

# 三种试剂对阪崎肠杆菌快速生化鉴定的 比对研究

杨宁<sup>1</sup>, 林国强<sup>2</sup>, 孟宇<sup>3</sup>, 卢勉飞<sup>1</sup>, 蔡芷荷<sup>1,2,4\*</sup>, 徐环<sup>1</sup>

<sup>1</sup>广东环凯微生物科技有限公司, 广东 广州

<sup>2</sup>广东环凯生物科技有限公司, 广东 肇庆

<sup>3</sup>佛山市食品药品检验检测中心, 广东 佛山

<sup>4</sup>广东省科学院微生物研究所, 广东 广州

收稿日期: 2023年9月22日; 录用日期: 2023年10月23日; 发布日期: 2023年10月30日

## 摘要

目的: 比较三种阪崎肠杆菌生化鉴定试剂的可靠性; 方法: 以本实验室的传统生化鉴定管为基础, 参考 GB 4789.40-2016 中的生化反应制备出干燥态生化鉴定条。以传统生化管(简称 JDG)为参考, 测试 50 株阪崎肠杆菌及其近源菌和分离株, 比较本实验室自制 HKEasyID 阪崎肠杆菌生化鉴定条(简称 HKEasyID)、A 公司阪崎肠杆菌生化鉴定条(简称 KitA)、B 公司阪崎肠杆菌生化鉴定条(简称 KitB)的鉴定效果。结果: 对 50 株测试菌株的鉴定结果, HKEasyID、KitA 和 KitB 三种试剂与 JDG 传统液态鉴定试剂盒鉴定结果相比平均符合率分别为 98.67%、88.44% 和 90.22%, HKEasyID 相比 KitA 和 KitB, 与 JDG 的符合率更高; HKEasyID、KitA、KitB 和 JDG 四种鉴定试剂盒与标准要求相比平均符合率分别为 97.11%、87.11%、89.11% 和 97.33%, HKEasyID 和 JDG 相当, 高于 KitA 和 KitB。结论: HKEasyID 鉴定条在操作性和符合率上优于 A 公司和 B 公司的鉴定条, 在可靠性上与传统生化管接近, 可作为常规生化鉴定试剂。

## 关键词

生化鉴定, 阪崎肠杆菌, 微量法

# Comparative Study on Three Reagents for Rapid Biochemical Identification of *Enterobacter sakazakii*

Ning Yang<sup>1</sup>, Guoqiang Lin<sup>2</sup>, Yu Meng<sup>3</sup>, Mianfei Lu<sup>1</sup>, Zhihe Cai<sup>1,2,4\*</sup>, Huan Xu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Guangdong Huankai Microbial Sci. & Tech. Co., Ltd., Guangzhou Guangdong

<sup>2</sup>Guangdong Huankai Biologic Sci. & Tech. Co., Ltd., Zhaoqing Guangdong

\*通讯作者。

文章引用: 杨宁, 林国强, 孟宇, 卢勉飞, 蔡芷荷, 徐环. 三种试剂对阪崎肠杆菌快速生化鉴定的比对研究[J]. 食品与营养科学, 2023, 12(4): 300-307. DOI: 10.12677/hjfn.2023.124037

<sup>3</sup>Foshan Center for Food and Drug Control, Foshan Guangdong

<sup>4</sup>Institute of Microbiology, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou Guangdong

Received: Sep. 22<sup>nd</sup>, 2023; accepted: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2023; published: Oct. 30<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

**Objective:** To compare the reliability of three biochemical identification reagents for *Enterobacter sakazakii*. **Method:** Based on the traditional biochemical identification tube in our laboratory, a dry state biochemical identification strip was prepared by referring to the biochemical reaction in GB 4789.40-2016. Using the traditional biochemical tube (JDG) as a reference, 50 strains of *E. sakazakii*, their close source bacteria, and isolated strains were tested to compare the identification effects of our laboratory's self-made HKEasyID *E. sakazakii* biochemical identification strip (HKEasyID), A company's *E. sakazakii* biochemical identification strip (KitA), and B company's *E. sakazakii* biochemical identification strip (KitB). **Result:** The identification results of 50 test strains showed that the average coincidence rates of HKEasyID, KitA and KitB with JDG traditional liquid identification kit were 98.67%, 88.44%, and 90.22%, respectively. HKEasyID had a higher coincidence rate with JDG compared to KitA and KitB; the average compliance rates of the four identification kits, HKEasyID, KitA, KitB, and JDG, compared to the standard requirements, were 97.11%, 87.11%, 89.11%, and 97.33%, respectively. HKEasyID and JDG were equivalent, higher than KitA and KitB. **Conclusion:** The HKEasyID identification strip is superior in operability and compliance to the identification strips of Company A and Company B, and is similar in reliability to traditional biochemical tubes. It can be used as a conventional biochemical identification reagent.

## Keywords

Biochemical Identification, *Enterobacter sakazakii*, Microquantization

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

克罗诺杆菌(*Cronobacter*)的分类经历了三个时期:起初1980年之前由于该菌因其产黄色素,而被认为是肠杆菌属中阴沟肠杆菌的生物变形种黄色阴沟肠杆菌(*yellow-pigmented Enterobacter cloacae*) [1]; 1980年, Farmer 通过 DNA 杂交、生化反应、黄色菌落产物以及抗生素敏感性等实验,将其更名为阪崎肠杆菌(*Enterobacter sakazakii*),隶属于肠杆菌属[2] [3]; 2008年, Iversen 利用 16S rRNA 基因序列分析、荧光标记-扩增性片段长度多态性指纹图谱、核糖体分型以及 DNA 杂交等技术分析方法重新对阪崎肠杆菌进行系统分类研究,结果发现这一菌种的许多菌株的鉴定结果差异较大,建议将阪崎肠杆菌定义为一个新属,即克罗诺杆菌属(*Cronobacter* spp.),该属包括7个种,3个亚种[3]。

阪崎克罗诺杆菌(以下按俗称为阪崎肠杆菌)为条件致病菌,婴幼儿是其主要感染人群,阪崎肠杆菌在婴幼儿奶粉、肉类、水果、蔬菜等多种食品中被检测到,婴幼儿配方奶粉为其主要感染源[4]。阪崎肠杆菌能引起严重的新生儿脑膜炎、菌血症和坏死性小肠结肠炎,并可能遗留严重的神经系统后遗症,死亡率20%~50% [2]。随着一系列与该菌相关的奶粉召回和重大感染事件的爆发,比如2002年及2003年的

时候,就曾多次出现过国际乳业巨头因为奶粉中检测出阪崎肠杆菌而紧急召回婴儿奶粉类产品的情况,也是从那时候开始,阪崎肠杆菌被视为食品安全中重要的检测项目被世界所重视。再有,2008年台湾味全奶粉阪崎肠杆菌事件到2022年2月份雅培宣布主动召回在美国密歇根州工厂生产的三款因污染了阪崎肠杆菌的婴儿配方奶粉等案例。虽然与其他食源性致病菌相比,阪崎肠杆菌对大多数人都是非致病的,但对于特殊人群却有着较高的致死率,并且该菌的污染源及致病机制不是十分清楚,因此对其进行预防和检测显得尤为重要[4] [5]。因此,阪崎肠杆菌的分离和鉴定仍然是当今研究的热点[6]-[21]。我国也在经过反复的试验之后于2005年正式出台了有关阪崎肠杆菌的相关标准方法,《奶粉中阪崎肠杆菌检测方法》[22]行业标准中更进一步建立了阪崎肠杆菌的检测方法,包括改进的传统检测方法、普通PCR方法和荧光PCR方法。方法出台后,我国就以此为基准,严查奶粉中的阪崎肠杆菌情况。而在后来出台的《食品安全国家标准·婴儿配方食品》(GB 10765-2010) [23]中更进一步规定了,在仅适用于供0~6月龄婴儿食用的配方食品中阪崎肠杆菌为不得检出项,以此来进一步保证婴幼儿食品安全问题。

目前从食品或者临床样本分离的阪崎肠杆菌的常用检测和鉴定的方法有以下几种:传统的生化鉴定法,如GB 4789.40-2016《食品微生物学检验·克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)检验》[24];API鉴定系统和VITEK全自动鉴定系统;利用分子生物学法:如PCR,荧光PCR,LAMP等[14] [15] [16]。

本研究旨在以传统生化鉴定为基准,用本实验室依据GB 4789.40-2016的生化鉴定原则研制的干燥态鉴定条试剂同国内其他两个厂家生产的生化鉴定条试剂对分离自食品的阪崎肠杆菌分离株进行鉴定,并对三个生化鉴定条试剂的鉴定效果进行比对和评估。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 材料与试剂

1) 试剂:本实验室研制的克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)生化鉴定条(以下简称HKEasyID),批号为A0004T;国内A公司克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)干制生化鉴定试剂盒(以下简称KitA),批号为180706;国内B公司生产的阪崎肠杆菌生化鉴定条(以下简称KitB),批号为20180718;广东环凯微生物科技有限公司生产的传统西林瓶鉴定管(以下简称JDG),批号为5108249;胰酪胨大豆琼脂培养基(TSA),批号为1084731。

2) 测试菌株:菌株共使用50株试验株,其中分离株来源于各类食品,目前这50株菌株均来自广东省科学院微生物研究所,试验株具体编号如下。

阪崎肠杆菌:2株标准株:ATCC 29544、ATCC 51329;39株分离株:FSCC(I)145138、FSCC(I)145258、FSCC(I)145259、FSCC(I)145260、FSCC(I)145261、FSCC(I)145264、FSCC(I)145266、FSCC(I)145269、FSCC(I)145270、FSCC(I)145271、FSCC(I)145272、FSCC(I)145273、FSCC(I)145275、FSCC(I)145277、FSCC(I)145280、FSCC(I)145284、FSCC(I)145285、FSCC(I)145287、FSCC(I)145300、FSCC(I)145305、FSCC(I)145309、FSCC(I)145315、FSCC(I)145332、FSCC(I)145334、FSCC(I)145335、FSCC(I)145337、FSCC(I)145339、FSCC(I)145340、FSCC(I)145341、FSCC(I)145343、FSCC(I)145351、FSCC(I)145353、FSCC(I)145360、FSCC(I)145361、FSCC(I)145363、FSCC(I)145365、FSCC(I)145366、FSCC(I)145625、FSCC(I)145633。

产气肠杆菌:1株标准株:ATCC 13048。

阴沟肠杆菌:1株标准株:CMCC(B) 45301;3株分离株:FSCC(I)145298、FSCC(I)145308、FSCC(I)145310。

弗氏柠檬酸杆菌:1株标准株:ATCC 43864;3株分离株:FSCC(I)135014、FSCC(I)21501187、FSCC(I)21501188。

## 2.2. 仪器与设备

GR60 灭菌锅(致微 ZEALWAY); DNP-9272 型恒温培养箱(广东环凯微生物科技有限公司)。

## 2.3. 方法

HKEasyID 使用定方法: 从新鲜培养的 TSA 平板上挑取可疑单菌落接种于悬浮培养基中, 制成 0.5 麦氏浊度的均一菌悬液; 从鉴定条右侧向左掀开贴膜, 用移液器小心注入 1.5 mL 菌悬液于分液槽中, 贴回贴膜, 并依次抬起左右两侧数次, 使菌液液面达同一高度, 然后水平托起分液槽端, 确保菌液流入各反应孔中, 贴紧薄膜并放回底座。再次从右侧掀开贴膜, 向第 4、5 号孔准确添加 30  $\mu$ L 发酵添加剂, 再分别向第 6、7、8、9 号孔中各滴加 3~4 滴无菌液体石蜡, 贴紧薄膜; 同时向苦杏仁苷发酵管接种 50  $\mu$ L 菌悬液, 盖紧胶塞。将已接种的鉴定条放置 30 $^{\circ}$ C 培养箱培养 24 h; 培养完毕后, 按附件 1 记录结果。

KitA、KitB 和 JDG 按照相关产品说明书进行操作。主要生化特征如下表 1。

**Table 1.** Main biochemical characteristics of *E. sakazakii* and its related species

**表 1.** 阪崎肠杆菌属及其相近的种的主要生化特征

生化试验	阪崎肠杆菌	产气肠杆菌	阴沟肠杆菌	弗氏柠檬酸杆菌
黄色素产生	+	-	-	-
氧化酶	-	-	-	-
L-赖氨酸脱羧酶	-	+	-	-
L-鸟氨酸脱羧酶	(+)	+	+	-
L-精氨酸双水解酶	+	-	+	-
柠檬酸水解	(+)	(+)	+	(+)
D-山梨醇	(-)	+	(+)	+
L-鼠李糖	+	+	(+)	+
D-蔗糖	+	+	+	(+)
D-蜜二糖	+	+	(+)	+
苦杏仁苷	+	+	+	-

注: + > 99% 阳性; - > 99% 阴性; (+) 90%~99% 阳性; (-) 90%~99% 阴性。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 三种鉴定试剂盒与传统生化管的比较

用 HKEasyID、KitA 和 KitB 三种试剂盒与 JDG 对 50 株测试菌株进行鉴定, 鉴定结果见表 2。与传统生化管相比, 三种试剂盒中苦杏仁苷反应 HKEasyID 与西林瓶鉴定管的符合率较高, 为 92.00%, 而 KitA 和 KitB 的符合率都低于 50%, 分别为 12.00% 和 28.00%。三种试剂盒中 D-山梨醇、D-蔗糖和赖氨酸 3 项反应与西林瓶鉴定管的符合率均为 100%。L-鸟氨酸脱羧酶和 L-精氨酸双水解酶反应 HKEasyID 和 KitB 与西林瓶鉴定管的符合率较高, 为 100%, 优于 KitA 的 96.00%; 柠檬酸水解反应 HKEasyID、KitA 和 KitB 的符合率分别为 98.00%、94.00% 和 90.00%; L-鼠李糖和 D-蜜二糖 2 项反应 HKEasyID 和 KitA 的符合率较高, 分别为 100% 和 98.00%, 优于 KitB 的符合率 98.00% 和 96.00%; HKEasyID 平均符合率最高为 98.67%, KitB 其次为 90.22%, KitA 稍低为 88.44%。因而 HKEasyID 整体可靠性最高。

本次试验选用传统生化管为参考标准, 一方面是基于所用三种条状试剂均是生化管升级到微量化和

集约化的产品,使比对结果更有针对性,另一方面是参考同类文献[15][16]的一致选择。传统生化管是通用型鉴别培养基,在各类系统鉴定的程序中,需要补充开展的试验均使用生化管进行。

**Table 2.** Consistency results of three identification reagents and traditional biochemical tubes

**表 2.** 三种鉴定条试剂与传统生化管的一致性结果

反应名称	符合率/%		
	HKEasyID	KitA	KitB
L-赖氨酸脱羧酶	100	100	100
L-鸟氨酸脱羧酶	100	96.00	100
L-精氨酸双水解酶	100	96.00	100
柠檬酸水解	98.00	94.00	90.00
D-山梨醇	100	100	100
L-鼠李糖	100	100	98.00
D-蔗糖	100	100	100
D-蜜二糖	98.00	98.00	96.00
苦杏仁苷	92.00	12.00	28.00
平均符合率/%	98.67	88.44	90.22

### 3.2. 三种鉴定试剂盒异于传统生化管的反应

以传统生化管结果为标准,对三种鉴定试剂盒各反应的异常结果进行判定,详细异常数据结果于表 3。

**Table 3.** Detailed abnormal data<sup>a</sup>

**表 3.** 详细异常数据<sup>a</sup>

菌株名称	菌株编号	反应名	异常结果
产气肠杆菌	ATCC13048	精氨酸双水解	KitA: +
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145270	精氨酸双水解	KitA: +
弗氏柠檬酸杆菌	ATCC43864	鸟氨酸	KitA: +
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145305	鸟氨酸	KitA: +
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145138	蜜二糖	KitB: +
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145284	蜜二糖	HKEasyID: +
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145285	蜜二糖	KitA: -, KitB: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145337	柠檬酸盐	KitB: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145339	柠檬酸盐	HKEasyID: -, KitA: -, KitB: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145340	柠檬酸盐	KitB: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145360	柠檬酸盐	KitA: -, KitB: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145361	柠檬酸盐	KitA: -, KitB: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145269	鼠李糖	KitB: -

<sup>a</sup> 由于三种鉴定试剂盒中 KitA 和 KitB 的苦杏仁苷反应异常率偏高,暂不列出来。

### 3.3. 四种鉴定试剂盒与国标给出的典型生化特征的比较

以国标给出的典型生化特征为标准[5],参照表 1 对四种鉴定试剂盒各反应的结果进行判定,统计出 50 株测试菌株的符合率,结果如下表 4。与国标典型特征相比,在四种鉴定试剂盒中,L-赖氨酸脱羧酶、

D-山梨醇 2 项反应的符合率均为 100%，L-精氨酸双水解酶和 D-蔗糖试验的符合率分别均为 98.00% 和 96.00%，这 4 项反应三种试剂效果相当；苦杏仁苷反应 HKEasyID 与 JDG 的符合率较高，分别为 88.00% 和 96.00%，优于 KitA 和 KitB 的符合率(8.00% 和 24.00%)；此外，L-鼠李糖反应 HKEasyID、KitA 和 JDG 的符合率较高，均为 100%，优于 KitB 的符合率 98.00%；柠檬酸水解反应 HKEasyID 符合率 98.00% 略高于其余三者的 94.00%；D-蜜二糖反应 HKEasyID、KitA、KitB 和 JDG 的符合率分别为 98.00%、94.00%、96.00% 和 96.00%，HKEasyID 最优，KitA 最差，KitB 和 JDG 相当，居中。HKEasyID、KitA、KitB 和 JDG 的平均符合率分别为 97.11%，87.11%、89.11% 和 97.33%，JDG 略优于 HKEasyID，KitB 略优于 KitA。四种鉴定试剂中，HKEasyID、KitB 和 JDG 均无假阳性，KitA 的假阳性率为 0.89%；HKEasyID、KitA、KitB 和 JDG 假阴性率分别为 2.89%、12.00%、10.67% 和 2.67%。综合检测效果，HKEasyID 和 JDG 相当，优于 KitA 和 KitB。

对苦杏仁苷，HKEasyID 与 JDG 和 API 20E 试剂一样，鉴定结果某些反应也存在一定的假阴性结果 [24]，但 KitA 和 KitB 的存在大量的假阴性，如果直接判定，则极有可能与肠杆菌属里其它种的该反应为阴性的混淆，增加了鉴别难度，所以这两种试剂盒的该反应结果参考意义不大。但对除苦杏仁苷以外的各个反应，四个试剂盒效果基本上相当。

为了便于比较，本次试验统一培养至 24 h 观看结果。本次比对实验所用的传统生化管 JDG，其生化反应与标准平均符合率为 99.33%，基本符合 GB 4789.40-2016 要求的生化反应特征 [25]，可以作为三种试剂的比对基准。

**Table 4.** Coincidence rate of four identification kits with typical characteristics of the standard

**表 4.** 四种鉴定试剂盒与标准典型特征的符合率

反应名称	符合率/%			
	HKEasyID	KitA	KitB	JDG
L-赖氨酸脱羧酶	100	100	100	100
L-鸟氨酸脱羧酶	96.00	94.00	96.00	96.00
L-精氨酸双水解酶	98.00	98.00	98.00	98.00
柠檬酸水解	98.00	94.00	94.00	94.00
D-山梨醇	100	100	100	100
L-鼠李糖	100	100	98.00	100
D-蔗糖	96.00	96.00	96.00	96.00
D-蜜二糖	98.00	94.00	96.00	96.00
苦杏仁苷	88.00	8.00	24.00	96.00
平均符合率/%	97.11	87.11	89.11	97.33
假阳性率/%	0	0.89	0	0
假阴性率/%	2.89	12.00	10.67	2.67

### 3.4. 四种鉴定试剂盒异于国标典型生化特征的反应

本次试验的结果异于国标给出的典型生化特征的实验数据，见表 5。因标准要求给出的典型生化特征具有一定的阴阳性概率，故不能单纯的以这个来判断每个试验菌的生化特征是否异常，还需参考传统生化鉴定管的阴阳性数据，结合其他厂家的鉴定试剂进行一致性分析，来判断该反应的生化特征。

**Table 5.** Abnormal data<sup>b</sup>  
**表 5.** 异常数据<sup>b</sup>

菌株名称	菌株编号	反应名	异常结果
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145305	鸟氨酸	HKEasyID: -, KitB: -, JDG: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145633	鸟氨酸	HKEasyID: -, KitB: -, JDG: -
弗氏柠檬酸杆菌	ATCC43864	鸟氨酸	KitA: +
弗氏柠檬酸杆菌	FSCC(I)21501187	鸟氨酸	KitA: +
弗氏柠檬酸杆菌	FSCC(I)21501188	鸟氨酸	KitA: +
产气肠杆菌	ATCC13048	精氨酸双水解	KitA: +
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145270	精氨酸双水解	HKEasyID: -, KitB: -, JDG: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145339	柠檬酸盐	HKEasyID: -, KitA: -, KitB: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145269	鼠李糖	KitB: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145138	蜜二糖	HKEasyID: -, KitA: -, JDG: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145284	蜜二糖	KitA: -, KitB: -, JDG: -
阪崎肠杆菌	FSCC(I)145285	蜜二糖	KitA: -, KitB: -
弗氏柠檬酸杆菌	FSCC(I)21501187	蔗糖	HKEasyID: -, KitA: -, KitB: -, JDG: -
弗氏柠檬酸杆菌	FSCC(I)21501188	蔗糖	HKEasyID: -, KitA: -, KitB: -, JDG: -

<sup>b</sup> 由于二种鉴定试剂盒中的苦杏仁苷反应异常率偏高, 暂不列出来。

#### 4. 结论

从易用性角度比较, 其中 KitA 的鉴定试剂在操作过程中相对于 KitB 来说比较方便一点, 操作比较简单, 但是在使用过程中也发现有好几个鉴定条里的鸟氨酸脱羧酶干燥后跑出了反应孔外面, 这样容易产生误差而不够严谨; KitB 的鉴定试剂因为是液体, 所以在接种的时候撕膜或者打孔对实验操作都有一定的影响, 因为液体受到振动容易溅出; 而 HKEasyID 的鉴定试剂可以把菌悬液一次加到鉴定条的分液槽里, 平均流入各个反应孔。这种采用一次加样代替逐个加样的方法, 不但节省了人力物力, 也避免了错加漏加的风险。

在本次对比实验中, KitA 和 KitB 苦杏仁苷这一项跟传统西林瓶生化鉴定管相比较存在很大差异, 假阴性菌株较多, 生化反应很弱; 而传统西林瓶生化鉴定管里的苦杏仁苷经过 24 h 培养后变黄色, 符合国标要求的典型生化阳性特征; 此外, KitB 的氨基酸反应系列中赖氨酸脱羧酶和氨基酸对照管的颜色偏灰色, 没有达到判定阳性的黄色, 这也增加了生化反应的判定难度。总的来说, 传统生化鉴定管在生化鉴定方面具有一定的参考价值, 但因其接种量较小, 每瓶接种 50  $\mu$ L, 而 HKEasyID 鉴定试剂每个干燥孔接种 150  $\mu$ L 左右的菌悬液, 导致传统西林瓶鉴定管有些阳性反应 24 h 内不能完全表现出阳性结果, 给判断阴阳性带来了一定干扰, 使其灵敏性不如干燥态鉴定试剂。

在本次对比研究中, HKEasyID 在三种鉴定条试剂中还是具有一定的优势。在面对不同厂家的鉴定试剂时, 选择可靠的生化鉴定条试剂, 对快速准确鉴定出阪崎肠杆菌具有事半功倍的效果。

#### 基金项目

国家重点研发计划(2018YFC1604201); 肇庆市引进西江创新团队项目(肇人才领 2018-8)。

#### 参考文献

- [1] Cheng, T.C. (1975) *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*: 8th Ed. Edited by R. E. Buchanan and N. E. Gibbons. Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland. 1246 pp. \$45.00. *Journal of Invertebrate Pathology*, **25**, 395.

[https://doi.org/10.1016/0022-2011\(75\)90102-0](https://doi.org/10.1016/0022-2011(75)90102-0)

- [2] Farmer, J., Asbury, M., Hickman, F., *et al.* (1980) *Enterobacter sakazakii*: A New Species of “Enterobacteriaceae” Isolated from Clinical Specimens. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **30**, 569-584. <https://doi.org/10.1099/00207713-30-3-569>
- [3] 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.
- [4] 徐湾, 姜华, 张逸飞, 等. 我国克罗诺杆菌污染现状与预防控制措施研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2015(9): 848-851.
- [5] 陈雅衡, 周帼萍. 食品工业中克罗诺杆菌(原阪崎肠杆菌)的污染与控制[J]. 中国酿造, 2013, 32(7): 16-19.
- [6] 李远宏, 张逸飞, 张庆成, 等. 谷类食品中克罗诺杆菌的分离与鉴定[J]. 食品工业科技, 2016, 37(15): 154-158.
- [7] 李远宏, 姜华, 焦阳, 等. 食品香辛料和调味品中克罗诺杆菌的分离与鉴定[J]. 食品工业科技, 2017, 38(19): 125-130.
- [8] 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(13): 1549-1551, 1555.
- [9] 张琼丹, 马冉, 吴斯敏, 等. 食品中克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)检测能力验证结果与分析[J]. 广东化工, 2022, 49(13): 191-193, 161.
- [10] 崔伟佳, 郭庆龙, 刘宏玉, 等. 克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)的分离与鉴定能力验证结果与分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(24): 9421-9424.
- [11] 黄启红, 蔡大川, 张志军, 等. 食品中克罗诺杆菌的分离和鉴定[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(9): 192-194.
- [12] 董晓晖, 李程思, 吴清平, 等. 食品污染克罗诺杆菌(阪崎肠杆菌)的分离及鉴定[J]. 微生物学报, 2013, 53(5): 429-436.
- [13] 陈雅衡, 赵炜, 王洋, 等. 部分茶饮料原辅料中优势菌-克罗诺杆菌(原阪崎肠杆菌)的分离和鉴定[J]. 中国酿造, 2013, 32(5): 59-61.
- [14] 陈万义, 任婧, 刘振民, 等. 婴幼儿配方粉中克罗诺杆菌属菌株检测方法研究进展[J]. 乳业科学与技术, 2015(2): 23-28.
- [15] 徐晓可, 吴清平, 张淑红, 等. 阪崎肠杆菌 LAMP、PCR 与传统检测方法的比较[J]. 现代预防医学, 2013, 40(9): 1715-1717.
- [16] 董鑫悦, 满朝新, 卢雁, 等. 环介导等温扩增法快速检测乳中阪崎肠杆菌[J]. 食品工业科技, 2013, 34(5): 318-320.
- [17] 钟艳, 罗誉皓, 刘育兰, 等. 2018 年湖南省部分市售婴幼儿食品微生物污染状况分析[J]. 微量元素与健康研究, 2021(4): 35-36.
- [18] 王小龙, 张梦寒, 朱莉勤, 等. 苏州市阪崎肠杆菌污染状况调查[J]. 预防医学, 2021(4): 414-417.
- [19] 李闻, 王源, 于爱萍, 等. 天津市婴幼儿食品和冲调谷物制品中阪崎肠杆菌污染状况及脉冲场凝胶电泳分子分型[J]. 中国热带医学, 2021(4): 315-319.
- [20] 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.
- [21] 易萌, 王丽, 张竟丰, 等. 婴幼儿奶粉中阪崎克罗诺杆菌隐性污染状况分析及针对性检测技术研究进展[J]. 食品科学, 2022(7): 365-372.
- [22] 中华人民共和国, 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1632.1/2/3-2005 奶粉中阪崎肠杆菌检验方法 第 1 部分: 分离与计数方法; 第 2 部分: PCR 方法; 第 3 部分: 荧光 PCR 方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [23] 中华人民共和国卫生部. GB 10765-2010 食品安全国家标准 婴儿配方食品[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [24] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. GB 4789.30-2016 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[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [25] Jaradat, Z.W., Ababneh, Q.O., Saadoun, I.M., *et al.* (2009) Isolation of *Cronobacter* spp. (Formerly *Enterobacter sakazakii*) from Infant Food, Herbs and Environmental Samples and the Subsequent Identification and Confirmation of the Isolates Using Biochemical, Chromogenic Assays, PCR and 16S rRNA Sequencing. *BMC Microbiology*, **9**, Article No. 225. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-9-225>