

研究报告

2018—2020 年度乳粉中克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)
能力验证样品的研制及其应用

刘娜,赵琳娜,王学硕,崔生辉
(中国食品药品检定研究院,北京 100050)

摘要:目的 制备乳粉中克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)检验能力验证样品,并应用于 2018—2020 年度实验室能力验证考核。方法 将背景菌株和克罗诺杆菌属通过生化、基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱鉴定确认菌株种属。采用冷冻干燥技术制备的阴性样品(含背景菌)和阳性样品(含背景菌和克罗诺杆菌属)。随机抽取阳性样品和阴性样品各 20 份进行均匀性检验,然后将样品分别存放于-20 ℃和 4 ℃进行储藏稳定性检验,存放于 25 ℃和 37 ℃进行运输稳定性检验。向参加考核的实验室发放样品并提供作业指导书,回收各实验室结果进行统计。结果 菌株种属鉴定结果与预期结果一致,均匀性、储藏稳定性和运输稳定性均满足要求。2018—2020 年度考核结果满意率分别为 97.1%、94.7%和 100%。结论 制备的样品满足此能力验证项目的需求,通过组织能力验证考核可以反映出我国实验室之间差异,有助于进一步提高实验室检验水平。

关键词: 克罗诺杆菌属;能力验证;样品研制;考核

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2022)01-0029-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.01.006

Preparation of quality control samples of *Cronobacter* spp. and their application in the proficiency test in 2018-2020

LIU Na, ZHAO Linna, WANG Xueshuo, CUI Shenghui

(National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

Abstract: Objective To prepare proficiency testing samples of *Cronobacter* spp. and apply to laboratory test in 2018-2020. **Methods** The background bacteria and *Cronobacter* spp. were identified by biochemical reaction and MALDI-TOF MS. *Cronobacter* spp. negative samples (background bacteria only) and positive samples (background bacteria and *Cronobacter* spp.) were prepared by freeze-drying. 20 samples were selected randomly for uniformity test. The samples were stored respectively at -20 ℃ and 4 ℃ to evaluate the storage stability, at 25 ℃ and 37 ℃ for 7 d to evaluate the transport stability. Samples were distributed to laboratories participating in the proficiency with operation instruction, and the feedback result from laboratories were analyzed. **Results** The identified result of all the related strains were correct. Both of positive samples and negative samples were uniform and stable. The satisfaction rates of assessment result were 97.1%, 94.7% and 100% respectively in 2018-2020. **Conclusion** The samples could meet the requirements of proficiency test. By organization proficiency test, the difference of laboratories can be reflected which is helpful to further improve the laboratory test capability.

Key words: *Cronobacter* spp.; proficiency test; sample preparation; assessment

克罗诺杆菌属(*Cronobacter* spp.)(阪崎肠杆菌,以下称作克罗诺杆菌属)是一种周生鞭毛、能运

动、无芽孢、兼性厌氧的革兰阴性杆菌^[1],主要包括阪崎克罗诺杆菌、丙二酸盐克罗诺杆菌、尤尼沃斯克罗诺杆菌、苏黎世克罗诺杆菌、穆汀斯克罗诺杆菌、都柏林克罗诺杆菌和康帝豪提克罗诺杆菌等 7 种^[2-3]。在 GB 4789.40—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》^[4]中,明确了食品中克罗诺杆菌属的检验方法。克罗诺杆菌属是一种条件致病菌^[5],广泛分布在环境和日常食品中^[6-7]。虽然克罗诺杆菌属引起的发病率不高,但导致的疾病死亡率可达 80%^[8-9],

收稿日期:2021-04-14

基金项目:科技部“食品安全关键技术研发”重点专项(2018YFC1604303);中国食品药品检定研究院中青年基金(2020C3)

作者简介:刘娜 女 助理研究员 研究方向为食品安全监测

E-mail: xinyiliuna@163.com

通信作者:崔生辉 男 研究员 研究方向为食品安全检测

E-mail: cuishenghui@aliyun.com

耐药菌株的出现更是加剧了其危害性^[10]。婴幼儿配方乳粉是婴幼儿的主要营养来源,但配方乳粉容易受到克罗诺杆菌属的污染。由于婴幼儿免疫力较成年人低,一旦食用受污染的乳粉,婴幼儿患病率和死亡率就会升高^[11]。克罗诺杆菌属检验是保证婴幼儿配方乳粉安全的关键环节,因此,提高各个实验室克罗诺杆菌属的检测能力非常重要。而参加能力验证以及盲样考核等活动是国家衡量实验室检验能力的重要手段,也是实验室自行检查提高能力的重要手段。

本研究的主要目的是通过克罗诺杆菌属能力验证样品的制备和保存条件的筛选,建立一套满足能力验证要求的克罗诺杆菌属考核样品的制备方法。依据 CNAS-CL03-A001:2019《能力验证提供者认可准则在微生物领域的应用说明》^[12]、CNAS-GL003:2018《能力验证样品均匀性和稳定性评价指南》^[13]、CNAS-GL017:2018《标准物质/标准样品定值的一般原则和统计方法》^[14]、ISO/TS22119 Microbiology of food and animal feeding stuffs — Specific requirements and guidance for proficiency testing by interlaboratory comparison、CNAS-GL002:2018《能力验证结果的统计处理和评价指南》^[15]对克罗诺杆菌属能力验证样品进行样品均匀性、储藏稳定性和运输稳定性的验证,以确保对参加实验考核结果评价的客观性和准确性。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌株

克罗诺杆菌属 (*Cronobacter* spp. CMCC45401)、表皮葡萄球菌 (*Staphylococcus epidermidis* CMCC26609) 来自于中国医学细菌保藏管理中心,肺炎克雷伯菌 (*Klebsiella pneumoniae* CICC10870) 来自于中国工业微生物菌种保藏管理中心,大肠杆菌 (*Escherichia coli* ATCC25922)、粪肠球菌 (*Enterococcus faecalis* ATCC29212)、弗氏柠檬酸杆菌 (*Citrobacter freundii* ATCC43864) 来自于美国菌种保藏管理中心 (American Type Culture Collection, ATCC)。

1.1.2 仪器与试剂

LL1500 冷冻干燥机 (美国 Thermo 公司); PL2002 电子天平 (瑞士 METTLER TOLEDO 公司); Therm01389 生物安全柜 (美国 Thermo 公司); Incucll 恒温培养箱 (德国 MMM 公司); Eddy Jet 全自动微生物螺旋加样系统 (西班牙 IUL 公司); Autoflex 型基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪 (德国 Bruker 公司); VITEK COMPACT 2 全自动微

生物鉴定系统 (法国梅里埃公司)。

蛋白胨水培养基、mLST 培养基、DFI 培养基 (中国北京陆桥技术股份有限公司), 胰蛋白胨大豆琼脂 (Trypticase soy agar, TSA) 培养基 (美国 BD 公司)。

1.2 方法

1.2.1 菌株背景菌及克罗诺杆菌属种属确认

用 10 μ L 接种环, 取冻存于 -80 $^{\circ}$ C 冻存液 [50% 甘油配制的脑心浸液肉汤 (Brain heart infusion, BHI) 培养基] 的背景菌及克罗诺杆菌属株各一环, 分区划线 TSA 培养基平板, 置 36 $^{\circ}$ C 培养 18–24 h。挑取单菌落分区划线于 TSA 培养基平板, 置 36 $^{\circ}$ C 培养 18–24 h。通过基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱 (Matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry, MALDI-TOF MS)、VITEK COMPACT 2 全自动微生物鉴定系统对新鲜培养物进行种属确认。

1.2.2 能力验证样品的制备

1.2.2.1 统计菌株冻干存活率

用高压灭菌后的棉签分别收集各个背景菌以及克罗诺杆菌属新鲜培养物分别于冻干保护剂中, 经 5 μ m 滤膜过滤后, 冻存于液氮中。用生理盐水稀释冻存于液氮中各个菌株的菌液, 通过螺旋涂布仪的 E50 模式涂布于 TSA 培养基平板, 置 (36 ± 1) $^{\circ}$ C 培养 18–24 h 后, 计数作为冻干前各个菌液活菌数目。同时, 以 20 μ L/样品在液氮中进行速冻, 于冷冻干燥机中进行冷冻干燥, 制备预实验样品, 用生理盐水溶解样品, 并通过螺旋涂布仪的 E50 模式涂布于 TSA 培养基平板, 置 (36 ± 1) $^{\circ}$ C 培养 18–24 h 后, 计数活菌数目作为冻干后各个菌液存活菌数目, 以冻干后活菌数目/冻干前活菌数目作为各个菌株的冻干存活率。

1.2.2.2 阴性样品的制备

根据前期检测的冻存液浓度和各个菌株的冻干存活率, 将 5 个种属的背景菌株加入到冻干保护剂中, 最终制备出各种背景菌含量均为 10^4 CFU/样品的阴性样品。将冻干后的质控样放入 2 mL 的西林瓶中, 将胶塞虚掩地盖在西林瓶上, 然后用冷冻干燥机进行真空压盖。

1.2.2.3 阳性样品的制备

根据前期检测的冻存液浓度和各个菌株种属的冻干存活率, 将克罗诺杆菌属和 5 个种属的背景菌株分别加入到冻干保护剂中, 最终制备出各个种属菌含量均为 10^4 CFU/样品的阳性样品。将冻干后的质控样放入 2 mL 的西林瓶中, 将胶塞虚掩地盖在西林瓶上, 再用冷冻干燥机进行真空压盖。

1.2.2.4 基质的制备

购买的市售乳粉分装于自封袋 (100 g/袋) 中,

经过 60 ℃ 烘烤 72 h 灭菌,再封装于铝箔袋中作为基质。

共制备阴性样品 300 份、阳性样品 300 份,分装、烘烤、封口乳粉基质 600 份。

1.2.3 样品的检验

1.2.3.1 样品前处理

在生物安全柜内将样品的西林瓶打开,取 900 mL 灭菌缓冲蛋白胨水(Buffer peptone water, BPW)增菌液加入到无菌均质袋中,并将西林瓶内小球加入到 BPW 增菌液中,充分溶解。然后再将与西林瓶相同编码的奶粉样品加入到上述 BPW 增菌液中,充分均质混匀。

1.2.3.2 样品的检验

随机抽取制备好的阳性样品、阴性样品各 20 瓶以及制备好的乳粉基质,参照样品前处理过程,后续依据 GB 4789.40—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》第二法(克罗诺杆菌属的计数)进行均匀性检验。

将阳性样品、阴性样品在 -20 ℃、4 ℃ 下存放,于 1、7、14、28、60 d 后分别抽取 3 个样品以及制备好的乳粉基质,参照样品前处理和均匀性检验过程进行储藏稳定性检验。

将阳性样品、阴性样品在 37 ℃、25 ℃ 下存放,于 1、3、5、7 d 后分别抽取 3 个样品以及制备好的乳粉基质,参照样品前处理和均匀性检验过程进行运输稳定性检验。

1.2.4 能力验证项目的组织及样品准备

1.2.4.1 防止数据串通的措施

编制 1~100 的随机数字表,其中 50 个随机数字作为阳性样品编码,另外 50 个作为阴性样品编码,各家实验室的考核样品编码均由随机数字表中随机数字组成,相互之间没有可比性,且每一套考核样品中的阴性样品数量和阳性样品数量不完全相同,依照此方案发放的考核样品,防止了实验室间进行串通。

1.2.4.2 样品的组成

本项目考核样品由 2 瓶样品组成,分别为阳性样本 0~2 瓶和阴性样本 0~2 瓶,每套样品中 CODE 编号和相匹配的乳粉基质 CODE 编号均由随机数字生成。

1.2.4.3 考核样品的发放

2018—2020 年度,对报名参加本项目的实验室发放样品,将包含样品的西林瓶固定于缓冲的塑料底座,然后用定制的塑料盒包装,再置于密封袋中,并配有匹配的乳粉基质,最后用泡沫盒包装,放入

5 kg 干冰,用胶带密封放于运输箱中。

1.2.4.4 结果的评价原则

2018—2020 年度,本项目考核要求参加实验室依据上述前处理过程以及 GB 4789.40—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》第一法(克罗诺杆菌属定性检验)进行检验。结论设为满意、不满意两类。其中,参加考核机构在规定时间内上报结果,且 2 件考核样品克罗诺杆菌属分离、生化鉴定结果均正确则判定为“满意”;否则判定为“不满意”。

2 结果与分析

2.1 菌株种属确认

背景菌株及克罗诺杆菌属菌株经由 VITEK COMPACT 2、MALDI-TOF MS 鉴定结果见表 1,与预期结果一致。

表 1 菌株鉴定结果

Table 1 Identification results of the strains		
菌株种属	VITEK COMPACT 2	MALDI-TOF MS
克罗诺杆菌属	<i>Cronobacter</i> spp.	<i>Cronobacter sakazakii</i>
表皮葡萄球菌	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
肺炎克雷伯菌	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
大肠杆菌	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
粪肠球菌	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
弗氏柠檬酸杆菌	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Citrobacter freundii</i>

2.2 样品均匀性检验结果

随机抽取的 20 份阳性样品和 20 份阴性样品检验结果见表 2。20 份阳性样品检测出克罗诺杆菌属均为 >11 000 CFU/样品,与制备时设计的 10⁴ CFU/样品要求一致。20 份阴性样品均未检测出克罗诺杆菌属,与制备时设计只有背景菌要求一致。

表 2 样品均匀性检验结果

Table 2 Uniform test results of the samples	
样品种类	MPN 值(CFU/样品)
阳性样品	>11 000
阴性样品	<0.3

2.3 样品稳定性的检验结果

对于 -20 ℃、4 ℃ 下存放 1、7、14、28、60 d 后的样品进行检测,结果见表 3。阳性样品均检出克罗诺杆菌属且均为 >11 000 CFU/样品,与制备时设计的 10⁴ CFU/样品要求一致。阴性样品均未检测出克罗诺杆菌属,与制备时设计只有背景菌要求一致。为进一步保证样品的稳定性,对于存放于 -20 ℃ 长达 3 年的样品再次做稳定性实验,结果见表 3,阳性样品均检出克罗诺杆菌属且均为 >11 000 CFU/样品。

对于 25 ℃、37 ℃ 下存放 1、3、5、7 d 后的样品进

行检测,结果见表 3,阳性样品均检出克罗诺杆菌属且均为 $> 11\ 000$ CFU/样品,与制备时设计的 10^4 CFU/样品要求一致。阴性样品均未检测出克罗诺杆菌属,与制备时设计只有背景菌要求一致。

表 3 阳性样品稳定性检测结果

Table 3 Stability test results of the samples

保藏时间/d	温度/℃	(克罗诺杆菌 属 $> 11\ 000$ CFU/样品) 数目/检测样品数目
1	37、25、4、-20	3/3
3	37、25	3/3
5	37、25	3/3
7	37、25、4、-20	3/3
14	4、-20	3/3
28	4、-20	3/3
60	4、-20	3/3
365	-20	3/3
730	-20	3/3
1 195	-20	3/3

2.4 考核结果

2018—2020 年度,参加乳粉中克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)检验的实验室类型以及评价结果见表 4。其中,2018 年度,参加考核的实验室分布于全国 19 个省(市)、自治区;2019 年度,参加考核的实验室分布于全国 14 个省(市)、自治区;2020 年度,参加考核的实验室分布于全国 17 个省(市)、自治区;且实验室均以市场监督管理局系统实验室为主。

表 4 2018—2020 年度乳粉中克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)检验能力验证项目结果

Table 4 Results of proficiency test for *Cronobacter*. spp in milk powder from 2018 to 2020

时间/年	实验室类型			满意率/%
	市场监督管理局系统	企业	疾控	
2018	30	4	0	97.1%(33/34)
2019	17	0	2	94.7%(18/19)
2020	22	1	2	100%(25/25)
总计	70	5	4	—

本项目要求各个实验室在上报结果时提供培养基的品牌。2018—2020 年度,参加乳粉中克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)检验能力验证项目的实验室使用培养基情况见表 5。对于普通的增菌培养基,大多数($> 85\%$)实验室均会选择国内品牌的培养基;对于分离培养基,选择国外品牌培养基的比例明显高于普通增菌培养基。

3 讨论

本研究旨在通过研究能力验证样品制备技术为全国多个实验室提供稳定可靠的能力验证样品,通过对乳粉中克罗诺杆菌属检测能力验证样品的制备及后续均匀性、储藏稳定性、运输稳定性的

表 5 2018—2020 年度参加能力验证项目实验室使用培养基情况

Table 5 The use of culture medium in the laboratories participating in the proficiency test from 2018 to 2020

时间/年	普通增菌培养基品牌		分离培养基品牌	
	国内	国外	国内	国外
2018	32	2	29	5
2019	19	0	13	6
2020	23	2	18	7
总计	74	4	60	18

检验,证实了样品的可靠性。通过回收各地实验室的结果,尚未发现样品质量问题,表明样品的稳定性较好,完全满足能力验证的相关要求。

在统计各个实验室检验结果的同时,也对各个实验室选择培养基的品牌进行了统计,发现选择国外品牌的培养基主要集中在选择性培养基(阪崎肠杆菌显色培养基)上。对于其他培养基比如缓冲蛋白胨水培养基、改良月桂基硫酸盐胰蛋白胨肉汤培养基、胰蛋白胨大豆琼脂培养基,国内品牌仍是大多数实验室的首要选择。为了进一步分析培养基品牌是否会对本项目检验结果产生影响,本研究着重比较全部选择国内品牌培养基实验室以及选择国外品牌培养基实验室结果,发现培养基品牌并不是影响本项目检验结果的因素,国内品牌培养基完全满足本项目的检验要求。

为了准确查找有些实验室检验结果不满意的原因,对 2018—2020 年度参加本项目的所有实验室提供的相关原始记录进行分析比较,发现以下问题:首先有些实验室在进行相关检验时,并未设置阳性对照或空白对照,是否存在样品交叉污染等情况不能明确判断,因此出现了假阳性的结果;其次在分离培养实验中,阴性样本只分离出黄色菌落,阳性样品分离出黄色菌落和可疑的蓝绿色菌落,但是在后续的纯化培养和生化鉴定实验中,未能对可疑菌落进行准确生化鉴定,因此阳性样本也未能鉴定出阪崎肠杆菌,从而出现假阴性结果。结合对培养基品牌统计结果与分析,排除了培养基品牌的影响,造成结果不满意的主要因素可能还是实验室人员技术问题或实验设计问题。

通过统计分析 2018—2020 年度乳粉中克罗诺杆菌属(阪崎肠杆菌)能力验证结果,发现我国大多数实验室均可以顺利通过能力验证考核,但是部分实验室存在能力不足的现象,需要进一步加强。有些实验室通过参加能力验证,对样品中菌株种属进行更深层次的分析^[16-17]或比较不同培养基的计数结果^[18],不仅可以提高实验室的质量控制,同时也提高实验室的检测能力^[19-20]。当然,一次能力验证的结果只能证明实验室参加的本次能力验证活动

的情况,不能说明实验室的真实检测水平,只有持续参加同一项目的能力验证活动,其总体结果才能反映实验室的真实能力,通过全国实验室检验结果的横向比较,各个实验室也可以了解自身水平,有针对性地强化不足之处。从而提高我国食品检测质量控制整体水平和实验室的技术能力。

参考文献

- [1] 骆海朋, 瞿洪仁, 申静云, 等. 阪崎克罗诺杆菌标准物质研制[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(1): 54-59.
- [2] STEPHAN R, GRIM C J, GOPINATH G R, et al. Re-examination of the taxonomic status of *Enterobacter helveticus*, *Enterobacter pulveris* and *Enterobacter turicensis* as members of the genus *Cronobacter* and their reclassification in the genera *Franconibacter* gen. nov. and *Siccibacter* gen. nov. as *Franconibacter helveticus* comb. nov., *Franconibacter pulveris* comb. nov. and *Siccibacter turicensis* comb. nov., respectively [J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2014, 64(Pt_10): 3402-3410.
- [3] LEPUSCHITZ S, RUPPITSCH W, PEKARD-AMENITSCH S, et al. Multicenter study of *Cronobacter sakazakii* infections in humans, Europe, 2017 [J]. Emerging Infectious Diseases, 2019, 25(3): 515-522.
- [4] 中华人民共和国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 4789.40—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]. 2016.
- [5] ALSONOSI A M, HOLY O, FORSYTHE S J. Characterization of the pathogenicity of clinical *Cronobacter malonaticus* strains based on the tissue culture investigations [J]. Antonie Van Leeuwenhoek, 2019, 112(3): 435-450.
- [6] DU X J, WANG X Y, DONG X, et al. Characterization of the desiccation tolerance of *Cronobacter sakazakii* strains [J]. Frontiers in Microbiology, 2018, 27(9): 2867.
- [7] BAI Y C, YU H B, GUO D, et al. Survival and environmental stress resistance of *Cronobacter sakazakii* exposed to vacuum or air packaging and stored at different temperatures[J]. Frontiers in Microbiology, 2019, 10: 303.
- [8] TEIXEIRA P, ALMEIDA G, MAGALHAES R. *Enterobacter sakazakii* and Other Micro-organisms in Powdered Infant Formula [R]. Geneva; WHO, 2004.
- [9] MORAVKOVA M, VERBIKOVA V, HUVAROVA V, et al. Occurrence of *Cronobacter* spp. in ready-to-eat vegetable products, frozen vegetables, and sprouts examined using cultivation and real-time PCR methods [J]. Journal of Food Science, 2018, 83(12): 3054-3058.
- [10] ZENG H Y, LEI T, HE W J, et al. Novel multidrug-resistant *Cronobacter sakazakii* causing meningitis in neonate, China, 2015 [J]. Emerging Infectious Diseases, 2018, 24(11): 2121-2124.
- [11] BREEUWER P, LARDEAU A, PETERZ M, et al. Desiccation and heat tolerance of *Enterobacter sakazakii* [J]. Journal of Applied Microbiology, 2003, 95(5): 967-973.
- [12] CNAS-CL03-A001: 2019 能力验证提供者认可准则在微生物领域的应用说明[S]. 2019.
- [13] CNAS-GL003: 2018 能力验证样品均匀性和稳定性评价指南[S]. 2018.
- [14] CNAS-GL017: 2018 标准物质/标准样品定值的一般原则和统计方法[S]. 2018.
- [15] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS-GL002: 2018 能力验证结果的统计处理和评价指南[S]. 2018.
- [16] 苏子行, 李振球. 能力验证试验中阪崎肠杆菌的检测[J]. 现代食品, 2018, (5): 124-125.
- [17] 蓝福胜, 王晓英, 陈立文, 等. 乳粉中阪崎肠杆菌检测能力验证结果与分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(3): 593-597.
- [18] 邓晓鸿, 强敏, 朱新生, 等. 婴幼儿配方食品中阪崎肠杆菌的计数结果不确定度评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(20): 7476-7481.
- [19] 崔迎, 任文鑫, 夏天, 等. 食品中阪崎肠杆菌和单增李斯特氏菌检测能力验证结果与分析[J]. 现代食品, 2020(9): 161-164.
- [20] 殷秋妙, 赵亚荣, 王威利, 等. 奶粉中沙门氏菌和阪崎肠杆菌的测定能力验证结果分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(24): 9336-9342.