

致编辑

Burkholderia gladioli pathovar *cocovenenans* 中文名称的使用现状分析与思考

张巨玮¹, 赵军龙^{*2}, 陈林^{*1}

1 西北大学 生命科学学院 西部资源与现代生物技术教育部重点实验室, 陕西 西安 710069

2 西北大学 医学院, 陕西 西安 710069

张巨玮, 赵军龙, 陈林. *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans* 中文名称的使用现状分析与思考[J]. 微生物学通报, 2025, 52(4): 1830-1839.

ZHANG Juwei, ZHAO Junlong, CHEN Lin. Use of the Chinese name for *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans*: current situation and recommendations for standardization[J]. Microbiology China, 2025, 52(4): 1830-1839.

摘要: *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans* 是一种可引起人类食物中毒的致病菌, 该菌产生的米酵菌酸等毒素通过作用于线粒体而造成机体损伤, 机体中毒后死亡率高于 30%, 并且尚无特效药。*B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的分类学历史颇为曲折, 从描述到被正式命名经历了漫长的过程, 随着相关研究的增加及深入, 出现了多个不同的中文名称, 目前仍然存在不同的表述。这不仅阻碍了研究的开展, 也会影响医护治疗成本, 甚至延误病患的抢救时机。本文梳理了 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的生物分类学历史, 对其中文名称的使用现状进行了分析, 并认为“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌椰毒致病变种”可能是更为合适的译名。同时也对另外 3 类致病变种的中文名称做出展望。

关键词: 唐菖蒲伯克霍尔德氏菌; 椰毒假单胞菌酵米面亚种; 椰酵假单胞菌; 米酵菌酸; 毒黄素

资助项目: 陕西省自然科学基金(2019JM-372)

This work was supported by the Natural Science Foundation of Shaanxi Province (2019JM-372).

*Corresponding authors. E-mail: CHEN Lin, chenlin@nwu.edu.cn; ZHAO Junlong, 20134631@nwu.edu.cn

Received: 2024-07-26; Accepted: 2024-09-20; Published online: 2024-11-14

Use of the Chinese name for *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans*: current situation and recommendations for standardization

ZHANG Juwei¹, ZHAO Junlong^{*2}, CHEN Lin^{*1}

¹ Key Laboratory of Resource Biology and Biotechnology in Western China, Ministry of Education, College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China

² School of Medicine, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China

Abstract: *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans* is a pathogenic bacterium responsible for food poisoning in humans. The toxins it produces, such as bongkrekic acid, cause cellular damage by targeting mitochondria. The mortality rate of humans due to poisoning by this bacterium exceeds 30%, and there is currently no specific antidote. The taxonomic history of *B. gladioli* pv. *cocovenenans* is quite convoluted, undergoing a long process from description to formal naming. As the research on the bacterium has expanded, multiple Chinese names have emerged, which not only hinder research efforts but also may impact healthcare costs and delay the timely rescue of patients. This paper reviewed the taxonomic history of *B. gladioli* pv. *cocovenenans*, analyzed the current usage of its Chinese names. It suggested that “*Burkholderia cepacia*, a pathogenic variant of coconut toxin in *Acorus calamus*” might be a suitable accurate translation. Moreover, this paper put forward the Chinese names of the other 3 pathogenic varieties.

Keywords: *Burkholderia gladioli*; *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*; *Pseudomonas cocovenenans*; bongkrekic acid; toxoflavin

2020年10月,黑龙江省鸡东县一家9口在聚餐时因食用“酸汤子”中毒,最终9人全部不幸身亡,经当地疾控中心采样检测,证实“元凶”是玉米面食材中受 *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans* 污染而产生的米酵菌酸,米酵菌酸主要通过影响线粒体的有氧呼吸作用对人体造成损害^[1]。

2005–2020年间,在中国由 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 引起的食物中毒患者累计报告188例,病发死亡85例^[2](图1),一系列悲剧的发生让“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌”(*Burkholderia gladioli*)、“椰毒假单胞菌酵米面亚种”(*Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*)等陌生的名字随媒体报道进入了大众的视野。

然而,针对这一病死率高达45.21%的食源性致病菌^[2],国内尚无统一的中文译名。2021年实施的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》中使用了复合式的中文名称^[3],这一结果暗示标准制定者已经意识到了中文名称多样化的情况。本文综合梳理 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的分类学研究历程,并对其中文名称现状进行分析,提出相应思考。

1 致病变种的分类学地位

唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(*Burkholderia gladioli*)是一种大小约为0.4 μm宽、1.0–2.5 μm长的好

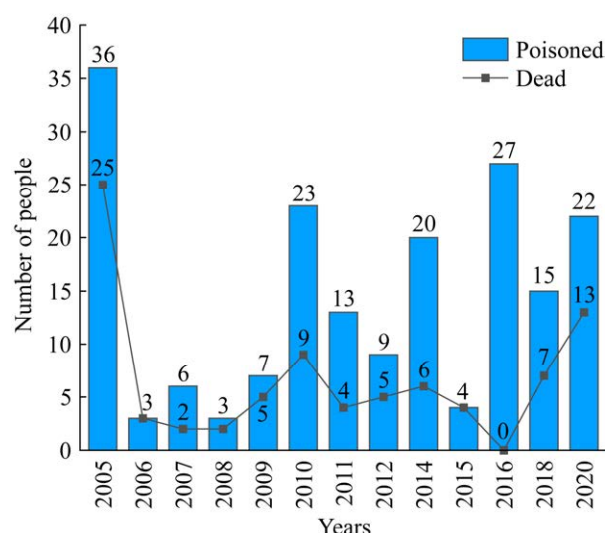


图1 中国2005–2020年间由 *Burkholderia gladioli* pv. *cocovenenans* 引起的食物中毒及致死人数^[2]

Figure 1 The number of food poisoning and deaths caused by *Burkholderia gladioli* pv. *cocovenenans* during 2005–2020 in China^[2].

氧型革兰氏阴性杆菌，多呈两端钝圆的短杆形，长有极生、亚极生和侧生鞭毛，具有过氧化氢酶和脲酶活性，无芽孢，细胞壁外有厚黏液层^[4-5]。

除基础的界、门、纲、目、科、属、种分类阶元外，各类群的生物分类学均广泛引入了亚种级别的分类群，如亚种(subspecies)、变种(varietas)等。在细菌分类学中，研究者将同一菌种下的具有不同宿主范围、病害症状(甚至有时生理生化指标、血清学特征也存在些许差异)但仍不至于视为新种的株系划为“致病变种”，学名中使用 pathovar 或 pv.标识，其后再附加变种名变更为“三名法”^[6]，如本文主要介绍的 *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans*，便是在原属名、种加词构成的菌种学名 *Burkholderia gladioli* 后，再加变种名 *cocovenenans* 形成的名称。

根据参考文献[7]显示，致病变种(pathovar)作为亚种级(infraspecific)分类阶元，其命名并

未受到严格约束，但作为学界共识，相关名称仍然具有一定分类学效力，并作为通用名在世界范围内使用。

目前唐菖蒲伯克霍尔德氏菌已知的致病变种有4类^[8]：引起唐菖蒲(*Gladiolus gandavensis*，一种别名“剑兰”的植物)球茎及叶腐烂的 *B. gladioli* pv. *gladioli*、引起洋葱球茎腐烂的 *B. gladioli* pv. *alliicola* (《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录》中称为“洋葱腐烂病菌”^[9])、引起蘑菇软腐病的 *B. gladioli* pv. *agaricola* 和引起人类食物中毒的 *B. gladioli* pv. *cocovenenans*。

2 分类历程及名称变更

Burkholderia gladioli pathovar *cocovenenans* 的复杂分类学历史使其先后拥有过多个不同名称(图2)，这导致在报道中的名称常常存在不同表述，而不互通的名称又会给医疗救治、流行病学调查造成阻碍。本文结合彭沛穰等^[21]整理的国内研究历程，详细梳理了 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 自20世纪30年代于国外首次发现至今的主要分类学研究事件，同时对各个名称进行厘清。

1934年，荷兰学者 Vanveen 和 Mertens 在“bongkrekk 中毒”样本中分离出一种病原菌，将其称为“bongkrekk bacterium”(直译为“bongkrekk 细菌”，并非双名法学名)，随后初步鉴定出了两种毒素：toxoflavin(毒黄素)和 bongkrekkic acid(米酵菌酸)^[10-11]。

Bongkrekk 是印度尼西亚爪哇岛中部居民以少孢根霉(*Rhizopus oligosporus*)^[22]为曲种发酵椰肉制成的一种“天贝”(tempe，当地对该类发酵食品的称呼)，而食用受到污染的 tempe bongkrekk 时偶发的中毒现象则被称为“bongkrekk 中毒”。

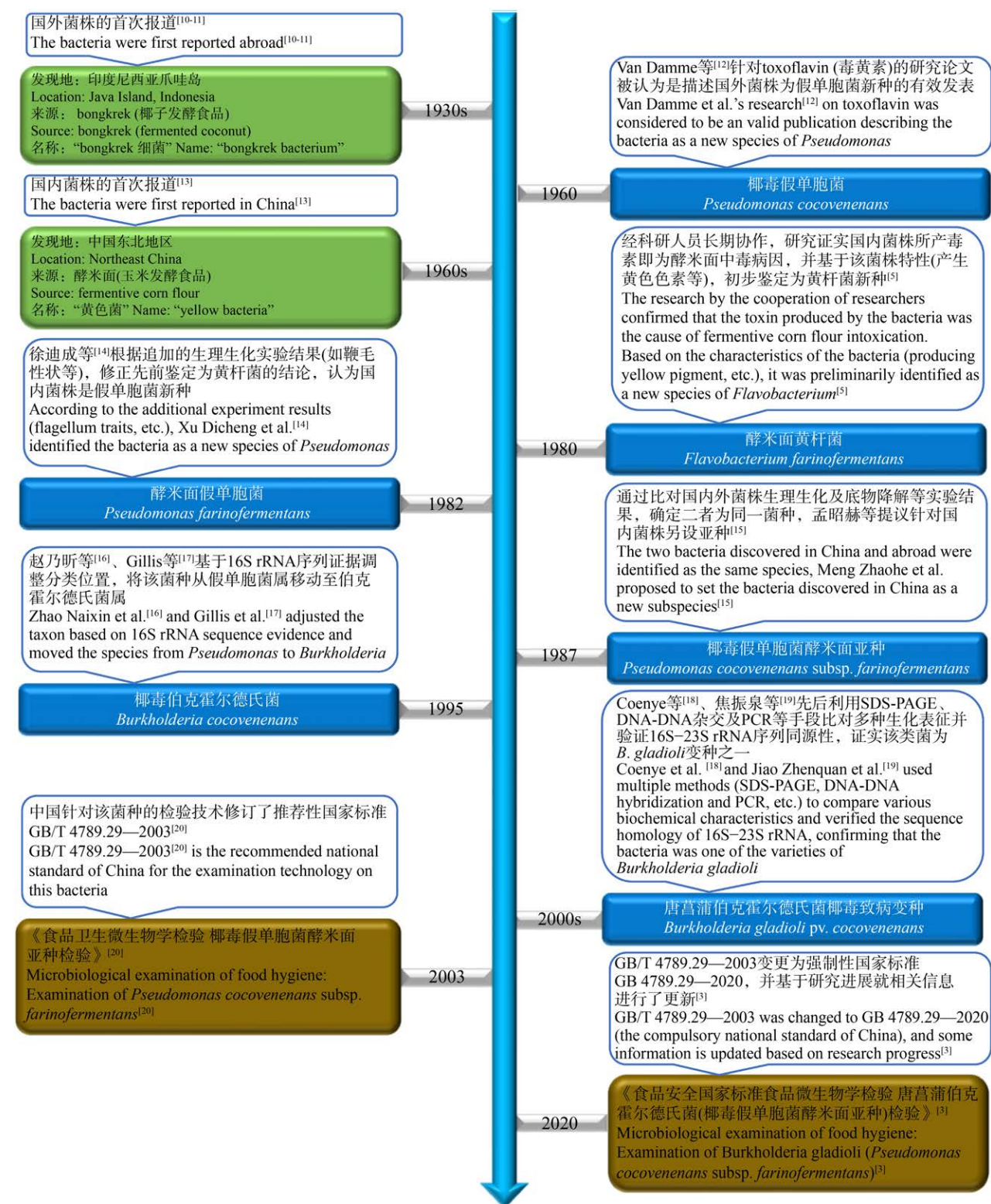
图2 *Burkholderia gladioli* pv. *cocovenenans* 的发现及中文名称的历史沿革

Figure 2 The discovery of *Burkholderia gladioli* pv. *cocovenenans* and the historical evolution of its Chinese name.

在 20 世纪 60 年代, 该病原菌被赋予学名 *Pseudomonas cocovenenans* (椰毒假单胞菌), 置于假单胞菌属(*Pseudomonas*)下。根据 lpsn.dsmz.de 网站(List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature)信息显示, 该学名由 van Damme 等^[12]于 1960 年发表。但也存在早于 1960 年的文献用例^[23], 20 世纪 80 年代发表于国内的综述^[24]则称该学名“有关资料未见发表”。此中细节尚待考证。

在我国, 据赫明昌等^[13]报道, 辽宁省卫生防疫站的金家香曾于 1961 年从辽宁省建平县酵米面食物中毒的组织样本中分离出一种能够分泌黄色素(后证实为毒黄素)的细菌, 描述其为“黄色菌”。

“酵米面”是我国民间传统食材原料, 做法通常是将玉米等粗粮加水浸泡发酵, 再经晾干磨粉后, 可将所得酵米面加工成面条、饺子等食品。在食用酵米面过程中偶有中毒发生, 这类食物中毒现象通称“酵米面中毒”(旧称“臭米面中毒”)^[4-5]。

当时的研究人员将“黄色菌”分离培养后加在食物中饲喂小白鼠及狗, 食用后均死亡^[5]。这一现象印证了用于建立疾病和微生物间因果关系的“科赫法则”第三条: 将纯化培养的微生物感染至健康生物体时会诱发出相同的病征。由于酵米面变质时常常带有肉眼可见的霉斑且伴有明显的霉腐味, 因此在很长一段时间中, 人们普遍认为这是一种真菌性食物中毒, 并推测元凶是某种霉菌毒素^[13]。

1974 年至 1981 年间, 在我国卫生部的指示下, 由东北三省卫生防疫站、中国医学科学院卫生研究所、哈尔滨医科大学卫生系及白求恩医科大学病理教研组联合组成的“酵米面中毒病因研究协作组”通过长期合作研究证实, 引起酵米面中毒的病因是“黄色菌”产生的毒素^[5]。

1980 年, 协作组根据多项试验鉴定结果提议将“黄色菌”作为一种新的产毒株命名为“酵米面黄杆菌”(*Flavobacterium farinofermentans*), 置于黄杆菌属(*Flavobacterium*)^[5]。

1982 年, 徐迪成等^[14]对酵米面黄杆菌的分类位置提出异议, 根据对 17 株菌的追加和补充实验结果, 认为该菌的鞭毛着生及数目等生理生化性状更接近于假单胞菌, 提议重新命名为“酵米面假单胞菌”(*Pseudomonas farinofermentans*), 归于假单胞菌属。

1984 年, 中国预防医学中心卫生研究所营养及食品卫生研究室的胡文娟等^[25]从酵米面黄杆菌培养物中分离出“酵米面黄杆菌毒素 A”(简称“黄杆菌毒素 A”, flavtoxin A), 并通过对黄杆菌毒素 A 纯品进行紫外光谱、质谱和核磁共振氢谱分析, 确定其分子式为 $C_{28}H_{38}O_7$ (图 3), 系统命名为 3-羧甲基-17-甲氧基-6,18,21-三甲基-廿二碳-2,4,8,12,14,18-庚烯二酸^[24-25] [CAS 号: 11076-19-0; PubChem 网站 IUPAC 名称为 (2E,4Z,6R,8Z,10E,14E,17S,18E,20Z)-20-(carboxymethyl)-6-methoxy-2,5,17-trimethyldocosa-2,4,8,10,14,18,20-heptaenedioic acid], 证实黄杆菌毒素 A 与先前国外报道的 bongkreikic acid 为同一物质^[24], bongkreikic acid 也由此被翻译为“米酵菌酸”。

米酵菌酸是一种高度不饱和的三羧基脂肪酸。由于其结构特性, 米酵菌酸可以与位于线粒体内膜上的腺苷酸转运蛋白(adenine nucleotide translocator, ANT)结合, 并阻碍后者运作。ANT

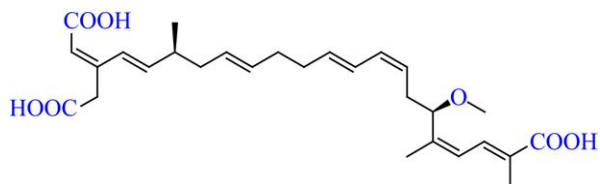


图 3 米酵菌酸结构式

Figure 3 Chemical structure of bongkreikic acid.

由核基因编码,是线粒体内膜含量最丰富的蛋白质。正常生理状态下,ANT 将胞浆的 ADP 转运至线粒体基质,并把线粒体基质合成的 ATP 转运到胞浆,交换比为 1:1^[26]。因此 ANT 被抑制后,线粒体功能和细胞能量供应均会受到影响,最终导致细胞死亡以及脑、肝、肾等实质性器官功能衰竭乃至机体死亡^[27]。

相比之下,含量较低的水溶性黄色素——毒黄素(toxoflavin)毒性则较弱,该化合物的颜色特性也是我国科学家初次分离出该菌时描述为“黄色菌”的缘由^[5,13]。毒黄素的分子式为 C₇H₇N₅O₂ (图 4),系统命名为 1,6-二甲基-5,7-二氧-1,5,6,7-四氢嘧啶基(5,4e)非对称三嗪^[28] [CAS 号: 84-82-2; PubChem 网站 IUPAC 名称为 1,6-dimethylpyrimido[5,4-e][1,2,4]triazine-5,7(1H,6H)-dione]。

毒黄素同样作用于线粒体,其会充当电子载体干扰电子传递链,使原本生成的 H₂O 氧化为 H₂O₂,而过氧化物的积累会产生损害细胞的自由基^[2]。因此毒黄素主要造成肺和心脏组织的损害,进而影响机体呼吸和血压的异常变化^[29]。

我国学者随后针对椰毒假单胞菌和酵米面黄杆菌展开了多次比较研究。并于 1987 年基于形态观察、生理生化反应、底物利用试验、药敏试验、产毒对比鉴定、DNA “GC 含量”及血清学抗原检测等一系列试验指标确认二者为同

一菌种,应置于假单胞菌属下,但又因二者在个别试验中的表现和生态分布存在差异,孟昭赫等^[15]提议将原先列于黄杆菌属的酵米面黄杆菌作为椰毒假单胞菌的亚种并重新命名为 *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans* (椰毒假单胞菌酵米面亚种,简称作“椰酵假单胞菌”)。在此期间赵乃昕等^[27]则提议同时保留椰毒假单胞菌和酵米面假单胞菌 2 种名称,分别作为主、次名使用。

20 世纪 90 年代,分子生物学发展迅速,根据 16S rRNA 基因同源序列比对等研究结果,Yabuuchi 等^[30]提议将假单胞菌属的部分成员拆分至新建立的伯克霍尔德氏菌属(*Burkholderia*,以美国细菌学家 W. H. Burkholder 命名)下。1995 年,Zhao 等^[16]、Gillis 等^[17]先后证实椰毒假单胞菌也应被移至伯克霍尔德氏菌属,因此该菌学名随之变更为 *Burkholderia cocovenenans* (椰毒伯克霍尔德氏菌)。

1999 年至 21 世纪初,比利时根特大学 Coenye 等^[18]及我国学者焦振泉等^[19]分别通过 SDS-PAGE 凝胶电泳分析、DNA-DNA 杂交实验和 16S-23S rRNA 基因序列比对研究结果初步推断椰酵伯克霍尔德氏菌实为唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(*Burkholderia gladioli*)致病变种之一,所以又更名为 *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans*^[31]。

2020 年,我国相关部门根据最新研究进展,将原 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》^[20]标准修改为现 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》^[3]。这次修改初步提出了与 *Burkholderia gladioli* pathovar. *cocovenenans* 相对应的中文名称。

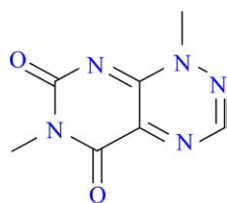


图 4 毒黄素结构式

Figure 4 Chemical structure of toxoflavin.

3 中文名称现状及分析

以 GB 4789.29—2020^[3]正式实施(2021 年 3 月 11 日)作为时间节点,在知网(<https://www.cnki.net/>)、万方(<https://g.wanfangdata.com.cn/>)这 2 个论文数据库中检索 2021 年 3 月 11 日至 2024 年 7 月 13 日的相关文献,统计 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 中文名称使用情况(图 5)。

经综合分析,共有 5 篇期刊论文使用“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(椰毒假单胞菌酵米面亚种)”作为 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的中文名称,另有 2 篇期刊论文使用“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌致病变种”及“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌致病型”;4 篇期刊论文使用“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌椰毒致病变种”;另有 6 篇期刊论文、1 篇学位论文只使用“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌”指代 *B. gladioli* pv. *cocovenenans*。此外,仍有 21 篇期刊论文、1 篇学位论文使用“椰毒假单胞菌酵米面亚种”;11 篇期刊论文、1 篇学位论文只使用了“椰毒假单胞菌”(截至 2024 年 7 月 13 日)。

可见在 GB 4789.29—2020 正式实施后,研究者仍对 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的中文名称存在不同见解。这无疑会加大相关信息的采

集难度,对我国科研进展、流行病学调查、疾病救治造成阻碍,可能会影响我国未来对其他唐菖蒲伯克霍尔德氏菌致病变种研究的开展。

GB 4789.29—2020 作为与该菌相关的唯一强制性国家标准,在开篇的“范围”一章中写道:“本标准规定了食品中唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(椰毒假单胞菌酵米面亚种) [*Burkholderia gladioli* (*Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*)] 的检验方法”^[3]。可见标准制定者已经意识到最新分类学进展将该菌归为 *B. gladioli* 的致病变种,并因此引入了新的中文名称。但这样的复合式名称有些冗长,在该标准实施后的部分文献中,括号内的“椰毒假单胞菌酵米面亚种”多被省略。根据已有的研究结果,20 世纪 80 年代划分出的椰毒假单胞菌酵米面亚种(*P. cocovenenans* subsp. *farinofermentans*)与 *B. gladioli* 并非单一对应关系—前者目前被认为是后者的变种之一,即唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(*B. gladioli*)这一名称至少还包括 *B. gladioli* pv. *gladioli*、*B. gladioli* pv. *alliicola* (洋葱腐烂病菌^[9])和 *B. gladioli* pv. *agaricicola* 在内。仅使用“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌”这一统称来专指 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 并不妥当。尽管

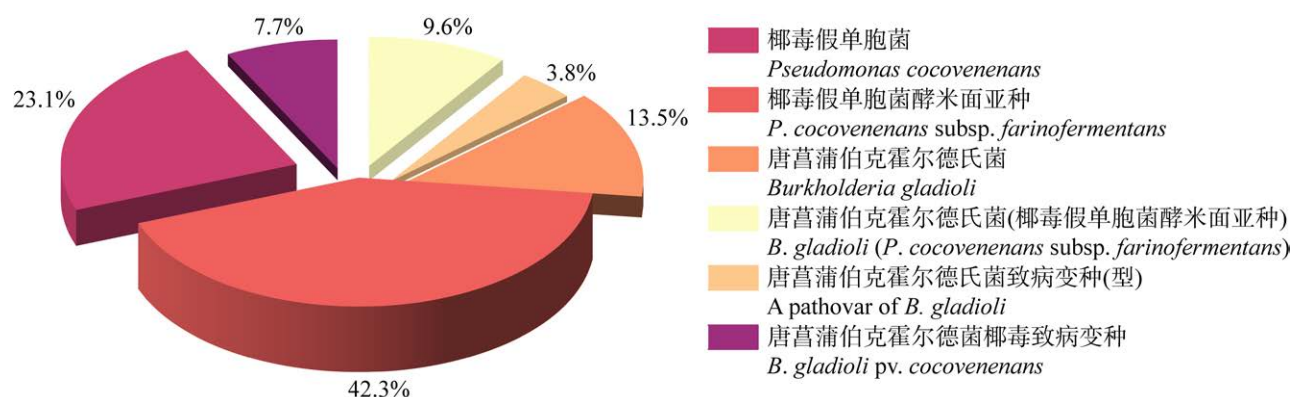


图 5 GB 4789.29—2020 正式实施后 *Burkholderia gladioli* pv. *cocovenenans* 中文名称使用情况

Figure 5 Usage trends of the chinese name for *Burkholderia gladioli* pv. *cocovenenans* since the implementation of GB 4789.29—2020.

国内涉及其他 3 类致病变种(此 3 者也尚无固定中文名)的研究较少,但相信随着对“向科学技术广度和深度进军”号召的响应,此三者迟早会进入中国科研人员的视野。到那时,仅使用“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌”来专指 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的弊端将会显现。因此,为了避免出现上述情况,需要探讨 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 中文名称的使用情况,以明确不同的变种。

针对上述问题,本文在此提议使用“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌椰毒致病变种”作为 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的中文名称。其中“唐菖蒲伯克霍尔德氏菌”表明该类细菌的种级分类归属于 *B. gladioli*, 变种名 *cocovenenans* (椰子致中毒之意)对译为“椰毒”,“致病变种”则精准描述了其亚种级分类,并且该名称在相关文献中已有很多使用先例,也兼顾了简洁和通用性。此外,对于其他 3 类无固定中文名的唐菖蒲伯克霍尔德氏菌致病变种,我们也给出了中文名称展望:唐菖蒲伯克霍尔德氏菌唐菖蒲致病变种(*B. gladioli* pv. *gladioli*)、唐菖蒲伯克霍尔德氏菌洋葱致病变种(*B. gladioli* pv. *alliicola*)和唐菖蒲伯克霍尔德氏菌蘑菇致病变种(*B. gladioli* pv. *agaricola*)。

4 总结

微生物学是生物学中的重要学科之一,而分类学是生物学中最富有活力的学科之一。中国在此类领域所取得的进展均不曾落后于世界。完善 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 现在使用的中文名称,可为我国科学研究、医疗救治及流行病学调查等各领域提供极大便利。本文详细梳理了 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的研究历史,分析与讨论了 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的中文名称使用情况,本文的分析与讨论可为

B. gladioli pv. *cocovenenans* 的中文名称的翻译提供重要依据。期望科技工作者能够使用唐菖蒲伯克霍尔德氏菌椰毒致病变种作为 *B. gladioli* pv. *cocovenenans* 的中文名称。同时,对其他 3 类唐菖蒲伯克霍尔德氏菌致病变种中文名称的统一化使用起到借鉴作用。

REFERENCES

- [1] 杨桦. 试论椰毒假单胞菌引发食物中毒的成因及防治措施:以黑龙江省鸡西市“酸汤子”食物中毒事件为例[J]. 现代食品, 2021(16): 168-170, 175.
YANG H. Discussion on the causes and prevention measures of food poisoning caused by *Pseudomonas cocovenenans*: taking the “Suan-tang-zi” food poisoning in Jixi city, Heilongjiang province as an example[J]. Modern Food, 2021(16): 168-170, 175 (in Chinese).
- [2] 陈晖, 傅镁洁, 王琦, 王锐. 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[J]. 中国食品卫生杂志, 2022, 34(6): 1336-1341.
CHEN H, FU YJ, WANG Q, WANG R. Analysis of epidemiological characteristics of *Burkholderia gladioli* poisoning in China from 2005 to 2020[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(6): 1336-1341 (in Chinese).
- [3] 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: GB 4789.29—2020[S]. 2020.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Microbiological examination of food hygiene—Examination of *Burkholderia gladioli* (*Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*): GB 4789.29—2020[S]. 2020 (in Chinese).
- [4] 汪廷彩, 雷毅, 周露, 曾晓琮. 唐菖蒲伯克霍尔德氏菌(椰毒假单胞菌酵米面亚种)的研究进展[J]. 食品与机械, 2021, 37(5): 194-202.
WANG TC, LEI Y, ZHOU L, ZENG XC. Recent advances on *Burkholderia gladioli* (*Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*)[J]. Food & Machinery, 2021, 37(5): 194-202 (in Chinese).
- [5] 酵米面中毒病因研究协作组. 酵米面中毒病因的研究:发现一种新的食物中毒菌:酵米面黄杆菌(*Flavobacterium farinofermentans* n. sp.)(J). 中国医学科学院学报, 1980, 2(2): 77-82, 147.
Research group for pathogenesis of fermented corn flour poisoning. Studies on fermented corn flour poisoning: a new species of food poisoning bacteria: *Flavobacterium farinofermentans* n. sp.[J]. Acta Academiae Medicinae Sinicae, 1980, 2(2): 77-82, 147 (in Chinese).
- [6] YOUNG JM, TAKIKAWA Y, GARDAN L, STEAD DE. Changing concepts in the taxonomy of plant pathogenic bacteria[J]. Annual Review of Phytopathology, 1992, 30: 67-105.

- [7] OREN A, ARAHAL DR, GÖKER M, MOORE ERB, ROSSELLO-MORA R, SUTCLIFFE IC. International code of nomenclature of prokaryotes. prokaryotic code (2022 revision)[J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2023, 73(5a): S1-S111.
- [8] JIAO ZQ, KAWAMURA Y, MISHIMA N, YANG RF, LI N, LIU XM, EZAKI T. Need to differentiate lethal toxin-producing strains of *Burkholderia gladioli*, which cause severe food poisoning: description of *B. gladioli* pathovar *cocovenenans* and an emended description of *B. gladioli*[J]. Microbiology and Immunology, 2003, 47(12): 915-925.
- [9] 中华人民共和国农业农村部. 中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录[Z]. [2024-04-09]. http://www.zys.moa.gov.cn/flfg/201904/t20190428_6245344.htm. Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. List of Plant Quarantine Pests Imported into the People's Republic of China[Z]. [2024-04-09]. http://www.zys.moa.gov.cn/flfg/201904/t20190428_6245344.htm (in Chinese).
- [10] van VEEN AG, MERTENS WK. Die Giftstoffe der sogenannten Bongkreik-Vergiftungen auf Java[J]. Recueil Des Travaux Chimiques Des Pays-Bas, 1934, 53(3): 257-266.
- [11] YUAN MD, HAN RW, BAI L, DONG YP, XI Q, DU QJ, YANG YX, FORGHANI F, YANG QL, AHN J, WANG J. Recent advances in the characterization of *Burkholderia gladioli* pv. *cocovenenans* and its toxin production[J]. Food Reviews International, 2024, 40(3): 867-882.
- [12] van DAMME PA, JOHANNES AG, COX HC, BERENDS W. On toxoflavin, the yellow poison of *Pseudomonas cocovenenans*[J]. Recueil Des Travaux Chimiques Des Pays-Bas, 1960, 79(3): 255-267.
- [13] 赫明昌, 任宏造, 金家香. 臭米面食物中毒的病因研究: 黄色菌致病作用的实验病理学观察[J]. 中国医科大学学报, 1980(1): 5-8, 74.
- HE MC, REN HZ, JIN JX. Etiological study of fermented corn flour poisoning: experimental pathological observation on the pathogenic role of "yellow bacteria"[J]. Journal of China Medical University, 1980(1): 5-8, 74 (in Chinese).
- [14] 徐迪成, 赵乃昕, 赵占春, 张丹莼, 孙芝军, 王秀荣. 酵米面黄杆菌分类学位置的进一步研究[J]. 哈尔滨医药, 1982(2): 69-73.
- XU DC, ZHAO NX, ZHAO ZC, ZHANG DY, SUN ZJ, WANG XR. Further investigation into the taxonomic position of *Flavobacterium farinofermentans*[J]. Harbin Medical Journal, 1982(2): 69-73 (in Chinese).
- [15] 孟昭赫, 苏翠华, 李兆普, 李柯, 刘延清, 刘勇, 杨永民, 王佩芳, 王玉华, 陈君石. 酵米面黄杆菌与椰毒假单胞菌的对比研究[J]. 卫生研究, 1987(6): 17-22.
- MENG ZH, SU CH, LI ZP, LI K, LIU YQ, LIU Y, YANG YM, WANG PF, WANG YH, CHEN JS. Comparative study of *Flavobacterium farinofermentans* and *Pseudomonas cocovenenans*[J]. Journal of Hygiene Research, 1987(6): 17-22 (in Chinese).
- [16] ZHAO N, QU C, WANG E, CHEN W. Phylogenetic evidence for the transfer of *Pseudomonas cocovenenans* (van Damme et al. 1960) to the genus *Burkholderia* as *Burkholderia cocovenenans* (van Damme et al. 1960) comb. nov.[J]. International Journal of Systematic Bacteriology, 1995, 45(3): 600-603.
- [17] GILLIS M, van VAN T, BARDIN R, GOOR M, HEBBAR P, WILLEMS A, SEGERS P, KERSTERS K, HEULIN T, FERNANDEZ MP. 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]. International Journal of Systematic Bacteriology, 1995, 45(2): 274-289.
- [18] COENYE T, HOLMES B, KERSTERS K, GOVAN JR, VANDAMME P. *Burkholderia cocovenenans* (van Damme et al. 1960) Gillis et al. 1995 and *Burkholderia vandii* Urakami et al. 1994 are junior synonyms of *Burkholderia gladioli* (Severini 1913) Yabuuchi et al. 1993 and *Burkholderia plantarii* (Azegami et al. 1987) Urakami et al. 1994, respectively[J]. International Journal of Systematic Bacteriology, 1999, 49(Pt 1): 37-42.
- [19] 焦振泉, 刘秀梅, 杨瑞馥, 孟昭赫. 椰毒假单胞菌酵米面亚种 16S rDNA 序列测定与分析[J]. 卫生研究, 1999, 28(4): 232-234.
- JIAO ZQ, LIU XM, YANG RF, MENG ZH. Sequencing and analysis of 16S rDNA sequences for *P. cocovenenans* subsp. *farinofermentans*[J]. Journal of Hygiene Research, 1999, 28(4): 232-234 (in Chinese).
- [20] 中华人民共和国卫生部. 食品卫生微生物学检验 椰毒假单胞菌酵米面亚种检验: GB/T 4789.29—2003[S]. 2003.
- Ministry of Health of the People's Republic of China. Microbiological examination of food hygiene: examination of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans*: GB/T 4789.29—2003[S]. 2003 (in Chinese).
- [21] 彭沛, 景雪梅, 冶晓燕, 朱学泰. 唐菖蒲伯克霍尔德氏菌致病变种的危害及预防[J]. 生物学通报, 2021, 56(6): 1-3.
- PENG PR, JING XM, YE XY, ZHU XT. The hazards and prevention on the pathogenic varieties of *Burkholderia gladioli*[J]. Bulletin of Biology, 2021, 56(6): 1-3 (in Chinese).
- [22] HAN D, CHEN J, CHEN W, WANG YB. Bongkreik acid and *Burkholderia gladioli* pathovar *cocovenenans*: formidable foe and ascending threat to food safety[J]. Foods, 2023, 12(21): 3926.
- [23] NUGTEREN DH, BERENDS W. Investigations on bongkreik acid, the toxine from *Pseudomonas cocovenenans*[J]. Recueil Des Travaux Chimiques Des Pays-Bas, 1957, 76(1): 13-27.
- [24] 王夏, 孟昭赫, 胡文娟, 陈君石. 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 ZH, HU WJ, CHEN JS. Advances in international research on bongkreik acid poisoning[J].

- Foreign Medical Sciences, Section Hygiene, 1987(1): 1-4 (in Chinese).
- [25] 胡文娟, 陈晓明, 王玉华, 王佩芳, 田长清, 杜春明, 孟洪德, 孟昭赫. 酵米面黄杆菌毒素 A 的提纯及鉴定[J]. 卫生研究, 1984(4): 34-37.
- HU WJ, CHEN XM, WANG YH, WANG PF, TIAN CQ, DU CM, MENG HD, MENG ZH. Purification and identification of the flavotoxin A[J]. Journal of Hygiene Research, 1984(4): 34-37 (in Chinese).
- [26] 刘莹, 金立鹏, 王尊哲. 米酵菌酸的研究进展[J]. 潍坊医学院学报, 2003, 25(2): 153-155.
- LIU Y, JIN LP, WANG ZZ. Research progress of rice fermentative acid[J]. Acta Academiae Medicinae Weifang, 2003, 25(2): 153-155 (in Chinese).
- [27] 赵乃昕, 马麦生, 苗乃法, 张玉佩. 酵米面假单胞菌与椰毒假单胞菌的比较研究[J]. 昌潍医学院学报, 1987(1): 10-15.
- ZHAO NX, MA MS, MIAO NF, ZHANG YP. Comparative study of *Pseudomonas farinofermentans* and *Pseudomonas cocovenenans*[J]. Acta Academiae Medicinae Weifang, 1987(1): 10-15 (in Chinese).
- [28] 田凤丽, 马麦生, 钱震雯, 楚海荣. 椰酵伯菌毒黄素的研究进展[J]. 医学综述, 2007, 13(23): 1822-1824.
- TIAN FL, MA MS, QIAN ZW, CHU HR. Study advancement of toxoflavin produced by *Burkholderia cocovenenans*[J]. Medical Recapitulate, 2007, 13(23): 1822-1824 (in Chinese).
- [29] 岳启安, 赵淑梅, 张式暖, 刘耀春, 金成文, 赵乃昕. 毒黄素对呼吸和循环系统的毒性研究[J]. 潍坊医学院学报, 1998(1): 2.
- YUE QA, ZHAO SM, ZHANG SN, LIU YC, JIN CW, ZHAO NX. Study of toxication of toxoflavin to the respiratory system and the circulatory system[J]. Acta Academiae Medicinae Weifang, 1998(1): 2 (in Chinese).
- [30] YABUUCHI E, KOSAKO Y, OYAIZU H, YANO I, HOTTA H, HASHIMOTO Y, EZAKI T, ARAKAWA M. Proposal of *Burkholderia* gen. nov. and transfer of seven species of the genus *Pseudomonas* homology group II to the new genus, with the type species *Burkholderia cepacia* (Palleroni and Holmes 1981) comb. nov.[J]. Microbiology and Immunology, 1992, 36(12): 1251-1275.
- [31] 焦振泉, 曹玮, 余东敏, 刘秀梅, 王晓英. 椰酵假单胞菌与唐菖蒲伯克霍尔德菌 16S-23S rRNA 基因间区序列的比较研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2008, 20(3): 197-203.
- JIAO ZQ, CAO W, YU DM, LIU XM, WANG XY. Study on comparison of 16S-23S rRNA gene isr sequence of *Pseudomonas cocovenenans* subsp. *farinofermentans* strains and *Burkholderia gladioli* strains[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2008, 20(3): 197-203 (in Chinese).