

2016~2018 年市售 242 件婴幼儿米粉微生物 污染情况调查

吴林蔚¹, 杨祖顺², 丁超³, 李旭东¹, 向正华¹, 马惘卿¹, 罗珠珠¹, 陶婷婷^{4*}

(1. 玉溪市疾病预防控制中心, 玉溪 653100; 2. 云南省疾病预防控制中心, 昆明 650022; 3. 南京财经大学食品科学与工程学院, 南京 210023; 4. 江苏省食品质量安全重点实验室—省部共建国家重点实验室培育基地, 南京 210014)

摘要: 目的 了解玉溪市售国产婴幼儿营养米粉的卫生状况。**方法** 采用国家标准方法对 242 件玉溪市市售的婴幼儿营养米粉进行细菌总数、大肠菌群、肠杆菌科、克罗诺杆菌属及蜡样芽胞杆菌检测分析。**结果** 本次采集的婴幼儿米粉样品的合格率为 74.38%; 大肠菌群指标均未超标; 7 件米粉样品细菌总数超标, 占比 8.54%; 58 件样品检出克罗诺杆菌属, 阳性率为 23.97%; 10 件样品检出蜡样芽胞杆菌, 阳性检出率为 4.13%。一季度生产的样品合格率最低, 产自中国福建、广西、湖南、浙江及美国、西班牙、英国、日本和欧洲其他地区的米粉样品合格率最高, 采自零售店及包装形式为散装的样品合格率最低。**结论** 2016 至 2018 年玉溪市市售婴幼儿米粉中部分样品细菌总数超标, 存在克罗诺杆菌属污染, 可能会导致婴幼儿感染。

关键词: 婴幼儿米粉; 肠杆菌科; 克罗诺杆菌属; 蜡样芽胞杆菌; 污染水平

Investigation on microbial contamination of 242 infant rice flours sold in Yuxi from 2016 to 2018

WU Lin-Wei¹, YANG Zu-Shun², DING Chao³, LI Xu-Dong¹, XIANG Zheng-Hua¹,
MA Wang-Qing¹, LUO Zhu-Zhu¹, TAO Ting-Ting^{4*}

(1. Yuxi Center for Disease Control and Prevention, Yuxi 653100, China; 2. Yunnan Center for Disease Control and Prevention, Kunming 650022, China; 3. College of Food Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China; 4. Jiangsu Key Laboratory of Food Quality and Safety-State Key Laboratory Cultivation Base, Ministry of Science and Technology, Nanjing 210014, China)

ABSTRACT: Objective To understand the hygienic condition of domestic retail infant rice flour in Yuxi. **Methods** Total 242 samples of infant rice flour were collected during 2016 to 2018 for monitoring aerobic bacteria count, Coliform count, Enterobacteriaceae, Cronobacter spp. and Bacillus cereus by national standard method. **Results** From 2016 to 2018, the pass rate of retail infant rice flour samples in Yuxi was 74.38%. There were no samples out of limitation of Coliform counts. The total number of bacteria in 7 samples exceeded the standard, according for 8.54%. Cronobacter spp. was detected in 58 samples with a positive rate of 23.97%. Bacillus cereus detected in 10 samples with a positive detection rate of 4.13%. The lowest qualified rate of samples produced in the first quarter. Rice flour samples from Fujian, Guangxi, Hunan, Zhejiang of China, and the United States, Spain, the United Kingdom, Japan and other Europe regions had the highest pass rate. Rice flour samples taken from retail stores and packaged in bulk had the lowest pass rate. **Conclusion** The total number of bacteria in some samples of rice flour during the year

*通讯作者: 陶婷婷, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为食品中致病微生物的污染与控制。E-mail: candy809@163.com

*Corresponding author: TAO Ting-Ting, Ph.D, Assistant Professor, Institute of Food Safety and Nutrition, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China. E-mail: candy809@163.com

from 2016 to 2018 in Yuxi exceeded the standard, and *Cronobacter* spp. contamination may cause infection in infants and young children.

KEY WORDS: infant rice flour; *Enterobacteriaceae*; *Cronobacter* spp.; *Bacillus cereus*; contamination level

1 引言

婴幼儿米粉是以一种或多种谷物(如小麦、大米、小米、大麦、燕麦、黑麦、玉米等)为主要原料,白砂糖、水果、蔬菜、蛋类、肉类等为辅料,补充适量的维生素及矿物元素等营养强化剂加工成的、适合于6月龄以上婴幼儿的辅助食品,用于断奶期内婴幼儿的营养补充^[1,2]。近年来,随着人们对婴幼儿健康生长和发育越来越重视,营养、方便、多样化的婴幼儿米粉已逐渐成为较大月龄婴幼儿添加辅食的首要选择,此类产品的需求量也在不断增加。由于此类产品适用人群为婴幼儿,因此国家标准对生产原料、感官品质和营养成分含量都有具体要求,并严格规定其污染物、真菌毒素和微生物的限量标准^[3]。但是目前我国婴幼儿米粉市场品牌众多、种类繁多,市面上产品质量良莠不齐。近年国家质检、工商及卫生部门多次对全国范围内婴幼儿米粉的定期抽查结果表明,婴幼儿营养米粉产质量安全问题比较严重,存在营养成分不达标、微生物及微生物毒素含量超标等现象^[4]。研究表明,多起婴幼儿感染事件均指向克罗诺杆菌属(原称阪崎肠杆菌)、蜡样芽胞杆菌、沙门氏菌等污染的婴幼儿配方奶粉为主要感染源^[5-8],由于婴幼儿免疫力较低,对外界致病菌的适应力和抵抗力较弱,当婴幼儿食用致病菌污染的婴幼儿米粉后极易被感染,轻则引发肠道疾病,出现呕吐、腹泻等症状,严重情况会导致脑膜炎、败血症等疾病,影响婴幼儿生长发育,甚至危害婴幼儿生命^[9]。因此,本文采集了玉溪市市售的不同厂家的婴幼儿米粉进行微生物(细菌总数、大肠菌群、克罗诺杆菌属、蜡样芽胞杆菌、单核增生李斯特菌属和肠杆菌科)污染水平调查,为了解目前市售婴幼儿米粉的卫生状况,预防和控制食源性疾病提供依据,保障婴幼儿健康。

2 材料与方法

2.1 样品来源

2016年4月~2018年10月采集了玉溪市零售店、超市或网店销售的242件婴幼儿米粉样品,产地来自我国黑龙江、江西、江苏、广西、广东、浙江、山西、山东、上海、福建、湖南、云南、四川、台湾14个省及美国、德国、西班牙、意大利、英国、日本6个以上国家或地区,每件样品采集数量从4到30件不等。

2.2 仪器与试剂

HBM-400B 均质器(天津恒奥科技公司); BSA2201 电

子天平(德国 Sartorius 公司); GHP 9160 恒温培养箱(上海一恒公司); Forma3913 恒温培养箱(美国 Thermo Fisher Scientific 公司); H72612 显微镜(日本 Olympus 公司); VITEK2-COMPACT 全自动微生物生化鉴定仪(法国 Bio-Merieux 公司), 1300SERIES A2 超净工作台(美国 Thermo Fisher Scientific 公司)。

实验用缓冲液、增菌液、计数琼脂、分离用培养基、生化鉴定试剂盒(北京陆桥技术有限责任公司); VITEK 生化鉴定卡(法国 Bio-Merieux 公司)均在有效期内使用; 实验室用水均为现用现制的艾柯超纯水(成都康宁科技发展有限公司)。

2.3 实验方法

样品按照无菌采样要求采集送检后,进行菌落总数、大肠菌群、肠杆菌科及3种致病菌(克罗诺杆菌属、蜡样芽胞杆菌和单增李斯特氏菌)检验,取样方案和检测方法依据《2016-2018 年国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》和中华人民共和国国家标准 GB 4789.2-2010 第一法 菌落总数平板计数法^[10]、GB 4789.3-2010 第二法 大肠菌群平板计数法^[11]、GB 4789.14-2014 第一法 蜡样芽胞杆菌平板计数法^[12]、GB 4789.40-2010 第二法 克罗诺杆菌属 MPN 计数法^[13]、GB 4789.30-2016 第一法单核细胞增生李斯特氏菌定性检验^[14]及 GB 4789.41-2016 肠杆菌科检验^[15]。检验结果按照 GB 10765-2010《食品安全国家标准 婴儿配方食品》^[16]、GB 10767-2010《食品安全国家标准 较大婴儿和幼儿配方食品》^[17]和 GB 10769-2010《食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品》^[18]判定检测结果。

3 结果与分析

3.1 市售婴幼儿米粉中微生物检测情况

本次取样调查的242件米粉样品中,共有62件样品的微生物不符合国家标准,总检出率为25.62%(62/242),总合格率为74.38%(180/242)。根据 GB10765-2010《食品安全国家标准 婴儿配方食品》、GB10767-2010《食品安全国家标准 较大婴儿和幼儿配方食品》和 GB10769-2010《食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品》中大肠菌群和细菌总数的规定,大肠菌群和细菌总数的可接受水平限量值(m值)分别为10和1000 CFU/g,最高安全限量值(M值)分别为100和10000 CFU/g,在本次检测的米粉样品中,所有米粉样品的大肠菌群计数均<100 CFU/g,符合国家食品安全标准,其中仅有1件米粉样品的大肠菌群在可接受水

平限量值范围内(10~100 CFU/g); 而对于细菌总数指标, 5 件米粉样品细菌总数含量在 1000~10000 CFU/g 范围内, 未超过国标中最高安全限量值, 但 4 件米粉样品细菌总数含量超过可接受水平限值(> 10000 CFU/g), 最大含量达到 430000 CFU/g, 远高于国家标准的最高安全限量值, 细菌总数超标率为 8.54%(7/82), 这对食用超标米粉产品的婴幼儿健康存在安全隐患。我国婴幼儿食品安全标准虽未对蜡样芽胞杆菌做出具体限量规定, 本次监测对 242 件样品进行了蜡样芽胞杆菌检测, 该菌的阳性检出率为 4.13%(10/242), 阳性样品含菌量在 10~510 CFU/g 范围内。参照 GB 10767-2010《食品安全国家标准 较大婴儿和幼儿配方食品》^[17], 婴幼儿食品中克罗诺杆菌属的可接受水平限量值(m 值)为 0 CFU/25 g, 即不得检出, 本次检测结果显示 58 件米粉样品检出克罗诺杆菌属, 污染阳性率为 23.97%(58/242); 同时, 对其中 160 件样品进行肠杆菌科和单核增生李斯特氏菌检测, 9 件样品的肠杆菌科检出结果为阳性, 检出率为 5.63%(9/160), 其检出值在 20~90 CFU/g 范围内, 但所有样品均未检出单核增生李斯特氏菌。具体检测结果分布情况见表 1, 阳性样品的检测结果见表 2。

3.2 不同生产季节婴幼儿米粉中微生物检测情况

参照 GB 10769-2010《食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品》^[18]中微生物限量标准进行超标件数统计, 蜡样芽胞杆菌、克罗诺杆菌属和肠杆菌科检出的样品统计为超标件, 同件样品的任一指标超标即计为超标件。除 6 件无法核实具体生产日期的样品外, 四个季度生产的所有样品大肠菌群含量均符合国家食品安全标准。此外, 一至四季度生产的样品中分别有 27 件、1 件、9 件和 20 件样品检

出克罗诺杆菌属, 一季度检出该菌的样品件数最多; 肠杆菌科在一至四季度生产的样品中依次有 2 件、1 件、3 件和 3 件样品检出, 蜡样芽胞杆菌仅在三、四季度生产的样品中依次有 4 件和 6 件样品检出。一至四季度的样品总合格率中, 二季度生产的样品合格率最高, 为 85.71%(12/14); 一季度生产样品的合格率最低, 为 62.5%(50/80), 结果见表 3。经统计分析, 不同生产季节婴幼儿米粉合格率差异具有统计学意义($\chi^2=10.48, P < 0.05$)。

3.3 不同产地的婴幼儿米粉微生物污染状况

本次采集的婴幼儿米粉样品中, 产自我国福建、广西、湖南、浙江及美国、西班牙、英国、日本和欧洲其他地区的样品合格率为 100%。超标样品中, 细菌总数超标的样品产地有我国江西、山西、云南、台湾和德国; 肠杆菌科检出的样品来自我国江苏、江西、上海和台湾; 克罗诺杆菌属检出的阳性样品来自我国广东、黑龙江、江苏、江西、山东、山西、上海、云南、台湾和意大利, 蜡样芽胞杆菌检出样品来自我国广东、江西、山东和上海, 说明国内外婴幼儿米粉产品均存在不合格的问题; 四川和云南生产的米粉样品合格率最低(0%), 其次是产自台湾的米粉样品(25%)和产自江苏的米粉样品(33.33%), 其他地区米粉样品的合格率在 50%~93.33%范围内; 而产自四川米粉样品的克罗诺杆菌属均超标, 产自云南的米粉样品细菌总数超标, 产自台湾的部分样品存在克罗诺杆菌属、肠杆菌科和细菌总数超标问题, 统计所得的是合格率不排除与采样数量较少有关, 其中结果见表 4。经统计分析, 不同产地婴幼儿米粉的合格率差异具有统计学意义($\chi^2=52.04, P < 0.05$), 且国外和国内生产婴幼儿米粉合格率差异同样具有统计学意义($\chi^2=5.29, P < 0.05$)。

表 1 米粉样品微生物检测结果分布情况
Table 1 Distribution of microbial test results of rice flour samples

检测指标	大肠菌群/(CFU/g)		细菌总数/(CFU/g)			蜡样芽胞杆菌/(CFU/g)			肠杆菌科	克罗诺杆菌属	单核增生李斯特氏菌
	< 100	< 100	≥100 且 < 1000	≥1000 且 < 10000	≥10000	< 10	≥10 且 < 100	≥100	检出	检出	检出
检出件数	82	55	17	5	4	232	9	1	9	58	0

表 2 阳性样品检测结果
Table 2 Positive sample detection results

样品编号	蜡样芽胞杆菌/(CFU/g)	肠杆菌科/(CFU/g)	克罗诺杆菌属/(MPN/100 g, 或检出)	样品编号	蜡样芽胞杆菌/(CFU/g)	肠杆菌科/(CFU/g)	克罗诺杆菌属/(MPN/100 g, 或检出)
29	50	—	< 0.3	164	< 10	< 10	检出
33	< 10	—	1.1	165	< 10	< 10	检出
39	< 10	—	2.7	168	60	< 10	检出
46	< 10	—	3.6	169	10	< 10	检出

续表 2

样品 编号	蜡样芽胞杆 菌/(CFU/g)	肠杆菌科 /(CFU/g)	克罗诺杆菌属 /(MPN/100 g, 或检出)	样品 编号	蜡样芽胞杆 菌/(CFU/g)	肠杆菌科 /(CFU/g)	克罗诺杆菌属 /(MPN/100 g, 或检出)
48	< 10	—	2	174	< 10	< 10	检出
49	< 10	—	2.7	175	< 10	< 10	检出
58	< 10	—	0.74	180	< 10	< 10	检出
59	< 10	—	1.1	181	< 10	< 10	检出
63	< 10	—	1.5	182	< 10	20	检出
66	< 10	—	2.8	183	< 10	< 10	检出
78	< 10	—	7.5	185	20	< 10	检出
79	< 10	—	3.6	186	< 10	< 10	检出
104	< 10	50	未检出	187	< 10	< 10	检出
105	< 10	50	未检出	188	< 10	< 10	检出
110	< 10	50	未检出	195	< 10	< 10	检出
111	< 10	50	未检出	196	< 10	< 10	检出
123	< 10	< 10	检出	204	< 10	< 10	检出
124	< 10	< 10	检出	207	< 10	< 10	检出
126	< 10	< 10	检出	211	< 10	< 10	检出
128	< 10	< 10	检出	212	< 10	< 10	检出
129	< 10	< 10	检出	213	< 10	< 10	检出
130	< 10	< 10	检出	214	< 10	< 10	检出
131	< 10	< 10	检出	215	< 10	< 10	检出
132	< 10	< 10	检出	216	< 10	< 10	检出
133	10	< 10	检出	217	< 10	< 10	检出
135	< 10	< 10	检出	218	510	< 10	未检出
136	< 10	< 10	检出	220	40	< 10	未检出
138	< 10	< 10	检出	229	< 10	20	检出
139	20	< 10	检出	237	< 10	< 10	检出
140	< 10	< 10	检出	238	< 10	< 10	40
141	< 10	< 10	检出	239	< 10	< 10	检出
142	< 10	< 10	检出	240	20	< 10	20
144	< 10	< 10	检出	241	< 10	< 10	90
150	< 10	< 10	检出	242	30	< 10	未检出
163	< 10	< 10	检出	—	—	—	—

注：“—”表示未检出或不统计该项。

表 3 不同生产季节婴幼儿米粉合格率
Table 3 Qualified rate of infant noodles in different production seasons

采样时间	采样件数	细菌总数超标 样品件数	大肠菌群超标 件数	肠杆菌科检出 件数	克罗诺杆菌属 检出件数	蜡样芽胞杆 菌检出件数	超标件 数合计	合格率/%
一季度	80	4	0	2	27	0	30	62.5
二季度	14	2	0	1	1	0	2	85.71
三季度	44	0	0	3	9	4	9	79.55
四季度	88	1	0	3	20	6	20	72.27

表 4 不同产地婴幼儿米粉合格率
Table 4 Qualification rate of infant rice flours in different manufacture origin

样品产地	采样件数	细菌总数超标 样品件数	大肠菌群 超标件数	肠杆菌科 检出件数	克罗诺杆菌属 检出件数	蜡样芽胞杆菌 检出件数	超标件 数合计	合格率 /%
中国福建	6	—	0	0	0	0	0	100
中国广东	72	0	0	0	11	4	11	84.72
中国广西	3	—	—	0	0	0	0	100
中国黑龙江	15	0	0	0	1	0	1	93.33
中国湖南	2	0	0	—	0	0	0	100
中国江苏	3	—	—	1	2	0	2	33.33
中国江西	70	2	0	4	24	2	25	64.29
中国山东	2	—	—	0	1	1	1	50
中国山西	6	1	0	—	1	0	2	66.67
中国上海	17	0	0	2	8	3	8	52.94
中国四川	3	—	—	0	3	0	3	0
中国云南	1	1	0	—	0	0	1	0
中国浙江	7	0	0	0	0	0	0	100
中国台湾	8	2	0	2	6	0	6	25
德国	9	1	0	0	0	0	1	88.89
美国	6	0	0	0	0	0	0	100
西班牙	1	0	0	—	0	0	0	100
意大利	4	—	—	0	1	0	1	75
英国	2	—	—	0	0	0	0	100
欧洲其他	3	—	—	0	0	0	0	100
日本	2	—	—	0	0	0	0	100
合计	242	7	0	9	58	10	62	74.38

注: “—”表示未检出或不统计该项。

3.4 不同采样地点婴幼儿米粉中微生物污染状况

本次采样的 242 件婴幼儿米粉分别购自玉溪市零售店、超市、网店以及农贸市场。根据检测结果可知, 不同采样地点的婴幼儿米粉样品的大肠菌群含量均未超出可接受水平限量值。采自零售店的不合格样品数量最多, 样品合格率最低(70%), 其中有 40 件样品检出克罗诺杆菌属(检出率 28.57%); 采自农贸市场的样品合格率最高(83.33%), 可能与采样数量较少有关, 其中, 1 件样品细菌总数达到 4.3×10^5 CFU/g, 远超最高安全限量值标准(10000 CFU/g), 但均未检出克罗诺杆菌属; 采自超市样品的合格率为 81.97%, 其中 11 件样品检出克罗诺杆菌属, 其余微生物指标均未检出; 采自网店的样品合格率为 77.14%, 有 2 件样品的细菌总数超过可接受水平限量标准, 2 件样品检出肠

杆菌科, 7 件样品检出克罗诺杆菌属, 3 件样品检出蜡样芽胞杆菌。检测结果见表 5。经统计分析, 不同采样地点的婴幼儿米粉合格率差异无统计学意义($\chi^2=3.645, P>0.05$)。

3.5 不同包装形式婴幼儿米粉中微生物污染状况

本次采集的 242 件婴幼儿米粉主要存在散装和预包装(袋装、盒装、桶装和罐装)两种形式。根据检测结果可知, 散装婴幼儿米粉细菌总数超标率最高为 100%, 大于预包装样品的细菌总数超标率 2.49%(6/241), 结果详见表 6。分析显示, 在不同预包装形式的样品中, 袋装合格率最高(100%), 各项检测指标均未超过可接受水平限值; 其次为桶装(80%)和罐装(78.33%), 分别有 0 件和 3 件样品的细菌总数检出值超过最高安全限量值, 1 件和 12 件样品检出克罗诺杆菌属; 盒装样品合格率为

72.35%(123/170), 其中有 7 件样品检出蜡样芽胞杆菌; 合格率最低为散装(0%), 有且仅有 1 件待测样品细菌总数指标超出国家标准的最高安全限量值。经统计分析, 散装和预包装婴幼儿米粉的细菌总数超标率差异具有统计学意义($\chi^2=35.62$, $P < 0.0001$), 说明是否密封包装对婴幼儿米粉的微生物污染存在显著影响, 但是不同预包装形式婴幼儿米粉样品的合格率差异无统计学意义($\chi^2=3.020$, $P > 0.05$), 可以认为预包装形式对婴幼儿米粉的细菌总数、肠杆菌科、克罗诺杆菌属检出和蜡样芽胞杆菌检出无显著性影响。

4 结论与讨论

婴幼儿免疫力低、食物品种单一、食物中毒风险系数高, 所以婴幼儿食品的各项安全限量指标均高于普通成人食品。近几年婴幼儿食品的质量安全状况趋于稳定, 但总体表现出的微生物污染情况较为突出。2010 年起我国发布了一系列食品安全国家标准对婴幼儿配方奶粉及谷类辅助食品中的微生物做限量规定, 对细菌总数、大肠菌群进行检出限量值规定, 并要求克罗诺杆菌等致病菌不得检出, 但并未加入蜡样芽胞杆菌检测指标。婴幼儿食品营养丰富, 存在被多种微生物污染的风险, 细菌总数作为判定食品污染程度的主要指标, 可直接反映婴幼儿食品的卫生质量状况, 细菌总数越多, 被细菌污染的可能性越大, 米粉样品

的卫生质量状况越差, 危害婴幼儿健康的几率也越大。而肠杆菌科包含对人体致病性强及能引起肠道感染的埃希菌属、志贺菌属、沙门氏菌属、耶尔森菌属等细菌, 常与大肠菌群数作为食品卫生学指示菌来判定样品是否存在肠道致病菌的污染, 故还可用以评价加工过程和终产品的卫生状况, 尤其是用以评价针对干性食品的卫生状况。

克罗诺杆菌属和蜡样芽胞杆菌在自然界中分布广泛, 是常见的食源性条件致病菌, 能在多种食品中检出, 尤其是谷物类、淀粉类、富含脂类及蛋白质的食品。从国内外克罗诺杆菌属和蜡样芽胞杆菌中毒事件来看, 婴幼儿是被该些致病菌感染的高危人群, 特别是新生儿或存在免疫缺陷的婴幼儿, 感染后可出现呕吐、发热、腹泻等症状, 严重者会导致败血症、脑膜炎等疾病甚至死亡。克罗诺杆菌属和蜡样芽胞杆菌均具有较强的繁殖能力, 能耐热、耐干燥和耐高渗透压, 在婴儿配方食品中如检出微量的克罗诺杆菌属和致病性蜡样芽胞杆菌, 有可能在温水冲调、放置过程中导致其大量繁殖并产毒, 致使婴幼儿发生感染, 甚至由此患上相关疾病。

本调查结果显示, 在所采集的玉溪市售婴幼儿米粉中, 7 件样品细菌总数超出可接受水平限值, 超标比例为 8.54%; 有 1 件样品大肠菌群计数为 10 CFU/g, 未超过 100 CFU/g, 判定为符合食品安全国家标准; 肠杆菌科检出率为 5.63%, 检出数量在 20 CFU/g~90 CFU/g 范围内。本次

表 5 不同采样地点婴幼儿米粉合格率
Table 5 Qualification rate of infant rice flours in different sampling area

采样地点	采样件数	细菌总数超标件数	大肠菌群超标件数	肠杆菌科检出件数	克罗诺杆菌属检出件数	蜡样芽胞杆菌检出件数	超标件数合计	合格率/%
零售店	140	4	0	7	40	7	42	70
超市	61	0	0	0	11	0	11	81.97
网店	35	2	0	2	7	3	8	77.14
农贸市场	6	1	0	0	0	0	1	83.33

表 6 不同包装形式婴幼儿米粉合格率
Table 6 Qualification rate of infant rice flours in different packaging forms

包装形式	采样件数	细菌总数超标件数	大肠菌群超标件数	肠杆菌科检出件数	克罗诺杆菌属检出件数	蜡样芽胞杆菌检出件数	超标件数合计	合格率/%
散装	1	1	0	—	0	0	1	0
袋装	6	0	0	0	0	0	0	100
盒装	170	3	0	7	45	7	47	72.35
桶装	5	0	0	0	1	1	1	80
罐装	60	3	0	2	12	2	13	78.33

注: “—”表示未检出或不统计该项。

调查结果优于杨文龙等^[19]调查的70.30%婴幼儿辅食样品细菌总数超标以及2016年王思宇^[20]对泰安市市售营养米粉的微生物检测细菌总数不合格率28.57%的结果,此次调查中部分超标产品的细菌总数已超过最高安全限量值,达到 $10^5\sim 10^6$ CFU/g,与杨文龙等检测结果一致^[19];而9件市售样品检出肠杆菌科细菌,说明婴幼儿米粉终产品存在肠杆菌科污染,提示其可能含有引起食源性疾病的其他病原体,存在感染婴儿的潜在健康风险。另外,从食源性致病菌检出结果看,单核增生李斯特氏菌未检出,但是有58件和10件样品分别检出克罗诺杆菌属和蜡样芽胞杆菌阳性污染,检出率为23.97%和4.13%,克罗诺杆菌属的定量分析结果介于0.74~7.5 MPN/100 g范围内,而蜡样芽胞杆菌阳性样品的含菌量介于 $10\sim 510$ CFU/g;参照我国标准和国际标准来看,如最新版澳新食品标准法典1.6.1规定婴幼儿乳粉的克罗诺杆菌属可接受限量值为“在10g样品中不得检出”^[21],而蜡样芽胞杆菌指标则已删除,本次检出两种细菌阳性的样品污染水平都不高,但仍判定为不合格产品,说明我市市售的婴幼儿米粉已受到克罗诺杆菌和蜡样芽胞杆菌污染,存在引起婴幼儿感染的食物中毒风险。同时,由于克罗诺杆菌属和蜡样芽胞杆菌耐受性强,在奶粉和米粉中能够少量存活,但因其活性易受到环境抑制,生化指标可发生变异,并造成检测过程中生化鉴定结果变化,导致依照生化鉴定方法的检出率下降。本次调查中,生产季节、生产产地及是否包装对婴幼儿米粉的细菌总数超标、肠杆菌科检出、克罗诺杆菌属检出和蜡样芽胞杆菌检出存在显著性影响,说明不同厂家在不同生产时间和地点生产婴幼儿米粉产品时,可能因为不同原辅料来源、设备和温湿度等环境因素造成微生物污染;而采样地点和预包装形式对婴幼儿米粉的细菌总数检测结果差异性无统计学意义,说明产品零售及贮存环境方式的异同、密封包装形式对相关产品质量状况影响的差异性不显著。

目前,已有案例报道克罗诺杆菌属和蜡样芽胞杆菌污染,可能来源于生产原料、生产设备及加工环境^[22]。原料奶中最常见的致病菌污染就是克罗诺杆菌属和蜡样芽胞杆菌,加强对原材料的质量控制,可显著降低婴幼儿成品米粉中致病微生物的污染。此外,有研究显示这两种细菌可以吸附到不锈钢材料等加工设备表面,在一定条件下生成极难清理的生物被膜和芽胞,特别是蜡样芽胞杆菌产生的芽胞耐热性强,一般食品加工中热处理和消毒杀菌工艺并不能完全杀灭芽胞,在条件适宜下芽胞还能生长繁殖并产生毒素,因此需要生产企业特别重视全过程卫生管理,保证生产设备定期清洁,以大大降低微生物,尤其是食源性致病微生物的二次污染。与此同时,监管部门应从源头开始加强食品卫生和质量安全监控,对婴幼儿食品生产的原辅料和加工生产环节进行全产业链监测,分析产业链中的关键风险控制点,建立有效的HACCP和GMP体系,避

免食源性致病菌对婴幼儿食品造成的污染。此外,我国婴幼儿辅食产品的产品卫生标准及生产加工规范标准还未制定肠杆菌科、克罗诺杆菌属和蜡样芽胞杆菌的限量标准,建议相关食品安全部门尽快制定相应的致病微生物检测指标、标准限量值和配套控制措施,加大对婴幼儿辅食食品生产企业的监管力度,加强婴幼儿辅食食品的品质安全控制,切实保障婴幼儿的饮食安全和生命健康。

参考文献

- [1] 潘菁. 婴幼儿营养米粉配方优化及加工关键技术研究[D]. 无锡: 江南大学, 2012.
Pan J. Study on formula optimization and critical process of nutritive rice powder for the infant [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2012.
- [2] 秦宇. 我国婴幼儿谷类辅助食品行业质量调研报告[J]. 质量与标准化, 2015, (9): 38-41.
Qin Y. The industry research and analysis report for cereal complementary food for infants and young children [J]. Qual Stand, 2015, (9): 38-41.
- [3] 韩军花. 我国婴幼儿辅助食品标准: 现状、问题及展望[J]. 食品科学技术学报, 2017, 35(5): 7-11.
Han JH. Complementary food standards for infants and children of China: Current situation, problems and prospects [J]. J Food Sci Technol, 2017, 35(5): 7-11.
- [4] 解慧, 吕慧微, 沈晓溪, 等. 我国婴幼儿营养米粉质量现状及其改善方法[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(12): 42-45.
Jie H, Lv HW, Shen XX, et al. Quality status of infant rice noodles and improving method in China [J]. Food Nutr Chin, 2017, 23(12): 42-45.
- [5] 刘秀梅, 裴晓燕, 郭云昌. 中国安徽阜阳劣质婴儿配方粉中阪崎肠杆菌的污染[J]. 中国食品卫生杂志, 2005, 17(1): 10-12.
Liu XM, Pei XY, Guo YC. Isolation of *Enterobacter sakazakii* from infant formula powder samples collected from Fuyang, Anhui [J]. Chin J Food Hyg, 2005, 17(1): 10-12.
- [6] Chap J, Jackson P, Siqueira R, et al. International survey of *Cronobacter sakazakii* and other *Cronobacter* spp. in follow up formulas and infant foods [J]. Int J Food Microbiol, 2009, 136(2): 185-188.
- [7] Akineden Ö, Heinrich V, Gross M, et al. Reassessment of *Cronobacter* spp. originally isolated as *Enterobacter sakazakii* from infant food [J]. Food Microbiol, 2017, 65: 44-50.
- [8] Pei XY, Yang SR, Zhan L, et al. Prevalence of *Bacillus cereus* in powdered infant and powdered follow-up formula in China [J]. Food Control, 2018, 93: 101-105.
- [9] 吴阳, 徐树来, 郑雨, 等. 我国婴幼儿米粉发展现状、存在问题及发展对策[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(2): 607-612.
Wu Y, Xu SL, Zheng Y, et al. Development status, problems and countermeasures of the infant rice cereal in China [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(2): 607-612.
- [10] GB 4789.2-2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
GB 4789.2-2010 National food safety standard-Food microbiological examination-Aerobic plate count [S].
- [11] GB 4789.3-2010 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].
- [12] 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* [S].
- [13] GB 4789.40-2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验 克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)检验[S].
GB 4789.40-2010 National food safety standard-Food microbiological examination-*Cronobacter* spp. (*Enterobacter sakazakii*) [S].
- [14] GB 4789.30-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 单核细胞增生李斯特氏菌检验[S].
GB 4789.30-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-*Listeria monocytogenes* test [S].
- [15] GB 4789.41-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 肠杆菌科检验[S].
GB 4789.41-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-*Enterobacteriaceae* [S].
- [16] GB 10765-2010 食品安全国家标准 婴儿配方食品[S].
GB 10765-2010 National food safety standard-Infant formula [S].
- [17] GB 10767-2010 食品安全国家标准 较大婴儿和幼儿配方食品[S].
GB 10767-2010 National food safety standard-Older infant and toddler formula [S].
- [18] GB 10769-2010 食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品[S].
GB 10769-2010 National food safety standard-Infant cereals auxiliary foods [S].
- [19] 杨文龙, 陈雅薇, 王继金, 等. 婴幼儿辅食中细菌总数及蜡样芽胞杆菌污染情况分析[J]. 中国酿造, 2013, 32(10): 26-30.
Yang WL, Chen YH, Wang JJ, *et al.* Analysis of aerobic bacteria and *Bacillus cereus* pollution in infant formula food [J]. Chin Brew, 2013, 32(10): 26-30.
- [20] 王思宇. 泰安市婴幼儿食品微生物污染状况调查及风险分析的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2017.
Wang SY. Investigation and risk analysis of microorganism pollution in infant food in Tai'an city [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2017.
- [21] Food Standards Australia New Zealand. Approval report – proposal P1039 microbiological criteria for infant formula [EB/OL]. [2017-3-17]. <http://www.foodstandards.gov.au/code/proposals/Pages/P1039MicroReviewInfantFormula.aspx>
- [22] Craven HM, McAuley CM, Duffy LL, *et al.* Distribution, prevalence and persistence of *Cronobacter* (*Enterobacter sakazakii*) in the nonprocessing and processing environments of five milk powder factories [J]. J Appl Microbiol, 2010, 109(3): 1044-1052.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



吴林蔚, 硕士, 检验技师, 主要研究方向为食品质量与安全与风险监测, 微生物检验。

E-mail: 530024783@qq.com



陶婷婷, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为食品中致病微生物的污染与控制。

E-mail: candy809@163.com