

2种检测方法在巧克力中沙门氏菌检验能力验证中的应用

石春红, 胡亚英, 张平*

(上海市松江食品药品检验所, 上海 201600)

摘要: **目的** 比较国标法(生化试剂鉴定法和全自动细菌鉴定仪法)、实时荧光 PCR 法在能力验证项目巧克力中沙门氏菌检验中的优缺点。**方法** 分析2种方法的不同检测原理, 比较生化试剂鉴定法、BD Phoenix-100全自动细菌鉴定法、实时荧光 PCR 法在细菌鉴定应用中的优缺点。**结果** 3个能力验证样品检出1阳性2阴性, 2种检测方法结果一致, 3个样品实验均获得满意的结果。**结论** 国标的常规培养法与仪器检测方法相结合的方式, 有助于提高结果的准确性; 参加能力验证工作有助于提高实验室的检测能力。

关键词: 沙门氏菌; 能力验证; 检测方法

Application of two detection methods in capability verification of *Salmonella* test in chocolate

SHI Chun-Hong, HU Ya-Ying, ZHANG Ping*

(Shanghai Songjiang Institute for Food and Drug Control, Shanghai 201600, China)

ABSTRACT: Objective To compare the advantages and disadvantages of the national standard method (biochemical reagent identification method and automatic bacterial identification method) and real-time fluorescent PCR method in the *Salmonella* test in the ability verification project of chocolate. **Methods** The different detection principles of the two methods were analyzed to compare the advantages and disadvantages of biochemical reagent identification method, BD Phoenix-100 automatic bacterial identification method and real-time fluorescence PCR method in the application of bacterial identification. **Results** Totally 3 proficiency test samples were detected for 1 positive and 2 negative, and the results of the two test methods were consistent. Satisfactory results were obtained in all three sample tests. **Conclusion** The combination of national standard methods and instrumental detection methods helps to improve the accuracy of the results. Participating in proficiency testing helps improve laboratory testing capabilities.

KEY WORDS: *Salmonella*; capability verification; detection methods

1 引言

1885年沙门氏菌在霍乱流行时分离到猪霍乱沙门氏菌, 故定名为沙门氏菌属(*Salmonella* spp.)。沙门氏菌主要

在动物肠道生长繁殖, 可通过肠道上皮细胞进入体内, 通过血液循环, 导致全身感染和菌血症, 严重危害人民身体健康^[1]。沙门氏菌在自然界中广泛存在, 为革兰氏阴性杆菌, 无荚膜及芽孢, 属于肠杆菌科^[2], 菌体溶解时, 其细胞

*通讯作者: 张平, 硕士, 副主任药师, 主要研究方向为食品药品检验技术与微生物学检验。E-mail: zhangping791223@163.com

*Corresponding author: ZHANG Ping, Master, Associate Chief Pharmacist, Shanghai Songjiang Institute for Food and Drug Control, Shanghai 201600, China. E-mail: zhangping791223@163.com

壁释放出脂多糖,形成内毒素^[3]。沙门氏菌属被分为2个种,即肠道沙门氏菌和邦戈尔沙门氏菌。肠道沙门氏菌中又包含6个亚种,分别是肠道亚种、萨拉姆亚种、亚利桑那亚种、双相亚利桑那亚种、浩敦亚种和因迪卡亚种,依次分别简称为亚种I、II、IIIa、IIIb、IV和VI^[4]。

目前,沙门氏菌的检测方法很多。有传统的常规培养方法,如国标法(GB)^[5]和进出口商品检验行业标准(SN)^[6];免疫学方法,如酶联免疫技术的VIDAS全自动酶联免疫分析法^[7]和酶联免疫吸附法(enzyme linked immunosorbent assay, ELIAS);环介导等温扩增技术(loop-mediated isothermal amplification, LAMP)的快速检测方法^[8];全自动细菌鉴定法^[9];分子生物学方法,如实时荧光PCR法^[10-12];生物质谱法,如基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱(MALDI-TOF-MS)^[13,14]等。各种方法都有一定的利弊,只有传统的培养方法在国际上被广泛承认,被作为一种仲裁方法^[15]。根据文献报道^[15-17],有对沙门氏菌检测多种方法的应用比较,但是没有应用快速简便的实时荧光PCR法,对亚利桑那菌的检测方法比较也未见文献报道。本实验室在参加由中国食品药品检定研究院组织实施的巧克力中沙门氏菌检验能力验证中,根据本实验室现有仪器设备,采用了2种方法进行检测:国标法(GB 4789.4-2016)(包括生化试剂鉴定法和全自动细菌鉴定仪法)、实时荧光PCR法。本研究对2种不同检测方法进行比较,并分析不同方法的优缺点,为参加能力验证的实验室提供研究思路。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

ABI 7500型实时荧光定量PCR仪(美国ABI公司);Phoenix-100全自动细菌鉴定仪(美国BD公司);BD400(E2)微生物培养箱(德国BINDER公司);5418R离心机(德国Eppendorf公司)。

缓冲蛋白胨水(buffered peptone water, BPW)、四硫酸钠黄绿增菌液(tetrathionate brilliant green enrichment medium base, TTB)、亚硒酸盐胱氨酸(selenite cystine, SC)增菌液、亚硫酸铋(sulfurous acid bismuth, BS)琼脂、木糖赖氨酸脱氧胆盐(xylose l-glycine deoxycholate salt agar, XLD)琼脂平板、沙门显色平板、TSA琼脂平板(一次性成品培养基,广东环凯微生物科技有限公司);沙门氏菌生化鉴定盒(广东环凯微生物科技有限公司);沙门氏菌属诊断血清A-F多价O血清、Vi抗原(宁波天润生物药业有限公司);革兰氏阴性细菌鉴定版(碧迪医疗器械上海有限公司);沙门氏菌核酸测定试剂盒(上海之江生物科技股份有限公司)。所有试剂均经过验证并在有效期内使用。

鼠伤寒沙门氏菌标准菌株 ATCC14028,广东省微生物菌种保藏中心提供。

编号为NIFDC-PT-135的3份巧克力样品,由中国食品药品检定研究院提供,采用玻璃瓶包装。

2.2 实验方法

2.2.1 样品前处理

按照作业指导书的要求,样品处理在生物安全柜内进行。用90 mL预热至45 °C的灭菌BPW,分次将检样瓶内的巧克力融化并清洗至均质袋内,充分均质混匀,制成1:10稀释液。按此方法,分别对3件样品进行前处理。3件样品自编号为1、2、3。

2.2.2 国标法

取1:10 BPW均质液直接进行培养,36 °C培养18 h,进行预增菌。轻轻摇动预增菌液,分别移取1 mL,转种于10 mL TTB与SC内,分别于42 °C与36 °C培养24 h。分别用直径3 mm的接种环取增菌液1环,划线接种于BS琼脂平板、XLD琼脂平板和沙门氏菌属显色培养基平板,于36 °C分别培养48 h(BS琼脂平板)和24 h(XLD琼脂平板和沙门氏菌属显色培养基平板)。培养结束后观察各平板上有无典型或可疑沙门氏菌的菌落。

(1)生化试剂鉴定法

挑取不同形态特征的典型和可疑菌落,直接进行三糖铁琼脂和营养琼脂培养,根据沙门氏菌生化鉴定盒使用说明进行操作。

血清学鉴定:将待试培养物混合于生理盐水中,若出现可见的菌体凝集,即认为有自凝性,反之无自凝性。排除自凝集反应后,对无自凝的培养物进行血清学鉴定。挑取1环待测菌,加1滴多价菌体(O)抗血清,并用生理盐水作为对照。O血清不凝集时,将菌株接种在琼脂量较高的培养基上再检查;如果是由于Vi抗原的存在而阻止了O凝集反应时,可挑取菌苔于1 mL生理盐水中做成浓菌液,于酒精灯火焰上煮沸后再检查。

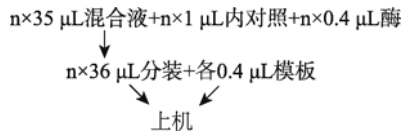
(2)BD Phoenix-100全自动细菌鉴定法

挑取BS琼脂平板、XLD琼脂平板和沙门氏菌属显色培养基平板上的单个典型可疑菌,划线接种至TSA琼脂平板,于36 °C培养24 h。根据全自动细菌鉴定系统SOP进行操作。利用消毒的棉签从培养基上挑选形态一致的细菌菌落至鉴定肉汤管内,混匀5 s,等待10 s,使气泡消失。使用CrystalSpec比浊度调整菌液浓度至0.5~0.6 cFarland。将鉴定菌液倾倒入鉴定板,放入仪器中检测。

2.2.3 实时荧光PCR法

根据沙门氏菌核酸测定试剂盒(荧光PCR)说明书操作。取增菌液1 mL,13000 r/min离心2 min,弃上清液,沉淀中直接加入100 μL DNA提取液充分混匀,沸水浴10 min(误差不超过1 min)。13000 r/min离心5 min,取上清液作

为 DNA 模板备用。



循环参数设置: 37 °C×2 min; 94 °C×2 min; 再按 93 °C×15 s→60 °C×60 s, 循环 40 次; 单点荧光检测在 60 °C。反应体系为 40 μL。

3 结果与分析

3.1 国标法 GB4789.4

3.1.1 3 种选择性平板分离的菌落形态

经 TTB 和 SC 选择性增菌液增菌后, 革兰氏阳性菌均被抑制, 经 3 种分离平板划线分离后, 挑选可疑菌经革兰氏染色均为革兰氏阴性杆菌。样品 1 有 3 种菌落形态[编号为 1(1)、1(2)、1(3)], 样品 2 和 3 只有 1 种菌落形态, 见表 1。

表 1 3 种平板上的菌落形态

Table 1 Colony morphology on three plates

样品号	BS 琼脂平板	XLD 琼脂平板	沙门氏显色平板
1	3 种菌落形态: 灰黑色菌落, 有金属光泽, 周围培养基变棕色; 灰绿色菌落, 周围培养基不变; 较大灰褐色菌落, 无金属光泽, 周围培养基变棕色	2 种菌落形态: 少数透明菌落, 带黑色中心; 大部分黄色菌落, 不带黑色中心	3 种菌落形态: 较小蓝色菌落; 无色透明菌落; 较大蓝绿色菌落
2	1 种菌落形态: 灰绿色菌落, 周围培养基不变	1 种菌落形态: 透明菌落, 带黑色中心	1 种菌落形态: 无色透明菌落
3	1 种菌落形态: 灰绿色菌落, 周围培养基不变	1 种菌落形态: 透明菌落, 带黑色中心	1 种菌落形态: 无色透明菌落
阳性	1 种菌落形态: 黑色菌落, 有金属光泽, 周围培养基呈黑色	1 种菌落形态: 粉红色菌落, 呈现较大的带光泽的黑色中心	1 种菌落形态: 品红色菌落

表 2 在三糖铁琼脂和赖氨酸脱羧酶实验的反应结果

Table 2 Reaction results in triple sugar iron agar and lysine decarboxylase test

样品号	三糖铁琼脂				赖氨酸脱羧酶	初步判断
	斜面	底层	产气	硫化氢		
1(1)	K	A	+	-	+	可疑沙门氏菌属
1(2)	K	A	+	+	-	可疑沙门氏菌属
1(3)	A	A	+	-	-	非沙门氏菌属
2	K	A	+	+	-	可疑沙门氏菌属
3	K	A	+	+	-	可疑沙门氏菌属
阳性对照	K	A	+	+	+	可疑沙门氏菌属

注: K: 产碱; A: 产酸; +: 阳性; -: 阴性。

表 3 生化实验反应结果

Table 3 Reaction results of biochemical tests

样品号	靛基质	尿素	氰化钾	甘露醇	山梨醇	ONPG	卫茅醇	水杨苷	丙二酸盐	判断
1(1)	-	-	-	+	+	+	-	-	+	III型沙门氏菌属
1(2)	-	+	-	-	-	-	-	+	+	非沙门氏菌属
1(3)	-	-	+	+	+	+	-	-	+	非沙门氏菌属
2	-	+	-	-	-	-	-	+	+	非沙门氏菌属
3	-	+	-	-	-	-	-	+	+	非沙门氏菌属
阳性对照	—	—	-	+	+	-	+	—	—	I 型沙门氏菌

注: +: 阳性; -: 阴性。

3.1.2 生化试剂盒鉴定结果

样品 1~3 平板分离出的可疑沙门氏菌使用沙门氏菌生化鉴定盒进行生化实验, 结果见表 2、3。由表 1 可知, 样 1(3)斜面和底层均产酸, 且赖氨酸脱羧酶实验阴性, 为非沙门氏菌属, 其余均为可疑沙门氏菌属。由表 3 可知, 尿素实验阳性, 氰化钾实验阴性, 赖氨酸脱羧酶实验阴性, 即样 1(2)、样 2 和样 3 为非沙门氏菌属。样 1(3) ONPG 实验为阳性, 即判定为 III 型沙门氏菌属。

3.1.3 血清学鉴定

根据生化实验, 样品 1(1)为 III 型沙门氏菌属, 用 1.5% 琼脂培养物作为玻片凝集实验用的抗原。实验菌无自凝集反应。玻片上划出 2 个区域, 挑取待测菌后分别加多价菌体(O)抗血清和生理盐水对照。将玻片倾斜摇动混合 1 min, 并对着黑暗背景进行观察。样品 1(1)不凝集, 多价菌体(O)抗血清阴性; 阴性对照生理盐水不凝集。将菌株接种在琼脂量较高的 3% 琼脂培养基上再检查, 并排除由于 Vi 抗原的存在而阻止了 O 凝集。结果样品 1(1)为 A~F 多价 O 血清不凝集。阳性对照菌为 A~F 多价 O 血清凝集。

3.1.4 BD Phoenix-100 全自动细菌鉴定结果

经纯化上机, 3 个样品结果为: 样品 1(1): *Salmonella choleraesuis* ssp *arizonae*(猪霍乱沙门氏菌亚利桑那亚种), 可信限为 99%; 样品 1(2): *Proteus mirabilis*(奇异变形菌), 可信限为 99%; 样品 1(3): *Citrobacter freundii*(弗氏柠檬酸杆菌), 可信限为 99%; 样品 2: *Proteus mirabilis*(奇异变形菌), 可信限为 99%; 样品 3: *Proteus mirabilis*(奇异变形菌),

可信限为 99%; 阳性对照: *Salmonella species*(沙门氏菌属), 可信限为 99%。

样品 1(1)为猪霍乱沙门氏菌亚利桑那亚种, III 型沙门氏菌属, 与生化试剂鉴定结果一致。

3.2 实时荧光 PCR 法

样本制备:

Sample1: 取样品 1 BPW 均质液, 36 °C 培养 18 h

Sample2: 取样品 1 BPW 均质液, 36 °C 培养 18 h, 移取 1 mL, 转种于 10 mL TTB, 42 °C 培养 24 h

Sample3: 取样品 1 BPW 均质液, 36 °C 培养 18 h, 移取 1 mL, 转种于 10 mL SC, 36 °C 培养 24 h

Sample4: 取样品 1 沙门氏显色平板分离纯化的蓝色较小菌落, 样品 1(1)

Sample5: 取样品 1 沙门氏显色平板分离纯化的无色透明菌落, 样品 1(2)

Sample6: 取样品 1 沙门氏显色平板分离纯化的蓝绿色菌落, 样品 1(3)

Sample7: 取样品 2 BPW 均质液, 36 °C 培养 18 h

Sample8: 取样品 3 BPW 均质液, 36 °C 培养 18 h

Sample9: 阳性对照菌悬液

将以上 9 个样本分别用实时荧光 PCR 检测沙门氏菌, 结果显示: Sample1~4 的 Ct 值 < 35, 均为阳性; Sample5~8 的 Ct 值未检出, 均为阴性, 阳性对照菌的 Ct 值 < 35, 见表 4。样品扩增曲线图见图 1。

表 4 样品的 Ct 值
Table 4 Ct value of sample

编号	Sample1	Sample2	Sample3	Sample4	Sample5	Sample6	Sample7	Sample8	Sample9
Ct 值	23.34	24.68	25.62	28.74	未检出	未检出	未检出	未检出	18.67

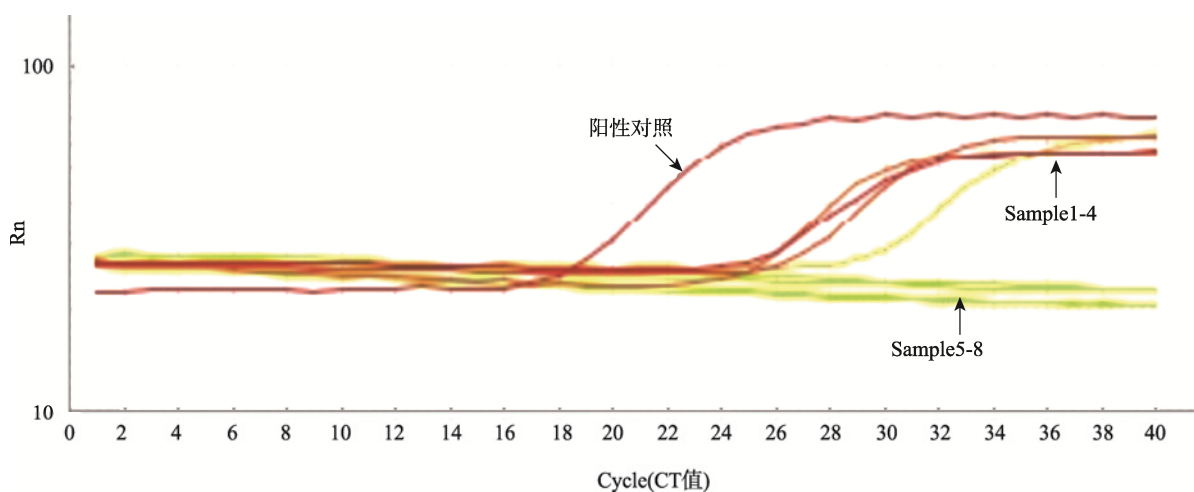


图 1 样品扩增曲线图

Fig.1 Amplification curve of samples

样品 1 的所有增菌液及显色平板上分离出一株菌检出沙门氏菌, 即样品 1 为沙门氏菌阳性, 样品 2 为沙门氏菌阴性, 样品 3 为沙门氏菌阴性。实时荧光 PCR 法与国标法结果一致。

4 结论与讨论

GB4789.4 规定使用 2 种增菌液 TTB 和 SC, 首先抑制了革兰氏阳性菌, 且沙门氏菌属菌型繁多, 1 种增菌液不能适合所有沙门氏菌生长。TTB 的选择性比 SC 更强, 而 SC 的增菌范围要比 TTB 广^[18]。本次能力验证实验过程中发现较多可疑菌也是从 SC 中分离出来的, 因添加阳性菌的浓度水平比阴性干扰菌少 1 个数量级, 如果对沙门氏菌属的亚利桑那亚种的菌落形态不熟悉的话, 就会遗漏掉。本次实验使用了 3 种分离平板, BS 琼脂平板、XLD 琼脂平板和环凯的沙门氏显色平板。亚利桑那沙门氏菌在这 3 种平板上的形态都不是最典型的形态, 特别是在显色平板上, 大部分沙门氏菌都是显紫红色, 但是亚利桑那沙门氏菌却是显蓝色的, 这个现象与亚利桑那菌能发酵乳糖有关。不同厂家生产的显色平板, 对沙门氏菌的显色也会有所不同。2 种阴性干扰菌奇异变形杆菌和弗氏柠檬酸杆菌在 XLD 琼脂平板上也能形成中心黑色、边缘光滑整齐的菌落, 与沙门氏菌容易混淆^[19]。

在沙门氏菌的鉴定过程中, 除了菌落形态还要结合生化实验和血清学鉴定结果结合起来判定, 只有这 2 项均符合的情况下, 才能判定沙门氏菌阳性。亚利桑那菌根据 DNA 相关性, 鞭毛相及乳糖发酵特性进一步分为 2 个群: IIIa 为单相菌, 不发酵乳糖; IIIb 为双相菌, 发酵乳糖^[20]。根据表 3 生化实验结果, 样品 1(1)的 ONPG 实验为阳性, 即具有 β 半乳糖苷酶, 可分解邻-硝基 β 半乳糖苷(ONPG), 生成黄色的邻-硝基酚, 完全符合双相亚利桑那菌的特征。本实验室没有血清学分型的能力, 无法对 O 抗原和 H 抗原进行分型, 但血清型鉴定是必须具备的。本次实验的亚利桑那沙门氏菌在三糖铁琼脂上产碱产酸产气却不产硫化氢, 而且排除了 Vi 抗原, A-F 多价 O 血清不凝集。这些不典型的现象, 很容易漏检, 所以常规培养国标法对检验人员的经验技术能力要求特别高。

仪器检测手段作为传统基础方法的辅助手段尤为重要, 也是现在微生物鉴定方面最为流行和前沿的检测手段。本次实验同时采用 BD 全自动细菌鉴定仪和荧光定量 PCR 仪, 对可疑菌进行确认。全自动细菌鉴定仪最重要的是挑选可疑菌落, 特别是形态不典型的亚利桑那沙门氏菌, 在不能完全判定阳性的情况下, 在各种平板上分离出来的各种形态的可疑菌尽可能的全部进行鉴定。有些实验室最后结果不满意的情况就是有可能没有挑到目标菌进行鉴定, 出现了假阴性。荧光定量 PCR 仪在细菌鉴定方面的应用已经非常成熟, 各种细菌鉴定的试剂盒也是很容易购买。本

次实验使用了 3 种增菌液(BPW 增菌液、TTB 增菌液、SC 增菌液)和分离到的 3 种可疑菌均进行了鉴定。结果 1 号样品的 3 种增菌液与 1 个可疑菌均检出了沙门氏菌的阳性, 与国标方法结果一致。荧光定量 PCR 仪鉴定细菌是建立在鉴定试剂盒的基础上, 以及样本中只要含有这种细菌的 DNA, 都能检出。但 PCR 方法的弊端就是如果细菌已死亡, 但细菌 DNA 依然存在样本中, 就有可能出现假阳性。

从实验的耗时上比较, 除去 4 d 的增菌和平板分离时间, 国标法生化实验需 2 d 左右, BD 全自动细菌鉴定需 1 d 左右。荧光定量 PCR 方法只需增菌 8 h 的增菌液, 2 h 左右即能出结果。可见仪器方法在细菌鉴定上有着高效快速的优势。但这 2 种方法各有利弊, 只有将结果现象结合起来判定才能确保结果的准确性, 不漏检, 不误判。

实验室能力验证是利用实验室间的比对来确定实验室检测能力的活动, 是为确保实验室维持较高检测水平而对其能力进行的考核、监督和确认的一种验证活动^[21]。作为区域性基层食药检所, 有的实验室没能配备相关仪器的情况下, 尽可能的积累技术经验, 多看文献研究资料。注意实验的各个环节, 做到样本不被污染, 不漏检。同时设置阴性、阳性对照排除系统误差十分必要, 所有使用的培养基试剂均需通过质控验收。在本次能力验证中, 本实验室采用 2 种方法相结合的方式判定结果, 3 个样品都获得满意结果。在实验过程中, 丰富了检测人员对沙门氏菌的检测经验, 也对实验室内部质控方法的有效性进行了确认, 促使实验室的检测水平不断提高。

参考文献

- [1] Raghunathan A, Reed J, Shin S, *et al.* Constraint-based analysis of metabolic capacity of *Salmonella typhimurium* during host-pathogen interaction [J]. *BMC Syst Biol*, 2009, 3(9): 38.
- [2] 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): 3497-3503.
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): 3497-3503.
- [3] 陈杖榴. 兽医药理学(第二版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
Chen ZL. *Veterinary pharmacology (2nd edition)* [M]. Beijing: China Agricultural Publishers, 2001.
- [4] Brenner FW, Villar RG, Angulo FJ, *et al.* *Salmonella* nomenclature [J]. *J Clin Microbiol*, 2000, 38(7): 2465-2467.
- [5] GB 4789.4-2016 中华人民共和国国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验[S].
GB 4789.4-2016 National standards of the People's Republic of China-Food microbiological analysis-Salmonella test [S].
- [6] SN 0170-92 中华人民共和国国家进出口商品检验局 出口食品沙门氏菌(包括亚利桑那菌)检验方法 [S].
SN 0170-92 National Import and Export Commodity Inspection Bureau of the People's Republic of China-Method for the inspection of *Salmonella* (including *Arizona*) for export food [S].

- [7] 法国生物梅里埃公司. VIDAS 全自动食品致病菌检测方案[M]. 上海: 上海长源科学技术有限公司, 2002.
French BioMerier Company. VIDAS automatic detection scheme for food pathogens [M]. Shanghai: Shanghai Changyuan Science and Technology Co., Ltd., 2002.
- [8] 黄金海, 孙跃辉, 陈瑞, 等. 食品中沙门氏菌 LAMP 快速检测方法的建立[J]. 天津大学学报, 2012, 45(5): 468-472.
Huang JH, Sun YH, Chen R, et al. Development of loop-mediate isothermal amplification assay for *Salmonella* detection in food [J]. J Tianjin Univ, 2012, 45(5): 468-472.
- [9] 毛凌哲, 王小琼, 马远东, 等. 3 种细菌鉴定方法鉴定结果的比较和分析[J]. 检验医学, 2016, 3(1): 49-51.
Mao LZ, Wang XQ, Ma YD, et al. Comparison and analysis of the identification results of three bacterial identification methods [J]. Lab Med, 2016, 3(1): 49-51.
- [10] 马凯, 白羽, 陈尔凝, 等. 鲜猪肉中沙门和金葡萄菌荧光定量 PCR 检测[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(17): 117-122.
Ma K, Bai Y, Chen EN, et al. Real-time pcr assay for *Salmonella* and *Staphylococcus Aureus* in pork [J]. Food Res Dev, 2015, 36(17): 117-122.
- [11] 陈弟诗, 郭万柱, 徐志文, 等. 猪霍乱沙门氏菌的分离与鉴定以及 PCR 检测方法的建立[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(20): 6020-6023.
Chen DS, Guo WZ, Xu ZW, et al. Isolation and identification of *Salmonella cholerae* and establishment of PCR detection method [J]. J Anhui Agric Sci, 2007, 35(20): 6020-6023.
- [12] 吕世明, 陈杖榴, 陈建新, 等. 应用 PCR 快速检测食品中沙门氏杆菌方法的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 607-677.
Lu SM, Chen ZL, Chen JX, et al. Study on the PCR method of rapid detection to *salmonella* in food samples [J]. Food Sci, 2006, 27(12): 607-677.
- [13] 战晓微, 傅俊范, 郑秋月, 等. 沙门氏菌 MALDI-TOF-MS 检测方法的建立[J]. 现代食品科技, 2011, 27(5): 595-597.
Zhan XW, Fu JF, Zheng QY, et al. Establishment of a MALDI-TOF-MS method for *Salmonella* detection [J]. Mod Food Sci Technol, 2011, 27(5): 595-597.
- [14] 胡晓, 林肖惠, 佟巍, 等. 沙门菌 MALDI-TOF-MS 标准菌库的建立及应用研究[J]. 卫生研究, 2014, (1): 40-46.
Hu X, Lin XH, Tong W, et al. Study on establishment of mass spectrometry database of *Salmonella* species by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry [J]. J Hyg Res, 2014, (1): 40-46.
- [15] 杨娟, 许美玲, 张丽, 等. 五种方法检测食品中沙门氏菌的结果比较[J]. 中国食物与营养, 2013, 19(9): 18-20.
Yang J, Xu ML, Zhang L, et al. Comparison of the detection results of *Salmonella* in given samples by 5 kinds of methods [J]. Food Nutr China, 2013, 19(9): 18-20.
- [16] 段鹏, 祖新, 杨晓楠, 等. VIDAS 与经典法在沙门氏菌盲样检验能力验证中的应用与分析[J]. 甘肃科技纵横, 2017, 46(2): 38-42.
Duan P, Zhu X, Yang XN, et al. Application and analysis of VIDAS and classical method in verification of *Salmonella* blind test ability [J]. Sci Tech Inf Gansu, 2017, 46(2): 38-42.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 赵贵明. 食品微生物实验室工作指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
Zhao GM. Guidelines for food microbiology laboratory [M]. Beijing: China Standards Publishers, 2005.
- [20] 高晗, 朱会林, 王德山. 一株鸭亚利桑那菌的分离与鉴定[J]. 水禽世界, 2010, (3): 36-37.
Gan H, Zhu HL, Wang DS. Isolation and identification of a duck *Arizona* [J]. Waterfowl world, 2010, (3): 36-37.
- [21] 刘卓慧. 实验室资质认定工作指南 实验室资质认定评审准则宣贯教材[M]. 北京: 中国计量出版社, 2011.
Zhao ZH. Guidelines for laboratory qualification confirmation publicizing and implementing teaching material of laboratory qualification accreditation and assessment criteria [M]. Beijing: China Metrology Publishers, 2011.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



石春红, 硕士, 高级工程师, 研究方向为食品检验质量控制及管理。
E-mail: shichunhong@smda.gov.cn



张平, 硕士, 副主任药师, 研究方向为食品药品检验技术与微生物学检验。
E-mail: zhangping791223@163.com