 同时携带 *nhe* 3 个基因及 *hbl* 3 个基因者达 46.97%(31/66), 检出情况见表 4。共检出 20 种基因模式, 所有菌株至少携带 3 种毒力基因, 最多携带 9 种毒力基因, 检测结果见表 5。“*nheA*\B\C-*hblA*\C\D-*entFM*” 检出率最高, 为 31.82%(21/66); 其次是“*nheA*\B\C-*entFM*”, 为 19.70%(13/66)。

表 4 蜡样芽胞杆菌毒力基因检出情况
Table 4 Detection status of virulence genes of *Bacillus cereus*

毒力基因	检出数/株	检出率/%	散装样品		瓶装样品	
			检出数/株	检出率/%	检出数/株	检出率/%
<i>hblA</i>	44	66.67	36	66.67	8	66.67
<i>hblC</i>	38	57.58	34	62.96	4	33.33
<i>hblD</i>	41	62.12	37	68.52	4	33.33
<i>nheA</i>	63	95.45	51	94.44	12	100.00
<i>nheB</i>	61	92.42	49	90.74	12	100.00
<i>nheC</i>	61	92.42	51	94.44	10	83.33
<i>entFM</i>	64	96.97	54	100.00	10	83.33
<i>cytK</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>bceT</i>	15	22.73	11	20.37	4	33.33
<i>ces</i>	6	9.09	4	7.41	2	16.67
<i>hblA+hblC+hblD</i>	34	51.52	30	55.56	4	33.33
<i>nheA+nheB+nheC</i>	57	86.36	47	87.04	10	83.33
<i>hblA+hblC+hblD+nheA+nheB+nheC</i>	31	46.97	29	53.70	2	16.67

表 5 糟辣椒样品蜡样芽胞杆菌毒力基因携带模式
Table 5 Toxigenic patterns of *Bacillus cereus* in Zao pepper samples

基因模式	<i>nheA</i>	<i>nheB</i>	<i>nheC</i>	<i>hblA</i>	<i>hblC</i>	<i>hblD</i>	<i>cytK</i>	<i>ces</i>	<i>entFM</i>	<i>bceT</i>	目的基因携带率/%
I	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	31.82(21/66)
II	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	19.70(13/66)
III	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	12.12(8/66)
IV	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	4.55(3/66)
V	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	3.03(2/66)
VI	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	3.03(2/66)
VII	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	3.03(2/66)
VIII	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	3.03(2/66)
IX	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	23.03(2/66)
X	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	1.52(1/66)
XI	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	1.52(1/66)
XII	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	1.52(1/66)
XIII	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	1.52(1/66)

续表 5

基因模式	<i>nheA</i>	<i>nheB</i>	<i>nheC</i>	<i>hbla</i>	<i>hblC</i>	<i>hblD</i>	<i>cytK</i>	<i>ces</i>	<i>entFM</i>	<i>bceT</i>	目的基因携带率/%
XIV	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	1.52(1/66)
XV	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	1.52(1/66)
XVI	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	1.52(1/66)
XVII	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	1.52(1/66)
XVIII	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	1.52(1/66)
XIX	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	1.52(1/66)
XX	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	1.52(1/66)

注: +为携带, -为不携带。

4 结论与讨论

依据 DBS52/012—2016, 本次调查的 120 份糟辣椒样品合格率较高, 仅有 2 份自制散装糟辣椒样品检出大肠菌群, 经鉴定为阴沟肠杆菌。阴沟肠杆菌在自然界广泛分布, 存在于人和动物的肠道中, 近几年关于其引起水源性、食源性疾病的报道屡见不鲜^[9]。本研究在散装糟辣椒中检出阴沟肠杆菌, 提示样品在制作过程中可能受到了污染, 存在引起食源性疾病的风险。

本研究显示, 55.00%的样品检出了蜡样芽胞杆菌。蜡样芽胞杆菌是一种常见的食源性条件致病菌, 目前我国对蜡样芽胞杆菌的食物中毒实验室诊断标准为数量 $\geq 10^5$ CFU/g^[10]。然而, 近年来低剂量蜡样芽胞杆菌引起食物中毒的事件屡见报道。四川省某小学 120 名学生因食用被蜡样芽胞杆菌(2.2×10^4 CFU/g)污染的米饭出现腹泻症状^[11]; 云南省某厂 14 名职工因食用被蜡样芽胞杆菌(8.0×10^3 CFU/g)污染的卷粉汤出现呕吐症状^[12]。蜡样芽胞杆菌导致食物中毒主要是因其产生呕吐毒素和腹泻毒素引起。呕吐毒素由 *ces* 基因编码, 腹泻毒素主要包括非溶血性肠毒素 *Nhe*、溶血性肠毒素 *BL*、细胞毒素 *K(cytK)*、肠毒素 *T(bceT)* 和肠毒素 *FM(entFM)* 等 5 种^[13]。中毒株多含有一种或多种毒素^[14,15], 本次监测样品分离的 66 株蜡样芽胞杆菌, *entFM* 基因 *nhe* 基因的检出率较高, 与文献报道相同^[16-18], 提示肠毒素 *FM* 与和非溶血性肠毒素 *Nhe* 可能为贵阳市市售糟辣椒中蜡样芽胞杆菌的主要毒力因子。蜡样芽胞杆菌的致病性强弱与其毒力因子有关, 复合型毒素 *Nhe* 的 3 个基因(*nheA*、*nheB*、*nheC*)均为阳性时其毒力达到最大, 含有溶血素 *BL* 全部基因(*hbla*、*hblC*、*hblD*)的菌株才会产生溶血素^[19], 本次分离的蜡样芽胞杆菌, 83.33%携带复合型毒素 *Nhe* 基因, 33.33%携带复合型溶血素 *BL* 基因, 提示这些样品可能导致腹泻。菌株的呕吐毒素 *ces* 基因检出率较低, 与文献报道一致^[18,20]。有 6 株菌同时携带 *ces* 和复合型非溶血素 *Nhe* 基因/复合型溶血素 *BL* 基因, 提示了可能

同时导致腹泻和呕吐的风险。本研究结果显示, 贵阳市市售糟辣椒制品的蜡样芽胞杆菌检出率较高, 且均携带一种或多种毒力基因, 提示了糟辣椒存在一定食用安全隐患。因此, 课题组将进一步加大糟辣椒样品的监测范围, 开展不同发酵和保存时期微生物污染状况调查, 获取更多监测数据, 为贵州省食品安全地方标准发酵辣椒制品的修订提供依据, 以确保食用安全性。

本研究结果显示, 瓶装样品的卫生状况明显优于散装样品。市售的瓶装糟辣椒多为正规食品加工企业制作, 有较健全的制度管理规范以及良好的生产加工环境, 部分糟辣椒出厂前或经热油翻炒, 有效避免了细菌孳生。而本次监测的自制散装糟辣椒多为经营户自制, 加工制作以及环境卫生状况难以保障, 故而卫生质量相对较差。因此, 食品监管部门应当加大监管力度, 同时加强对经营户的宣传教育, 避免食品安全事故的发生。

参考文献

- [1] 曾海英, 秦礼康, 江萍. 糟辣椒中乳酸菌的鉴定及生物学特性比较研究[J]. 中国酿造, 2002, 123: 15-21.
Zeng HY, Qin LK, Jiang P. Identification and biological characteristics of lactic acid bacteria in zao pepper-a fermented pepper [J]. China Brew, 2002, 123: 15-21.
- [2] 秦礼康, 江萍, 张倩, 等. 菌群强化与直接装瓶发酵糟辣椒生产工艺研究[J]. 食品科学, 2004, 25(3): 96-101.
Qin LK, Jiang P, Zhang Q, et al. Study on processing technology of zao pepper through microflora intensification and directbottle-filling fermentation [J]. Food Sci, 2004, 25(3): 96-101.
- [3] GB 4789.3-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数[S].
GB 4789.3-2010 National food safety standard-Food microbiological examination-Coliform count [S].
- [4] GB 4789.4-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验[S].
GB 4789.4-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-Salmonella test [S].
- [5] GB 4789.10-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄

- 球菌检验[S].
GB 4789.10-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-*Staphylococcus aureus* test [S].
- [6] GB 4789.14-2014 食品安全国家标准 食品微生物学检验 蜡样芽胞杆菌检验[S].
GB 4789.14-2014 National food safety standard-Food microbiological examination-*Bacillus cereus* test [S].
- [7] 周倩, 周黎, 田鹏, 等. 贵州省食源性蜡样芽胞杆菌毒力基因及耐药药研究[J]. 现代预防医学, 2019, 46(11): 2019-2023.
Zhou Q, Zhou L, Tian P, *et al.* Virulent gene profiles and antimicrobial resistance of foodborne *Bacillus cereus*, Guizhou [J]. Mod Prev Med, 2019, 46(11): 2019-2023.
- [8] DBS52/012-2016 食品安全地方标准 贵州发酵辣椒制品[S].
DBS52/012-2016 Local food safety standard-Fermented pepper products of Guizhou [S].
- [9] 高慧娟, 张晓怡, 方惠千. 一起由阴沟肠杆菌引起的食物中毒流行病学调查分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2016, (18): 2711-2712.
Gao HJ, Zhang XY, Fang HQ. Epidemiological investigation and analysis of food poisoning caused by *Enterobacter cloacae* [J]. Chin J Health Lab Technol, 2016, (18): 2711-2712.
- [10] WS/T 82-1996 蜡样芽胞杆菌食物中毒诊断标准及处理原则[S].
WS/T 82-1996 Diagnostic criteria and management principles of *Bacillus cereus* food poisoning [S].
- [11] 张文增, 刘祖阳, 兰真, 等. 一起疑似蜡样芽胞杆菌食物中毒事件调查 [J]. 预防医学, 2017, 29(7): 721-726.
Zhang WZ, Liu ZY, Lan Z, *et al.* Investigation on a food poisoning case caused by *Bacillus cereus* [J]. Prev Med, 2017, 29(7): 721-726.
- [12] 向正华, 张轶群, 罗玉田, 等. 一起由蜡样芽胞杆菌引起的食物中毒调查分析[J]. 职业与健康, 2005, 21(5): 702-703.
Xiang ZH, Zhang YQ, Luo YT, *et al.* Investigation and analysis of food poisoning caused by *Bacillus cereus* [J]. Occupat Health, 2005, 21(5): 702-703.
- [13] Rather MA, Aulakh RS, Gill JPS, *et al.* Direct detection of *Bacillus cereus* and its enterotoxigenic genes in meat and meat products by polymerase chain reaction [J]. J Adv Vet Res, 2011, 1(3): 99-104.
- [14] 倪刚, 倪文玲, 何美红, 等. 一起蜡样芽胞杆菌食物中毒分离株的毒力基因分析研究[J]. 现代预防医学, 2016, 43(13): 2439-2441.
Ni G, Ni WL, He MH, *et al.* Analysis of *Bacillus cereus* virulence gene: a food poisoning case study [J]. Mod Prev Med, 2016, 43(13): 2439-2441.
- [15] Dierick K, Coillie EV, Swiecicka I, *et al.* Fatal family outbreak of *Bacillus cereus*-associated food poisoning [J]. J Clin Microbiol, 2005, 43(8): 4277-4279.
- [16] 谢爱蓉, 吴可可, 李毅, 等. 温州市市售奶粉蜡样芽胞杆菌污染情况调查及毒力基因分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(23): 2930-2932.
Xie AR, Wu KK, Li Y, *et al.* Surveillance of microbial contamination in milk powder sold in Wenzhou [J]. Chin J Health Lab Technol, 2018, 28(23): 2930-2932.
- [17] 闫韶飞, 闫旭, 甘辛, 等. 我国市售婴儿配方乳粉中蜡样芽胞杆菌污染及其毒力基因调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(3): 286-291.
Yan SF, Yan X, Gan X, *et al.* Survey on contamination of *Bacillus cereus* and its virulence gene profile isolated from retail infant formula milk powder sold in China [J]. Chin J Food Hyg, 2015, 27(3): 286-291.
- [18] 王艳燕, 张慧娟, 冯桃, 等. 海口市 5 类食品中蜡样芽胞杆菌药敏和毒力基因检测及分子分型研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2020, 32(2): 170-174.
Wang YY, Zhang HJ, Feng T, *et al.* Study of the drug sensitivity, virulence genes and molecular typing of *Bacillus cereus* in five foods in Haikou [J]. Chin J Food Hyg, 2020, 32(2): 170-174.
- [19] 庄子慧, 何丽, 郭云昌, 等. 我国食源性蜡样芽胞杆菌毒力基因和药物敏感性研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(3): 198-201.
Zhuang ZH, He L, Guo YC, *et al.* Virulent gene profiles and antibiotic susceptibility of foodborne *Bacillus cereus* in China [J]. Chin J Food Hyg, 2013, 25(3): 198-201.
- [20] 秦丽云, 吕国平, 蔡箴, 等. 石家庄市 131 株食源性蜡样芽胞杆菌毒力基因的分布[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(4): 358-362.
Qin YL, Lv GP, Cai Z, *et al.* Distribution of virulence genes and virulence evaluation of food-borne *Bacillus cereus* in Shijiazhuang city [J]. Chin J Food Hyg, 2015, 27(4): 358-362.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



向婧姝, 硕士, 主管技师, 主要研究方向为食品微生物检测。
E-mail: 437593452@qq.com



周黎, 硕士, 主任技师, 主要研究方向为食品安全风险监测与评估。
E-mail: zhoulili0812@126.com