

食源性疾病

2005—2020年我国唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件流行病学分析

陈晖¹,傅镓洁²,王琦²,王锐²

(1. 广西壮族自治区疾病预防控制中心,广西南宁 530000;2. 中国疾病预防控制中心,北京 102206)

摘要:目的 分析2005—2020年我国唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒流行病学特征和规律,为预防唐菖蒲伯克霍尔德氏菌导致的酵米面中毒提供科学依据。方法 收集2005—2020年全国唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件,对事件相关资料进行回顾性的描述性分析,应用Excel 2013软件和SPSS 26.0软件进行统计学分析。结果 2005—2020年,全国共报告唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件30起,中毒188例,死亡85例,病死率为45.21%;其中较大级别事件占事件总数的93.33%(28/30),病死率53.13%。临床主要表现为呕吐、腹痛、头晕、腹泻。主要发生在5~9月;全国有7个省份22个县报告唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件,主要位于我国华南、西南和东北地区。人群各个年龄段均有发病,病死率随年龄增加呈上升趋势。引起中毒事件的主要中毒食品有谷类食品和木耳;谷类食品中,家庭自制的谷类发酵制品占80.00%。华南和西南地区以玉米粑、糯玉米汤圆、河粉等食品为主,北方地区以酸汤子为主。结论 唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件,因其高病死率往往引起社会的重视。2005—2020年,除2013、2017和2019年外,其他年份唐菖蒲伯克霍尔德氏菌引起的中毒事件均有报告。事件发生地区主要为农村地区,以家庭自制的谷类发酵食品为主,近年来发生在城市地区由市售食品河粉引起中毒事件应引起高度重视。预防唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件主要从食品加工方式和饮食习惯等环节进行规范管理,提倡科学饮食,提高食品安全意识。

关键词:中毒事件;唐菖蒲伯克霍尔德氏菌;米酵菌酸;流行病学特征

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2022)06-1336-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.06.035

Analysis of epidemiological characteristics of *Burkholderia gladioli* poisoning in China from 2005 to 2020

CHEN Hui¹, FU Yingjie², WANG Qi², WANG Rui²

(1. Guangxi Zhuang Autonomous Region Center for Disease Control and Prevention, Guangxi Nanning 530000, China; 2. Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China)

Abstract: Objective To analyze the epidemiological characteristics and regularity of *Burkholderia gladioli* poisoning in China from 2005 to 2020, and provide scientific basis for prevention of fermented rice noodle poisoning. **Methods** Poisoning incidents of *Burkholderia gladioli* in China from 2005 to 2020 were collected, retrospective descriptive analysis was performed on the data related to the event, and statistical analysis was performed by Excel 2013 and SPSS 26.0 software. **Results** From 2005 to 2020, a total of 30 incidents of *Burkholderia gladioli* poisoning were reported in China with 188 cases and 85 deaths, and the fatality rate was 45.21%, major incidents accounted for 93.33% (28/30) of the total number of incidents, and the fatality rate was 53.13%. The main clinical manifestations were vomiting, abdominal pain, dizziness and diarrhea. It mainly occurred from May to September. Poisoning cases of *Burkholderia gladioli* were reported from 22 counties in seven provinces, mainly in the south, southwest and northeast of China. The incidences occurred in all age groups, and the fatality rate increased with age. The main poisoning foods were cereals and agaric. In cereal food, home-made fermented cereal products account for 80.0%. In south and southwest China, corn wrappers, glutinous corn dumplings and rice noodles were the main food, while in north China, sour corn noodle was the main food.

收稿日期:2021-09-03

基金项目:中国疾病预防控制中心公共卫生机制运行(131031001000200001)

作者简介:陈晖 男 主管医师 研究方向为食品安全风险监测与评价 E-mail:87832915@qq.com

通信作者:王琦 女 副主任技师 研究方向为传染性疾病预防控制 E-mail:wangqi@chinacdc.cn

王锐 女 研究员 研究方向为传染性疾病预防控制 E-mail:wangrui@chinacdc.cn

Conclusion *Burkholderia gladioli* poisoning often draws the attention of the society because of its high fatality rate. Between 2005 and 2020, poisoning incidents caused by *Burkholderia gladioli* were reported in all years except the year of 2013, 2017 and 2019. The incident occurred mainly in rural areas, mainly in home-made fermented cereal food. In recent years, poisoning incidents caused by commercially available rice noodle occurred in urban areas, which should be paid attention seriously. Prevention of *Burkholderia gladioli* poisoning should mainly focus on food processing and food hygiene management, promoting scientific diet, and improving food safety awareness.

Key words: Poisoning; *Burkholderia gladioli*; bongkreki acid; epidemiologic feature

唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(椰毒假单胞菌酵米面亚种)在20世纪30年代首次被发现,1960年从印度尼西亚发酵食物 Tempe bongkreki 中毒样品中分离^[1]。我国学者于1977年在东北地区发现该菌引起的中毒事件^[2]。1990年,我国对此细菌正式描述^[3]。自2020年起,该菌被命名为唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(椰毒假单胞菌酵米面亚种)^[4]。唐菖蒲伯克霍尔德氏菌主要产生两种毒素,即米酵菌酸(Bongkreki acid, BA)和毒黄素(Toxoflavin, TF),其中米酵菌酸引起的中毒事件临床症状严重、病死率高,主要靶器官为肝、脑、肾等主要实质性脏器,重症病人多呈肝昏迷、中枢神经麻痹,并因呼吸衰竭而死亡^[5]。为掌握全国唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件流行特点及其规律,对该类事件及时预警和有效地防控,本文对2005—2020年全国各地通过突发公共卫生事件管理信息系统报告的唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件进行分析。

1 资料及方法

1.1 资料

采集2005年1月—2020年12月,全国各省(自治区)通过国家突发公共卫生事件管理信息系统报告的30起唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件。

1.2 方法

对符合唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒诊断标准^[6]的事件和根据食品安全事故流行病学调查技术指南^[7]判定为唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件中患者的临床特征和流行病学特征进行描述性分析;根据30起事件性质、危害程度、涉及范围,将突发中毒事件划分为特别重大、重大、较大和一般事件,未达到分级标准的事件归为“未分级”事件^[8]。

1.3 统计学分析

采用描述性流行病学方法,应用Excel 2013软件和SPSS 26.0软件进行统计学分析。计量资料以例数和百分数表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况

2005—2020年,全国通过突发公共卫生事件管理信息系统报告唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件30起,累计报告中毒188例,死亡85例,病死率为45.21%。其中较大级别事件28起,中毒160例,死亡85例,分别占事件总数、中毒总人数和死亡总人数的93.33%(28/30)、85.11%(160/188)和100.00%(85/85);未分级事件2起,中毒28例,占事件总数的6.67%,见表1。

表1 2005—2020年唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件分级情况

Table 1 Classification of *Burkholderia gladioli* poisoning incidents from 2005 to 2020

事件分级	事件数/ [n(%)]	中毒人数/ [n(%)]	死亡人数/ [n(%)]	病死率/ %
较大	28(93.33)	160(85.11)	85(100.00)	53.13
未分级	2(6.67)	28(14.89)	0(0.00)	0.00
总计	30(100.00)	188(100.00)	85(100.00)	45.21

2005—2020年期间,除2013、2017和2019年外,其他年份唐菖蒲伯克霍尔德氏菌引起的中毒事件均有报告。2005年报告的事件数、中毒人数和死亡人数最多,分别占事件总数、中毒总人数和死亡总人数的26.67%(8/30)、19.15%(36/188)和29.41%(25/85)。见表2。

2.2 临床特征

2.2.1 临床症状和体征

30起事件中,共有74例病例有相关潜伏期信息,潜伏期为0.5~38 h,中位数11 h。144例中毒病例有临床信息,比较常见症状为呕吐、腹痛、头晕和腹泻,重症病例中有25.69%(37/144)的病例出现意识不清,16.67%(24/144)的病例出现抽搐,9.03%(13/144)的病例出现呼吸衰竭,8.33%(12/144)的病例出现休克,见表3。

2.2.2 实验室结果

188例病例中,共72例病例进行肝功能检测,37例病例谷丙转氨酶升高(51.39%,37/72),检测值为57.0~11390 IU/L,中位数为438.0 IU/L;13例病例出现凝血酶原时间延长,结果为36.5~200 s,

表2 2005—2020年唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件报告情况

Table 2 Reported cases of *Burkholderia gladioli* poisoning from 2005 to 2020

时间/年	事件数/ [n(%)]	中毒人数/ [n(%)]	死亡人数/ [n(%)]	病死率/ %
2005	8(26.67)	36(19.15)	25(29.41)	69.44
2006	1(3.33)	3(1.60)	3(3.53)	100.00
2007	2(6.67)	6(3.19)	2(2.35)	33.33
2008	1(3.33)	3(1.60)	2(2.35)	66.67
2009	1(3.33)	7(3.72)	5(5.88)	71.43
2010	4(13.33)	23(12.23)	9(10.59)	39.13
2011	2(6.67)	13(6.91)	4(4.71)	30.77
2012	1(3.33)	9(4.79)	5(5.88)	55.56
2014	1(3.33)	20(10.64)	6(7.06)	30.00
2015	1(3.33)	4(2.13)	4(4.71)	100.00
2016	1(3.33)	27(14.36)	0(0)	0.00
2018	3(10.00)	15(7.98)	7(8.24)	46.67
2020	4(13.33)	22(11.70)	13(15.29)	59.09
总计	30(100)	188(100)	85(100)	45.21

表3 2005—2020年144例唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件病例的临床特征

Table 3 Clinical characteristics of 144 cases of *Burkholderia gladioli* poisoning from 2005 to 2020

症状/体征	监测病例数/例	发生率/%
呕吐	99	68.75
腹痛	86	59.72
头晕	65	45.14
腹泻	51	35.42
意识不清	37	25.69
乏力	26	18.06
抽搐	24	16.67
头痛	22	15.28
呼吸衰竭	13	9.03
休克	12	8.33
皮肤和巩膜黄染	8	5.56
少尿	6	4.17
血尿	2	1.39

中位数为 65.65 s, 6 例病例出现凝血酶时间延长, 结果为 21.2~93.4 s, 中位数为 23.45 s; 3 例病例早期血糖降低, 结果为 0.57~2.21 mmol/L。

30 起事件中, 有 14 起事件样品检出唐菖蒲伯克霍尔德氏菌^[4], 其中 8 起事件检出米酵菌酸^[9], 6 起事件生化试验复核且毒性试验阳性; 28 起事件是由谷类发酵制品引起, 2 起事件由木耳引起的。16 起事件未检出唐菖蒲伯克霍尔德氏菌, 根据流行病学调查结果和临床表现, 专家判定为唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件^[8]。

30 起事件中, 共收集了 6 起事件 38 份血液、尿液、洗胃液等样品的米酵菌酸检测信息, 30 份检测结果阳性。其中, 21 份血液样本中检出的米酵菌酸浓度为 2.59~879 μg/L, 6 份尿液样本中检出的米酵菌酸浓度为 2.77~50.8 μg/L, 3 份洗胃液中检出的米酵菌酸浓度为 2.2~49.2 μg/L。

2.3 流行病学特征

2.3.1 时间分布

唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件夏秋季高发, 主要发生在每年 5~9 月, 事件数、中毒人数和死亡人数分别占事件总数、中毒总人数和死亡总人数的 80.00%(24/30)、82.98%(156/188)和 76.47%(65/85), 病死率为 41.67%。6 月是唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件的高发月份, 事件数、中毒人数和死亡人数分别占 23.33%(7/30), 26.60%(50/188)和 27.06%(23/85)。冬季事件数较少, 1 月、2 月和 12 月未见事件报告。见表 4。

表4 2005—2020年全国唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件月分布

Table 4 Monthly distribution of *Burkholderia gladioli* poisoning incidents from 2005 to 2020

时间/月	事件数/ [n(%)]	中毒人数/ [n(%)]	死亡人数/ [n(%)]	病死率/ %
3	1(3.33)	4(2.13)	4(4.71)	100.00
4	2(6.67)	7(3.72)	2(2.35)	28.57
5	5(16.67)	29(15.43)	16(18.82)	55.17
6	7(23.33)	50(26.6)	23(27.06)	46.00
7	4(13.33)	28(14.89)	16(18.82)	57.14
8	3(10.00)	15(7.98)	5(5.88)	33.33
9	5(16.67)	34(18.09)	5(5.88)	14.71
10	2(6.67)	16(8.51)	11(12.94)	68.75
11	1(3.33)	5(2.66)	3(3.53)	60.00
合计	30(100.00)	188(100.00)	85(100.00)	45.21

2.3.2 发生地区分布

2005—2020 年, 全国有 7 省(自治区)22 个县报告唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件, 主要位于我国华南、西南和东北地区。其中报告事件数居前 2 位的省(自治区)为云南和广西, 两地报告的事件数占事件总数的 56.67%(17/30), 中毒人数占 44.68%(84/188), 死亡人数占 54.12%(46/85)。见表 5。

表5 2005—2020年全国各省(自治区)唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件报告情况

Table 5 Reported cases of *Burkholderia gladioli* poisoning in provinces(Autonomous) of China from 2005 to 2020

省份	事件数/ [n(%)]	中毒人数/ [n(%)]	死亡人数/ [n(%)]	病死率/ %
云南	9(30.00)	56(29.79)	28(32.94)	50.00
广西	8(26.67)	28(14.89)	18(21.18)	64.29
广东	5(16.67)	25(13.3)	9(10.59)	36.00
贵州	5(16.67)	39(20.74)	17(20.00)	43.59
黑龙江	1(3.33)	9(4.79)	9(10.59)	100.00
辽宁	1(3.33)	4(2.13)	4(4.71)	100.00
山东	1(3.33)	27(14.36)	0(0.00)	0.00
合计	30(100.00)	188(100.00)	85(100.00)	45.21

24 起唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件发生在农村地区, 占事件总数的 80.00%(24/30), 4 起事件发生在乡镇地区, 占事件总数的 13.33%(4/30), 2 起事件发生在城市地区, 占事件总数的 6.67%(2/30)。

其中家庭自制的谷类发酵制品占 80.00%(24/30), 商售的食品占 13.33%(4/30)。见表 6。

2.3.3 人群分布

2005—2020年,唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件中,共 188 例病例,其中,161 例有病例性别信

息,男性病例 79 例,女性病例 82 例,病死率分别为 50.63%(40/79)和 54.88%(45/82),差异无统计学意义($\chi^2=0.386, P>0.05$);60 岁以上中毒病例病死率最高,为 73.33%,且病死率随年龄增加呈上升趋势($P<0.01$)。见表 7。

表 6 2005—2020年唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件发生地区分布

Table 6 Regional distribution of *Burkholderia gladioli* poisoning incidents from 2005 to 2020

食品类别	农村		乡镇		城市		合计	
	事件数/起	构成比/%	事件数/起	构成比/%	事件数/起	构成比/%	事件数/起	构成比/%
谷类食品	24	80.00	2	6.67	2	6.67	28	93.33
家庭自制发酵食品	22	73.33	1	3.33	1	3.33	24	80.00
商售食品	2	6.67	1	3.33	1	3.33	4	13.33
木耳	0	0.00	2	6.67	0	0.00	2	6.67
总计	24	80.00	4	13.33	2	6.67	30	100.00

表 7 2005—2020年唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件人群分布

Table 7 Population distribution of *Burkholderia gladioli* poisoning incidents from 2005 to 2020

年龄	中毒人数/例	死亡人数/例	病死率/%	χ^2 值	P值
≤14	53	18	33.96		
15~29	29	15	51.72		
30~44	26	15	57.69	14.067	<0.01
45~59	20	13	65.00		
≥60	30	22	73.33		

2.4 中毒食品种类

2005—2020年,唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件的主要中毒食品有谷类食品和木耳。谷类食品中,北方食品主要有酸汤子,华南和西南地区引起中毒的食品以糯玉米汤圆、河粉、以糯米泡制后做成的玉米粑等食品为主。病死率最高的中毒食品为酸汤子(100.00%,13/13),最低的为木耳(3.57%,1/28),差异有统计学意义($\chi^2=41.185, P<0.01$)。见表 8。

表 8 2005—2020年唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件的食物种类

Table 8 Types of poisoning of *Burkholderia gladioli* from 2005 to 2020

食品类别	事件数/起	中毒人数/例	死亡人数/例	病死率/%	χ^2 值	P值
玉米粑	15	97	46	47.42	23.966	<0.01
糯玉米汤圆	6	23	15	65.22		
河粉	4	24	8	33.33		
木耳	2	28	1	3.57		
酸汤子	2	13	13	100.00		
糍粑	1	3	2	66.67		

3 讨论

唐菖蒲伯克霍尔德氏菌在自然界分布广泛,为兼性厌氧菌,易在食品表面生长,最适生长温度 37℃^[10]。其产生的米酵菌酸,是引起中毒事件和死亡的主要毒性代谢产物。产生米酵菌酸的适宜温

度为 22℃~30℃,pH 6.5~8.0,当菌体达到对数生长稳定期后 2 d 时米酵菌酸产量最高^[11]。唐菖蒲伯克霍尔德氏菌至少可在 8 种常见食品基质上产毒,当其他培养条件相同时,产毒量依次为:银耳粉、土豆粉、玉米粉、牛奶粉、豆腐粉、小米、高粱米和小米^[12]。

米酵菌酸通过消化道黏膜吸收,经血液散布到全身,以肝、脑、肾等主要实质性器官为靶器官^[13]。米酵菌酸主要作用于细胞线粒体,低浓度米酵菌酸中毒即出现线粒体内膜损伤,随中毒剂量的增加而损伤加重,线粒体内膜的破坏造成线粒体功能障碍,导致线粒体丧失所有功能,进而影响细胞呼吸,使细胞缺氧,引起肝细胞、脑神经元、胶质细胞的功能丧失,导致细胞或/和机体的死亡^[14-16]。临床症状多为胃肠道刺激症状为主,如恶心呕吐、腹痛等,少数出现腹泻,严重者可能出现肝、脑、肾等相应靶器官病变表现。如肝型主要表现为肝功能异常、黄疸、肝性脑病,脑型主要表现为头痛、头晕、嗜睡、昏迷。肾型主要表现为肾衰竭、血尿、少尿、无尿^[10,17-19],与本研究的临床特征相符。

本次回顾性分析中,唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件主要发生的时间为 5~9 月份,地区主要集中在云南、广西、贵州、广东等地的农村地区,气候潮湿、日照不足,村民将玉米面等谷类食品长时间浸泡制成发酵食物,并有食用放置时间较长食物的习惯。食品原料、成品、半成品被唐菖蒲伯克霍尔德氏菌污染,在适宜的温度和湿度条件下产生米酵菌酸而导致中毒事件的发生。

自 20 世纪 80、90 年代以来,引起唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件的食物主要有 3 类:谷类食品、变质银耳、薯类食品,以家庭自制的发酵谷类制品为主^[20-21]。本研究中,主要中毒食品有谷类食品和木耳,以家庭自制的谷类发酵食品为主,占 80.00%。家庭自制玉米粑引起中毒的事件数最多,主要与我

国西南少数民族地区的饮食习惯有关;木耳引起的中毒原因主要为浸泡时间过长^[22],市售食品河粉引起的4起中毒事件的主要原因为食用者超保质期食用^[23]。

预防唐菖蒲伯克霍尔德氏菌中毒事件,应充分利用各种媒体开展健康教育,教育公众改变食品加工方式和饮食习惯,提高群众的食品安全意识。在选购食材时要确认产品生产日期和保质期,在具备正规资质的商家处购买。泡发木耳、银耳前,应检查其感官性状,受潮变质的不宜食用,泡发时间不宜过长,泡发后应及时食用。一旦发生中毒,应立即催吐自救,并尽快送医院急救治疗。

参考文献

- [1] 王夏,孟昭赫,胡文娟,等.米酵菌酸中毒国外研究进展[J].国外医学:卫生学分册,1987(1):1-4.
WANG X, MENG Z H, HU W J, et al. Research progress of Bongkreki acidosis abroad[J]. Foreign medical sciences: section hygiene, 1987(1): 1-4.
- [2] 孟昭赫.酵米面(原称臭米面)中毒病因的研究报告:发现一种新的食物中毒菌—酵米面黄杆菌(*Flavobacterium fari nofermentans* nou.sp)[J].卫生研究,1981,10(2):1-12.
MENG Z H. Research report on the poisoning cause of leavened rice noodles (formerly known as Stinky rice noodles): A new food toxic bacteria-Flavobacteria leavened rice noodles. (*Flavobacterium fari nofermentans* nou. sp) [J]. Journal of Hygiene Research, 1981, 10(2): 1-12.
- [3] ZHAO N X, MA M S, ZHANG Y P, et al. Comparative description of *Pseudomonas cocovenenans* (van Damme, Johannes, Cox, and Berends 1960) NCIB 9450T and strains isolated from cases of food poisoning caused by consumption of fermented corn flour in China[J]. International Journal of Systematic Bacteriology, 1990, 40(4): 452-455.
- [4] 国家市场监督管理总局,国家卫生健康委员会.GB 4789.29—2020食品安全国家标准-食品微生物学检验唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(椰毒假单胞菌酵米面亚种)检验[S].北京:中国标准出版社,2020.
State Administration for Market Regulation, National Health Commission. GB 4789.29—2020 National Standard for Food Safety-Testing of Food Microbiology-Testing of *Burkholderia gladioli* (*Pseudomonas coconuti* subspecies of leavened rice noodles) [S]. Beijing: China Standards Press, 2020
- [5] ANWAR M, KASPER A, STECK A R, et al. Bongkreki acid—a review of a lesser-known mitochondrial toxin [J]. Journal of Medical Toxicology: Official Journal of the American College of Medical Toxicology, 2017, 13(2): 173-179.
- [6] 中华人民共和国卫生部.椰毒假单胞菌酵米面亚种食物中毒诊断标准及处理原则:WS/T 12—1996[S].北京:中国标准出版社,1997.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria and principles of management of food poisoning of subspecies of rice noodle with *Pseudomonas coconuti*: WS/T 12—1996[S]. Beijing: China Standards Press, 1997.
- [7] 卫生部.食品安全事故流行病学调查技术指南(2012年版)[EB/OL].(2012-06-11)[2021-11-06].http://www.gov.cn/gzdt/2012-06/11/content_2158058.htm.
Ministry of Health. Technical Guide for Epidemiological Investigation of Food Safety Accidents (2012 Edition) [EB/OL]. (2012-06-11) [2021-11-06] http://www.gov.cn/gzdt/2012-06/11/content_2158058.htm.
- [8] 卫生部.国家突发公共卫生事件应急预案[S].卫生部,2006.
Ministry of Health. Public health Emergencies Contingency Plans [S]. Beijing: Ministry of Health, 2006.
- [9] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中米酵菌酸的测定:GB 5009.189—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
National Health and Family Planning Commission, State Food and Drug Administration. National standards for food safety, Determination of Bongkreki acid in food: GB 5009.189—2016 [S]. Beijing: China Standards Press, 1997.
- [10] 孟昭赫,刘秀梅,陈晓明,等.酵米面、银耳等食品中椰毒假单胞菌及其毒素的污染调查[J].卫生研究,1993,22(2):99-101,127.
MENG Z H, LIU X M, CHEN X M, et al. Investigation on contamination of *Pseudomonas coconuti*-leavened and its toxins in rice noodles, tremella tremella and other foods[J]. Journal of Hygiene Research, 1993, 22(2): 99-101, 127.
- [11] 彭子欣,李凤琴.唐菖蒲伯克霍尔德氏菌米酵菌酸生物合成机制[J].卫生研究,2020,49(2):336-338.
PENG Z X, LI F Q. Biosynthesis mechanism of Bongkreki acid from *Burkholderia gladioli* [J]. Journal of Hygiene Research, 2020, 49(2): 336-338.
- [12] 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,1996,8(2):43-46,49.
WANG J, LIU X M. Research progress of *Pseudomonas coconuti* yeast rice noodle subspecies and Bongkreki acid [J], Chinese Journal of Food Hygiene, 1996, 8(2): 43-46, 49.
- [13] 郭学荣,李振营,程海鹰,等.椰毒假单胞菌食物中毒尸检3例[J].法医学杂志,2011,27(1):75-76.
GUO X R, LI Z Y, CHENG H Y, et al. Autopsy of 3 cases of food poisoning by *Pseudomonas coir* [J]. Journal of Forensic Medicine, 2011, 27(1): 75-76.
- [14] 吴洪娟,王尊哲,郭文君,等.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):369-372.
WU H Q, WANG Z Z, GUO W J, et al. Ultrastructural study of cytotoxicity of Bongkreki acid on mouse liver and myocardial cells[J]. Journal of Chinese Electron Microscopy Society, 2002, 21(4): 369-372.
- [15] 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].中国医药导报,2010,7(26):36-38.
SONG X T, WU H Q, ZHUANG B X. Morphological changes of liver and brain tissue in mice with Bongkreki acid [J]. China Medical Herald, 2010, 7(26): 36-38.
- [16] 吴洪娟,马麦生,王尊哲,等.米酵菌酸中毒小鼠肝细胞的形态学改变[J].潍坊医学院学报,2002,24(4):265-266,328.

- WU H J, MA M S, WANG Z Z, et al. Morphological changes of liver cells in mice with Bongkreki acid [J]. *Acta Academiae Medicinae Weifang*, 2002, 24(4): 265-266, 328.
- [17] 陈宁庆. 实用生物毒素学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
- CHEN N Q. Practical biotoxics[M]. Beijing: Science and technology of China press, 2001.
- [18] 赫明昌. 霉臭米面食物中毒的病理变化[J]. 辽宁医学杂志, 1978(4): 4-7.
- HE M C. Pathological changes of food poisoning in mildew rice noodles[J]. *Medical Journal of Liaoning*, 1978(4): 4-7.
- [19] 丁晓雯, 柳春红. 食品安全学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2011.
- DING X W, LIU C H. Food safety science[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2011.
- [20] 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, 30(6): 372-374.
- LIU X M. Analysis on the epidemic trend of food poisoning of subspecies of rice noodle with *Pseudomonas coconut* in our country[J]. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, 1996, 30(6): 372-374.
- [21] 耿雪峰, 张晶, 庄众, 等. 2002—2016年中国椰毒假单胞菌食物中毒报告事件的流行病学分析[J]. 卫生研究, 2020, 49(4): 648-650.
- GENG X F, ZHANG J, ZHUANG Z, et al. Epidemiological analysis of reported food poisoning incidents of *Pseudomonas coconut* in China from 2002 to 2016 [J]. *Journal of Hygiene Research*, 2020, 49(4): 648-650.
- [22] 王岗, 郭云昌, 裴晓燕. 米酵菌酸的生物合成及其机制研究进展[J]. 卫生研究, 2012, 41(2): 341-344.
- WANG G, GUO Y C, PEI X Y. Research progress on biosynthesis and mechanism of Bongkreki acid[J]. *Journal of Hygiene Research*, 2012, 41(2): 341-344.
- [23] 王海燕, 宋曼丹, 王建, 等. 广东省首起米粉米酵菌酸中毒病原菌鉴定研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(4): 394-398.
- WANG H Y, SONG M D, WANG J, et al. Identification of pathogenic bacteria of Bongkreki acidosis in Guangdong Province [J], *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2019, 31(4): 394-398.