

食品检测能力验证中沙门氏菌的分离鉴定

戴冠苹*, 张红云, 高海军, 刘莹, 彭星星

(河南省粮油饲料产品质量监督检验中心, 郑州 450004)

摘要: **目的** 参加编号为 CFAPA-375 的食品中沙门氏菌的检测能力验证, 验证实验室沙门氏菌的检测能力。**方法** 采用国家标准法检测沙门氏菌能力验证样品, 同时采用实时荧光环介导等温扩增(loop-mediated isothermal amplification, LAMP)法作为辅助方法。对分离出的可疑菌落, 采用全自动微生物鉴定系统和实时荧光 LAMP 法进行全面鉴定。**结果** 样品 N1 和 N3 中检出沙门氏菌, 样品 N2 中未检出沙门氏菌, 实时荧光 LAMP 法与国家标准法检测结果一致。**结论** 本次实验室的能力验证结果为“满意”, 验证了实验室沙门氏菌的检测能力。实时荧光 LAMP 法快速、简便、特异性强, 可与国家标准法配合使用, 以确保实验结果的准确快速。

关键词: 沙门氏菌; 鉴定; 能力验证; 实时荧光环介导等温扩增法

Isolation and identification of *Salmonella* proficiency testing in food testing

DAI Guan-Ping*, ZHANG Hong-Yun, GAO Hai-Jun, LIU Ying, PENG Xing-Xing

(Henan Quality Supervision and Inspection Center of Grain, Oil and Feed Production, Zhengzhou 450004, China)

ABSTRACT: Objective To participate in proficiency testing of *Salmonella* in food numbered CFAPA-375, and verify the testing ability of *Salmonella* in laboratory. **Methods** The national standard method was used to detect the samples of *Salmonella* proficiency testing, and the real-time fluorescence loop-mediated isothermal amplification (LAMP) method was used as an auxiliary method. The suspicious colonies were identified by automatic microbial identification system and real-time fluorescence LAMP method. **Results** *Salmonella* was detected in sample N1 and N3, while was not detected in sample N2. The results of real-time fluorescence LAMP method were consistent with the national standard method. **Conclusion** The proficiency testing results of the laboratory are satisfactory, which effectively verifies the laboratory's ability to detect *Salmonella*. Real-time fluorescence LAMP method is fast, simple and specific, which can be used in conjunction with national standard method to ensure the accuracy and speed of experimental results.

KEY WORDS: *Salmonella*; identification; proficiency testing; real-time fluorescence loop-mediated isothermal amplification method

0 引言

沙门氏菌(*Salmonella*)是一种常见的食源性致病菌^[1-2], 广泛存在于自然界, 属肠杆菌科, 革兰氏阴性杆菌, 无荚

膜和芽孢, 主要通过动物的消化道传染致病, 可引起伤寒与副伤寒、食物中毒、败血症、慢性肠炎等疾病^[3-4]。在细菌性食物中毒中, 沙门氏菌引起的食物中毒常列榜首^[5-6]。

目前, 沙门氏菌的检测有传统的检测方法, 如国家标

*通信作者: 戴冠苹, 硕士, 工程师, 主要研究方向为粮油食品质量检验。E-mail: 1211524266@qq.com

*Corresponding author: DAI Guan-Ping, Master, Engineer, Henan Quality Supervision and Inspection Center of Grain, Oil and Feed Production, Zhengzhou 450004, China. E-mail: 1211524266@qq.com

准法^[7],也有分子生物学方法,如PCR法^[8]等。传统的沙门氏菌检验方法,检验鉴定程序比较复杂,周期长^[9-10]。随着分子生物学的发展,实时荧光环介导恒温扩增(loop-mediated isothermal amplification, LAMP)技术以其灵敏度高、特异性强、检测周期短等优点被广泛应用于微生物检测中。近年来随着我国对食品安全的重视,如何快速、准确进行沙门氏菌检测越来越受到关注。

能力验证是利用实验室间比对,确定实验室检测能力的活动,是实验室质量控制的重要方式^[11-12],它是实验室加强能力建设、提高检测水平、确保检验结果准确性的重要手段之一。为提高沙门氏菌的检测能力,本实验室参加由大连中食品实检测技术有限公司组织实施的CFAPA-375食品中沙门氏菌能力验证活动。本次能力验证主要参照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》^[7]对能力验证样品进行检测,并采用实时荧光LAMP法进行辅助检测,对筛选出的可疑菌落,同时采用全自动微生物鉴定系统和实时荧光LAMP法进行全面鉴定,以增加沙门氏菌分离鉴定经验,探索沙门氏菌快速检测方法。

1 材料与方 法

1.1 样品和标准菌株

沙门氏菌能力验证样品2个,编号为CFAPA-375-260和CFAPA-375-417,沙门氏菌质控样品,编号为QCA-001,均为白色粉状样品,采用西林瓶真空密封包装,由大连中食国实检测技术有限公司提供,分别标记为N1、N2、N3。

鼠伤寒沙门氏菌标准菌株(ATCC 14028)作为阳性对照,购买于广东环凯微生物科技有限公司。

1.2 培养基及试剂

缓冲蛋白胨水(buffered peptone water, BPW)、四硫磺酸盐煌绿增菌液(tetrathionate broth, TTB)、亚硒酸盐胱氨酸增菌液(selenite cystine broth, SC)、亚硫酸铋琼脂(bismuth sulfite agar, BS)、木糖赖氨酸脱氧胆盐琼脂(xylose lysine desoxycholate agar, XLD)、沙门氏菌显色培养基(*Salmonella* chromogenic agar, SCA)、营养琼脂(nutrient agar, NA)、三糖铁琼脂(triple sugar iron agar, TSI)、赖氨酸脱羧酶鉴定管(青岛高科技工业园海博生物技术有限公司);沙门氏菌核酸检测试剂盒(恒温荧光法)(广州迪澳生物科技有限公司)。

1.3 仪器与设备

ES-315 高压蒸汽灭菌锅(日本 TOMY 公司); BSC-3FB2 生物安全柜(山东博科生物产业有限公司); ZXSD-A1270 生化培养箱(上海智城分析仪器制造有限公

司); 5427R 离心机(德国 Eppendorf 公司); Phoenix 100 全自动微生物生化鉴定系统(美国 BD 公司); CFX96 实时荧光 PCR 仪(美国 BIO-RAD 公司)。

1.4 实验方法

按国家标准 GB 4789.4—2016 对样品进行沙门氏菌检测,同时采用实时荧光 LAMP 法进行辅助检测。对筛选出可疑菌落,采用全自动微生物鉴定系统和实时荧光 LAMP 法进行鉴定。同法操作沙门氏菌标准菌株,作为阳性对照。

1.4.1 国家标准法检测

(1)样品前处理和预增菌

对样品 N1、N2、N3 前处理,无菌开启西林瓶,先加入无菌生理盐水,混匀复溶,转移至无菌三角瓶中,然后用生理盐水润洗西林瓶内壁,转移至三角瓶中,重复上述过程 2 次,三角瓶中补加生理盐水至 25 mL 混匀。

参照国家标准 GB 4789.4—2016,将上述检样转移至装有 225 mL BPW 培养基的三角瓶中,具塞混匀,36 °C 培养 14 h。

同时将标准菌株接种于装有 BPW 培养基的三角瓶中,作为阳性对照,36 °C 培养 14 h。

(2)选择性增菌

混匀培养后的增菌液,分别移取 1 mL 接种于 10 mL TTB 和 10 mL SC 内,各接种 3 支,具塞混匀。将 TTB 培养管置于 42 °C 培养 24 h,SC 培养管置于 36 °C 培养 24 h。

(3)划线分离

将选择性增菌液分别划线于 XLD 平板、SCA 平板、BS 平板上。XLD 和 SCA 琼脂平板置于 36 °C 培养 24 h,BS 琼脂平板置于 36 °C 培养 48 h。

(4)初步生化实验及鉴定

观察上述选择性平板,挑取 16 个可疑菌落,在 TSI 斜面划线,并在底层穿刺,置于 36 °C 培养 24 h 后,观察反应情况。分别将同一菌落接种于赖氨酸脱羧酶对照管和肉汤管,置于 36 °C 培养 24 h 后,观察反应情况。

同时分别将同一菌落接种于 NA 平板,培养后挑取适量菌体,制备适宜浓度菌悬液,用全自动微生物鉴定系统进行鉴定。

1.4.2 实时荧光 LAMP 法检测

(1)DNA 模板的制备

增菌液 DNA 模板制备:取 1.4.1 中样品的 BPW 预增菌液 1 mL 置于 1.5 mL 无菌离心管中,12000 r/min 离心 2 min,弃上清。加入 50 μ L 无菌水,混匀后将离心管放置于水浴锅中,100 °C 加热 10 min,然后 12000 r/min 离心 2 min,取上清液作为 LAMP 反应的模板。

单菌落 DNA 模板制备:在无菌 PCR 管中加入 20 μ L 无菌水,后用无菌枪头挑取 1.4.1 中 NA 平板上纯培养的单菌落于 PCR 管中,用移液枪吹打,重悬混匀。然后置于 PCR 仪中,执行 PCR 程序 95 °C, 10 min,待程序结束后取出,

12000 r/min 离心 2 min, 取上清液作为 LAMP 反应的模板。

(2)实时荧光 LAMP 法体系配制及反应条件

按照沙门氏菌核酸检测试剂盒(恒温荧光法)的说明进行试剂配制、加模板与检测, 具体反应液体系如表 1。

LAMP 扩增程序: 反应步骤 1: 63 °C 预变性 30 s; 反应步骤 2: 63 °C 变性 15 s, 63 °C 退火延伸 45 s, 45 个循环。

表 1 实时荧光 LAMP 法反应体系配置
Table 1 Real-time fluorescence LAMP method reaction system preparation

试剂	加入量/ μL
反应液	22
Bst 聚合酶	1
密封液	20
模板	2

2 结果与分析

2.1 国家标准法检测结果

2.1.1 选择性平板的菌落特征

按照国家标准法, 分别取 TT B 和 SC 培养管的选择性增菌液划线于 XLD 平板、SCA 平板、BS 平板, 培养后菌落特征如表 2 和表 3 所示。通过对比发现, 同一样品在不同的选择性平板上, 对沙门氏菌的筛选效果不同。

在 XLD 和 BS 平板, 样品 N1、N2、N3 均观察到可疑沙门氏菌的菌落, 但经生化实验鉴定, 发现仅 N1 和 N3 中有沙门氏菌, N2 中无沙门氏菌。

在 SCA 平板, N1 和 N3 观察到紫色菌落, 与沙门氏菌标准菌株的菌落特征一致, 经生化实验鉴定为沙门氏菌, 干扰菌的菌落为蓝色或浅黄色, 与典型菌落特征容易区分。而 XLD 平板上观察到颜色为黄色、浅黄色的菌落, BS 平板上观察到颜色为深褐色的菌落, 周围培养基变棕色或不变棕色, 这些菌落形态与国家标准 GB 4789.4—2016 中描述的沙门氏菌典型菌落形态较为相似, 不易分辨, 容易导致误判, 这与王志伟等^[13-15]研究相一致。

2.1.2 初步生化实验结果

通过观察样品 N1、N2、N3 和标准菌株在 XLD、SAC 和 BS 平板上的菌落特征, 分别挑取多个可疑菌落进行三糖铁实验和赖氨酸脱羧酶实验, 样品 N1 挑选 7 个可疑菌落, 样品 N2 挑选 4 个, 样品 N3 挑选 5 个, 标准菌株挑选 1 个, 结果见表 4。

结果表明 N1-1、N1-4、N1-5、N3-1、N3-3、N3-4 在 TSI 斜面产碱、底层产酸、产硫化氢、产气, 且赖氨酸脱羧酶实验为阳性, 初步判断为可疑沙门氏菌。N1-2、N1-6、N2-1、N2-3 培养后 TSI 斜面产碱、底层产酸、产硫化氢、不产气, 且赖氨酸脱羧酶实验为阴性, 初步判断为可疑沙门氏菌。N1-3、N1-7、N2-2、N2-4、N3-2、N3-5 培养后斜面产酸、底层产酸、产气、不产硫化氢, 且赖氨酸脱羧酶实验为阴性, 初步判断为非沙门氏菌。

表 2 样品 TT B 增菌后选择性分离平板上的菌落特征
Table 2 Colony characteristics on the selective separation plate after TT B enrichment

样品编号	XLD 平板	SCA 平板	BS 平板
N1	(1)部分菌落为粉红色, 带黑色中心 (2)部分菌落为浅黄色	(1)部分菌落为紫色 (2)部分菌落为浅黄色	(1)少数菌落为棕绿色, 有金属光泽, 周围培养基不变色 (2)多数菌落为深褐色, 圆形, 周围培养基不变色
N2	菌落全部为浅黄色	菌落全部为浅黄色	菌落全部为深褐色, 圆形, 周围培养基不变色
N3	(1)多数菌落为黑色 (2)少数菌落为黄色, 周围培养基变黄色	(1)多数菌落为紫色 (2)少数菌落为浅蓝色	(1)多数菌落为棕绿色, 有金属光泽, 周围培养基不变色 (2)少数菌落为深褐色, 无金属光泽, 周围培养基变棕色
标准菌株	菌落为粉红色, 带黑色中心	紫色菌落	深褐色菌落, 有金属光泽, 周围培养基变棕色

表 3 样品 SC 增菌后选择性分离平板上的菌落特征
Table 3 Colony characteristics on the selective separation plate after SC enrichment

样品编号	XLD 平板	SCA 平板	BS 平板
N1	(1)部分菌落为粉红色, 带黑色中心 (2)部分菌落为黄色, 周围培养基变黄色	(1)部分菌落为紫色 (2)部分菌落为浅蓝色	(1)部分菌落为棕绿色, 有金属光泽, 周围培养基不变色 (2)部分菌落为深褐色, 无金属光泽, 周围培养基变棕色
N2	菌落全部为黄色, 周围培养基变黄色	菌落全部为浅蓝色	菌落全部为深褐色, 无金属光泽, 周围培养基变棕色
N3	(1)多数菌落为黑色 (2)少数菌落为黄色, 周围培养基变黄色	(1)多数菌落为紫色 (2)少数菌落为浅蓝色	(1)部分菌落为棕绿色, 有金属光泽, 周围培养基不变色 (2)部分菌落为深褐色, 无金属光泽, 周围培养基变棕色
标准菌株	菌落为粉红色, 带黑色中心	紫色菌落	深褐色菌落, 有金属光泽, 周围培养基变棕色

表 4 初步生化实验、全自动微生物鉴定系统鉴定结果
Table 4 Results of preliminary biochemical experiments and automatic microbial identification system

菌株编号	来源平板	菌落特征	TSI 结果	赖氨酸脱羧酶实验	全自动微生物鉴定系统结果
N1-1	XLD	粉红色带黑色中心	K, A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	<i>Salm.species</i>
N1-2	XLD	浅黄色菌落	K, A, H ₂ S(+), 产气(-)	-	<i>Prot.mirabilis</i>
N1-3	XLD	黄色菌落, 周围培养基变黄色	A, A, H ₂ S(-), 产气(+)	-	<i>Cit.freundii</i>
N1-4	SCA	紫色菌落	K, A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	<i>Salm.species</i>
N1-5	BS	棕绿色, 有金属光泽, 周围培养基不变色	K, A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	<i>Salm.species</i>
N1-6	BS	深褐色, 圆形, 周围培养基不变色;	K, A, H ₂ S(+), 产气(-)	-	<i>Prot.mirabilis</i>
N1-7	BS	深褐色, 无金属光泽, 周围培养基变棕色	A, A, H ₂ S(-), 产气(+)	-	<i>Cit.freundii</i>
N2-1	XLD	浅黄色菌落	K, A, H ₂ S(+), 产气(-)	-	<i>Prot.mirabilis</i>
N2-2	XLD	黄色菌落, 周围培养基变黄色	A, A, H ₂ S(-), 产气(+)	-	<i>Cit.freundii</i>
N2-3	BS	深褐色, 圆形, 周围培养基不变色	K, A, H ₂ S(+), 产气(-)	-	<i>Prot.mirabilis</i>
N2-4	BS	深褐色, 无金属光泽, 周围培养基变棕色;	A, A, H ₂ S(-), 产气(+)	-	<i>Cit.freundii</i>
N3-1	XLD	黑色菌落	K, A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	<i>Salm.species</i>
N3-2	XLD	黄色菌落, 周围培养基变黄色	A, A, H ₂ S(-), 产气(+)	-	<i>Cit.freundii</i>
N3-3	SCA	紫色菌落	K, A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	<i>Salm.species</i>
N3-4	BS	棕绿色, 有金属光泽, 周围培养基不变色	K, A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	<i>Salm.species</i>
N3-5	BS	深褐色, 无金属光泽, 周围培养基变棕色	A, A, H ₂ S(-), 产气(+)	-	<i>Cit.freundii</i>
标准菌株	XLD	粉红色菌落, 带黑色中心	K, A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	<i>Salm.species</i>

注: K, 产碱; A, 产酸; +, 阳性; -, 阴性。

2.1.3 全自动微生物鉴定系统结果

采用全自动微生物鉴定系统对样品 N1、N2、N3 的可疑菌落进行鉴定, 结果见表 4, N1-1、N1-4、N1-5、N3-1、N3-3、N3-4 和标准菌株有 99% 概率为 *Salm.species*, 说明检出沙门氏菌。N1-2、N1-6、N2-1、N2-3 有 99% 概率为 *Prot.mirabilis*, 检出奇异变形杆菌。N1-3、N1-7、N2-2、N2-4、N3-2、N3-5 有 99% 概率为 *Cit.freundii*, 检出弗劳地枸橼酸杆菌。

根据初步生化实验和全自动微生物鉴定系统的结果, 得出样品 N1 和 N3 检出沙门氏菌, 样品 N2 未检出沙门氏菌。

2.2 实时荧光 LAMP 法检测结果

2.2.1 增菌液的实时荧光 LAMP 法快速检测

样品 N1、N2、N3 和标准菌株在 BPW 中培养后的增菌液, 按照 1.4.2 进行模板制备、体系配置和上机检测, 结果如图 1, 样品 N1、N3 和标准菌株出现荧光对数增长的 S 型曲线, *Ct* 值分别为 8.09、8.55、5.95(见表 5), *Ct* 值均小于 35, 说明检出沙门氏菌, 样品 N2 的未出现荧光对数增长的 S 型曲线, 无 *Ct* 值, 说明未检出沙门氏菌。

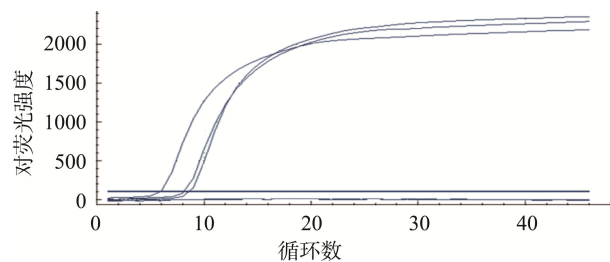


图 1 样品扩增曲线图

Fig.1 Amplification curve of sample

表 5 样品实时荧光 LAMP 法结果

Table 5 Real-time fluorescence LAMP method results of samples

样品编号	<i>Ct</i> 值	结果
N1	8.09	检出沙门氏菌
N2	无	未检出沙门氏菌
N3	8.55	检出沙门氏菌
标准菌株	5.95	检出沙门氏菌

2.2.2 可疑菌落的实时荧光 LAMP 法鉴定

选取样品 N1、N2、N3 在不同平板的可疑菌落,挑取单菌落按照 1.4.2 进行模板制备、体系配置和上机检测,荧光曲线见图 2。采用实时荧光 LAMP 法进行菌落鉴定,结果 N1-1、N1-4、N1-5、N3-1、N3-3、N3-4 以及标准菌株出现荧光对数增长的 S 型曲线, C_t 值均小于 35(见表 6),说明为沙门氏菌阳性。N1-2、N1-3、N1-6、N1-7、N2-1、N2-2、N2-3、N2-4、N3-2、N3-5 未出现荧光对数增长的 S 型曲线,无 C_t 值,说明为沙门氏菌阴性。

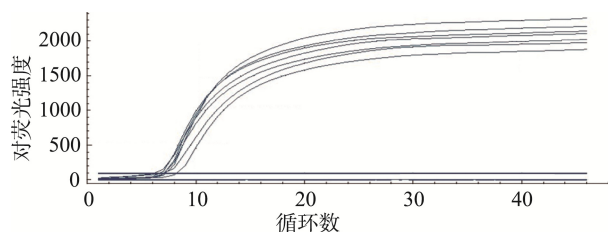


图 2 可疑菌落扩增曲线图

Fig.2 Amplification curve of suspicious colonies

表 6 可疑菌落实时荧光 LAMP 法的 C_t 值

Table 6 C_t value of real-time fluorescence LAMP method of suspicious colonies

菌株编号	实时荧光 LAMP 法鉴定 C_t 值	鉴定结果
N1-1	7.05	沙门氏菌阳性
N1-4	7.01	沙门氏菌阳性
N1-5	7.16	沙门氏菌阳性
N3-1	6.03	沙门氏菌阳性
N3-3	6.73	沙门氏菌阳性
N3-4	6.58	沙门氏菌阳性
标准菌株	8.13	沙门氏菌阳性

3 结论

本次能力验证,分别选用 XLD、SAC 和 BS 3 种选择性培养基进行沙门氏菌筛选,结果发现 XLD 和 BS 上均出现可疑菌落,结果鉴定为奇异变形杆菌和弗劳地枸橼酸杆菌等干扰菌,这 2 种菌在 XLD 平板和 BS 平板上与沙门氏菌的菌落特征相似,易出现误判的可能。而 SAC 平板筛选效果较好,其他杂菌很容易区分,特异性好。所以建议能力验证可结合显色培养基的使用,提高实验的效率和准确性。

目前,沙门氏菌的国家标准检测法是实验室普遍采用的检测方法,其根据沙门氏菌的生长特点和生化特性,需要经过预增菌 14 h、选择性增菌 24 h、分离培养 48 h、初步生化鉴定 24 h,全自动生化鉴定系统 4 h,故检测完成

至少需要 5 d 时间。采用实时荧光 LAMP 法进行辅助鉴定,发现实时荧光 LAMP 法耗时短,只需预增菌 14 h、DNA 提取和反应体系配制 1 h、仪器检测 2 h、实际耗时约 18 h,快速高效,且操作简单,预增后直接进行 DNA 提取和检测,方便快捷。

国家标准检测法中选择性分离平板上的多种干扰菌的菌落形态与沙门氏菌的菌落形态相似,不易区分,如果实验操作人员经验不足,很容易漏筛,造成假阴性结果,导致检测结果错误。而实时荧光 LAMP 法,通过提取 DNA,利用特异性引物对沙门氏菌的特异 DNA 核酸片段进行特异性扩增,依据扩增曲线和 C_t 值判断检测结果,不存在可疑菌的挑选,避免了漏筛的可能,所以结果更为准确可靠。

综上所述,本次实验室的能力验证结果为:样品 N1 和 N3 中检出沙门氏菌,样品 N2 中未检出沙门氏菌,结果评价为“满意”,验证了实验室沙门氏菌的检测能力。实时荧光 LAMP 法与国家标准检测法结果一致,但与国家标准法比,实时荧光 LAMP 法具有快速、操作简便、特异性强等优势,可作为沙门氏菌能力验证中一种辅助方法,2 种方法相互验证使得结果准确可靠。

参考文献

- [1] 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 HJ, FENG XQ. Advances on pollution of food-borne pathogens and its detection technology in food [J]. J Food Saf Qual, 2013, 4(5): 1353-1360.
- [2] 王茂起,冉陆,王竹天,等.2001 年中国食源性致病菌及其耐药性主动监测研究[J].卫生研究,2004,1(4):49-54.
WANG MQ, RAN L, WANG ZT, et al. Study on national active monitoring for food borne pathogens and antimicrobial resistance in China 2001 [J]. J Hyg Res, 2004, 1(4): 49-54.
- [3] 张燕,朱超.我国沙门氏菌病和菌型分布概况[J].现代预防医学,2002,29(3):400-401.
ZHANG Y, ZHU C. *Salmonella* bacteria and distribution overview in china [J]. Mod Prey Med, 2002, 29(3): 400-401.
- [4] 颜瑛,罗玉彬,王文娟,等.食品能力验证中沙门氏菌的分离和鉴定[J].食品安全质量检测学报,2015,6(9):3501-3502.
YAN Y, LUO YB, WANG WJ, et al. Isolation and identification of *Salmonella* spp. in food during the proficiency testing [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(9): 3501-3502.
- [5] 王学硕,崔生辉,邢书霞,等.餐饮食品中沙门氏菌的危害分析污染调查与防控[J].中国药事,2013,27(9):974-979.
WANG XS, CUI SH, XING SX, et al. The contamination status, hazard analysis and *Salmonella* control in restaurant food [J]. Chin Pharm Affa, 2013, 27(9): 974-979.
- [6] 朱奇,陆斌兴,覃有泉,等.沙门氏菌生物学研究进展[J].疾病监测与控制,2015,9(7):474-478.
ZHU Q, LU BX, QIN YQ, et al. Research Progress on biological *Salmonella* enteric [J]. J Dis Moni Control, 2015, 9(7): 474-478.

- [7] 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[S].
GB 4789. 4—2016 National food safety standard—Food microbiological examination: *Salmonella* [S].
- [8] 高晗, 何娟, 严礼. 3种沙门氏菌检测方法能力验证[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(2): 510–515.
GAO H, HE J, YAN L. Capability verification of three detection methods of *Salmonella* [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(2): 510–515.
- [9] 姚贵哲, 王伟利, 夏明, 等. 3种病原菌快速检测方法与国标检测方法比较[J]. 食品科技, 2018, 43(11): 358–362.
YAO GZ, WANG WL, XIA M, *et al.* Comparison of fast detection and national standard test methods for three pathogenic bacteria [J]. J Food Sci Technol, 2018, 43(11): 358–362.
- [10] 王利刚, 张磊, 张婧, 等. 国标培养法与2种沙门氏菌的快速筛检方法的比较[J]. 食品科技, 2017, 42(4): 306–309.
WANG LG, ZHANG L, ZHANG J, *et al.* Comparison of two rapid pre-detection methods and traditional culture method for detection of *Salmonella* [J]. J Food Sci Technol, 2017, 42(4): 306–309.
- [11] CNAS—RL02 能力验证规划[S].
CNAS—RL02 Rules for proficiency testing [S].
- [12] 包秘, 唐昭领, 赵大庆. 实验室的质量控制管理体系分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(3): 981–987.
BAO M, TANG ZL, ZHAO DQ. Analysis of laboratory quality control management system [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(3): 981–987.
- [13] 王志伟, 徐琼, 陈欣钦, 等. 能力验证样品中沙门氏菌的分离与鉴定[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(7): 161–163.
WANG ZW, XU Q, CHEN XQ, *et al.* Isolation and identification of *Salmonella* in the proficiency testing sample [J]. Food Res Dev, 2016, 37(7): 161–163.
- [14] 陈茂义, 胡婕, 刘建昭, 等. 科马嘉显色培养基和 XLD、SS、HE 分离食品中沙门氏菌效果比较[J]. 公共卫生与预防医学, 2008, 19(4): 12–14.
CHEN MY, HU J, LIU JZ, *et al.* Comparison of CHROM agar *Salmonella* medium and XLD, SS agars and HE media for isolation of *Salmonella* strains from food samples [J]. J Pub Health Prev Med, 2008, 19(4): 12–14.
- [15] 江志杰, 王似锦, 高春. 食品中沙门氏菌检出能力验证结果与分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(5): 1932–1933.
JIANG ZJ, WANG SJ, GAO C. Proficiency testing results and analysis of *Salmonella* detection ability in food [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(5): 1932–1933.

(责任编辑: 王欣)

作者简介

戴冠苹, 硕士, 工程师, 主要研究方向为粮油食品质量检验。
E-mail: 1211524266@qq.com