

## 调查研究

## 湿粉类制品蜡样芽胞杆菌污染风险及控制研究

周璐<sup>1,2</sup>, 郑开伦<sup>2,3</sup>, 黄琼<sup>1,2</sup>, 陈子慧<sup>4</sup>, 宋曼丹<sup>2</sup>, 陈秋霞<sup>2</sup>

(1. 南方医科大学公共卫生学院, 广东 广州 510515; 2. 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 511430; 3. 广州医科大学公共卫生学院, 广东 广州 511436; 4. 广东省公共卫生研究院, 广东 广州 511430)

**摘要:**目的 以广州市为例分析湿粉类制品蜡样芽胞杆菌污染情况和生产加工过程的风险点, 提出相应的控制措施。方法 选择广州市范围生产湿粉类制品的生产单位, 采集生产环节和销售环节样品及同批次产品生产使用的原料, 对蜡样芽胞杆菌进行定量检测。结果 共采集 32 份出厂的湿粉类制品、139 份市售湿粉类制品、32 份原料大米、5 份小麦淀粉、3 份玉米淀粉, 蜡样芽胞杆菌检出率分别为 50.00% (16/32)、43.17% (60/139)、93.75% (30/32)、40.00% (2/5)、66.67% (2/3), 3.60% 的湿粉类制品中蜡样芽胞杆菌含量超过标准限量值, 定量结果分别为  $10\sim 4.97\times 10^4$ 、 $10\sim 2.10\times 10^6$ 、 $10\sim 1.22\times 10^3$ 、 $10\sim 30$ 、 $10$  CFU/g。市售样品四个季度检出率分别为 45.28%、42.50%、31.03%、58.82%, 季度间检出情况无差异。结论 广州市湿粉类制品中蜡样芽胞杆菌的污染情况较为严重, 湿粉类制品的微生物风险控制应着重于原材料清洗彻底、设备清洁、全程冷链运输和储存、控制储存时间以及形成良好的食用习惯等方面。

**关键词:** 湿粉类制品; 蜡样芽胞杆菌; 生产加工过程; 控制措施

中图分类号: R155 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2021)02-0166-05

DOI: 10.13590/j.cjfh.2021.02.008

**Research on the contamination and control measures of *Bacillus cereus* in wet rice products and starch products**

ZHOU Lu<sup>1,2</sup>, ZHENG Kailun<sup>2,3</sup>, HUANG Qiong<sup>1,2</sup>, CHEN Zihui<sup>4</sup>, SONG Mandan<sup>2</sup>, CHEN Qiuxia<sup>2</sup>

(1. School of Public Health, Southern Medical University, Guangdong Guangzhou 510515, China; 2. Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Guangdong Guangzhou 511430, China; 3. School of Public Health, Guangzhou Medical University, Guangdong Guangzhou 511436, China; 4. Guangdong Provincial Institute of Public Health, Guangdong Guangzhou 511430, China)

**Abstract: Objective** To investigate the contamination levels and critical control point of *Bacillus cereus* in wet rice products and starch products and propose control measures. **Methods** Enterprises and workshops that produce wet rice products and starch products in Guangzhou were selected to collect food samples in production and sale. Raw materials including rice and starch were also collected. Quantitative detection of *Bacillus cereus* was carried out. **Results** A total of 32 production samples, 139 sales samples, 32 rice samples and 8 starch samples were collected. The detection rates of *Bacillus cereus* were 50.00% (16/32), 43.17% (60/139), 93.75% (30/32), 40.00% (2/5) and 66.67% (2/3), the exceeding standard rate of *Bacillus cereus* in wet rice products and starch products was 3.60%, while *Bacillus cereus* counts were  $10\sim 4.97\times 10^4$ ,  $10\sim 2.10\times 10^6$ ,  $10\sim 1.22\times 10^3$ ,  $10\sim 30$  and  $10$  CFU/g respectively. There was no significant difference in the positive rates of sales products in four quarters, which were 45.28%, 42.50%, 31.03% and 58.82% respectively. **Conclusion** The contamination of *Bacillus cereus* in wet rice products and starch products in Guangzhou was serious. Microbiological control measures should focus on material rinsing, equipment cleaning, whole-process cold chain transportation and storage, storage time control and formation of good eating habits.

**Key words:** Wet rice products and starch products; *Bacillus cereus*; production process; control measures

收稿日期: 2020-02-04

基金项目: 广东省科技计划项目 (2019B020208005)

作者简介: 周璐 女 硕士生 研究方向为公共卫生 E-mail: zhoulu0629@163.com

通信作者: 黄琼 女 主任医师 研究方向为食源性疾病监测和暴发应对及公共卫生风险评估 E-mail: huangqiong@cdep.org.cn

当前广州市流通的湿粉类制品以淀粉比例30%~100%的湿粉条为主,较少有大米比例超过90%的湿米粉,使用的淀粉种类以小麦淀粉为主,偶有玉米淀粉。研究显示广州居民每天湿河粉消费量平均为60.93 g/d,消费量P95(第95百分位数)为210.00 g/d<sup>[1]</sup>。该类食品含水量高(70%左右)、多为常温储存、营养物质丰富,微生物生长并产生毒素的风险较高。湿粉类制品中的致病菌以蜡样芽胞杆菌、沙门菌和金黄色葡萄球菌为主,近3年来出现数起由唐菖蒲伯克霍尔德菌椰毒亚种导致的米酵菌酸中毒事件<sup>[2-3]</sup>。蜡样芽胞杆菌在湿粉类制品中检出率较高,广西省米粉检出率47.50%<sup>[4]</sup>,长沙市鲜湿米粉检出率53.21%<sup>[5]</sup>,一般认为食品中蜡样芽胞杆菌的风险阈值为10<sup>5</sup> CFU/g。蜡样芽胞杆菌能引起呕吐和腹泻两种类型的疾病,偶有由细胞毒素K和呕吐毒素造成的死亡病例<sup>[6-7]</sup>,呕吐毒素非常稳定,耐热、耐强酸和蛋白酶,日常烹饪手段不能将其去除,同样条件下食品淀粉含量越高,产生的呕吐毒素越多<sup>[8]</sup>;同时蜡样芽胞杆菌能产生抗性高的芽胞,并可附着在不锈钢和塑料等设备上形成难以去除的生物膜<sup>[9]</sup>,使食物被污染的概率增加。

本研究调查的湿粉类制品包括湿米粉和湿粉条等,从外观上较难区分,调查了湿粉类制品中蜡样芽胞杆菌的污染情况,探索食品生产加工和流通过程中的主要影响因素,从而提出高效经济的控制措施。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

#### 1.1.1. 样 品

于2019年11月—2020年9月随机抽取广州市内湿粉类制品生产单位,采集其出厂的粉类制品及该批次使用的原料大米、原料淀粉等样品,同时根据企业提供的销售点信息随机采集市售的湿粉类制品,每份样品500 g,快速无菌封装,粉类制品4℃保存并3 h内送检,原料大米和淀粉常温保存送检。

#### 1.1.2 主要仪器与试剂

VITEK 2 Compact 全自动生化鉴定仪(法国梅里埃)、生化培养箱(美国 SHELLAB)、天平(METTLER TOLEDO, ME3002, 0.01 g)、高压灭菌锅(日本 TOMY, SX-300)。

蜡样芽胞杆菌显色培养基、营养琼脂和蛋白质结晶毒素染色液均购自广东环凯微生物科技有限公司, VITEK 2 Compact BCL 鉴定卡(法国梅里埃)。

## 1.2 方 法

### 1.2.1 蜡样芽胞杆菌的检测

参照 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》<sup>[10]</sup>进行食品样品处理及蜡样芽胞杆菌定性和定量检验,将标准中甘露醇卵黄多黏菌素(MYP)琼脂更换为选择性更好的蜡样芽胞杆菌显色培养基。使用 VITEK 2 BCL 卡进行菌株鉴定,采用根状生长试验和蛋白质毒素结晶试验确证。

### 1.2.2 食品中蜡样芽胞杆菌预测微生物模型

选择现有的相关文献模型数据,结合 Combase 数据库,使用 R 3.5.2 软件和 Origin 8.0 进行数据模拟和分析。

## 1.3 统计 学 分 析

使用 SPSS 19.0 软件进行数据处理和分析,采用 $\chi^2$ 检验对不同原料种类、不同阶段、不同季度的检出率进行比较,采用非参数检验对不同原料种类、不同阶段样品的污染量进行比较,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果 及 分 析

### 2.1 原 料 污 染 情 况

共采集32份原料大米、8份原料淀粉(包括5份小麦淀粉、3份玉米淀粉),蜡样芽胞杆菌定量检测结果如表1所示,检出率分别为93.75%和50.00%(其中小麦淀粉污染率40.00%,玉米淀粉污染率66.67%),污染量均在10~1.2×10<sup>3</sup> CFU/g范围内。原料大米污染率及污染量均高于小麦淀粉和玉米淀粉,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

表1 原料中蜡样芽胞杆菌检出情况

Table 1 Contamination of *Bacillus cereus* in different raw materials

| 样品 | 种类   | 采样份数 | 阳性份数 | 污染率/% | 污染量/(CFU/g)             |
|----|------|------|------|-------|-------------------------|
| 大米 |      | 32   | 30   | 93.75 | 10~1.22×10 <sup>3</sup> |
|    | 小麦淀粉 | 5    | 2    | 40.00 | 10~30                   |
| 淀粉 | 玉米淀粉 | 3    | 2    | 66.67 | 10                      |

### 2.2 湿粉类制品污染情况

共采集32份生产单位出厂时湿粉类制品,蜡样芽胞杆菌检出率为50.00%(16/32),污染量为10~4.97×10<sup>4</sup> CFU/g,阳性样品平均污染水平为2.77 log CFU/g,未见有超过10<sup>5</sup> CFU/g的样品。

共采集139份市售湿粉类制品,蜡样芽胞杆菌检出率为43.17%(60/139),污染量为10~2.10×10<sup>6</sup> CFU/g,平均值为2.82 log CFU/g,5份样品定量结果超过10<sup>5</sup> CFU/g,占全部样品的3.60%(5/139),占阳性样品的8.33%(5/60)。出厂和市售湿粉类制品蜡样芽胞杆菌检出率和污染量差异

表2 湿粉类制品蜡样芽胞杆菌检出情况

Table 2 Contamination of *Bacillus cereus* in different stages of wet rice and starch products

| 样品   | 检测份数 | 阳性份数 | 污染率/% | 污染量/(CFU/g)             | >10 <sup>5</sup> CFU/g 样品份数 | >10 <sup>5</sup> CFU/g 样品占比/% |
|------|------|------|-------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 出厂样品 | 32   | 16   | 50.00 | 10~4.97×10 <sup>4</sup> | 0                           | 0.00                          |
| 市售样品 | 139  | 60   | 43.17 | 10~2.10×10 <sup>6</sup> | 5                           | 3.60                          |

无统计学意义 ( $P>0.05$ ), >10<sup>5</sup> CFU/g 样品占比差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

四个季度湿粉类制品蜡样芽胞杆菌检出情况如表3所示。季度间检出率无差异 ( $P>0.05$ ), 季度间污染量差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。仅第四季度抽检结果未见有污染量超过 10<sup>5</sup> CFU/g 的样品。

表3 市售湿粉类制品四个季度蜡样芽胞杆菌检出情况

Table 3 Contamination of *Bacillus cereus* in samples on sale in different quarters

| 季度                    | 检测份数 | 阳性份数 | 污染率/% | 污染量/(CFU/g)             |
|-----------------------|------|------|-------|-------------------------|
| 第一季度(2020-01—2020-03) | 53   | 24   | 45.28 | 10~1.44×10 <sup>5</sup> |
| 第二季度(2020-04—2020-06) | 40   | 17   | 42.50 | 10~2.10×10 <sup>6</sup> |
| 第三季度(2020-07—2020-09) | 29   | 9    | 31.03 | 10~1.80×10 <sup>6</sup> |
| 第四季度(2019-10—2019-12) | 17   | 10   | 58.82 | 10~3.00×10 <sup>4</sup> |
| 合计                    | 139  | 60   | 43.17 | 10~2.10×10 <sup>6</sup> |

### 2.3 湿粉类制品流通阶段贮藏时间估计

出厂湿淀粉制品的初始污染水平由阳性样品和阴性样品的污染水平求得<sup>[11]</sup>, 阳性样品中蜡样芽胞杆菌污染平均值为 2.77 log CFU/g, 阴性样品中有潜在的蜡样芽胞杆菌含量, 其污染范围为 0~10 CFU/g, 使用 Jarvis 等<sup>[11]</sup> 式计算,  $M = - (2.303/m) \times \lg(Z/N)$ ,  $M$  为实际菌量 (CFU/g),  $m$  为样品检测时质量 (g),  $Z$  为阴性样品数,  $N$  为总检测样品数。本研究  $m$  使用国标规定 25 g,  $Z = 16$ ,  $N = 32$ , 求得  $M = 0.0277$  CFU/g, 即  $-1.56$  log CFU/g。最终求得出厂样品污染平均值为 0.61 log CFU/g。蜡样芽胞杆菌的初级生长模型用来描述食品在不同温度下随时间的生长情况, 次级模型描述环境因素如温度、水分活度等对生长的影响。由于初始污染水平和食品种类接近, 选择林宇斌<sup>[5]</sup> 研究的鲜湿米粉中蜡样芽胞杆菌生长预测模型, 根据次级模型方程求得目标温度下初级模型的参数  $\mu_m$  [最大比生长速率 ( $h^{-1}$ )] 和  $\lambda$  [迟滞期 (h)]。由于样品采集时未发现冷藏销售, 即均为常温贮藏, 为减少不确定性, 将全年各季度平均温度作为湿粉类制品的贮藏温度参考值。原始气温数据来自国家气象科学数据中心 (<http://data.cma.cn/>), 选择 2019 年 10 月—2020 年 9 月的广州市天气数据, 得出四个季度平均气温, 将本研究所各季度市售污染结果根据平均气温代入模型, 即可求得每份样品在流通环节可能的常温贮藏时间如表4所示。第一、第四季度的估计贮藏时间明显高于第二、三季度。

表4 湿粉类制品流通环节常温条件下贮藏时间估计

Table 4 Estimation of the storage time of samples on sale

| 季度   | 平均气温/℃ | 平均污染量/(CFU/g)        | 估计贮藏时间/h |
|------|--------|----------------------|----------|
| 第一季度 | 17.3   | 3.18×10 <sup>2</sup> | 15.03    |
| 第二季度 | 25.1   | 3.98×10 <sup>2</sup> | 5.80     |
| 第三季度 | 28.6   | 2.87×10 <sup>3</sup> | 5.18     |
| 第四季度 | 19.9   | 2.36×10 <sup>3</sup> | 12.74    |

### 3 讨论

本研究所得市售湿粉类制品蜡样芽胞杆菌检出率为 43.17%, 与广西和湖南等省份检出情况一致。湿粉类制品不同阶段样品及原材料的检测结果表明, 蜡样芽胞杆菌的污染和繁殖受到多方面因素的综合作用, 包括原料、生产加工过程、销售阶段贮藏时间和温度等都直接影响湿粉类制品食用前蜡样芽胞杆菌及毒素的含量。林宇斌<sup>[5]</sup> 对鲜湿米粉中的蜡样芽胞杆菌进行定量风险评估发现, 影响食用前最终污染水平的核心参数依次为初始污染水平、贮藏时间、贮藏温度, 本研究结果与其基本一致。为了降低消费者食用湿粉类制品造成的微生物风险, 需要从以下 4 个方面进行控制。

首先是对原材料的控制。大米是蜡样芽胞杆菌最常见的污染食品, 本研究得出原料大米和原料淀粉均有不同程度的污染, 大米污染率 93.75%, 小麦淀粉和玉米淀粉污染率分别为 40.00% 和 66.67%, 课题组后期对原料的相关检查结果显示, 小麦淀粉污染率高达 83.33%, 提示原料大米和淀粉被蜡样芽胞杆菌污染情况较为严重。湿粉类制品生产前原料的处理工序一般仅包括对大米的清洁, 淀粉则经过搅拌直接添加。前期调查显示相关企业的原料处理流程一般为大米用自来水常温浸泡 1~2 h, 清洗 1~2 次后抽吸至机器内磨浆, 淀粉加自来水搅拌 0.5 h 之后与米浆混合/不混合。首先, 蜡样芽胞杆菌含量超过一定范围时, 会在设备表面形成难以消除的生物膜, 生物膜难以彻底清除, 还可能为其他致病菌和腐败菌提供庇护, 使设备污染食品的概率大大增加<sup>[9]</sup>。其次, 大米可能会出现清洗不完全的现象, 使原料中蜡样芽胞杆菌和芽胞继续带入生产加工的下个阶段。此外, 蜡样芽胞杆菌的芽胞可耐受熟制过程的高温, 可存留于食品中并在适当条件下萌发。因此, 原材料的选择和预处理

对湿粉类制品的生产具有重要意义,由于芽胞的高抗性,大米和淀粉等原材料被蜡样芽胞杆菌污染的概率难以降低,但可以经过一定处理,降低经由原材料途径进入生产加工过程的蜡样芽胞杆菌及芽胞数量,比如控制大米清洗次数和浸泡时间、浸泡容器的及时有效清洁等措施。

其次是对生产加工过程的控制。生产加工过程的控制目的主要是为了降低食品中微生物的初始污染水平。湿粉类制品生产流程中包括蒸熟成型、摊凉和切条。蒸熟工艺一般温度范围  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,时间  $40 \sim 120\text{ s}$  不等,此过程虽然可对食品中微生物起到一定的杀灭作用,但由于湿粉类制品有一定厚度,对位于食品中心的微生物和抗性强的芽胞等几乎没有作用。用于食品摊凉或吹凉的传送带为节约空间一般设计为上下重叠型装置,之后再直接卷为“肠粉”或经过工具切条、切片形成“河粉”“裸条”。实际调查发现,企业用于清洗生产设备的方法主要是清水冲洗,用于吹凉的风扇和食品切割装置几乎从不清洗,用于输送原料和浆料的管道存在许多弯折处,极易淤积各种残留物,引起微生物滋生及生物膜和芽胞的形成,蜡样芽胞杆菌的芽胞对各种极端环境如高温、酸性、高盐等都有一定的抵抗能力,对某些抑菌剂或杀菌剂也有抵抗力。因此对生产设备的及时和有效清洁是降低食品初始污染水平的关键。

此外,微生物的生长抑制对贮藏温度提出了挑战。本研究得出四个季度之间市售湿粉类制品蜡样芽胞杆菌检出率没有差异,与文献报道的夏季较高存在出入,推测可能是由于新冠肺炎疫情影响,各生产单位增加日常消毒措施和工人防护,使2020年前三个季度样品中蜡样芽胞杆菌的初始污染情况得到一定程度改善,也不能排除由于广州2~3月份回南天和5~9月份高温天气,生产单位添加食品添加剂抑制了蜡样芽胞杆菌的生长。第二、第三季度广州市平均温度较高,食品中蜡样芽胞杆菌检出率无明显差别,推测是由于污染率主要与出厂时污染有关,受后续环境污染可能性较小,而蜡样芽胞杆菌由于芽胞和生物膜的存在,在生产单位的污染可能不受温度影响,此外在高温天气,添加食品添加剂的概率可能增加;第二、第三季度蜡样芽胞杆菌最高检出量比第一季度高  $1 \sim 2\text{ log CFU/g}$ ,主要是由于贮藏温度高使微生物生长速率加快。对比不同食品基质中蜡样芽胞杆菌的生长模型<sup>[12-13]</sup>可以看出  $30\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  是蜡样芽胞杆菌的最适生长温度,在该温度范围下,食物中蜡样芽胞杆菌生长的迟滞期不明显,且生长迅速,可在6 h内迅速达到文

献报道的产毒浓度 ( $5.5 \sim 6.5\text{ log CFU/g}$ )<sup>[13]</sup>。广州地处南方地区,常年炎热,尤其是夏季(6~8月份)采样时温度可达  $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,蜡样芽胞杆菌生长速度较快,超过风险阈值而引起食品安全事故的概率较高。鲜湿米粉的生长预测模型<sup>[5]</sup>数据显示,  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  保存时迟滞期为  $12.46\text{ h}$ ,初始接种量  $2.26\text{ log CFU/g}$ ,24 h时菌量增至  $3.9\text{ log CFU/g}$ ,30 h时菌量增至  $5\text{ log CFU/g}$ ,此外有文献报道<sup>[14]</sup>初始污染量  $3.0\text{ log CFU/g}$  的米饭在  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  保存72 h仍未产生肠毒素,因此为了降低风险和满足销售需求,建议生产企业统一冷链配送、销售端冷链售卖,冷链控制的最高温度为  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

最后,在控制贮藏温度之外,还应控制食品的贮藏时间。本研究采集的市售湿粉类制品推测的贮藏时间在第一和第四季度分别可能为  $15.03$  和  $12.74\text{ h}$ ,第二和第三季度时间较短。实际走访中发现企业销售过程中有跨区域甚至跨市配送现象,销往小餐饮店、流动摊档等处的湿粉类制品在食用时贮藏时间部分已超过  $24\text{ h}$ 。从各类食物中蜡样芽胞杆菌的生长模型可以看出,冷藏保存不能阻止细菌增殖,仅减缓增长速度、增加迟滞时间,且多项研究已证明存在冷藏温度下可以生长和产毒的蜡样芽胞杆菌,FINLAY等<sup>[15]</sup>发现  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  贮存96 h后菌量由  $3.0\text{ log CFU/g}$  增至  $(4.40 \pm 1.04)\text{ log CFU/g}$ ,以及WANG等<sup>[14]</sup>发现在  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  贮存18 h后菌量由  $3.0\text{ log CFU/g}$  增至  $5.4\text{ log CFU/g}$ ,均会产生呕吐毒素,而呕吐毒素经过  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $120\text{ min}$  处理后仍不能被灭活。换言之,食品如果在冷藏温度下长时间储存,仍可能会导致蜡样芽胞杆菌增殖至产毒剂量,即使在食用前经过热处理,也不一定能降低食品中呕吐毒素的中毒风险。因此建议湿粉类制品从生产过程到销售阶段全过程限制在  $18\text{ h}$  内,销售环节一旦发现销售端超出保质期的食品应统一集中处理或销毁,相关部门应当对餐饮从业人员和食品销售人员进行卫生培训,对消费者进行食品安全风险宣教,减少不良的食用习惯,保证即买即食、冷藏保存以及食用前充分烹煮。

广州市市售湿粉类制品中蜡样芽胞杆菌的污染情况较为严重,检出率  $43.17\%$ , $3.60\%$  的市售湿粉类制品中蜡样芽胞杆菌含量超过风险阈值  $10^5\text{ CFU/g}$ 。由于蜡样芽胞杆菌在食品中的生长与初始污染水平、贮藏温度和贮藏时间有关,因此对湿粉类制品的微生物风险控制应着重于原材料清洗彻底、设备清洁、全程冷链运输和储存、控制储存时间以及形成良好的食用习惯等方面。

## 参考文献

- [1] 张维蔚,刘于飞,梁伯衡,等. 广州市米粉制品超范围使用脱氢乙酸情况调查及居民暴露水平分析[J]. 中国卫生检验杂志,2018,28(18):2293-2295, 2298.
- [2] LI J, ZHOU L, LONG C, et al. An investigation of bongkreik acid poisoning caused by consumption of a nonfermented rice noodle product without noticeable signs of spoilage[J]. Journal of Food Protection,2019,82(10):1650-1654.
- [3] 林宇斌,林亲录,李安平,等. 湿米粉微生物污染现状及防控技术[J]. 公共卫生与预防医学,2015,26(1):76-79.
- [4] 诸葛石养,苏爱荣,李秀桂. 广西米面制品蜡样芽孢杆菌污染分布及耐药性研究[J]. 中国卫生检验杂志,2014,24(18):2661-2662,2672.
- [5] 林宇斌. 鲜湿米粉中蜡样芽孢杆菌定量风险评估[D]. 长沙:中南林业科技大学,2015.
- [6] LUND T, DE BUYSER M L, GRANUM P E. A new cytotoxin from *Bacillus cereus* that may cause necrotic enteritis [J]. Molecular Microbiology,2000,38(2):254-261.
- [7] MAHLER H, PASI A, KRAMER J M, et al. Fulminant liver failure in association with the emetic toxin of *Bacillus cereus*[J]. The New England Journal of Medicine,1997,336(16):1142-1148.
- [8] JÄÄSKELÄINEN E L, HÄGGBLÖM M M, ANDERSSON M A, et al. Potential of *Bacillus cereus* for producing an emetic toxin, cereulide, in bakery products: quantitative analysis by chemical and biological methods[J]. Journal of Food Protection,2003,66(6):1047-1054.
- [9] KUMARI S, SARKAR P. *Bacillus cereus* hazard and control in industrial dairy processing environment[J]. Food Control,2016,69:20-29.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 蜡样芽孢杆菌检验;GB 4789.14—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [11] 董庆利. 蒸煮米饭中蜡样芽孢杆菌的定量暴露评估[J]. 食品科学,2013,34(21):306-310.
- [12] JUNEJA V K, GOLDEN C E, MISHRA A, et al. Predictive model for growth of *Bacillus cereus* during cooling of cooked rice [J]. International Journal of Food Microbiology,2019,290:49-58.
- [13] 王彤,林露,胡洁云,等. 基于米饭中蜡样芽孢杆菌初级生长模型的产毒预测[J]. 中国食品学报,2017,17(1):230-239.
- [14] WANG J, DING T, OH D H. Effect of temperatures on the growth, toxin production, and heat resistance of *Bacillus cereus* in cooked rice [J]. Foodborne Pathogens and Disease,2014,11(2):133-137.
- [15] FINLAY W J, LOGAN N A, SUTHERLAND A D. *Bacillus cereus* produces most emetic toxin at lower temperatures [J]. Letters in Applied Microbiology,2000,31(5):385-389.

## 风险监测

## 2011—2019年北京市市售保健食品微生物学检验结果与分析

井良义,刘文杰,王珏,陈卓,杨灿,徐璐,郝运伟,牛振东

(北京市药品检验所 中药成分分析与生物评价北京市重点实验室,北京 102206)

**摘要:**目的 了解北京市市售保健食品的微生物污染情况,为保健食品安全质量保障提供科学依据。方法 对2011—2019年北京市市售的4325份保健食品按GB 4789规定方法检测菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母、致病菌及其他污染菌,并进行统计与分析。结果 4325份保健食品总合格率为98.71%(4269/4325),年度合格率呈逐年升高趋势,2011年为94.52%(207/219),2019年为99.54%(653/656)。不同剂型保健食品的合格率之间差异有统计学意义( $\chi^2=34.94, P<0.01$ ),其中膏状类保健食品样品合格率最高(100.00%,50/50),其余依次为口服液(99.80%,510/511)、片剂(99.21%,1135/1144)、固体冲剂(99.13%,340/343)、胶囊(98.63%,1803/1828)、丸剂(97.06%,66/68)、保健茶(95.80%,365/381)。四项微生物指标中以菌落总数不合格率最高(0.83%,36/4325),其余依次为霉菌和酵母菌(0.46%,20/4325)、大肠菌群(0.30%,13/4325)。所有样品均未检出沙门菌和金黄色葡萄球菌,但其中156份样品共分离出185株环境常见菌和条件致病菌。结论 北京市市售保健食品微生物学合格率逐年提高,但仍存在一定的微生物污染风险。

**关键词:**保健食品;微生物检测;污染;合格率

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2021)02-0170-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2021.02.009

收稿日期:2020-12-31

作者简介:井良义 男 副主任药师 研究方向为药品和食品微生物 E-mail:jingliangyi@hotmail.com

通信作者:牛振东 男 副主任药师 研究方向为药品和食品微生物 E-mail:dividniu@163.com