

米和食用淀粉中椰毒假单胞菌酵米面亚种污染调查与风险分析

陈荣桥, 陈汉金, 胡均鹏, 冼燕萍, 杨静, 王斌, 朱文信, 刘冬虹, 侯向昶, 刘春生, 吴玉銮, 周颖璇
(广州质量监督检测研究院, 广州市食品安全风险动态监测与预警研究中心, 广州市食品安全检测技术重点实验室, 广东广州 511447)

摘要: 通过调查我国南方部分省份食品工业中常用的米和食用淀粉中唐菖蒲伯克霍尔德菌污染情况, 首次在进口碎米中分离鉴定出椰毒假单胞菌酵米面亚种, 预警潜在风险。本研究在曾发生过米酵菌酸中毒事件的南方省份采集了 129 份样品, 其中大米 47 份、碎米 18 份和食用淀粉 64 份, 分别按照 GB/T 4789.29-2003 和 GB 5009.189-2016 检测唐菖蒲伯克霍尔德菌和米酵菌酸。研究表明, 在 4 份进口碎米和 1 份国产碎米中分离鉴定出 6 株唐菖蒲伯克霍尔德菌, 在碎米样品中的检出率为 27.78% (5/18); 经过产毒培养和毒性测试, 其中 4 株菌株产毒素米酵菌酸, 小白鼠经口灌胃毒素粗提取液后在 24 h 内全部死亡, 确证为椰毒假单胞菌酵米面亚种, 均源自 4 份进口碎米, 占进口碎米样品的 23.53% (4/17), 这 4 份进口碎米中有 2 份检出米酵菌酸。说明进口碎米存在安全风险, 相关企业和监管部门应加强风险防控。

关键词: 椰毒假单胞菌酵米面亚种; 米酵菌酸; 米和食用淀粉; 调查分析

文章编号: 1673-9078(2021)01-260-267

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.1.0685

Investigation and Risk Analysis of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans* from Rice and Edible Starch

CHEN Rong-qiao, CHEN Han-jin, HU Jun-peng, XIAN Yan-ping, YANG Jing, WANG Bin, ZHU Wen-xin,
LIU Dong-hong, HOU Xiang-chang, LIU Chun-sheng, WU Yu-luan, ZHOU Ying-xuan

(Guangzhou Quality Supervision and Testing Institute, Guangzhou City Research Center of Risk Dynamic Detection and Early Warning for Food Safety, Guangzhou City Key Laboratory of Detection Technology for Food Safety, Guangzhou 511447, China)

Abstract: By investigating the contamination of *Burkholderia gladioli* in rice and edible starch which commonly used in the food industry in some provinces of southern China, it is the first time that *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans* was isolated and identified from imported broken rice, which provided early warning of potential risk. In this study, 129 samples including 47 rice, 18 broken rice, 64 edible starch were collected from southern provinces where “bongkreik acid poisoning incident” had occurred. *Burkholderia gladioli* and bongkreik acid were detected according to GB/T 4789.29-2003 and GB 5009.189-2016, respectively. The results showed that 6 strains of *Burkholderia gladioli* were isolated and identified from 4 imported broken rice and 1 domestic broken rice, and the detection rate in broken rice samples was 27.78% (5/18); through toxin-producing cultivation and toxicity test, 4 strains produced bongkreik acid. The mice all died within 24 hours after oral gavage of crude toxin extract. It was confirmed that the toxin was *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*, and all derived from 4 imported broken rice samples (two of them were detected with bongkreik acid), accounting for 23.53% (4/17) of imported broken rice

引文格式:

陈荣桥,陈汉金,胡均鹏,等.米和食用淀粉中椰毒假单胞菌酵米面亚种污染调查与风险分析[J].现代食品科技,2021,37(1): 260-267

CHEN Rong-qiao, CHEN Han-jin, HU Jun-peng, et al. Investigation and risk analysis of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans* from rice and edible starch [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(1): 260-267

收稿日期: 2020-7-21

基金项目: 广东省科技计划项目 (2019B020208008)

作者简介: 陈荣桥 (1992-), 男, 硕士, 研究方向: 食品安全分析

通讯作者: 冼燕萍 (1975-), 女, 硕士, 教授级高级工程师, 研究方向: 食品安全分析

samples. It shows that there are safety risks in imported broken rice, and the relevant enterprises and regulatory authorities should strengthen the risk prevention and control.

Key words: *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*; bongkrekic acid; rice and starch; investigation and analysis

椰毒假单胞菌酵米面亚种 (*Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*, 又称椰毒伯克霍尔德菌^[1]) 是唐菖蒲伯克霍尔德菌 (*Burkholderia gladioli*) 的一种病原型, 容易污染谷类发酵制品 (酵米面、玉米淀粉、醋凉粉等)、银耳、木耳及薯类制品 (马铃薯粉条、甘薯淀粉、山芋淀粉等)^[2]。椰毒假单胞菌酵米面亚种广泛存在于环境土壤中, 生长繁殖温度为 30~36 °C, 最佳产毒温度为 26~28 °C。米酵菌酸是椰毒假单胞菌酵米面亚种产生的主要外毒素, 对人和动物有强烈的毒性作用, 美国《食品毒理学》研究表明人体血液中米酵菌酸含量达到 200~300 µg/L 即可达到致死剂量, 人群中毒事件反映经口摄入含 31 mg 米酵菌酸的食物可致死亡, 米酵菌酸中毒死亡率高达 40%~100%, 且米酵菌酸耐热, 一般烹调方法不能破坏其毒性^[3,4]。

米酵菌酸中毒机理是抑制线粒体腺嘌呤核苷酸转位酶 (ANT) 而产生毒性作用^[5,6]。发病潜伏期一般为 30 min~12 h, 少数长达 1~2 d, 中毒早期多为胃肠道刺激, 表现为恶心、呕吐、腹泻等, 病情进展迅速, 严重发展为脑、肝、肾多器官功能衰竭^[7,8]。由椰毒假单胞菌酵米面亚种污染食物而引发米酵菌酸中毒事件在我国时有报道, 据不完全统计, 自 20 世纪中期以来, 报道的此类事件影响人数累计超过 2000 人, 死亡人数超过 900 人, 中毒食物有发酵变质的玉米制品、变质银耳和长时间泡发的木耳等, 涉及省份包括东北三省、四川、云南、浙江、广西和广东等^[2,9-12]。其中, 2018 年广东省河源市和东莞市也接连发生了因食用过期湿粉条而引起家庭米酵菌酸中毒事件^[4,7]。由此可见, 椰毒假单胞菌酵米面亚种污染及其毒素中毒事件已经危及人们身体健康和生命安全, 应当提高重视程度。

本研究率先在我国南方部分省份的一些粮食加工制品生产企业进行调研并采集了米 (大米和碎米)、食用淀粉 (玉米淀粉、小麦淀粉和木薯淀粉) 样品, 同时也在市场上随机购买了一些大米样品, 开展椰毒假单胞菌酵米面亚种及其毒素米酵菌酸污染摸查和风险分析研究。首次在 4 份进口碎米和 1 份国产碎米中分离鉴定出 6 株唐菖蒲伯克霍尔德菌, 其中 4 株为产毒素的椰毒假单胞菌酵米面亚种 (均源自进口碎米), 有 1 份进口碎米同时分离出 1 株产毒菌株和 1 株不产毒菌株, 在 2 份进口碎米中同时检出米酵菌酸; 国产碎米中分离出 1 株不产毒株。研究表明进口碎米存在椰

毒假单胞菌酵米面亚种污染的安全风险。

1 材料与方法

1.1 原料

2020 年 4~6 月, 从我国南方部分省份采集米和食用淀粉样品共 129 份, 其中 47 份大米、18 份碎米和 64 份淀粉样品 (具体见表 1, 其中产地信息均为产品包装标识), 样品采自粮食加工制品生产企业和广州本地超市或市场。采样时, 为了避免二次污染, 对于小包装规格的产品则整包购买, 对于大包装规格的产品则从新开封的产品中取出适量样品后即装入无菌均质袋并密闭包装, 每件样品至少 500 g。

1.2 仪器和试剂

VITEK 2 Compact 自动微生物快速检测系统, 法国梅里埃公司; 生物安全柜, Thermo scientific; 高压灭菌锅 (Hirayama HVE 50); 恒温培养箱, Binder; 天平 (PL6001E); 移液枪, transfeppette; ACQUITYTM 超高效液相色谱仪和 Waters XevoTM TQ MS 三重四极杆串联质谱仪, Waters 公司。

GVC 增菌液、马铃薯葡萄糖琼脂 (PDA) 培养基、马铃薯葡萄糖半固体琼脂培养基、卵黄琼脂培养基和 SS 琼脂培养基, 均购自广东环凯微生物科技有限公司; VITEK 2 Compact GN 鉴定卡, 法国梅里埃公司; 玻璃纸和旋蒸仪, 郑州长城科工贸有限公司; 米酵菌酸标准品 (1 mg/mL), Sigma Aldrich; 甲醇和乙腈 (HPLC 级), 德国 Merck 公司; 甲酸 (HPLC 级), 德国 CNW 公司; 氨水 (分析纯), 广州化学试剂厂; MAX 固相萃取小柱 (6 mg/3 mL), Waters 公司; 超纯水 (18.2 MΩ·cm), 实验室 Milli-Q 自制。

1.3 实验方法

按照 GB/T 4789.29-2003《食品卫生微生物学检验 椰毒假单胞菌酵米面亚种检验》对所有样品进行处理和分离菌株^[13], 生化鉴定采用 VITEK 2 Compact 自动微生物快速检测系统, 对经 VITEK 2 Compact 确认的唐菖蒲伯克霍尔德菌, 进一步开展毒性试验, 对产毒培养获得的毒素粗提液采用小白鼠灌胃进行毒力测定, 同时测定米酵菌酸。

参考 GB 5009.189-2016《食品安全国家标准 食品

中米酵菌酸的测定》的前处理方法^[14]，建立了检测米酵菌酸的超高效液相色谱-质谱/质谱（UPLC-MS/MS）法，仪器检出限为 0.3 μg/L。UPLC-MS/MS 检测色谱条件：BEH C18 色谱柱（50 mm×2.1 mm，1.7 μm）；流动相为乙腈（A）和 0.1%甲酸水溶液（B），梯度洗脱程序为：0.0~3.0 min，50%~70% A，3.0~3.6 min，70%~95% A，3.6~5.5 min，95% A，5.5~5.6 min，95%~50% A，5.6~7.0 min，50% A；流速 0.3 mL/min；柱温 40 ℃；进样量 5 μL。质谱条件：电离方式为电喷雾负离子（ESI-）模式；毛细管电压 2 kV，锥孔电压 10 V；去溶剂温度 500 ℃；去溶剂气为氮气，800 L/Hr；锥孔气为氮气，50 L/Hr；监测方式：多反应监测（MRM），米酵菌酸和异米酵菌酸的特征离子对（*m/z*）均为 485.3/397.3 和 485.3/441.3（定量），碰撞能分别为 20 eV 和 10 eV。

1.4 数据处理

本文数据使用 Origin 9 软件作图，每项数据实验三次取平均值处理。

2 结果与讨论

2.1 米和食用淀粉的污染情况

本次实验共采集 129 份，发现大米和碎米存在唐菖蒲伯克霍尔德菌、类鼻疽伯克霍尔德菌和荧光假单胞菌污染（见表 1）。其中，在 4 份进口碎米样品中检出 5 株唐菖蒲伯克霍尔德菌（4 株为产毒菌株和 1 株不产毒菌株），即在 1 份进口碎米样品中同时检出 1 株产毒菌株和 1 株不产毒菌株；1 份国产碎米中检出 1 株不产毒菌株。

表 1 米和食用淀粉样品中细菌污染情况

Table 1 Contamination of various samples of Bacteria

样品类别	产品标识 产地	样品数量	细菌种类			
			唐菖蒲伯克霍尔德菌	类鼻疽伯克霍尔德菌	荧光假单胞菌	未鉴定出细菌类别
大米	国产	47	0	1	1	3
碎米	国产	1	1 ^a	0	0	0
	进口	17	5 ^b	1	0	0
小麦淀粉	国产	34	0	0	0	1
玉米淀粉	国产	20	0	0	0	1
木薯淀粉	国产	10	0	0	0	0

注：a，不产毒株；b，4 株为产米酵菌酸的椰毒假单胞菌酵米面亚种，1 株为不产毒株。

表 2 疑似菌落在 PDA 平板和卵黄琼脂平板上形态特征^[19]

Table 2 Characteristics of suspected colonies on PDA plate and egg yolk agar plate

菌落类型	PDA 平板上菌落特征	卵黄琼脂平板上菌落特征
1	偏淡绿色菌落，整体光滑湿润，边缘整齐，中间颜色较深，单菌落生长时中心凸起呈草帽状	中间一点凸起较湿润，从中心往外扩散逐渐干燥，斜射光下周围有明显的光泽
2	乳白色菌落，整体光滑湿润，边缘整齐，颜色分布均一，部分单菌落中心凸起呈轻微草帽状	菌落表面凸起，湿润光滑，菌落外圈有少量的透明圈，斜射光下有光泽
3	乳白色菌落，菌落较多区域呈现轻微黄绿色，光滑湿润，边缘整齐，单菌落中心凸起呈草帽状，中心和周围颜色较深，中间环状区域颜色较浅	菌落表面凸起，湿润光滑，菌落周围分布有乳白色浑浊环，斜射光下浑浊环表面呈彩虹现象
4	乳白中带淡黄色菌落，整体光滑湿润，边缘整齐，菌落集中区域呈现黄绿色荧光，单菌落中心凸起呈草帽状，中心和周围颜色较深，中间环状区域颜色较浅	菌落表面凸起，湿润光滑，菌落周围分布有乳白色浑浊环，浑浊环分布较大，斜射光下浑浊环表面呈彩虹现象
5	乳白色菌落，光滑湿润，边缘整齐，中心凸起，菌落集中区域泛黄绿色荧光	菌落表面凸起，光滑湿润，周围有浑浊环，颜色与菌落相似，斜射光下可见环表面呈彩虹现象

2.2 样品在不同分离平板上疑似菌落的形态特征及生化特性

2.2.1 在 PDA 平板和卵黄琼脂平板上的菌落特征

样品加入 GVC 增菌培养液培养 48 h 后划线分离培养^[13]，在 13 个样品中发现疑似唐菖蒲伯克霍尔德

菌株 14 株，其中在 1 个样品中发现了 2 株。14 株疑似菌落在 PDA 平板和卵黄平板上呈现出 5 种形态特征，如表 2、图 1 和图 2 所示。5 种菌落形态特征与 GB/T 4789.29-2003 的菌落特征描述较相似^[13]。

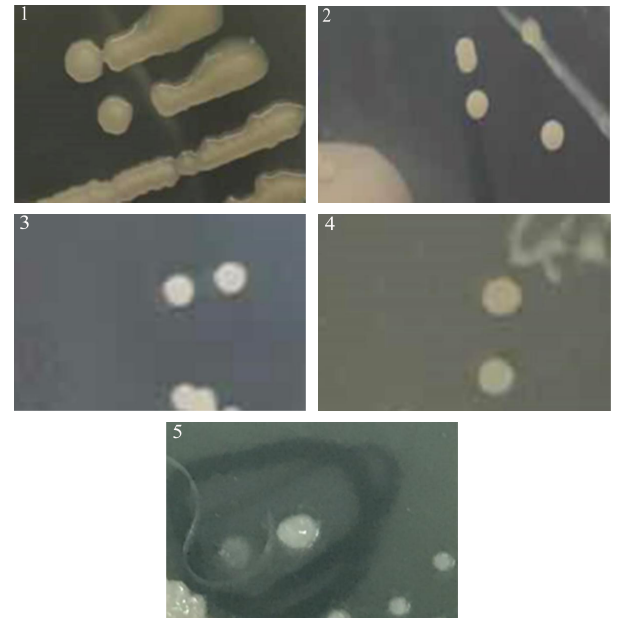


图 1 PDA 平板上菌落特征

Fig.1 Characteristics of colony on PDA plate

注：序号对应表 2 中菌落类型，图 2 同。

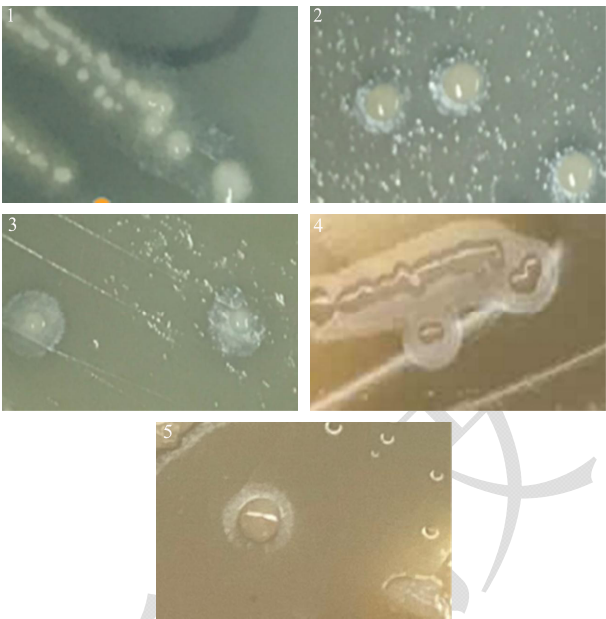


图 2 卵黄琼脂平板上菌落特征

Fig.2 Characteristics of colony on egg yolk agar plate

2.2.2 疑似菌落的生化特性

将上述 5 种类型菌落在卵黄琼脂培养基上培养 48 h 后，挑取典型单一菌落接种 PDA 平板培养 24 h，然后用 VITEK 2 Compact 生化鉴定分析，具体的鉴定结果见表 3。

表 3 类型 1~5 的生化反应结果

Table 3 Biochemical reaction results of type 1~5

生化指标	生化反应				
	1	2	3	4	5
丙氨酸-苯丙氨酸-脯氨酸芳胺酶(APPA)	-	-	-	-	-
侧金盏花醇(ADO)	-	(+)	+	+	-
吡咯烷基芳胺酶(PyrA)	-	-	-	-	-
L-阿拉伯醇(IARL)	-	-	-	-	-
D-纤维二糖(dCEL)	+	-	-	-	+
β -半乳糖(BGAL)	-	-	-	-	-
硫化氢(H ₂ S)	-	-	-	-	-
β -N-乙酰葡萄糖苷酶(BNAG)	-	-	-	-	-
谷氨酰芳胺酶(AGLTp)	-	-	-	-	-
D-葡萄糖(dGLU)	+	+	+	+	+
Y-谷氨酰转移酶(GGT)	-	-	-	-	-
葡萄糖发酵(OFF)	-	-	-	-	-
β -葡萄糖苷酶(BGLU)	-	-	-	-	-
D-麦芽糖(dMAL)	+	-	-	-	+
D-甘露醇(dMAN)	+	-	+	+	+
D-甘露糖(dMNE)	+	+	+	+	+
β -木糖苷酶(BXYL)	-	-	-	-	-
β -丙氨酸芳胺酶(BAlap)	-	-	-	-	-

转下页

接上页

L-脯氨酸芳胺酶(ProA)	-	+	-	-	+
脂酶(LIP)	-	-	-	-	-
古老糖(PLE)	-	-	-	-	-
酪氨酸芳胺酶(TyrA)	-	+	-	+	-
尿素酶(URE)	-	-	-	-	+
D-山梨醇(dSOR)	+	-	+	+	+
蔗糖(SAC)	+	-	-	-	+
D-塔格糖(dTAG)	-	-	-	-	-
D-海藻糖(dTRE)	-	+	+	+	-
柠檬酸盐(钠)(CIT)	+	+	+	+	+
丙二酸盐(MNT)	-	-	-	-	(-)
5-酮-葡萄糖苷(5KG)	-	-	-	-	-
乳酸盐产碱(ILATk)	+	+	+	+	+
α -葡萄糖(AGLU)	-	-	-	-	-
琥珀酸盐产碱(SUCT)	+	+	+	+	+
N-乙酰- β -半乳糖氨酶 NAGA	-	-	-	-	-
α -半乳糖苷酶(AGAL)	-	-	-	-	-
磷酸酶(PHOS)	-	-	-	-	-
氨基乙酸芳胺酶(GlyA)	-	-	-	-	-
鸟氨酸脱羧酶(ODC)	-	-	-	-	-
赖氨酸脱羧酶(LDC)	-	-	-	-	-
组氨酸同化(IHISa)	-	-	-	-	-
COURMARATE(CMT)	+	+	-	-	+
β -葡萄糖苷酸酶(BGUR)	-	-	-	-	-
O/129 耐受(OI29R)	+	-	-	-	+
谷氨酸-甘氨酸-精氨酸芳胺酶(GGAA)	-	-	-	-	-
L-苹果酸盐同化(MLTa)	+	-	-	-	-
ELLM	-	-	-	-	-
L-乳酸盐同化(ILATa)	-	-	-	-	-
VITEK 鉴定结果	类鼻疽伯克 霍尔德菌	荧光假 单胞菌	唐菖蒲伯克 霍尔德菌	唐菖蒲伯克 霍尔德菌	未能鉴定 的菌株

注：当生化反应结果稍低于阈值时显示为弱阴性 (-)，当生化反应结果稍高于阈值时显示为弱阳性 (+)。

鉴定结果表明，3 号和 4 号菌株为唐菖蒲伯克霍尔德菌，1 号菌株为类鼻疽伯克霍尔德菌，2 号菌株为荧光假单胞菌，5 号菌株未能鉴定出细菌种类。从生化反应特性上看，类鼻疽伯克霍尔德菌和唐菖蒲伯克霍尔德同属于伯克霍尔德菌属，故两者的生化差异不大，主要区别在于唐菖蒲伯克霍尔德菌可利用侧金盏花醇(ADO)，类鼻疽伯克霍尔德菌可利用 D-纤维二糖(dCEL)、D-麦芽糖(dMAL)、蔗糖(SAC)以及 D-海藻糖(dTRE)；荧光假单胞菌在生化反应上大部分和唐菖蒲伯克霍尔德菌类似，主要区别在于 D-甘露醇(dMAN)、L-脯氨酸芳胺酶(ProA)和 D-山梨醇(dSOR)；未能鉴定的菌株生化反应与唐菖蒲伯克霍尔德菌的也大部分相

似，也有可能是伯克霍尔德菌属中的一种。

2.3 唐菖蒲伯克霍尔德菌的毒性试验

2.3.1 毒力测试

将鉴定为唐菖蒲伯克霍尔德菌的 6 株菌株，分别编号为 S1、S2、S3、S4、S5 和 S6，其中 S2 和 S3 为同 1 份碎米样品分离出的 2 株菌株（见表 4）。按照 GB/T 4789.29-2003 进行产毒培养，提取粗毒素，分别对体重 18~20 g 的小白鼠经口灌胃^[13,15,16]。菌株 S3 和 S6 的粗毒素灌胃的小白鼠均没有死亡，菌株 S1、S2、S4 和 S5 的粗毒素灌胃的小白鼠均在 24 h 内死亡，表明菌株 S3 和 S6 为不产毒株，菌株 S1、S2、S4 和 S5

为产毒株。

表 4 S1-S6 培养物中米酵菌酸的检测结果

Table 4 Detection results of Bongkreikic acid in S1-S6 culture

样品	菌株	米酵菌酸/(mg/kg)	标准差
碎米 1 (进口)	S1	197.60	4.73
碎米 2 (进口)	S2	255.90	6.32
	S3	未检出	0
碎米 3 (进口)	S4	162.60	3.77
碎米 4 (进口)	S5	169.50	5.21
碎米 5 (国产)	S6	未检出	0

2.3.2 培养物中米酵菌酸的测定

将 6 株唐菖蒲伯克霍尔德菌的产毒培养物检测米酵菌酸 (见表 4), 其中 S1、S2、S4 和 S5 的米酵菌酸含量在 162.60~255.90 mg/kg, 证实这 4 株为产毒株; S3 和 S6 的培养物未检出米酵菌酸, 证实为不产毒株。米酵菌酸标准溶液 (a) 和菌株 S1 粗毒素 (b) 的提取离子色谱图见图 3, 可见, 椰毒假单胞菌酵米面亚种产的毒素包括米酵菌酸和异米酵菌酸, 有文献报导异米酵菌酸的毒性约为米酵菌酸的 1/2~1/4^[17,18], 由于尚无异米酵菌酸标准品售卖, 本研究将 (米酵菌酸峰面积+异米酵菌酸峰面积) 与米酵菌酸标准品峰面积比较定量, 且经实验验证, 与将米酵菌酸和异米酵菌酸合成单峰的定量结果一致。

2.4 米和食用淀粉中米酵菌酸的测定

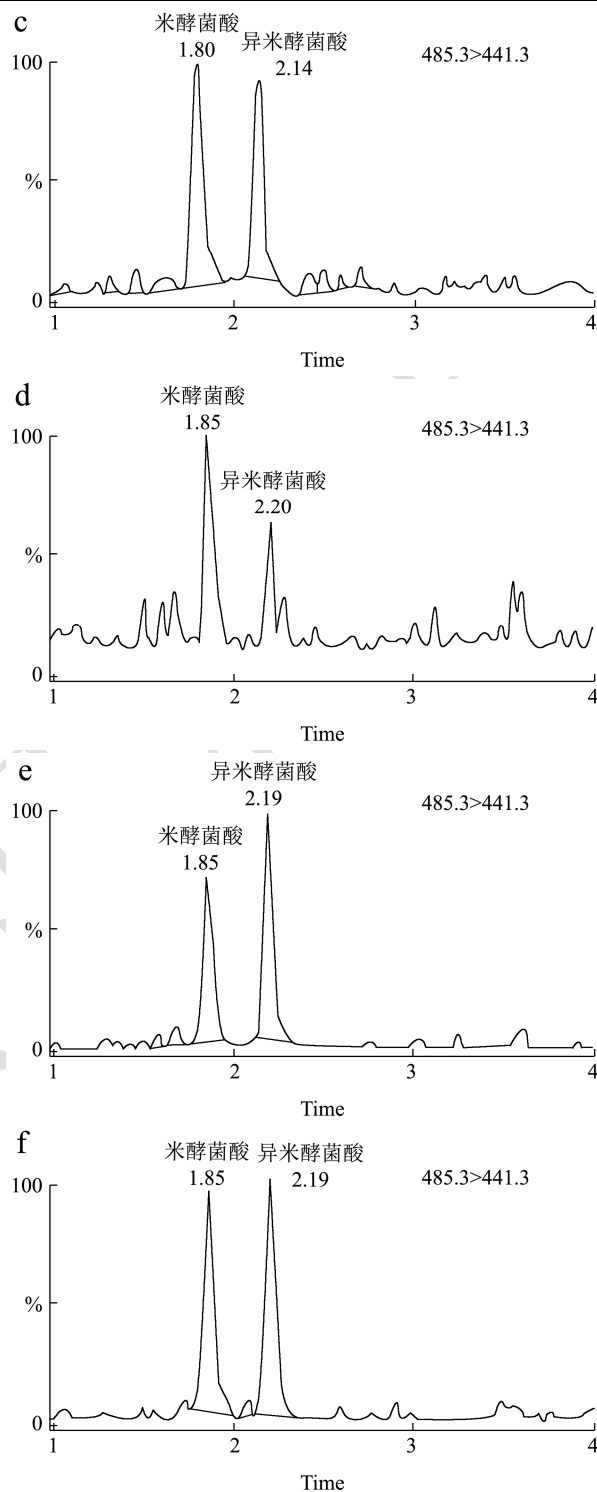
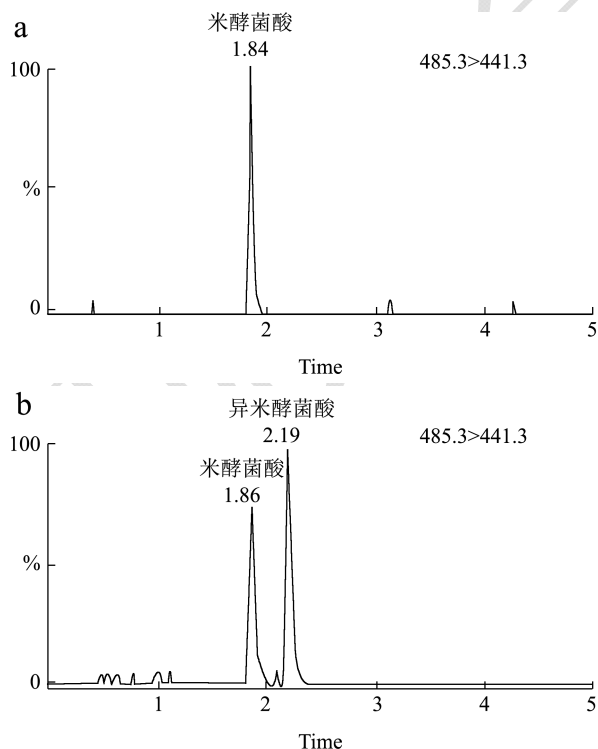


图 3 米酵菌酸标准溶液 (a)、椰毒假单胞菌毒素提取物 (b)、阳性大米样品 (c 和 d)、阳性碎米样品 (e 和 f) 的提取离子色谱图

Fig.3 Extraction ion chromatograms of bongkreikic acid standard solution (a), toxin extract of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans* (b), positive rice samples (c and d), positive broken rice samples (e and f)

129 份米和食用淀粉样品中,有 2 份大米和 2 份碎米(表 4 中碎米 2 和碎米 4)检出米酵菌酸,含量分别为 2.70、0.70、2.40 和 1.00 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。在检出米酵菌酸的 2 份大米中并未检出椰毒假单胞菌酵米面亚种,可能是由于菌在大米中分布极不均匀,且样品含有大量霉菌,霉菌与椰毒假单胞菌酵米面亚种生长条件基本一致,但是霉菌生长速度快,PDA 平板培养时霉菌快速生长并基本铺满整个平板,难以辨别椰毒假单胞菌酵米面亚种菌落;检出米酵菌酸的 2 份碎米同时也检出了椰毒假单胞菌酵米面亚种,米酵菌酸含量虽然很低,但是表明菌已经在产毒,存在安全风险。

阳性大米(c、d)和阳性碎米(e、f)的提取离子色谱图见图 3,均包含了米酵菌酸和异米酵菌酸 2 个峰。

3 结论

本研究主要针对食品工业中常用的米和食用淀粉样品进行椰毒假单胞菌酵米面亚种污染风险摸查。结果发现,首次在 4 份进口碎米和 1 份国产碎米中分离鉴定出 6 株唐菖蒲伯克霍尔德菌,在碎米样品中的检出率为 27.78% (5/18);经过毒性试验,其中 4 株证实为产毒素米酵菌酸的椰毒假单胞菌酵米面亚种,均源自 4 份进口碎米(其中 2 份碎米检出米酵菌酸),占进口碎米样品的 23.53% (4/17)。试验研究表明进口碎米存在椰毒假单胞菌酵米面亚种污染风险。碎米是一些粮食加工制品生产企业的原料,如果存放不当,尤其是湿热季节,容易为椰毒假单胞菌酵米面亚种的生长繁殖和产毒素提供条件,而目前相关标准和规范并没有将该菌纳入碎米安全指标进行监测,企业在采购使用碎米时对此风险也处于未认知状态,这有可能导致源头污染风险传递至下游各个环节,因此,建议监管部门打好相关防控组合拳,企业加强相关防控,共同有效预防由该菌引起的食物中毒事件发生。

参考文献

- [1] Gillis M, Tran V V, Bardin R, et al. Polyphasic taxonomy in the genus *Burkholderia* leading to an emended description of the genus and proposition of *Burkholderia vietnamiensis* sp. Nov. for N₂ fixing isolates from rice in Vietnam [J]. Inter J Syst Bacteriol, 1995, 45(2): 274-289
- [2] 刘秀梅.我国椰毒假单胞菌酵米面亚种食物中毒流行趋势浅析[J].中华预防医学杂志,1996,6:372-374
LIU Xiu-mei. Analysis on the epidemic trend of food poisoning of *Pseudomonas cocovenenans* subsp *farinofementans* [J]. Chin J Prev Med, 1996, 6: 372-374
- [3] SHI Rui-juan. Bongkreik acid poisoning: Severe liver function damage combined with multiple organ failure caused by eating spoiled food [J]. Legal medicine, 2019, 41: 101622
- [4] 苏嘉妮,杨丹婷,李婉珊,等.2018 年广东省米面制品、淀粉及其制品中椰毒假单胞菌酵米面亚种的调查分析[J].食品安全质量检测学报,2019,10(13):4112-4118
SU Jia-Ni, YANG Dan-ting, LI Wan-shan. et al. Investigation and analysis of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofementans* from rice flour products and starch and its products in Guangdong province in 2018 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2019, 10(13): 4112-4118
- [5] 吴洪娟,王尊哲,郭文君.米酵菌酸对小鼠肝和心肌细胞毒性作用的超微结构研究[J].电子显微学报,2002,21(4):369-371
WU Hong-juan, WANG Zun-zhe, GUO Wen-jun. Ultrastructural study of toxic effect of bongkreik acid on mice hepatocyte and cardiomyocyte [J]. Journal of Chinese Electron Microscopy Society, 2002, 21(4): 369-371
- [6] 曹晓哲,卜积康,钱震.体视学分析小鼠肝细胞的时间形态学研究[J].中华物理医学与康复杂志,1994,2:65-68
CAO Xiao-zhe, PU Ji-kang, QIAN Zhen. Stereological Analysis of chromomorphological variations on mice heptocytes [J]. Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 1994, 2: 65-68
- [7] LI Jing-hua, ZHOU Lu, LONG Chao-yang, 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, 1650-1654
- [8] 宋兴田,吴洪娟,庄宝祥.米酵菌酸中毒小鼠肝和脑组织的形态学改变[J].中医药导报,2010,7(26):36-38
SONG Xin-tian, WU Hong-juan, ZHUANG Bao-xiang. Morphologic changes of intoxicated micehepatocyte and brain tissues of bongkreik acid [J]. Guiding Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2010, 7(26): 36-38
- [9] 王静,刘秀梅.椰毒假单胞菌酵米面亚种及米酵菌酸的研究进展[J].中国食品卫生杂志,1996,2:43-46,49
WANG Jing, LIU Xiu-mei. Research progress on *Pseudomonas cocovenenans* subsp *farinofementans* and bongkreik acid [J]. Chin J Food Hyg, 1996, 2: 43-46, 49
- [10] 周帼萍,梁泉,黄庭轩,等.云南省文山州广南县吊浆粳食物中毒事件的病原学分析[J].中国食品卫生杂志,2017,29(1): 71-75

- ZHOU Guo-ping, LIANG Quan, HUANG Ting-xuan, et al. Etiology analysis of an outbreak caused by fermented corn flour in Guangan county, Wenshan city, Yunnan province [J]. Chin J Food Hyg, 2017, 29(1): 71-75
- [11] 李晓琰,杨祖顺,国译丹,等.椰毒假单胞菌酵米面亚种食物中毒的病原分离鉴定[J].中国食品卫生杂志,2016,28(1):36-39
- LI Xiao-li, YANG Zu-shun, GUO Yi-dan, et al. Isolation and identification of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinifermentans* from food poisoning accident [J]. Chin J Food Hyg, 2016, 28(1): 36-39
- [12] 陈瑾.椰毒假单胞菌中毒案例[J].法制博览,2016,36:117
- CHEN Jin. Cases of *Pseudomonas cocovenenans* poisoning [J]. Legal Vision, 2016, 36: 117
- [13] GB/T 4789.29-2003 食品卫生微生物学检验椰毒假单胞菌酵米面亚种检验[S]
- GB/T 4789.29-2003 Microbiological Examination of Food Hygiene Examination of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinifermentans* [S]
- [14] GB 5009.189-2016 食品安全国家标准食品中米酵菌酸的测定[S]
- GB 5009.189-2016 National Food Safety Standard-Determination of Bongkreic Acid in Foods [S]
- [15] 孟昭赫,王夏.实验室中影响酵米面黄杆菌产毒因素的研究[J].中华预防医学杂志,1987,21(2):80-82
- MENG Zhao-he, WANG Xia. Study on the factors affecting the toxicity of flavobacterium fermented rice flour in food [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 1987, 21(2): 80-82
- [16] Falconer T M, Kern S E, Brzezinski J L, et al. Identification of the potent toxin bongkreic acid in a traditional African beverage linked to a fatal outbreak [J]. Forensic Sci Int, 2017, 270, e5-e11
- [17] 张秀尧,蔡欣欣,张晓艺,等.超高效液相色谱-三重四极杆质谱联用法测定血浆和尿液中米酵菌酸和异米酵菌酸[J].质谱学报,2020,3:268-277
- ZHANG Xiu-yao, CAI Xin-xin, ZHANG Xiao-yi. Determination of bongkreic acid and isobongkreic acid in plasma and urine by ultra-performance liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry [J]. Journal of Chinese Mass Spectrometry Society, 2020, 3: 268-277
- [18] Lauquin G J M, Duplax A M, Klein G, et al. Isobongkreic acid, a new inhibitor of mitochondrial ADP-ATP transport: radioactive labeling and chemical and biological properties [J]. Biochemistry, 1976, 15(11): 2323-2327

(上接第 198 页)

- [16] 国家质量监督检验检疫总局.蜜饯通则:GB/T 10782-2006, 2006[S]
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. General Rules for Candied Fruits: GB/T 10782-2006, 2006 [S]
- [17] 任朝晖,张昆明,李志文.质地多面分析(TPA)法评价葡萄贮藏期间果肉质地参数的研究[J].食品工业科技,2011,7(18): 375-378
- REN Zhao-hui, ZHANG Kun-ming, LI Zhi-wen. Study on texture multifaceted analysis (TPA) method to evaluate the texture parameters of grape pulp during storage [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 7(18): 375-378
- [18] 冯媛媛,李雪丹,桑亚新,等.微波渗糖技术加工低糖欧李果脯[J].食品科技,2015(7):103-109
- FENG Yuan-yuan, LI Xue-dan, SANG Ya-xin, et al. Microwave sugar infiltration technology for processing low-sugar candied plum [J]. Food Science and Technology, 2015, 7: 103-109
- [19] 黄桂涛,肖嘉琪,余元善,等.百香果果脯工艺研究及品质测定[J].食品研究与开发,2019,40(20):53-58
- HUANG Gu-itaio, XIAO Jia-qi, YU Yuan-shan, et al. Research on technology and quality determination of preserved passion fruit [J]. Food Research and Development, 2019, 40(20): 53-58
- [20] 袁芳,李丽,黄秋婵,等.预处理对超声波渗糖制备芒果果脯品质的影响[J].中国调味品,2019,44(10):35-39
- YUAN Fang, LI Li, HUANG Qiu-chan, et al. The effect of pretreatment on the quality of mango preserved fruit prepared by ultrasonic infiltration of sugar [J]. Chinese Condiments, 2019, 44(10): 35-39
- [21] 刘明丽,蒋宾,张正艳,等.紫娟茶提取物作果脯天然着色剂的应用研究[J].食品研究与开发,2020,41(11):71-77
- LIU Ming-li, JIANG Bin, ZHANG Zheng-yan, et al. Application of Zijuan tea extract as a natural colorant for preserved fruit [J]. Food Research and Development, 2020, 41(11): 71-77