

研究报告

2013—2022年山西省市售食品中阪崎克罗诺杆菌毒力基因及分子分型研究

刘晔, 宋晓红, 赵英芳, 乔玫

(山西省疾病预防控制中心, 山西太原 030012)

摘要:目的 了解山西省市售食品中阪崎克罗诺杆菌的污染状况、毒力基因携带状况及脉冲电场凝胶电泳(PFGE)分子分型。方法 采用质谱检测系统对菌株进行分型鉴定,通过荧光PCR检测4种毒力基因:*ompX*、*cpa*、*hly*和*sip*,并对菌株进行PFGE分子分型。结果 2013—2022年检测样品1050份,分离阪崎克罗诺杆菌80株,总检出率为7.62%。4种毒力基因的检出率分别为:*ompX* 86.25%,*cpa* 85.00%,*hly* 98.75%,*sip* 86.25%。PFGE分型分为67种基因图谱,相似度在43.7%~100.0%,菌株间表现出较高的遗传多样性,不同产地、不同厂家间的菌株型别分散,仅少数菌株呈现出遗传相关性。结论 该研究结果可对山西省食品中阪崎克罗诺杆菌的风险状况和分型情况提供数据支持,需进一步加强评估和多环节防控。

关键词:阪崎克罗诺杆菌;毒力基因;分子分型;基因图谱;食源性致病菌

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2024)05-0522-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2024.05.002

Virulence genes and molecular typing research of *Cronobacter sakazakii* in food in Shanxi Province from 2013 to 2022

LIU Ye, SONG Xiaohong, ZHAO Yingfang, QIAO Mei

(Shanxi Provincial Center for Disease Control and Prevention, Shanxi Taiyuan 030012, China)

Abstract: Objective To understand the contamination status, virulence gene carrying status and pulsed field gel electrophoresis (PFGE) molecular typing of *Cronobacter sakazakii* in food in Shanxi Province. **Methods** The strain was identified by Antu mass spectrometry detection system. Four virulence genes, *ompX*, *cpa*, *hly* and *sip*, were detected by fluorescent PCR, and PFGE molecular typing was performed. **Results** The results showed that in 1 050 samples from 2013 to 2022, 80 strains of *Cronobacter sakazakii* were isolated, and the total detection rate was 7.62%. The detection rates of four virulence genes were *ompX* 86.25%, *cpa* 85.00%, *hly* 98.75% and *sip* 86.25%, respectively. PFGE genotype was divided into 67 gene profiles with similarity ranging from 43.7% to 100%, showing great genetic diversity among strains. The strains of different origin and different manufacturers were scattered, and only a few strains showed genetic correlation. **Conclusion** The results of this study can provide data support for the risk status and typing of *Cronobacter sakazakii* in food from Shanxi Province, It is necessary to strengthen assessment and multi-link prevention and control.

Key words: *Cronobacter sakazakii*; virulence gene; molecular typing; gene map; foodborne pathogens

克罗诺杆菌属(*Cronobacter* spp.)是由IVERSEN等^[1]于2007年发现的隶属于肠杆菌科的一个新属,是一类定植于人和动物肠道内的兼性厌氧革兰氏阴性杆菌。2012年,JOSEPH等^[2]将克罗诺杆菌属分为7个种和3个亚种。

研究表明,新生儿感染阪崎克罗诺杆菌可能引

起坏死性小肠结肠炎、败血症和脑膜炎等严重疾病,且致死率非常高(40%~80%)。世界卫生组织已将阪崎克罗诺杆菌列为婴儿配方奶粉的A类致病菌^[3]。2004年,安徽阜阳劣质婴幼儿配方乳粉事件引起了我国政府的高度重视,这是国内首次从婴儿配方乳粉中分离到阪崎克罗诺杆菌属菌株的报道^[4]。1961—2003年发生的48起婴儿阪崎克罗诺杆菌感染事件中,有25起发生于新生儿感染。美国FoodNet 2002年的监测表明,美国1岁以下婴儿阪崎克罗诺杆菌感染率为1/10万,而出生体质量偏低的新生儿感染率是8.7/10万,感染死亡率为

收稿日期:2023-07-09

基金项目:山西省卫生健康委科研课题(2019098)

作者简介:刘晔 女 主管技师 研究方向为卫生微生物检验

E-mail:584174216@qq.com

20%~50%^[5]。2018年国外发表了阪崎克罗诺杆菌可能导致食源性急性肠胃炎的报道^[6],近年来,国内很多省份在婴幼儿食品、谷物制品和方便食品等即食食品中均有检出阪崎克罗诺杆菌的报道^[7-10]。因此各类食品中阪崎克罗诺杆菌的污染状况和危害风险受到越来越多的重视。

本研究分析了山西省市售食品中分离到的80株阪崎克罗诺杆菌的毒力基因携带情况和76株阪崎克罗诺杆菌的脉冲电场凝胶电泳(Pulsed field gel electrophoresis, PFGE)分子分型特征。为今后山西省食品中克罗诺杆菌属的安全管理及食源性疾病预防提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

采集自2013—2022年山西省市售及网购品牌食品样品1050份,其中,婴幼儿配方食品502份,婴幼儿谷类辅助食品460份,冲调谷类制品88份。

1.2 仪器与试剂

全自动质谱检测系统(郑州安图生物工程股份有限公司);实时荧光定量PCR仪(罗氏,瑞士);CHEF2 mapper型脉冲场凝胶电泳仪(Bio-Rad,美国);凝胶成像系统(Bio-Rad,美国);阪崎克罗诺杆菌毒力基因核酸检测试剂盒(青岛中创汇科生物科技有限公司);阪崎肠杆菌标准菌株ATCC29544,沙门菌标准菌株H9812,限制性内切酶*Xba* I (New England Biolabs,美国);Seakem Glod琼脂糖(LONZA,美国);蛋白酶K(Roche,瑞士)

1.3 方法

1.3.1 分离鉴定

按照GB 4789.40—2016《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》第一法对样品进行检测。使用全自动质谱检测系统对菌株进行分型鉴定。

1.3.2 毒力基因检测

采用荧光PCR法对阪崎克罗诺杆菌4种毒力基因(*ompX*、*cpa*、*hly*和*sip*)进行检测。

1.3.3 分子分型检测

按照国家食品安全风险评估中心发布的《2022年国家食源性疾病预防工作手册》中阪崎克罗诺杆菌PFGE操作程序进行。沙门菌H9812为标准参考,plug制备:将菌悬液加入蛋白酶K和1% SKG琼脂糖中混匀制备plug胶块;细菌裂解:plug胶块置于细胞裂解液和蛋白酶K中56℃水浴2.5h;plug胶块清洗:灭菌纯水和TE清洗共6次;酶切:plug胶块用限制性内切酶*Xba* I 37℃水浴酶切4h;电

泳参数:低分子量为30 kb,高分子量为700 kb,电泳时间为18.5 h。电泳结束后,用GelRed染色30 min,凝胶成像系统成像,应用Bio Numerics软件进行分析。

2 结果

2.1 阪崎克罗诺杆菌检出情况

1050份样品中共检出阳性菌株80株,检出率为7.62%。菌株均经过生化鉴定和全自动质谱检测系统鉴定为阪崎克罗诺杆菌。样品包括婴儿配方食品251份、较大婴儿和幼儿配方食品251份、婴幼儿谷类辅助食品460份、冲调谷类制品88份,阳性菌株检出率分别为0.80%、0.80%、11.09%、28.41%。产地分布方面,山东省、江西省和广西壮族自治区阪崎克罗诺杆菌的检出率较高,分别为9.44%、9.92%和8.33%。见表1和表2。

表1 不同种类食品种类阪崎克罗诺杆菌的检出情况

Table 1 Detection of *Cronobacter sakazakii* in different food

样品种类	样品数量/份	阳性数量/株	检出率/%
婴儿配方食品	251	2	0.80
较大婴儿和幼儿配方食品	251	2	0.80
婴幼儿谷类辅助食品	460	51	11.09
冲调谷类制品	88	25	28.41

表2 不同地区阪崎克罗诺杆菌的检出情况

Table 2 Detection of *Cronobacter sakazakii* in different regions

省(市)	采样数/份	检出菌株数/株	检出率/%
山东	180	17	9.44
江西	121	12	9.92
广西	180	15	8.33
河北	86	7	8.14
黑龙江	48	3	6.25
天津	42	3	7.14
上海	68	4	5.88
广东	52	3	5.77
浙江	99	5	5.05
河南	62	3	4.84
其他	112	8	7.14

2.2 毒力基因检测

阪崎克罗诺杆菌的毒力基因主要包括*ompX*(编码外膜蛋白X的基因,参与宿主细胞的侵袭)、*cpa*(编码血浆纤溶酶原激活物的基因,可提高血清抗力,并激活纤溶酶原)、*hly*(编码具有溶血功能的蛋白溶血素的基因)、*sip*(编码免疫相关蛋白的基因)。本研究中的80株菌株均检测出毒力基因,4种毒力基因的检出率分别为:*ompX* 86.25%,*cpa* 85.00%,*hly* 98.75%,*sip* 86.25%。80株菌株中5株菌株携带1种毒力基因(4株为*hly*,1株为*ompX*),5株菌株同时携带2种毒力基因(3株为*hly-ompX*,2株为*hly-cpa*),11株菌株同时携带3种毒力基因(其中5株为*hly-sip-cpa*,4株为*hly-sip-ompX*,2株为*hly-cpa*—

ompX), 59株菌株同时携带4种毒力基因。见表3和表4。

表3 阪崎克罗诺杆菌的毒力基因检测结果

Table 3 Virulence gene test results of *Cronobacter sakazakii*

	毒力基因携带情况			
	<i>ompX</i>	<i>cpa</i>	<i>hly</i>	<i>sip</i>
阳性数/株	69	68	79	69
阳性率/%	86.25	85.00	98.75	86.25

表4 不同种类食品中阪崎克罗诺杆菌的毒力基因检测结果

Table 4 Virulence gene test results of *Cronobacter sakazakii* in different food

	毒力基因携带数量			
	1种	2种	3种	4种
婴幼儿配方食品/株	3	1	0	0
婴幼儿谷类辅助食品/株	2	2	9	38
冲调谷类制品/株	0	2	2	21

2.3 PFGE分子分型

对80株阪崎克罗诺杆菌进行PFGE分型,其中有4株菌株降解,这4株菌株均来源于2013年,降解可能与菌株活性下降有关,加入适量硫脲优化后条带仍不清晰。76株菌株得到良好的分离。应用Bio Numerics软件分析,得到67种PFGE带型,相似度为43.7%~100.0%,聚类相似度>90%的有5个亚型。菌株间型别分数,无明显聚集性和特异性,呈现高度多样性。不同产地、不同厂家间的菌株型别分散,仅少数菌株呈现出遗传相关性。菌株JZ2018-104、JZ2018-106、JZ2018-107、JZ2018-100、YQ18101和YQ19009这6株相似度大于90%,其中5株菌来自同一产地同一生产厂家的同类型产品,说明可能是生产过程中或原料中存在同一污染源。JC-16059和JZ1189相似度为90.3%,属于同一产地不同生产厂家的不同类型产品;JZ1082和TY2127相似度为100%、JC-18132和JC-16062相似度为92.9%,均来自同一产地不同生产厂家的同类型产品;JC-16017和JZ2018-109相似度为94.4%,来自不同产地不同生产厂家的同类型产品。这两家厂家均位于华南地区,不排除可能在原料供应中存在相同污染源的可能性。见图1。

3 讨论

本研究中婴幼儿谷类辅助食品和冲调谷类制品的检出率较高,对此类食品的消费人群——婴幼儿和中老年人存在一定风险。此结果与广西婴幼儿配方米粉中阪崎克罗诺杆菌的检出率16.00%^[9]、陕西省售婴幼儿谷类辅助食品中阪崎克罗诺杆菌的检出率23.8%^[10]相近。克罗诺杆菌形成的生物膜可附着于食品上,从而具备耐干燥和耐药的特性^[10],研究表明,克罗诺杆菌能在婴儿配方奶粉中

存活2年^[11]。本研究中,冲调谷物中阪崎克罗诺杆菌的检出率高达28%,相关文献表明与其他生产原料相比,淀粉被致病性微生物污染的概率更高^[12]。目前我国未制定婴幼儿谷类辅助食品和冲调谷类制品中阪崎克罗诺杆菌的限量标准,但此类食品温水冲服即可食用,存在一定的安全隐患和潜在的致病风险。建议相关部门加强对阪崎克罗诺杆菌的监测,为进一步完善限量标准提供依据。

本研究中80株菌株中毒力基因的检出率为*ompX* 86.25%,*cpa* 85.00%,*hly* 98.75%,*sip* 86.25%。罗梦幽等^[13]研究成都市129份食品样品中检出的43株克罗诺杆菌所携带的4种毒力基因中*ompX*、*cpa*、*hly*检出率分别为100%、13.9%、11.6%,*sip*基因未检出,西双版纳进口食品分离出的13株克罗诺杆菌毒力基因携带率为100%^[14];CRUZ等^[15]对来自于瑞士和墨西哥的43株克罗诺杆菌进行了毒力基因检测,*sip*、*hly*、*cpa*基因携带率分别为60%、37%、28%。本研究中每株菌携带的毒力基因数量也不尽相同,其中5株菌株携带1种毒力基因,5株菌株同时携带2种毒力基因,11株菌株同时携带3种毒力基因,59株菌株同时携带4种毒力基因。据有关报道,菌株携带毒力基因的种类越多,引发食物中毒的风险越大。数据表明,我省携带4种毒力基因的菌株占73.8%,具有一定的致病风险。

PFGE分型方法灵敏度高、稳定性好且准确性高,标准化的PFGE实验方法更有利于各实验室内指纹图谱的相互比较,进行菌株间溯源分析^[16]。甘辛等^[17]对婴儿配方奶粉分离的49株克罗诺杆菌进行分子分型,分为38个带型。贾华云等^[18]将湖南省婴幼儿食品中分离的50株克罗诺杆菌分为47个PFGE型,型别分散,相似度为28.7%~100.0%。张彩霞等^[19]将食品中分离的68株阪崎克罗诺杆菌分为58个PFGE带型,有4株同一带型的菌株分离自相同产地不同厂家。广西婴幼儿米粉中检出的32株菌株PFGE分型得到32种基因图谱,同一厂家同一批次米粉中分离的菌株分型也不相同^[12]。这些结果均与本研究结果相似,呈现较高的多样性和分散性。本研究中的76株菌株表现出较强的遗传多样性,在同产地同品牌的样品中有5株菌株相关性大于90%;同产地不同品牌的样品中来自江西的分别有2株相似度90.3%,2株相似度92.9%,山东的2株相关性100%;不同产地不同品牌的样品中有2株相似度94.4%,分别来自山东和河南。表明阪崎克罗诺杆菌的污染来源广泛,原料、运输、加工生产等多个环节均有污染的隐患。不同年份检出的菌株也可能遗传高度相关,如样品JC-16-017和

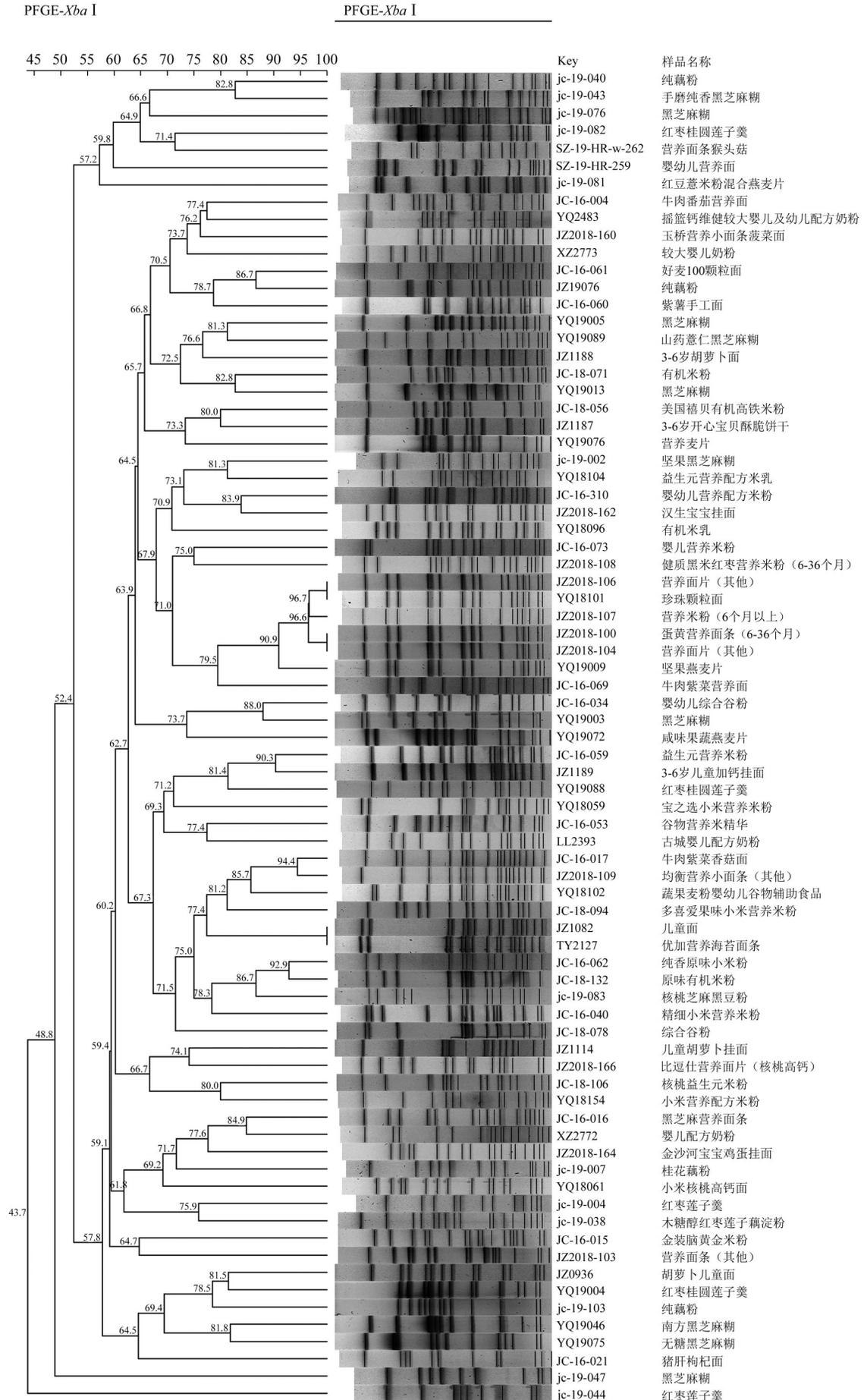


图1 76株克罗诺杆菌PFGE聚类结果

Figure 1 Cluster results of 76 strains of *Cronobacter* PFGE

JZ2018-109 (94.4%)、JC-18132 和 JC-16-062 (92.9%),来自同产地不同年份的样品,这也表明阪崎克罗诺杆菌可长期保持活性,持续污染产品。

将 PFGE 分型结果与毒力基因检测结果结合发现,来自同产地同品牌 PFGE 相似度大于 90% 的 5 株菌株中,其中 2 株具有相同的毒力基因,均为 *hly-sip-ompX*,而其他 3 株具有不同的毒力基因。来自同产地不同品牌的菌株 JZ1082 和 TY2127 相似度为 100%,具有相同的毒力基因,均为 *hly-sip-cpa*;而菌株 JC-18132 和 JC-16062 相似度为 92.9%,两者的毒力基因不同,分别为 *hly-ompX* 和 *hly-sip-ompX-cpa*。说明本研究中阪崎克罗诺杆菌的毒力基因检测结果与 PFGE 分型结果并不完全相关。

山西省市售食品中阪崎克罗诺杆菌污染情况不容忽视,尤其需对婴幼儿谷类辅助食品和冲调谷类制品加强监测,菌株毒力基因携带率较高,有一定的致病隐患。PFGE 分子分型表现出较强的遗传多样性,在产品的原料、生产加工、运输中均可能受到阪崎克罗诺杆菌的污染,需加强各个环节的消毒与监测。

参考文献

- [1] IVERSEN C, LEHNER A, MULLANE N, et al. The taxonomy of *Enterobacter sakazakii*: Proposal of a new genus *Cronobacter* Gen. nov. and descriptions of *Cronobacter sakazakii* comb. nov., *Cronobacter sakazakii* subsp. *Sakazakii*, comb. nov., *Cronobacter sakazakii* subsp. *malonaticus* subsp. nov., *Cronobacter mytjensii* sp. nov., *Cronobacter dublinensis* sp. nov. and *Cronobacter* genomospecies 1 [J]. BMC Evolutionary Biology, 2007, 7(1): 64-75.
- [2] JOSEPH S, CETINKAYA E, DRAHOVSKA H, et al. *Cronobacter condimenti* sp. nov., isolated from spiced meat, and *Cronobacter universalis* sp. nov., a species designation for *Cronobacter* sp. genomospecies 1, recovered from a leg infection, water and food ingredients [J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2012, 62(Pt_6): 1277-1283.
- [3] JARADAT Z W, AL MOUSA W, ELBETIEHA A, et al. *Cronobacter* spp. -opportunistic food-borne pathogens. A review of their virulence and environmental-adaptive traits [J]. Journal of Medical Microbiology, 2014, 63(8): 1023-1037.
- [4] 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 X M, PEI X Y, GUO Y C. Isolation of *Enterobacter sakazakii* from infant fomular powder samples collected from Fuyang, Anhui Province, China [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2005, 17(1): 10-12.
- [5] FAO/WHO. Workshop on *Enterobacter sakazakii* and other Microorganisms in Powdered Infant Formula, Geneva, 2-5 February 2004 [C]. <http://www.who.int/foodsafety/micro/jemra/meetings/feb2004/en/index.html>.
- [6] YONG W, GUO B F, SHI X C, et al. An investigation of an acute gastroenteritis outbreak: *Cronobacter sakazakii*, a potential cause of food-borne illness [J]. Frontiers in Microbiology, 2018, 9: 2549.
- [7] 徐高杰, 陈万胜, 马莉, 等. 河南省 9 类食品中克罗诺杆菌属的污染检测 [J]. 中国卫生检验杂志, 2022, 32(13): 1549-1551, 1555.
XU G J, CHEN W S, MA L, et al. Investigation on contamination of *Cronobacter* spp. in 9 kinds of food in Henan Province [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2022, 32(13): 1549-1551, 1555.
- [8] 马炳存, 陈学强, 王灿, 等. 即食食品中阪崎克罗诺杆菌的分离鉴定及分子分型 [J]. 中国食品学报, 2022, 22(3): 273-280.
MA B C, CHEN X Q, WANG C, et al. Isolation, identification and molecular characterization of *Cronobacter sakazakii* in ready-to-eat foods [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(3): 273-280.
- [9] 梁安莉, 农珍妮, 杨江夏, 等. 婴幼儿配方米粉克罗诺杆菌污染调查与分析 [J]. 中国食物与营养, 2018, 24(9): 29-32.
LIANG A L, NONG Z N, YANG J X, et al. Investigation and analysis on *Cronobacter* spp. contamination in different infant formula rice flour [J]. Food and Nutrition in China, 2018, 24(9): 29-32.
- [10] 张强, 罗勤贵, 赵南昕, 等. 陕西省市售婴幼儿食品中阪崎克罗诺杆菌流行状况及相关特性研究 [J]. 西北农业学报, 2019, 28(5): 843-852.
ZHANG Q, LUO Q G, ZHAO N X, et al. Prevalence and relative characterizations of *Cronobacter sakazakii* in retail infant and baby foods in Shaanxi Province [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2019, 28(5): 843-852.
- [11] 甘辛, 李凤琴. 克罗诺杆菌属致病性研究进展 [J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(6): 663-667.
GAN X, LI F Q. Advances in the study of pathogenicity of *Cronobacter* [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2018, 30(6): 663-667.
- [12] 梁安莉, 农珍妮, 温桂珍, 等. 市售婴幼儿米粉中克罗诺杆菌的分子分型和耐药分析 [J]. 现代食品科技, 2020, 36(12): 36-42.
LIANG A L, NONG Z N, WEN G Z, et al. Molecular typing and drug resistance of *Cronobacter* spp. in infants rice flour [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(12): 36-42.
- [13] 罗梦幽, 柯旭泽, 贺苏皖, 等. 食品中克罗诺杆菌分离菌株生物被膜形成、耐药性及毒力基因检测 [J]. 食品工业科技, 2019, 40(4): 106-111.
LUO M Y, KE X Z, HE S W, et al. Biofilm formation, antimicrobial susceptibility and virulence gene detection in *Cronobacter* spp. isolated from food sources [J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(4): 106-111.
- [14] 章茜, 陈芸, 吕廷保, 等. 西双版纳进口食品中克罗诺杆菌分离鉴定、毒力基因及耐药性研究 [J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(6): 186-192.
ZHANG X, CHEN Y, LYU T B, et al. Identification, virulence genes, and antibiotic resistance of *Cronobacter* spp. in imported food from Xishuangbanna, Yunnan [J]. Food and Fermentation Industries, 2023, 49(6): 186-192.

- [15] CRUZ A, XICOHTENCATL-CORTES J, GONZÁLEZ-PEDRAJO B, et al. Virulence traits in *Cronobacter* species isolated from different sources[J]. Canadian Journal of Microbiology, 2011, 57(9): 735-744.
- [16] 裴晓燕, 郭云昌, 刘秀梅. 阪崎肠杆菌脉冲场凝胶电泳分型的研究[J]. 卫生研究, 2008, 37(2): 179-182.
PEI X Y, GUO Y C, LIU X M. Study on the molecular typing of *Enterobacter sakazakii* with pulsed-field gel electrophoreses[J]. Journal of Hygiene Research, 2008, 37(2): 179-182.
- [17] 甘辛, 王伟, 胡豫杰, 等. 我国婴儿配方粉来源的克罗诺杆菌脉冲场凝胶电泳分子分型和多位点序列分型研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(3): 235-238.
GAN X, WANG W, HU Y J, et al. Study on pulsed field gel electrophoresis and multilocus sequence typing of *Cronobacter* isolated from powdered infant formula [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2018, 30(3): 235-238.
- [18] 贾华云, 王岚, 陈帅, 等. 市售婴幼儿食品中克罗诺杆菌分离菌株脉冲场凝胶电泳分型及耐药性研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(2): 106-110.
JIA H Y, WANG L, CHEN S, et al. Research on molecular pulsed field gel electrophoresis typing and drug resistance of *Cronobacter* isolated from retail infant foods [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2019, 31(2): 106-110.
- [19] 张彩霞, 陈颖, 胡安妥, 等. 食品中阪崎克罗诺杆菌的药物敏感性及其分子分型研究[J]. 中国农业科技导报, 2020, 22(6): 123-129.
ZHANG C X, CHEN Y, HU A T, et al. Drug sensitivity analysis and molecular typing of *Cronobacter sakazakii* isolated from food [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2020, 22(6): 123-129.

《中国食品卫生杂志》顾问及第五届编委会名单

顾问: 陈君石、黄璐琦、江桂斌、李林、沈建忠、吴清平、Jianghong Meng(美国)、Patrick Wall(爱尔兰)、Samuel Godefroy(加拿大)、Gerald Moy(美国)、Paul Brent(澳大利亚)、Marta Hugas(比利时)、Yukikko Yamada(日本)、Tom Heilandt(德国)、Andreas Hensel(德国)、Christopher Elliott(英国)、Christine Nelleman(丹麦)

主任委员: 卢江

副主任委员: 王竹天、李宁、孙长颢、王涛、谢剑炜、应浩、丁钢强、张峰、张永慧

主编: 吴永宁

编委(按姓氏笔画排序)

丁钢强(中国疾病预防控制中心营养与健康所)

于洲(国家食品安全风险评估中心)

于维森(青岛市疾病预防控制中心)

马宁(国家食品安全风险评估中心)

马会来(中国疾病预防控制中心)

马群飞(福建省疾病预防控制中心)

王君(国家食品安全风险评估中心)

王茵(浙江省医学科学院)

王涛(浙江清华长三角研究院)

王硕(南开大学医学院)

王慧(上海交通大学公共卫生学院)

王永芳(国家卫生健康委员会卫生健康监督中心)

王竹天(国家食品安全风险评估中心)

王松雪(国家粮食和物资储备局科学研究院)

王晓英(中国动物疫病预防控制中心)

计融(国家食品安全风险评估中心)

邓小玲(广东省疾病预防控制中心)

卢江(国家食品安全风险评估中心)

应浩(中国科学院上海营养与健康所)

张丁(河南省疾病预防控制中心)

张峰(中国检验检疫科学研究院)

张卫兵(南通市疾病预防控制中心)

张立实(四川大学华西公共卫生学院)

张永慧(广东省疾病预防控制中心)

张旭东(国家卫生健康委员会医院管理研究所)

张剑峰(黑龙江省疾病预防控制中心)

张朝晖(中国海关科学技术研究中心)

张惠媛(中国海关科学技术研究中心)

张遵真(四川大学华西公共卫生学院)

陈波(湖南师范大学化学化工学院)

陈颖(中国检验检疫科学研究院)

陈卫东(广东省市场监督管理局)

邵兵(北京市疾病预防控制中心)

武爱波(中国科学院上海营养与健康所)

赵舰(重庆市疾病预防控制中心)

赵云峰(国家食品安全风险评估中心)

(下转第556页)