

研究报告

奶粉中沙门菌的检测能力验证研究

赵红阳,王鸣雨,郑效梅,张苗,孙孟娇,卢行安
(中国检验检疫科学研究院,北京 100176)

摘要:目的 通过组织实施奶粉中沙门菌的能力验证,对国内实验室的沙门菌检测能力进行分析和评价。方法 采用人工污染的方式制备奶粉中沙门菌能力验证样品,即菌种复苏、增菌后配制成菌悬液加入配制好的复原牛乳中混匀分装,进行冷冻干燥;对制备好的样品进行均匀性检验和稳定性检验。本次能力验证设计3组不同的能力验证样品,每个实验室随机发送2个样品,将各参加实验室提交的检测结果与指定值比较,评定各参加实验室的测试结果为满意或不满意(假阴性或假阳性)。结果 全国共337家实验室参加该项沙门菌的检测能力验证,有满意结果的实验室323家,满意率为95.8%,有不满意(假阴性和假阳性)结果的实验室14家,占比为4.2%。共向实验室发送674个样品,658个结果满意,满意率为97.6%;16个样品结果不满意(假阴性或假阳性),占比为2.4%。结论 采用不同组别的样品随机编号且随机发样的方式,取得了良好的考核效果;本次人工污染方式制备的能力验证样品,充分考虑了目标菌、类似干扰菌和背景菌,制备的样品与实际样品一致性较好,考核效果良好。能力验证评价结果表明,全国参加考核的实验室奶粉中沙门菌检测能力总体较好,少部分实验室的检测能力有待改进提高。

关键词:沙门菌;检测;能力验证;质量控制

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2023)11-1565-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2023.11.003

Detection of *Salmonella* proficiency testing in milk powder

ZHAO Hongyang, WANG Mingyu, ZHENG Xiaomei, ZHANG Miao, SUN Mengjiao, LU Xing'an
(Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100176, China)

Abstract: Objective This study aimed to evaluate the capacity of domestic laboratories for the detection of *Salmonella* in milk powder. **Methods** Artificially contaminated samples in this proficiency testing program were used. The samples were prepared by adding the bacterial enrichment solution to the matrix solution and then mixed, divided, and freeze-dried. The homogeneity and stability of the samples were tested. Three groups of proficiency testing samples were designed and two samples were randomly sent to each laboratory. The result was compared to the specified value to evaluate the performance of the laboratories that participated. **Results** A total of 337 laboratories in our country participated in the proficiency testing program, of which 323 were satisfactory, with the satisfaction rate at 95.8%; 14 laboratories had one or two unsatisfactory results. A total of 674 samples were sent to the laboratory, of which 658 had satisfactory results, with a satisfaction rate of 97.6%, 16 results were unsatisfactory accounting for 2.4%. **Conclusion** Different groups of samples were randomly numbered and randomly distributed, which played an essential role in preventing collusion. The samples prepared by the artificial pollution method fully considered the target bacteria, similar interference bacteria, and background bacteria, and were consistent with the actual samples in terms of performance. The detection ability of *Salmonella* in the milk powder of national laboratories is generally satisfactory, and while a few laboratories need to be improved in terms of their detection capability.

Key words: *Salmonella*; test; proficiency test; quality control

能力验证(Proficiency testing)是利用实验室间对比,按照预先制定的准则评价参加者的能力^[1]。能力验证作为检测实验室重要的外部质量控制评价手段,我国近年来能力验证工作取得了较好的进

展,且已成为认可机构和管理机构判定实验室能力的重要技术手段,为确保检测结果准确可靠,提升检验检测能力水平以及保证质量管理体系良好运行提供了重要技术支撑,也为资质认定监管部门、

收稿日期:2023-02-23

作者简介:赵红阳 女 副研究员 研究方向为微生物检测及质量控制 E-mail:zhy8707@163.com

通信作者:卢行安 男 研究员 研究方向为微生物检测质量控制和溯源方法 E-mail:luxa@sina.com

认可机构、客户及其他利益相关方作为监管、评价和认可等提供了依据。

沙门菌是引起食源性疾病的重要致病菌之一^[2-5],可引起人和动物患胃肠炎、伤寒症和败血症等,严重时可危及生命。因此,确保检测结果的准确可靠,对保证消费者的身体健康和生命安全至关重要。沙门菌具有比较复杂的抗原结构,目前已有3 000种以上血清型^[6],绝大多数属于肠道沙门菌,其中肠炎沙门菌、鼠伤寒沙门菌、猪霍乱沙门菌等能够引起人类食物中毒。沙门菌主要污染肉类食品,鱼、禽、奶、蛋类食品等,也是其主要传播媒介。因此,沙门菌检测涉及饲料、奶及奶制品、肉及肉制品和其他动物类食品等多个产品种类。由于食品的种类繁多复杂,在其生产环节、加工工序,包装运输等步骤均存在受微生物污染的可能性。食品微生物检测目标物是微生物的活体,极易发生变化(死亡或繁殖),且种类繁多,因此在样品中沙门菌检测具有样品背景复杂、不均匀、极易变化等特点,给检测工作带来了较大困难。

能力验证是根据参加者对物品检测或测量的结果来评价其能力的^[7]。为了真实反映参加者的能力,能力验证物品在性质上应与参加者日常检测或测量的物品相同或相似^[8]。基于这一原则,本研究在能力验证样品设计时综合考虑了基体影响,包括基体物质、背景菌群中微生物的种类及含量对目标物检测的干扰程度等。本研究的样品制备方案设计考虑了背景菌和类似菌(干扰菌)的影响,设计了不同组别的样品。为确保能力验证样品的一致性和能力验证结果的可比性,样品须进行均匀性和稳定性检验。本文通过对奶粉中沙门菌能力验证样品制备工艺,以及定性和定量相结合的评价方式对能力验证样品的运输条件和短期储存条件进行稳定性研究,确保所制备的样品能够满足能力验证考核的需求。

为全面了解全国范围内相关检测机构奶粉中沙门菌检测能力的整体水平,同时也为实验室提供一个评估和证明其出具数据和结果准确性的客观手段,受国家认证认可监督管理委员会委托,中国检验检疫科学研究院测试评价中心于2018年组织实施了奶粉中沙门菌的检测能力验证计划(认监委能力验证项目编号:CNCA-18-A07)项目。

1 材料与方法

1.1 菌株

肠炎沙门菌 *Salmonella enteritidis* ATCC 13076、大肠埃希菌 *Escherichia coli* ATCC 8739、肺炎克雷伯

菌 *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883、金黄色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923、阴沟肠杆菌 *Enterobacter cloacae* ATCC 13047、弗氏枸橼酸杆菌 *Citrobacter freundii* ATCC 8090、金黄色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538,来源于美国菌种保存中心(American Type Culture Collection);蜡样芽孢杆菌 *Bacillus cereus* DM 423 来源于中国医学细菌保藏管理中心。菌株使用前经 vitek 2 compact 和 MALDI-TOF-MS 进行鉴定确认;其中肠炎沙门菌采用 GB 4789.4—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》^[9]进行确认。

1.2 仪器与试剂

1.2.1 仪器

冷冻干燥机(2-10D plus,德国 CHRIST 公司);生物安全柜(NUAURE~NU-437-600E,美国 NUAURE 公司);恒温培养箱(DHP-9032,上海一恒科学仪器有限公司);全自动微生物鉴定及药敏分析系统(Vitek 2 compact,法国梅里埃公司);基质辅助激光解析电离飞行时间质谱(MALDI-TOF MS,法国梅里埃公司)。

1.2.2 试剂

胰蛋白胨大豆琼脂(TSA,北京陆桥技术有限责任公司);脱脂奶粉(美国 BD 公司);海藻糖(国药集团);XLD 琼脂培养基(北京陆桥技术有限责任公司),三糖铁琼脂培养基(北京陆桥技术有限责任公司),3M™ Petrifilm™ 快速菌落测试片(3M 中国有限公司)。

1.3 能力验证方案设计

1.3.1 能力验证样品制备方案设计

为满足能力验证样品均匀性的要求且尽可能接近真实样品,本次能力验证样品采用人工染菌的方式制备。样品制备方案设计中充分考虑样品中背景菌、目标菌和目标菌的类似菌(干扰菌)及其含量。即本计划的沙门菌检测项目共设计了3组样品,具体信息如下:

(1)阳性样品(I组)——目标菌+背景菌:目标菌为肠炎沙门菌 ATCC 13076;背景菌为蜡样芽孢杆菌 DM 423、大肠埃希菌 ATCC 8739、肺炎克雷伯菌 ATCC 13883、金黄色葡萄球菌 ATCC 25923 和阴沟肠杆菌 ATCC 13047。

(2)阳性样品(II组)——目标菌+背景菌+类似菌(干扰菌):目标菌为肠炎沙门菌 ATCC 13076;背景菌为蜡样芽孢杆菌 DM 423、大肠埃希菌 ATCC 8739 和金黄色葡萄球菌 ATCC 25923;类似菌(干扰菌)为弗氏枸橼酸杆菌 ATCC 8090。

(3)阴性样品(III组)——背景菌+类似菌(干扰

菌):背景菌为蜡样芽孢杆菌 DM 423、大肠埃希菌 ATCC 8739 和金黄色葡萄球菌 ATCC 6538;类似菌(干扰菌)为弗氏枸橼酸杆菌 ATCC 8090。

所有样品(再水化后)中背景菌的菌液浓度为 10^4 CFU/mL,目标菌和类似菌(干扰菌)的菌液浓度为 10^3 CFU/mL。

1.3.2 能力验证样品发样设计

将制备好的3组样品分别加贴唯一的随机编号,贴好编号后将样品分成两个样品集,第一样品集包括阳性样品(I组)和阴性样品(III组);第二个样品集中包括阳性样品(II组)和阴性样品(III组),发样时这两个样品集中分别随机抽取1个样品发送给参加实验室,即每个实验室发送2个样品,2个样品均需检测并反馈结果。样品瓶身仅有随机编号,无法识别是哪一组样品。

1.3.3 均匀性和稳定性检验设计

为了更好地评价样品的均匀性和稳定性,本能力验证样品的均匀性和稳定性评价采用两种评价方式:首先,采用定性的评价方式,比较随机抽取的用于均匀性和稳定性检验样品的结果与指定值是否一致,即阳性样品检测结果为检出则符合要求,阴性样品检测结果为未检出则符合要求,反之则不符合要求。同时尽可能保证各参试实验室收到的同一组别样品的难易程度相近,即排除储存和运输过程中样品中背景菌、类似干扰菌和目标菌的数量大的变化,本次能力验证也采用定量的评价方式,将其均匀性和稳定性量化,因此在进行定性检测的同时,采用 SN/T 1897—2007《食品中菌落总数的测定 Petrifilm™ 测试片法》^[10]计数样品中总的菌落数,计数结果的均匀性和稳定性检验依据 GB/T 28043—2019《利用实验室间比对进行能力验证的统计方法》^[11]和 CNAS-GL003:2018《能力验证样品均匀性和稳定性评价指南》^[12]中单因素方差分析法评价。采用定性和定量两种评价方式综合评价样品的均匀性和稳定性。

1.4 能力验证样品制备

将标准菌株复苏增菌后,用配制好的脱脂奶粉和海藻糖溶液制成菌悬液,按样品制备的方案(2.3.1)进行配制后,充分混匀后分装至无菌西林瓶中,进行冷冻干燥。冷冻干燥程序主要分为:冷冻阶段,主干燥阶段,二次干燥阶段。具体工艺参数如下:

冷冻速度(Cooling rate) $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$;早期冷冻点(Incipient freezing point) $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 min;冷阱温度(Condenser temperature) $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$;样品冷冻温度(Sample temperature) $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$;共熔点(Melting point) —

$26\text{ }^{\circ}\text{C}$;加热温度(Heating temperature) $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 180 min。

冷冻干燥完成后在冷冻舱内压盖。制备完成后的样品呈乳白色冻干块状,西林瓶真空包装,瓶身加贴具有唯一随机编码的标签。

1.5 样品的均匀性与稳定性检验

1.5.1 样品均匀性检验

本研究中对能力验证样品的均匀性检验采用定性和定量两种评价方式:(1)定性评价:从每组样品中随机选取12个样品,按照检测方法 GB 4789.4—2016 在重复条件下对样品进行测试,核查样品的检测结果是否与样品制备时指定值一致性,一致时说明样品满足要求,反之则不满足要求。(2)定量评价:对采用 SN/T 1897—2007《食品中菌落总数的测定 Petrifilm™ 测试片法》计数样品中的总菌落数,计数结果采用单因素方差分析,若 $F <$ 自由度为 (f_1, f_2) 及给定显著性水平 α (通常 $\alpha=0.05$) 的临界值 $F_{\alpha}(f_1, f_2)$, 则表明样品内和样品间无显著性差异,样品是均匀的。

1.5.2 样品稳定性检验

对能力验证样品进行两种条件下的稳定性检验:一种是短期贮存条件($2\sim 8\text{ }^{\circ}\text{C}$)下的稳定性检验,随机抽取12份样品置于 $2\sim 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下保持,分别于第0、15、30、60天各取3份样品进行检测;另一种是模拟样品在实际运输过程中的稳定性检验,选择3个温度点,分别为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $42\text{ }^{\circ}\text{C}$,在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下保存12份样品,分别在第0、5、7、15天时各取3份进行检测;在 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下保存12份样品,分别在第0、3、5、7天时各取3份进行检测;在 $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下保存12份样品,分别在第0、3、5、7天时每天各取3份进行检测。稳定性检验的评价方式同均匀性检验。

1.6 能力验证结果评价方法

本次能力验证计划的检测项目为定性检测,检测样品中是否有检出沙门菌,参加实验室的检测结果与指定值匹配,则该实验室的检测项目能力评价为“满意”,不一致则该实验室检测项目能力评价为“不满意”(假阳性或假阴性)。

2 结果与分析

2.1 能力验证样品均匀性与稳定性检验结果

2.1.1 均匀性和稳定性检验的定性评价

经均匀性检验和稳定性检验,各组样品检测结果均与指定值一致;说明样品的均匀性能够满足能力验证样品的要求。稳定性检验结果表明,样品在 $2\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下 60 d、 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下 15 d、 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下 7 d、 $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下 7 d 是稳定的,能够满足能力验

证样品的要求。

2.1.2 均匀性和稳定性检验的定量评价

经均匀性检验和稳定性检验,将各组样品的菌落总数检测结果采用单因素方差分析,各组样品均匀性检验方差分析结果见表1;稳定性检验方差分析结果见表2。各组样品的方差分析结果表明 F 值均小于 $F_{\text{临界值}}$,说明样品均匀性和稳定性均符合要求。

表1 样品均匀性检验方差分析结果

	SS	自由度	MS	F 值
阳性样品(I组)	组间 0.019 262	11	0.001 751	1.72
	组内 0.012 205	12	0.001 017	$F_{0.05(11,12)}=2.72$
阳性样品(II组)	组间 0.089 403	11	0.008 128	1.30
	组内 0.074 918	12	0.006 243	$F_{0.05(11,12)}=2.72$
阴性样品(III组)	组间 0.100 469	11	0.009 134	1.13
	组内 0.097 348	12	0.008 112	$F_{0.05(11,12)}=2.72$

表2 样品稳定性检验方差分析结果

	SS	自由度	MS	F 值
阳性样品(I组)	组间 0.081 381	44	0.001 850	1.39
	组内 0.059 995	45	0.001 333	$F_{0.05(44,45)}=1.64$
阳性样品(II组)	组间 0.127 661	44	0.002 901	1.53
	组内 0.085 312	45	0.001 896	$F_{0.05(44,45)}=1.64$
阴性样品(III组)	组间 0.241 859	44	0.005 497	1.13
	组内 0.219 352	45	0.004 874	$F_{0.05(35,36)}=1.64$

2.2 各参加实验室检测结果评价情况

共计有337家实验室参加,所采用的检测方法均为GB 4789.4—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》;结果满意的实验室共323家,占比为95.8%,结果不满意(假阴性或假阳性)的实验室共14家,占比为4.2%。见表3。

共向参试实验室发送了674个样品(每个参加实验室随机发送2个样品)。阳性样品共发送了

表4 沙门菌检测项目各组样品评价情况汇总

检测项目	样品组别	结果总数/个	满意结果数/个	满意率/%	不满意结果数/个	占比/%	
沙门菌(定性)	阳性样品	I组	297	290	97.6	7	2.4
		II组	249	246	98.8	3	1.2
	总体	546	536	98.2	10	1.8	
	阴性样品	III组	128	122	95.3	6	4.7
		总体	674	658	97.6	16	2.4

(3)阴性样品中添加了弗氏枸橼酸杆菌,该菌在沙门菌选择性培养基上(如BS或HE培养基上)形成的菌落形态与沙门菌菌落形态相似,其生化反应与沙门菌类似,并且在三糖铁(TSI)琼脂试验现象相同;且该菌与沙门菌诊断血清有轻微交叉反应,个别实验室仅凭选择性培养基上的特征和TSI特征就判定结果,没有结合其他的关键生化反应,导致

表3 检测项目结果评价情况汇总

检测项目	实验室	满意实	满意率/	不满意	占比/%
	数量/家	验室/家	%	实验室/家	
沙门菌(定性)	337	323	95.8	14	4.2

546个,536个结果满意,占比为98.2%;10个结果不满意(假阴性),占比为1.8%。阳性样品(I组)297个,共290个结果满意,占比为97.6%,7个结果不满意(假阴性),占比为2.4%;阳性样品(II组)共发送249个样品,246个结果满意,满意率占比为98.8%,3个结果不满意(假阴性),占比为1.2%;III组(阴性)样品共发送128个结果,122个结果满意,占比为95.3%,6个结果不满意(假阳性),占比为4.7%。见表4。

2.3 不满意结果技术分析

根据参加实验室反馈的检测报告或原始记录对不满意结果进行了分析,发现参加实验室在实际检测过程中存在一些共性问题。

(1)部分实验室未严格按照标准方法规定操作,GB 4789.4—2016中规定沙门菌划线平板分离要同时采用至少两种不同的选择性分离培养基,即采用BS琼脂平板和XLD琼脂平板(或HE琼脂平板或沙门菌属显色培养基平板)划线分离,两种不同的培养基在筛选方面有很好的互补效果,如只采用一种进行选择分离,可能导致漏检。同样增菌液也应采用两种增菌液结合使用,以确保结果准确。

(2)II组的阳性样品中除了添加了肠炎沙门菌外,还添加了沙门菌的类似菌即弗氏枸橼酸杆菌,该菌在BS平板上的菌落形态与沙门菌相似,可能会只挑到弗氏枸橼酸杆菌而未挑到目标菌,从而导致漏检。

出现假阳性结果。

(4)按照GB 4789.4—2016中的规定有血清学鉴定和血清学分型(选做项目),应做多价菌体O抗原和H抗原的血清学鉴定,是检测过程中必须做的一个步骤,报告结果时须结合生化试验和血清学鉴定结果报告;血清学分型是鉴定为沙门菌属后判定具体血清型别的步骤。个别实验室对标准的理解

存在一定的偏差,未进行血清学鉴定就对结果进行判定了。

(5)在出现不满意结果的实验室中,存在个别实验室由于操作不当导致样品间混淆或者检测人员的差异而导致的假阴性和假阳性结果的情况。

3 讨论

沙门菌目前世界范围内是引起食物中毒黏细菌性食物中毒的首位,是最重要的食源性致病菌之一^[13-16]。我国每年食源性中毒事件中由沙门菌引起的事件占70%~80%;全世界每年因沙门菌感染疾病的人数高达8000万~9400万,其中死亡人数达5.9万~15.5万人^[17-18]。因此沙门菌检测结果的准确可靠不仅对确保食品安全,保障消费者身体健康,促进相关企业良好发展都具有十分重要的意义。

实际样品中不仅含有目标微生物,还含有多种其他的微生物,这些微生物可能的生化特征与目标菌非常相似,相互之间存在一定的干扰(抑制或促进生长等)作用。本次能力验证样品制备方案设计时在充分考虑食品基质本底对检测的影响,以及背景菌群和类似菌(干扰菌)对目标菌的影响和干扰程度的基础上,制备了不同组别的样品,很好地模拟了实际样品的存在状态,使能力验证样品与实际样品尽可能一致,具有较好的针对性和代表性。同时,本次能力验证样品贴有随机编码,发送样品时每个参加实验室随机发送2个样品,可存在阳性+阴性、阳性+阳性、阴性+阴性多种随机组合,起到了良好的防串通效果和实际考核效果。实验室可以通过本次能力验证,及时发现问题,提高实验室的检测能力,确保检测结果准确可靠。

本次能力验证项目共有来自31个省、自治区、直辖市的337家实验室报名参加并反馈结果,实验室主要来自于海关系统、市场监管系统、食药监系统、疾控系统实验室以及第三方检测机构、企业实验室等,分布范围广,具有较为广泛的代表性,在一定程度上反映了全国相关检测实验室对奶粉中沙门菌的检测水平。本次能力验证总体评价结果较好,从中仍能发现一些如操作不够规范、对检测方法理解存在偏差以及未能很好地实施检测过程的质量控制等问题,建议实验室定期参加能力验证或实验室间比对,对提升实验室检测能力和保证检测结果科学准确意义重大。

参考文献

[1] ISO/IEC 17043: 2010 Conformity assessment-General requirements

for proficiency testing.

- [2] 卢行安,段莹,刘颜泓,等.不同方法检测鸡胴体中沙门菌结果的比较研究[J].中国微生态杂志,2007,19(3):259-260.
LU X A, DUAN Y, LIU H Y, et al. The study on comparison of the microbiological culture, PCR, real-time PCR and VI-DAS for detection of Salmonella in whole chicken rinses [J]. Chinese Journal of Microecology, 2007, 19(3): 259-260.
- [3] 赵静,孙海娟,冯叙桥.食品中食源性致病菌污染状况及其监测技术研究进展[J].食品安全质量检测学报,2013,4(5):1353-1360.
ZHAO J, SUN H J, FENG X Q. Advances on pollution of food-borne pathogens and its detection technology in food [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2013, 4(5): 1353-1360.
- [4] 戴冠苹,张红云,高海军,等.食品检测能力验证中沙门氏菌的分离鉴定[J].食品安全质量检测学报,2021,12(6):2491-2496.
DAI G P, ZHANG H Y, GAO H J, et al. Isolation and identification of Salmonella proficiency testing in food testing [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(6): 2491-2496.
- [5] 孙景昱,刘思洁,赵薇,等.2011—2018年吉林省食品中沙门氏菌的污染监测及血清型别分布[J].食品安全质量检测学报,2020,11(24):9377-9382.
SUN J Y, LIU S J, ZHAO W, et al. Monitoring and serotype distribution of Salmonella contamination in foods in Jilin Province from 2011 to 2018 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(24): 9377-9382.
- [6] MALORNY B, HUEHN S, DIECKMANN R, et al. Polymerase chain reaction for the rapid detection and serovar identification of Salmonella in food and feeding stuff [J]. Food Analytical Methods, 2009, 2(2): 81-95.
- [7] 马捷,关淑君,茅祖兴.能力验证及其结果处理与评价[M].北京:中国质检出版社,中国标准出版社,2016:22-34.
MA J, GUAN S J, MAO Z X. The Processing and Evaluation of the Proficiency Testing and its results. [M] Beijing: Quality Inspection Press of China, Standard press of China, 2016: 22-34.
- [8] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会.合格评定能力验证的通用要求:GB/T 27043—2012[S].北京:中国标准出版社,2013.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Conformity assessment—General requirements for proficiency testing GB/T 27043—2012[S] Beijing: Standards Press of China, 2013.
- [9] 中华人民共和国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微生物学检验沙门氏菌检验:GB 4789.4—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, China Food and Drug Administration. National food safety standard Food microbiological examination: Salmonella. GB 4789.4—2016 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.
- [10] 国家质量监督检验检疫总局.食品中菌落总数的测定 Petrifilm™ 测试片法:SN/T 1897—2007[S].北京:中国标准出版社,2007.

- Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Aerobic plate count in foods—PetriFilm™ aerobic count plate method. SN/T 1897—2007 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2007.
- [11] 中华人民共和国国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 利用实验室间比对进行能力验证的统计方法: GB/T 28043—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019. State Administration for Market Regulation, Standardization Administration. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison: GB/T 28043-2019[S]. Beijing: Standards Press of China, 2019.
- [12] 中国合格评定国家认可委员会. 能力验证样品均匀性和稳定性评价指南: CNAS-GL003: 2018[S]. 2018. China National Accreditation Service for Conformity Assessment. Guidance on Evaluating the Homogeneity and Stability of Samples Used for Proficiency Testing: CNAS-GL003: 2018[S]. 2018.
- [13] 谢思柔, 张金金, 杜田, 等. 2011—2020年深圳市福田区市售禽畜类产品中沙门氏菌监测结果分析[J]. 寄生虫病与感染性疾病, 2022, 20(1): 46-50, 60. XIE S R, ZHANG J J, DU T, et al. Surveillance on livestock and poultry products on sale for salmonella in Futian District of Shenzhen from 2011 to 2020[J]. Parasitoses and Infectious Diseases, 2022, 20(1): 46-50, 60.
- [14] 李娜. 沙门氏菌的检测与预防研究进展[J]. 食品安全导刊, 2022(11): 178-180.
- LI N. Research progress on detection and prevention of Salmonella [J]. China Food Safety Magazine, 2022 (11): 178-180.
- [15] 李赫婧, 王立平, 杨红莲, 等. 沙门氏菌鉴定和分型方法比对研究[J]. 现代食品, 2021(14): 146-150. LI H J, WANG L P, YANG H L, et al. Comparative assessment on identification and serotyping methods of Salmonella [J]. Modern Food, 2021 (14): 146-150.
- [16] 余文, 安琳, 裴晓燕, 等. 婴幼儿配方乳粉和发酵乳中沙门氏菌检验方法的比对研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(17): 6776-6781. YU W, AN L, PEI X Y, et al. Comparative study on the detection methods of Salmonella in infant formula milk powder and fermented milk [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12 (17): 6776-6781.
- [17] World Health Organization. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne diseases in the WHO regions [M]. Geneva: World Health Organization, 2015: 84-86.
- [18] European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. EFSA Journal European Food Safety Authority, 2018, 16(12): e05500.