

食源性疾病

一起米酵菌酸中毒事件的病因学诊断

赵凌国¹,雷蕾¹,孙健¹,刘勇²,蔡志斌³,尹江伟¹(1. 深圳市宝安区疾病预防控制中心,广东深圳 518101;2. 南方医科大学深圳医院,广东深圳 518000;
3. 深圳市龙岗区疾病预防控制中心,广东深圳 518116)

摘要:目的 调查深圳市一起食用黑木耳引起的中毒事件,鉴定病原菌种类,追溯产毒菌株来源,研究米酵菌酸在体内的分布和代谢情况,为此类中毒事件的处置提供借鉴。方法 病原菌的分离和鉴定参照 GB/T 4789.29—2003,同时采用基质辅助激光解吸电离-飞行时间质谱(MALDI-TOF MS)对病原菌种类进行鉴定。采用超高效液相色谱-复合线性离子阱串联质谱技术(UPLC-QTRAP-MS/MS)对黑木耳以及患者血液、肝脏和尿液、菌悬液等样品中的米酵菌酸进行检测。结果 在残留食材黑木耳、患者血液和尿液中均检出不同浓度的米酵菌酸。患者中毒5 d后进行了肝移植,坏死的肝脏中检出高浓度米酵菌酸。患者中毒9 d后,跟踪监测显示患者血液、尿液中仍然含有一定浓度的米酵菌酸。从患者采摘的干木耳及泡发的湿木耳中均分离出唐菖蒲伯克霍尔德菌,经实验室培养后,两株菌株均产出米酵菌酸。结论 本次事件是因患者采摘的干木耳带有病原菌,在长时间泡发过程中细菌产毒,患者食用含高浓度米酵菌酸的木耳后,毒素广泛分布于患者各个器官,导致多器官衰竭死亡。

关键词:唐菖蒲伯克霍尔德菌;黑木耳;米酵菌酸;食物中毒

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2022)03-0606-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.03.034

Etiology diagnosis of a food poisoning incident caused by bongkreki acidZHAO Lingguo¹, LEI Lei¹, SUN Jian¹, LIU Yong², CAI Zhibin³, YIN Jiangwei¹(1. Baoan Center for Disease Control and Prevention of Shenzhen, Guangdong Shenzhen 518101, China;
2. Shenzhen Hospital of Southern Medical University, Guangdong Shenzhen 518000, China; 3. Longgang
Center for Disease Control and Prevention of Shenzhen, Guangdong Shenzhen 518116, China)

Abstract: Objective To investigate a black fungus poisoning incident in Shenzhen and identify the specie of pathogen. Meanwhile, the toxogenic strains, the distribution and metabolism of bongkreki acid (BA) *in vivo* were also studied to provide references for treatments of similar incidents. **Methods** Isolation and identification of pathogenic bacteria were carried out according to GB/T 4789.29-2003. MALDI-TOF MS was also used. UPLC-QTRAP-MS/MS was used for determination of BA in Black Fungus, blood, liver, urine, bacterial suspension and other samples. **Results** Different concentrations of BA were found in soaked Black Fungus, blood and urine samples. BA was also found in necrotic liver acquired from liver transplant 5 days after BA intake. Continuous surveillance showed that certain concentration of BA still exist in patient's blood and urine even 9 days after BA intake. *Burkholderia gladioli* were isolated from both dried and soaked Black Fungus, and both two strains produced abundant BA after bacilli-culture. **Conclusion** *Burkholderia gladioli* in the Black Fungus produced large amount of BA during the soaking process. Then BA was ingested by the patient and widely distribute *in vivo*. Consequently, the patient died of multiple organ failure.

Key words: *Burkholderia gladioli*; black fungus; bongkreki acid; food poisoning

米酵菌酸(Bongkreki acid, BA), IUPAC 命名

为(2E, 4Z, 6R, 8Z, 10E, 14E, 17S, 18E, 20Z)-20-(羧甲基)-6-甲氧基-2, 5, 17-三甲基-2, 4, 8, 10, 14, 18, 20-廿二碳七烯二酸,是一种热稳定、高不饱和的三羧酸脂肪酸。米酵菌酸是唐菖蒲伯克霍尔德菌[*Burkholderia gladioli* (Severini 1913)]的次生代谢产物,是一种线粒体毒素,其主要的靶器官是肝脏、大脑和肾脏^[1],症状主要包括腹痛、呕吐、腹泻、乏力、烦躁、休克、多器官功能衰竭、弥漫性细胞

收稿日期:2021-07-21

基金项目:广东省医学科学技术研究基金项目(A2021416)

作者简介:赵凌国 男 副主任技师 研究方向为卫生检验

E-mail: zhaolingguo2008@163.com

通信作者:雷蕾 女 副主任技师 研究方向为病原微生物

E-mail: 412396202@qq.com

功能障碍和死亡^[2-6]。

米酵菌酸致死率高,1975年以来,在印度尼西亚,食用米酵菌酸污染的酵椰饼(发酵椰奶制品)已导致近3 000例BA中毒,平均死亡率为60%^[6]。20世纪中叶以来,中国累计报告BA中毒人数超过9 000人,仅玉米制品就导致了1 000多例患者死亡^[7]。1953—1994年,我国学者在16个省份发现由BA引起的中毒事件545起,中毒人数3 352人,死亡1 401人,平均病死率高达41.80%^[8]。1990—2006年,广西壮族自治区由于食用酵米面导致BA中毒121人,其中死亡76人,病死率高达62.81%^[9]。自2018年广东省首次接报BA中毒病例以来,截至2020年8月,共接报22例米酵菌酸中毒病例^[10],其中死亡9例,病死率高达41%。笔者参与深圳地区多起BA中毒的检测和鉴定工作,截至目前,深圳地区尚无BA中毒抢救成功的案例。

米酵菌酸中毒病情凶险,患者一般很快转入ICU进行抢救,给各方带来巨大压力。为快速确证中毒原因,并协助医院进行诊断和抢救,现报告一起黑木耳中毒事件及调查过程,为疾病预防控制中心专业人员调查处置提供借鉴和参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 基本情况

2019年8月28日,深圳市某患者进食已浸泡3 d的黑木耳后出现腹泻,墨绿色稀水样便,每数分钟排一次大便,伴有恶心,自服“益生菌”治疗。29日,患者腹泻减轻,恶心、呕吐加重,呕吐次数增加,伴乏力、口干,遂就诊。血常规检查:总胆红素 $92.05\ \mu\text{mol/L}$ (正常参考值 $5.13\sim 22.24\ \mu\text{mol/L}$);谷丙转氨酶 $2\ 671\ \text{U/L}$ (正常参考值 $0\sim 40\ \text{U/L}$);谷草转氨酶 $2\ 246\ \text{U/L}$ (正常参考值 $0\sim 40\ \text{U/L}$);乳酸脱氢酶 $3\ 330\ \text{U/L}$ (正常参考值 $\leq 252\ \text{U/L}$);羟丁酸脱氢酶 $1\ 367\ \text{U/L}$ (正常参考值 $90\sim 182\ \text{U/L}$),以急性肝功能损害为主要特点,流行病学调查确定黑木耳为高危暴露食品。

1.1.2 样品来源

患者曾采摘一大袋黑木耳并晒干,取部分干木耳泡发3 d。泡发好的黑木耳未全部烹饪,剩余部分湿木耳。采集上述干木耳和湿木耳样品,以及患者入院后的血液和尿液样品。患者中毒5 d后进行了肝移植,置换下来的坏死肝脏用于进行BA检测研究。患者中毒9 d后,跟踪监测采集患者血液。干、湿木耳用于后续菌的分离。

1.1.3 主要仪器与试剂

AB SCIEX QTRAP 5500超高效液相色谱-复合线性离子阱串联质谱(美国AB)、岛津shim-pack XR-ODS色谱柱($1.7\ \mu\text{m}$, $2.0\ \text{mmi}\cdot\text{d}\times 75\ \text{mm}$,日本岛津)、Sigma 3-18KS离心机(德国Sigma)、IKA T25组织匀浆机(德国IKA公司)、布鲁克微生物快速鉴定系统(Matrix-assisted laser desorption ionization time of flight, MALDI-TOF MS、德国Bruker Daltonics公司)、MALDI-TOF Vitek MS全自动快速微生物质谱检测系统(法国梅里埃)、VITEK2 COMPACT微生物生化鉴定仪和GN鉴定卡(法国梅里埃)、BluePard BPH9272精密恒温培养箱(上海一恒科学仪器有限公司)。

米酵菌酸标准品(上海安谱实验科技股份有限公司, Lot: Z3940030, 浓度 $1.0\ \text{mg/mL}$ in Tris), 甲醇、乙腈均为色谱纯(美国Fisher), 乙酸购自上海阿拉丁生化科技股份有限公司。GVC增菌液、马铃薯葡萄糖琼脂、马铃薯葡萄糖半固体琼脂、卵黄平板、SS平板等均购自广东环凯微生物科技有限公司。

1.2 方法

1.2.1 菌株分离

取木耳样品1 g,加入20 mL GVC增菌液, $36\ ^\circ\text{C}$ 培养48 h后,划线接种于PDA平板, $36\ ^\circ\text{C}$ 培养24 h。对革兰染色阴性和氧化酶试验阴性的菌落再点种卵黄琼脂平板和SS琼脂平板, $36\ ^\circ\text{C}$ 分别培养48 h和24 h,观察菌落特征。

1.2.2 菌株鉴定

1.2.2.1 生化鉴定

对纯培养菌株进行革兰染色,严格按照Vitek 2 Compact系统操作程序及GN细菌鉴定卡说明书进行操作。首先挑取纯培养菌落,用0.45%无菌氯化钠溶液配制成相应浊度的菌悬液,然后应用相应卡片上机鉴定。

1.2.2.2 MALDI-TOF MS细菌鉴定

分别采用布鲁克微生物快速鉴定系统和梅里埃MALDI-TOF Vitek MS系统对细菌进行鉴定。用无菌接种环挑取适量(3~5个)纯培养单个菌落涂在质谱仪样品检测板上,迅速加一定量的甲酸覆盖加样位置,随后再点样 α -氰基-4-羟基肉桂酸溶液(Alpha-Cyano-4-hydroxycinnamic acid, HCCA)覆盖。室温放置,待基质液干燥后,将检测板放入质谱仪检测。

1.2.3 BA测定

GB 5009.189—2016《食品安全国家标准 食品中米酵菌酸的测定》,需要固相萃取或反复的液-液萃取,而且采用定性能力不强的紫外检测方法(吸收波长 $267\ \text{nm}$),无法满足临床和应急检测的实际

需求。本研究采用液质方法对 BA 进行定性和定量检测,同时考虑到食物中毒检测的紧急性,以及中毒诊断与抢救的迫切性,参照广东省疾病预防控制中心以及美国 FDA 技术人员在 BA 中毒调查中的检测方法^[5,11],直接用甲醇对样品中的 BA 提取后上机检测。在 5~300 ng/mL 浓度范围,各基质中线性相关系数 $r \geq 0.999 0$ 。在 100 ng/mL 加标浓度(理论上机浓度),黑木耳回收率 68.9%,肝脏回收率 56.2%,血清回收率 66.7%,尿液 54.8%,与文献报道一致^[5]。考虑到中毒样品中毒素的高浓度特性,方法完全能够满足实际检测需求。

1.2.3.1 木耳样品前处理

超市购买的新鲜湿木耳(阴性对照),剪碎后混匀,称取约 5 g(精确至 0.01 g),加入 40 mL 甲醇,均质,超声 4 min,10 000 r/min 离心 10 min,取上清过 0.2 μm 滤膜后,液质上机测定 BA 含量。

按上述流程处理湿木耳样品,过 0.2 μm 滤膜,滤液再用甲醇稀释 500 倍后,液质上机测定 BA 含量。

1.2.3.2 人体样本的前处理

血液:取 1.0 mL 血清,加入 4 mL 甲醇,振荡 5 min,超声 5 min,10 000 r/min 离心 10 min,取上清过 0.2 μm 滤膜,进样分析。尿液:取 5 mL 尿液,加入 5 mL 甲醇,按上述方法振荡,超声,离心,取上清过膜后进样分析。肝脏:取患者肝脏约 0.5 g(精确至 0.01 g),加入 5 mL 甲醇,均质,超声,离心,取上清过膜后进样分析。

1.2.3.3 米酵菌酸的液质测定方法

(1) 色谱条件

流动相 A 相:0.2% 乙酸;B 相:乙腈+0.2% 乙酸。梯度:0~2 min,20%B;2~8 min,20%B→100%B;8~10 min,100%B→20%B;10~12 min,20%B。流速:300 $\mu\text{L}/\text{min}$;柱温:30 $^{\circ}\text{C}$;进样体积:10 μL 。

(2) 质谱条件

离子化模式:电喷雾电离(Electrospray ionization, ESI);质谱扫描方式:负离子扫描;检测方式:多反应监测 MRM;分辨率:单位分辨率;气帘气压力(Curtain Gas, CUR):35 psi;碰撞气(Collision Gas, CAD):流速中等;喷雾电压(IonSpray Voltage, IS):4 500 V;离子源温度(TEM):550 $^{\circ}\text{C}$;源内气(GS1):55 psi;辅助气(GS2):55 psi;监测离子对为 441.4/485.4、397.3/485.4、379.1/485.4、365.3/485.4、321.4/485.4。

1.2.4 细菌培养检测和产毒实验

1.2.4.1 细菌培养检测

按 1.2.1 进行增菌和分离,挑取可疑菌落接种至 PDA 平板纯培养,再挑取单菌落做生化和生物物质

谱鉴定,鉴定为唐菖蒲伯克霍尔德菌后,取已鉴定的菌落划线接种至 PDA 斜面,36 $^{\circ}\text{C}$ 培养 48 h。取适量菌落至生理盐水,制备 1MCF 菌悬液。取 0.5 mL 菌悬液,加入 4.5 mL 甲醇,振荡,超声,离心,过 0.2 μm 滤膜,液质上机测定 BA 含量。

1.2.4.2 产毒实验

取已鉴定的菌落划线接种至 PDA 斜面,36 $^{\circ}\text{C}$ 培养 24 h,加入 3 mL 灭菌生理盐水,用比浊仪测菌悬液浓度,制成 $10 \times 10^9/\text{mL}$ 的菌悬液。吸取 0.5 mL,滴在铺好灭菌玻璃纸的半固体 PDA 平板上,用灭菌涂布棒涂布均匀,26 $^{\circ}\text{C}$ 培养 5 d。取下带菌的玻璃纸,将半固体平板放入消毒锅中,100 $^{\circ}\text{C}$ 流动蒸汽灭菌 30 min。室温冷却后置 -20 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱过夜,将冷冻好的半固体平板置室温融化,用一次性灭菌吸管吸出冻融液,4 $^{\circ}\text{C}$ 避光保存。取 0.1 mL 上述冻融液,加入 4.9 mL 甲醇,振荡,超声,离心,取上清,过 0.2 μm 滤膜,液质进样分析。

2 结果

2.1 米酵菌酸的测定

本次调查中,实验室收到血、尿及食物样品后,1.5 h 内确证样品中含有高浓度 BA。其中,湿木耳中 BA 含量高达 1.25 mg/g,血清中 BA 含量高达 450.8 ng/mL,尿液中 BA 含量为 7.04 ng/mL,上述结果反馈为调查和临床抢救迅速指明方向。此外,中毒 5 d 后,患者进行了肝移植,坏死肝脏提取液中 BA 含量达 79 ng/mL。中毒 9 d 后,跟踪监测患者血液,BA 浓度下降至 137.7 ng/mL,上述检测结果为治疗方案提供数据。分离自干木耳和湿木耳中的唐菖蒲伯克霍尔德菌菌株,36 $^{\circ}\text{C}$ 培养 48 h 后(见 1.2.4.1),1MCF(麦氏浊度)菌悬液中 BA 含量分别为 7 387 ng/mL 和 6 977 ng/mL。继续产毒培养(见 1.2.4.2),26 $^{\circ}\text{C}$ 培养 5 d,冻融液中 BA 含量分别为 1 018 ng/mL 和 907 ng/mL,确证木耳中唐菖蒲伯克霍尔德菌产毒是本次中毒事件的根源,部分样品的液质图谱如图 1 所示。

2.2 菌株鉴定结果

从干木耳和湿木耳中分离的可疑菌株,在 PDA 平板上呈现湿润、光滑的凸起,接种至 PDA 半固体培养基培养 1 周可见黄色素扩散。在卵黄平板斜射日光下可见菌落周围呈虹彩现象,菌落有沉淀环,沉淀环外有半透明圈;在 SS 平板上不生长。

挑取少量菌苔,进行生化试验。鉴定结果显示,从干木耳中分离的可疑菌株 93% 概率为唐菖蒲伯克霍尔德菌,从湿木耳中分离的可疑菌株 94% 概率为唐菖蒲伯克霍尔德菌。

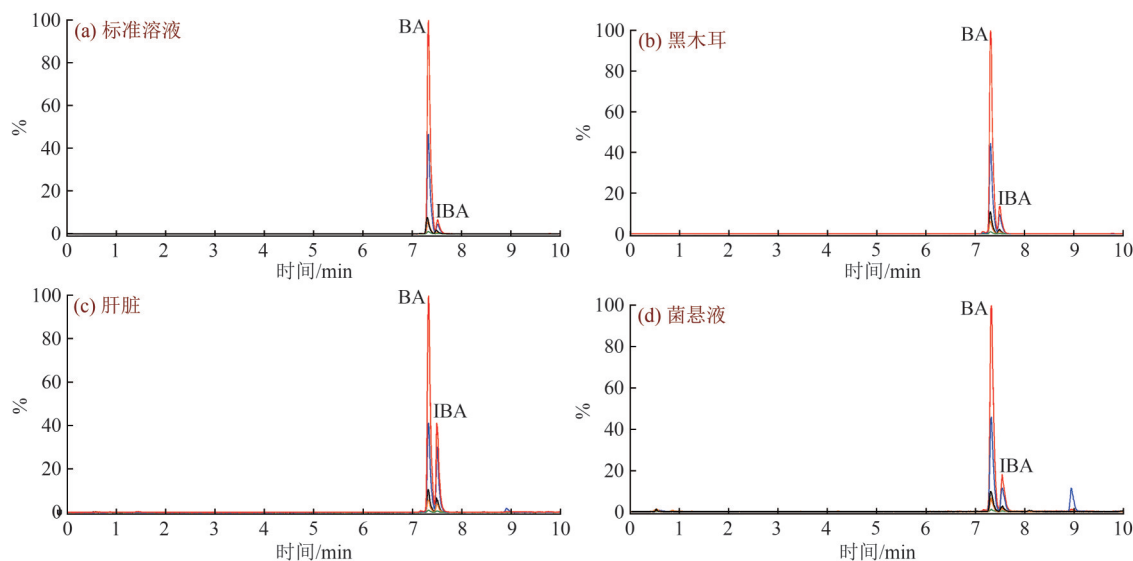


图1 标准溶液(a)、黑木耳样品(b)、患者肝脏样品(c)及菌悬液样品(d)中米酵菌酸和异米酵菌酸的TIC图
Figure 1 Tic diagram of bongkrekkic acid and iso bongkrekkic acid in standard solution (a), *Auricularia auricula* sample (b), patient liver sample (c) and bacterial suspension sample (d)

对于木耳和湿木耳中分离的可疑菌株进行生物质谱鉴定,布鲁克微生物快速鉴定系统鉴定结果显示,分值2分以上的鉴定结果均为唐菖蒲伯克霍尔德菌,其中分值最高为 *Burkholderia gladioli* DSM 8361 DSM 标准菌株(分值 2.176)。Vitek MS 全自动快速微生物质谱检测系统的检测结果与 Bruker Biotyper 系统一致,干木耳和湿木耳中分离的可疑菌株均为唐菖蒲伯克霍尔德菌。

2.3 米酵菌酸体内分布

考虑到米酵菌酸的体内数据极为少见,人体毒代动力学特征尚不清楚。本次调查初步推测米酵菌酸的体内过程,如图2所示,残留食材(泡发木耳)中BA含量为1.25 mg/g,患者自述进食半碗黑木耳,实验室模拟称质量,半碗湿木耳(未烹调)质量约50 g,推测BA摄入量达60 mg(BA热稳定,不

易被烹饪破坏^[1])。

患者体质量约60 kg,以4 000 mL血量子,血清中BA浓度为450.8 ng/mL,血中BA总量约为1.8 mg,只占摄入量(60 mg)的3%。同时,BA的清除速率并不迅速,进食51 h后,血清中BA浓度为450.8 ng/mL,进食218 h后,血中BA仍有137.7 ng/mL。因此,推测BA具有相当大的表观分布容积,BA摄入后,广泛分布于人体器官。笔者调查的多名BA中毒患者出现肝、肾、脑等多器官衰竭,也印证了BA分布的广泛性。

此外,进食51 h后,尿中BA浓度(7.04 ng/mL)仅为血中BA浓度(450.8 ng/mL)的1.56%,提示BA极少以原型排泄,应急检测中尿液不是理想的样本。

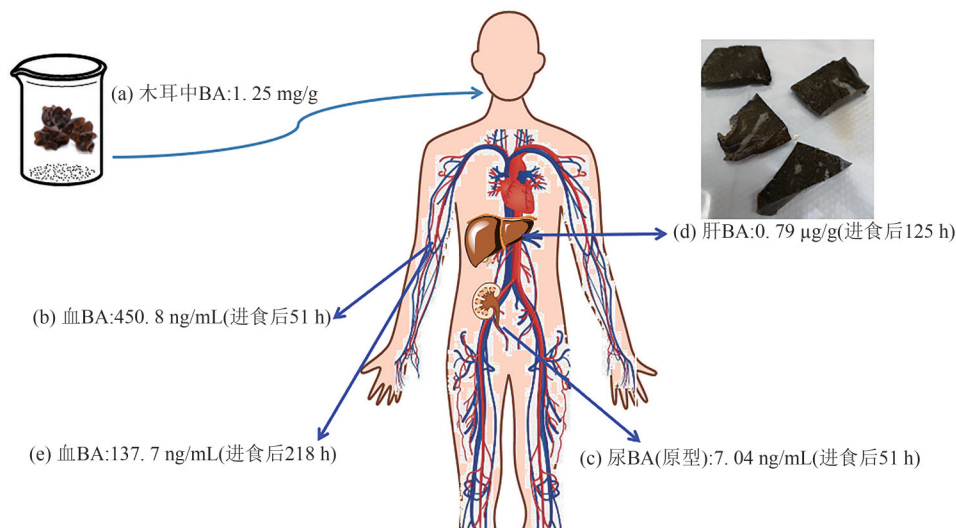


图2 患者泡发的木耳(a)、患者血液(b和e)、尿液(c)及肝脏(d)中米酵菌酸含量
Figure 2 The content of MIC acid in *Auricularia auricula* (a), blood (b and e), urine (c) and liver (d)

3 讨论

近年来,米酵菌酸引发的群体性食物中毒事件频发,米酵菌酸致死率高,可污染食物种类众多,如椰奶制品、玉米制品(酵米面)^[9,12]、黏米制品(河粉)^[7]、醋凉粉^[13]、小米或高粱米面制品(臭米面)、马铃薯粉条、甘薯淀粉^[14]、木耳和银耳^[15]等,都能被污染而产生米酵菌酸,米酵菌酸中毒已经引起社会高度关注,已被列入“2020年食品安全与健康十大热点”。

本次调查先以液质技术为手段,迅速确证患者为米酵菌酸中毒,并协助临床抢救患者。同时,采用生化鉴定和基质辅助激光解吸/电离飞行时间质谱(MALDI-TOF MS)等手段确证从干木耳和湿木耳中分离出唐菖蒲伯克霍尔德菌。最后,再次用液质技术测定2个菌株在实验室条件下所产的米酵菌酸,证明均为产毒株。

唐菖蒲伯克霍尔德菌可污染食物种类众多,而该菌在土壤和植物等自然环境中普遍存在^[16],但是我国每年发生的BA中毒事故屈指可数,提示该菌产高含量的BA存在极其罕见或严格的暴发机制。本实验室对培养基组分、pH、温度、培养时间等条件进行研究,均无法重现中毒事故中的高产毒量,而且菌株随着在实验室条件下保存时间的延长,其产毒能力逐渐衰退,导致动物实验给药剂量过低(0.06 mg/kg),毒力测定实验中小鼠发病但未死亡。唐菖蒲伯克霍尔德菌产毒的暴发机制需要深入研究。此外,受限于本次事件样本数量及其他因素,BA的毒代动力学、临床抢救措施有效性、多组学研究等均未深入开展,有待继续研究。

参考文献

[1] ANWAR M, KASPER A, STECK A R, et al. Bongkreki acid—a review of a lesser-known mitochondrial toxin [J]. *Journal of Medical Toxicology*, 2017, 13(2): 173-179.

[2] MENG Z, LI Z, JIN J, et al. Studies on fermented corn flour poisoning in rural areas of China. I. Epidemiology, clinical manifestations, and pathology [J]. *Biomedical and Environmental Sciences*, 1998, 1(1): 101-104.

[3] COX J M, KARTADARMA E, BUCKLE K A. *Burkholderia cocovenenans*. In: HOCKING A D. Foodborne microorganisms of public health significance [M]. 6th ed. Sydney: Australian Institute of Food Science & Technology, 1997: 521-530.

[4] DESHPANDE S S. Bongkreki toxins. In: Handbook of food toxicology [J]. New York: Marcel Decker, 2002: 661-662.

[5] SHI R J, LONG C Y, DAI Y D, et al. Bongkreki acid poisoning: Severe liver function damage combined with multiple organ failure caused by eating spoiled food [J]. *Legal Medicine*, 2019, 41: 101622.

[6] ARBIANTO P. Bongkreki food poisoning. In: Java: Proceedings of the Fifth International Conference on Global Impacts of Applied Microbiology, 1979: 371-374.

[7] LI J H, ZHOU L, LONG C Y, et al. An investigation of bongkreki 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.

[8] 国家食品药品监管总局. 椰酵假单胞菌中毒的解读. National Medical Products Administration: Interpretation of *Pseudomonas cocovenenans* poisoning. http://www.hnsx.gov.cn/4148/content_960676.html.

[9] 沈莹, 刘军, 黄兆勇, 等. 1990—2006年广西酵米面食物中毒流行病学分析 [J]. *中国热带医学*, 2007, 7(5): 814-815.

SHEN Y, LIU J, HUANG Z Y, et al. Epidemiological analysis of food poisoning due to contamination of fermented flour with *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farino fermentans* in Guangxi [J]. *China Tropical Medicine*, 2007, 7(5): 814-815.

[10] 广东省疾病预防控制中心. 关于我省米酵菌酸中毒风险分析及防控建议的报告 [Z]. 广东: 广东省疾病预防控制中心, 2020.

Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention. Report on risk analysis and prevention suggestions of bongkreki acid poisoning in Guangdong Province [Z]. Guangdong: Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention, 2020.

[11] FALCONER T M, KERN S E, BRZEZINSKI J L, et al. Identification of the potent toxin bongkreki acid in a traditional African beverage linked to a fatal outbreak [J]. *Forensic Science International*, 2017, 270: e5-e11.

[12] 王福春. 一起酵米面食物中毒的调查报告 [J]. *职业与健康*, 2012, 28(4): 435-436.

WANG F C. An investigation report of ferment corn flour food poisoning [J]. *Occup and Health*, 2012, 28(4): 435-436.

[13] 白克贞, 柳小萍, 陈卫真, 等. 醋凉粉中毒病因及中毒菌污染途径的研究. *卫生研究*, 1989, 18(6): 31-33.

BAI K Z, LIU X P, CHEN W Z, et al. Study on the cause of bean jelly poisoning and the way of toxigenic bacteria pollution [J]. *Journal of Hygiene Research*, 1989, 18(6): 31-33.

[14] 韦秀英, 张慧玲, 魏云早. 从甘薯淀粉中分离出椰毒假单胞菌酵米面亚种的试验报告 [J]. *中国食品卫生杂志*, 1992(4): 2.

WEI X Y, ZHANG H L, WEI Y Z. Experimental report on isolation of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farino fermentans* from sweet potato starch [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 1992(4): 2.

[15] 张俊梅. 一起因食用变质银耳引起的椰毒假单胞菌酵米面亚种食物中毒调查报告 [J]. *中国医药指南*, 2015, 13(3): 286-287.

ZHANG J M. Investigation report on a food poisoning of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farino fermentans* caused by eating deteriorated Tremella [J]. *Guide of China Medicine*, 2015, 13(3): 286-287.

[16] GARCIA R A, HOTCHKISS J H, STEINKRAUS K H. The effect of lipids on bongkreki (Bongkreki) acid toxin production by *Burkholderia cocovenenans* in coconut media [J]. *Food Additives & Contaminants*, 1999, 16(2): 63-69.