

乳粉能力验证中沙门氏菌的分离鉴定和血清分型

沈 锐*, 杨荣荣, 王 梅

(重庆市永川食品药品检验所, 重庆 402160)

摘 要: **目的** 参加编号为 NIFDC-PT-220 的能力验证, 考核从乳粉中检出沙门氏菌及血清分型能力。**方法** 参照国标方法对中国食品药品检定研究院提供的随机乳粉样品(CODE140、CODE121)进行沙门氏菌的检验, 并将荧光酶联免疫法和荧光定量 PCR 技术作为辅助方法。对分离出的疑似菌进行生化鉴定, 并且采用全自动微生物鉴定系统进行全面鉴定。**结果** 编号 CODE140 血清分型为 O: 4,5,12, H: i; 1,2 被确定为鼠伤寒沙门氏菌。编号 CODE121 未检出。**结论** 荧光酶联免疫法和荧光定量 PCR 技术缩短了检测时间, 特异性和灵敏性好, 与国标方法配合可确保实验结果的准确性。

关键词: 沙门氏菌; 能力验证; 分离; 鉴定; 血清分型

Proficiency testing of isolation, identification and serotyping of *Salmonella* in milk powder

SHEN Rui*, YANG Rong-Rong, Wang Mei

(Chongqing Yongchuan Institute for Food and Drug Control, Chongqing 402160, China)

ABSTRACT: Objective To participate in the ability verification of NIFDC-PT-220 to test the ability of detecting *Salmonella* from milk powder and serotyping. **Methods** According to the national standard method, the random milk powder samples (CODE140, CODE121) provided by the China Food and Drug Inspection Institute were tested for *Salmonella*, and the fluorescent enzyme-linked immunoassay and fluorescent quantitative PCR technology were used as auxiliary methods. Biochemical identification of suspected isolated bacteria was performed, and the automatic microbial identification system was used for the overall identification. **Results** *Salmonella typhimurium* was detected in CODE 140, the serotype was O: 4,5,12, H: i; 1,2. *Salmonella* spp. was not detected in CODE 121. **Conclusion** Fluorescence enzyme - linked immunoassay and fluorescence quantitative PCR shortened the detection time and showed good specificity and sensitivity. Cooperating with the national standard method can ensure the accuracy of the experimental results.

KEY WORDS: *Salmonella*; proficiency testing; isolation; identification; serotyping

1 引 言

沙门氏菌(*Salmonella*)是一种兼性厌氧胞内寄生菌, 肠杆菌科, 革兰氏阴性菌, 无芽孢无荚膜, 食源性致病菌, 可同时进行垂直传播和水平传播, 在自然界中广泛存在,

达到一定数量会让人与动物染病, 特别是小孩和老人及易感人群^[1,2]。沙门氏菌主要在肠道中大量繁殖, 然后通过血液循环到达全身, 大部分感染沙门氏菌的人症状较轻, 但对儿童及老年患者而言, 可导致全身感染和败血症等多种疾病^[3,4]。

*通讯作者: 沈锐, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品微生物检测。E-mail: 732502948@qq.com

*Corresponding author: SHEN Rui, Master, Engineer, Chongqing Yongchuan Institute for Food and Drug Control Chongqing 402160, China. E-mail: 732502948@qq.com

将沙门氏菌属按照血清学进行分类, 现今共发现 42 个群和 2 千多种血清型, 该分类主要依据菌体、鞭毛和表面(荚膜或包膜抗原)抗原, 国标主要通过多价菌体抗原 O, 多价鞭毛抗原 H 这 2 种进行分型, 国标方法比较耗时耗力^[5,6]。而厂商间生产的沙门氏血清质量存在差异, 可能导致实验人员对目标菌的血清分型错误^[7-9]。通常在进行血清分型时, 疑似菌 H 抗原会出现发育不良的情况, 2 相中只检出 1 相, 这种情况需要进行位相变异试验, 并且用不同品牌的血清对比, 最终得到血清分型结果。

本次实验室间能力比对主要参照 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》^[10,11], 并将全自动荧光酶联免疫检测仪(mini VIDAS)和荧光定量 PCR 技术(BAX[®] System Q7)病原微生物快速检测系统同时进行平行检测, 生化试剂盒和全自动细菌鉴定(VITEK[®]2 COMPACT)对疑似菌进行全面生化鉴定^[12], 总结能力验证沙门氏菌的分离鉴定的经验, 为日常检验提供了参考数据及方法^[10,13]。

2 材料与方法

2.1 样品

编号分别为 CODE140、CODE121 的白色菌球样品, 采用西林瓶真空密封包装, 每个菌球样品有对应编号的奶粉 25 g 作为样品基质。对应编号的菌球和奶粉基质用 0.85% 的生理盐水混合均匀后进行检测。伤寒沙门氏菌(*salmonella typhosa*)标准菌株 CMCC50071, 使用该标准菌株作为阳性对照组, 由中国食品药品检定研究院。

2.2 主要培养基和试剂

缓冲蛋白胨水(buffered peptone water, BPW)、四硫磺酸钠煌绿增菌液(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)、HE 琼脂(hektoen enteric agar, HE)、三糖铁琼脂(triple sugar iron agar, TSI)、脑心浸液肉汤(brain heart infusion broth, BHI)、营养琼脂(nutrient agar, NA)、半固体琼脂(voges-proskauer semisolid agar, VSA)、氨基酸脱羧酶培养基(amino acid decarboxylase medium, ADM)、尿素琼脂(urea agar, UA)、Swarm 琼脂(swarm agar, SA)、沙门氏菌显色培养基、沙门氏菌干制生化鉴定试剂盒、革兰氏染色液试剂盒(北京陆桥技术股份有限责任公司); 沙门氏菌显色培养基(法国科玛嘉公司); VIDAS 沙门氏菌检测试剂条、革兰氏阴性杆菌鉴定卡(GN 卡, 法国生物梅里埃公司); 沙门氏菌快速检测试剂条(杜邦公司); 沙门氏菌属诊断血清 60 种(宁波天润生物药业有限公司); 沙门氏菌属诊断血清 60 种(泰国 S&A reagents Lab 公司)。

2.3 主要仪器

BHC-1300IIA2 二级生物安全柜(苏州安泰空气技术有限公司); SHP-160 生化培养箱(上海鸿都电子科技有限公司); GI80TW 压力蒸汽灭菌器[致微(厦门)仪器有限公司]; miniVIDAS 全自动荧光酶联免疫检测仪、VITEK[®]2 COMPACT 全自动微生物鉴定系统(法国生物梅里埃公司); BAX[®]System Q7 病原微生物快速检测系统(美国杜邦公司)。

2.4 试验与方法

在能力验证作业指导书指导下, 按国家标准 GB 4789.4-2016 进行操作, 并以酶联免疫法和荧光定量 PCR 同时进行, 使用全自动微生物鉴定系统(VITEK[®]2 COMPACT)对可疑菌种进行生化鉴定, 将酶联免疫和荧光定量 PCR 与国标法进行比较^[1-3], 对比优缺点。同法操作阳性对照(伤寒沙门氏菌 CMCC50071)和空白对照。

2.4.1 样品前处理

在二级生物安全柜内无菌开启西林瓶, 西林瓶内的所有内容物与对应编号的奶粉基质全部加入到 225 mL 灭菌 BPW 增菌液中, 充分溶解, 均质。同时接种阳性对照(伤寒沙门氏菌 CMCC50071)于增菌液中作为阳性对照。将接有样品、阳性对照、空白对照的增菌液于 36 °C, 培养 18 h。

2.4.2 二次选择性增菌

将经过增菌的增菌液, 分别取 1 mL 转接于 10 mL 的 TTB 和 10 mL 的 SC 中, TTB 于 42 °C 培养 24 h, SC 于 36 °C 培养 24 h。

2.4.3 划线分离

将二次增菌液, 分别接种于 BS、XLD、HE、北京陆桥沙门氏菌显色培养基、科玛嘉沙门氏菌显色培养基, BS 平板 36 °C 培养 48 h, 其他 36 °C 培养 24 h。

2.4.4 生化试验及鉴定

于选择性平板中挑取沙门氏可疑菌落 2 个以上, 分别在三糖铁琼脂高位斜面穿刺后划线, 然后在赖氨酸脱羧酶试验培养基及对照中接种, 最后在营养琼脂平板划线纯化, 36 °C 培养 24 h。挑取纯菌落制成 0.5 MCF 菌悬液, 用生化鉴定试剂盒鉴定。对可疑菌落进行革兰氏染色后显微观察, 然后用尼龙拭子挑取后加入 3 mL, 0.45% 的 NaCl 悬浮液并混匀, 调整菌液浓度 0.5~0.63 MCF 之间, 使用 GN 卡片对可疑菌进行全面生化鉴定(VITEK[®]2 COMPACT)。

2.4.5 血清学鉴定

对生化鉴定为沙门氏菌的菌落做血清分型鉴定, 通过观察菌体涂片在生理盐水中是否有凝集现象排除菌体的自凝性。然后依次进行菌体抗原 O 和鞭毛抗原 H 的血清凝集性试验, 如鞭毛抗原 H 只做出一相, 用已知 H 相抗原血清在 Swarm 琼脂平板中对沙门氏菌做位相变异试验。最后根据血清学试验, 查沙门氏菌相关菌群, 确定名称。

2.4.6 荧光酶联免疫检测

分别取 TTB 和 SC 增菌液各 5 mL, 水浴煮沸 15 min。各取 0.5 mL 灭活液进行荧光酶联免疫检测。

2.4.7 荧光定量 PCR 技术检测

用裂解液对增菌液进行酶切, 取裂解后的增菌液进行 PCR 扩增及检测, PCR 扩增中不断对荧光响应值进行扫描分析。将样品的荧光响应值与阳性对照和空白对照想对比, 如果样品的荧光响应值与阳性对照具有高度相似性, 就可判断该样品为阳性, 如不具有相似性则为阴性。

3 结果与分析

3.1 选择性平板分离结果

能力验证组织方将阳性样品和阴性样品打乱, 参加实验室有可能收到 0~2 阳性样品或 0~2 阴性样品, 采用电脑随机抽样。样品前处理过程中, 需要将菌球与乳粉混合进行检验, 由于基质乳粉中可能含有抑菌物质或目标菌, 所以参加实验室需要严格按照作业指导书进行操作, 将菌球和乳粉基质对应的编号进行混匀增菌。样品增菌液的生长情况及选择性平板上的菌落特征见表 1。

从表 1 可以看出, 样品 CODE140 和 CODE121 划线分离在选择性培养基 BS、XLD、HE、沙门显色培养基呈现不同的菌落形态, 其中 XLD 和 HE 对革兰氏阳性菌进行了抑制, 对革兰氏阴性菌抑制效果不显著。2 种培养基采用几乎相同的抑制剂, 但是添加的糖类和指示剂有不同, 沙门氏菌发酵糖类呈现黄色或者红色, 其他不发酵糖的杂菌为蓝绿色。BS 和沙门显色为强选择性, 抑制除沙门氏菌属外的几乎所有杂菌^[14,15]。沙门显色培养基灵敏度为 100%, 特异性接近 90%, 其选择性和特异性明显高于其他 3 种培养基, CODE140 在沙门氏显色培养基中为紫红色菌落, 和阳性对照一致。同时也要注意显色培养基对乳糖阳性沙门氏菌可能出现金属蓝色, 例如: 亚利桑那沙门氏菌, 如果检验人员经验不够丰富可能不会分离出这一类特殊的沙门氏菌。将 BS 和沙门显色平板上面的可疑菌进行分离纯化, 在 CODE140 样品平板中选择 4 株可疑菌落, CODE121 分

别从 XLD、BS、HE、沙门显色平板上面的选择 4 株可疑菌落, 将以上 8 株菌落在营养琼脂(NA)平板上分别纯化。

3.2 生化试验

将 2.1 中的 8 株可疑菌落进行生化试剂盒鉴定, CODE140、CODE121 检验结果见表 2。样品 CODE140 中沙门氏菌 VITEK®2 COMPACT 鉴定结果检表 3。将选择性平板中非可疑菌落但是有代表特性的菌落接种于营养琼脂, 36 °C 培养 24 h, 经酶联免疫和荧光定量 PCR 检测均不为沙门氏菌, 上 VITEK®2 COMPACT 鉴定系统鉴定为弗氏柠檬酸杆菌和表皮葡萄球菌, 生化鉴定结果见表 4 和表 5。

3.3 分离菌株血清试验结果

国产和进口 2 种血清做平行实验, 相互验证, 这样可以避免由于血清质量不稳定而产生的实验结果误差。具体血清型鉴定结果见表 6。

经过 2 个厂牌的血清进行分型, 结果一致, 4 株疑似菌均为沙门氏菌, 属于 B 群, 分别为 O4、O5、O12 凝集。Hi、H1 血清凝集, 取 H1 血清在 Swarm 琼脂平板上面进行位相变异, 经过位相变异的菌 H2 凝集, 具体见图 1。可以从图 1 中看到位相变异的菌落和没有经过位相变异的菌落, 接位相变异菌落边缘的菌进行 H2 血清实验, 1 号可以看出已经凝集, 2 号为对照没有凝集。最终确定 H 血清型为 H:i:1,2。根据 O 价血清和 H 价血清最终确定 CODE140 中纯化的 4 株菌株均为鼠伤寒沙门氏菌 (*Salmonella typhimurium*)。

3.4 荧光酶联免疫筛选和荧光定量 PCR 技术检测结果

将经过二次增菌的增菌液各取 0.5 mL 高温灭活, 经酶联免疫筛查; BPW 增菌液酶切裂解后, 进行 PCR 循环, 结果见表 7、图 2。结果显示, CODE140、阳性对照检出沙门氏菌, 与国标方法一致。通过平行比较, 酶联免疫分析技术和荧光定量 PCR 技术优点明显, 快速、简单、灵敏度高, 适合于基质复杂的样品^[16]。

表 1 样品在选择性平板上的菌落特征
Table 1 Colony characteristics of the sample on a selective plate

样品编号	BS	XLD	HE	沙门显色 (北京陆桥)	沙门显色 (法国科玛嘉)
CODE140	菌落黑色, 有金属光泽, 周围培养基变棕黑	粉红色菌落, 黑色中心	蓝色菌落, 黑色中心	紫红色菌落	紫红色菌落
CODE121	黑色菌落	粉红色菌落, 黑色中心	蓝色菌落, 黑色中心	蓝色菌落	蓝色菌落
阳性对照	菌落黑色, 有金属光泽, 周围培养基变棕黑	粉红色菌落, 黑色中心	蓝色菌落, 黑色中心	紫红色菌落	紫红色菌落

表 2 分离菌株生化试验结果
Table 2 Biochemical test results of strain isolated from the samples

样品编号	菌株编号	生化试验											VITEK®2 COMPACT 鉴定结果				
		TSI	赖氨酸	氯化钾	胱基质	尿素	甘露醇	山梨醇	ONPG								
CODE140	1-1	K/A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Salmonella</i> spp.:%Pro.:99%
	1-2	K/A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Salmonella</i> spp.:%Pro.:99%
	1-3	K/A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Salmonella</i> spp.:%Pro.:99%
	1-4	K/A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Salmonella</i> spp.:%Pro.:99%
CODE121	2-1	K, H ₂ S(+), 产气(-)	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Citrobacter freundii</i> %Pro.:98%
	2-2	A, H ₂ S(-), 不产气(-)	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Staphylococcus epidermidis</i> %Pro.:95%
	2-3	A, H ₂ S(-), 不产气(-)	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Staphylococcus epidermidis</i> %Pro.:95%
	2-4	A, H ₂ S(-), 产气(-)	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Citrobacter freundii</i> %Pro.:98%
阳性对照	CMCC50071	K/A, H ₂ S(+), 产气(+)	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Salmonella</i> spp.:%Pro.:99%

注: K 表示产碱, 培养基变红; A 表示产酸, 培养基变黄; + 表示阳性, - 表示阴性; %Pro. 表示鉴定百分率。

表 3 CODE140 中可疑菌纯化后的 VITEK2 鉴定结果(沙门氏菌)
Table 3 VITEK2 results of the purified colony in CODE140(*Salmonella* spp.)

孔号	试验项目	结果	孔号	试验项目	结果	孔号	试验项目	结果	孔号	试验项目	结果	孔号	试验项目	结果
2	APPA	-	3	ADO	-	4	PyrA	-	5	IARL	-	7	dCEL	-
10	H2S	+	11	BNAG	-	12	AGLtp	-	13	dGLU	+	14	GGT	+
17	BGLU	-	18	dMAL	+	19	dMAN	+	20	dMNE	+	21	BXYL	-
23	ProA	-	26	LIP	-	27	PLE	-	29	TyrA	+	31	URE	-
33	SAC	-	34	dTAG	-	35	dTRE	+	36	CIT	+	37	MNT	-
40	ILATk	+	41	AGLU	-	42	SUCT	+	43	NAGA	-	44	AGAL	+
46	GlvA	-	47	ODC	+	48	LDC	+	53	IHISa	-	56	CMT	+
58	O129R	+	59	GGAA	-	61	IMLTa	-	62	ELLM	-	64	ILATa	-

注: + 为阳性; - 为阴性。下同。

表 6 分离菌株血清分型结果
Table 6 Serotype results of strain isolated from the sample

样品编号	报告结果	血清分型结果
CODE140(1-1)	检出沙门氏菌	O:4,5,12 H:i;1,2 血清型: 鼠伤寒沙门氏菌
CODE140(1-2)	检出沙门氏菌	O: 4,5,12 H:i;1,2 血清型: 鼠伤寒沙门氏菌
CODE140(1-3)	检出沙门氏菌	O: 4,5,12 H:i;1,2 血清型: 鼠伤寒沙门氏菌
CODE140(1-4)	检出沙门氏菌	O: 4,5,12 H:i;1,2 血清型: 鼠伤寒沙门氏菌

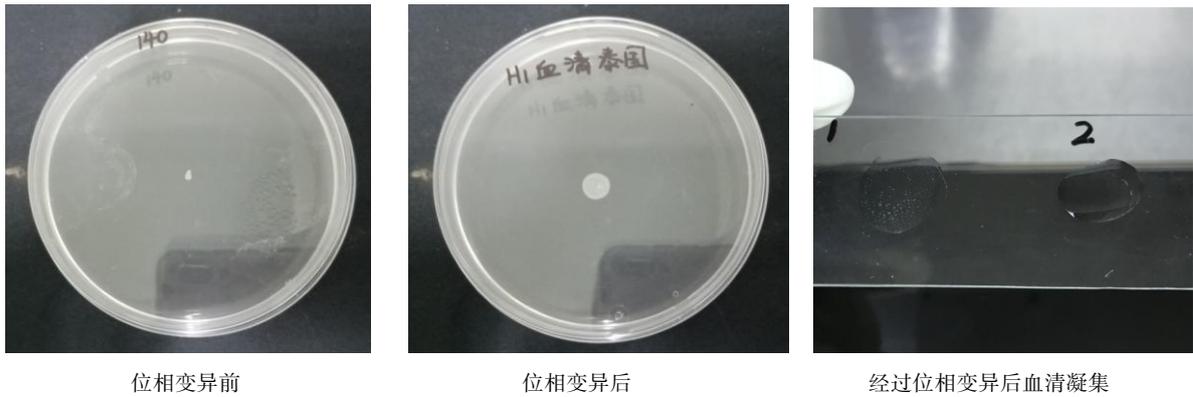
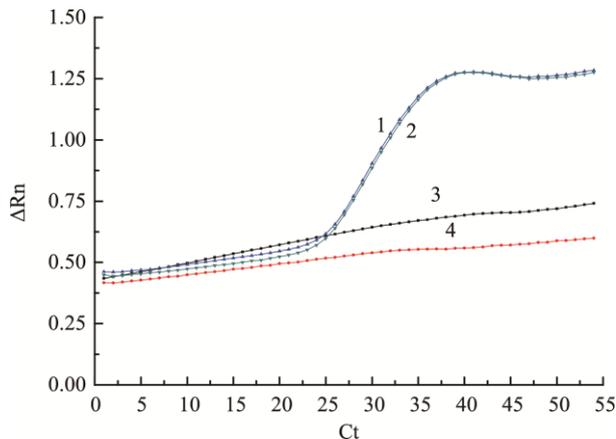


图 1 位相变异图
Fig.1 Phase induction

表 7 miniVIDAS 快速筛选及 BAX@System Q7 快速检测结果
Table 7 Rapid screening results of miniVIDAS and BAX@System Q7

样品编号	MiniVIDAS		BAX@System Q7
	TTB	SC	BPW
CODE140	阳性	阳性	阳性
CODE121	阴性	阴性	阴性
阳性对照	阳性	阳性	阳性
空白对照	阴性	阴性	阴性



1: CODE140; 2: 阳性对照; 3: CODE121; 4: 阴性对照

图 2 PCR 扩增曲线图
Fig.2 PCR amplification curve

4 结 论

组织方汇总报告公布, 本次能力验证中阳性样品包含的背景细菌为: 表皮葡萄球菌、弗氏柠檬酸杆菌等 9 种干扰菌。阳性样本编号 CODE140 国标检测中通过在沙门显色平板, BS 平板中分离疑似菌落, 纯化后成功找到目标菌。由于阳性样本背景菌较为复杂, 竞争生长, 没有对背景干扰菌进行分离。阴性样本编号 CODE121 成功分离出弗氏柠檬酸杆菌和表皮葡萄球菌, XLD、HE 对革兰氏阳性菌的抑制作用不明显, 在这 2 种选择性平板中均分离出干扰菌表皮葡萄球菌, 英诺克李斯特氏菌被抑制没有生长或微弱生长。BS 和沙门显色平板对革兰氏阴性菌抑制作用不明显, 最终试验分离出弗氏柠檬酸杆菌未分离出泛菌, 但是对革兰氏阳性菌抑制作用明显^[16,17]。

本次试验采用的酶联免疫分析技术和荧光定量 PCR 技术与国际方法结果一致, 在血清学分型中传统的血清凝集试验对血清质量要求较高, 而且部分 H 抗原需要做位相变异试验, 虽然准确率较高, 但是花费时间精力较多, 试验过程繁琐。目前部分实验室已经采用全自动微生物基因指纹鉴定系统(RiboPrinter)、细菌多位点序列分型、脉冲场凝胶电泳、基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱等方法, 这些新技术有效的填补了试验方法的局限性, 更少的依赖于客观条件。随着分子生物学在检验检测中的大量运用, 食源性细菌鉴定分型有越来越细化的趋势, 多种方法特别

是免疫学和分子生物学的加入,使多种方法交互验证,结果准确可靠^[18]。

参考文献

- [1] 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): 1929-1935.
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): 1929-1935.
- [2] 高晗,何娟,严礼,等. 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, et al. Capability verification of three detection methods of *Salmonella* [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(2): 510-515.
- [3] 罗丽珠,陈婉娃,许小妹. 能力验证中沙门氏菌的分离鉴定与血清分型[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(5): 1117-1121.
Luo LZ, Chen WW, Xu XM. Isolation and identification of *Salmonella* and serotype in proficiency testing [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(5): 1117-1121.
- [4] 张红莉,欧露真. 能力验证试验中沙门氏菌的分离与鉴定[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(12): 4996-4999.
Zhang HL, Ou LZ. Isolation and identification of *Salmonella* in proficiency testing [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(12): 4996-4999.
- [5] 李正田,豆腾飞,李琦华,等. 中草药复方防治雏鸡沙门氏菌病的研究[J]. 中国畜牧兽医, 2020, 47(3): 911-921.
Li ZT, Dou TF, Li QH, et al. The prevention and treatment of a chinese herbal medicine compound for salmonellosis in chickens [J]. Chin Anim Husb Vet Med, 2020, 47(3): 911-921.
- [6] GB 29921-2013 食品安全国家标准 食品中致病菌限量[S].
GB 29921-2013 National food safety standard-Limit of pathogenic bacteria in food [S].
- [7] 杨凌君,叶玲,赵奕敏,等. 沙门氏菌的特征及检测方法研究进展[J]. 中国饲料, 2019, 17(9): 93-97.
Yang LJ, Ye L, Zhao YM, et al. Feature of *Salmonella* and its research progress in detection [J]. Chin Feed, 2019, 17(9): 93-97.
- [8] 章海通,邢家溧,傅晓,等. 食品能力验证中沙门氏菌的分离鉴定和分型[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(20): 166-171.
Zhang HT, Xing JL, Fu X, et al. Isolation and identification of *Salmonella* in the proficiency testing [J]. Food Res Dev, 2018, 39(20): 166-171.
- [9] 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.
- [10] 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].
- [11] CNAS-RL 02 能力验证规划[S].
CNAS-RL 02 Rules for proficiency testing [S].
- [12] 张艳超,史永刚,卫佳欢,等. 3种方法检测食品中沙门菌能力验证结果分析[J]. 检验检疫学刊, 2016, 26(3): 14-17.
Zhang YC, Shi YG, Wei JH, et al. Analysis on the results of the proficiency testing on the three methods detecting *Salmonella* in foods [J]. J Insp Quar, 2016, 26(3): 14-17.
- [13] 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.
- [14] 陈雨欣,苏粉良,鞠慧萍,等. 食品能力验证中沙门氏菌的分离鉴定与血清分型[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(7): 2937-2941.
Chen YX, Su FL, Ju HP, et al. Isolation and identification of *Salmonella* and serotype in food ability verification [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(7): 2937-2941.
- [15] 白雯静,王月玲,田妮娜,等. 巧克力中沙门氏菌检验能力验证研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 18(10): 6109-6113.
Bai WJ, Wang YL, Tian NN, et al. Research on proficiency testing for the detection of *Salmonella* in chocolate [J]. J Food Saf Qual, 2019, 18(10): 6109-6113.
- [16] 柯璐. 含鸡肉基质的肠炎沙门氏菌及其核酸标准物质的研制[D]. 福州: 福建农林大学, 2013.
Ke L. Study on the reference materials of preparation about *Salmonella* enteritidis in chicken and nucleic acid [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry university, 2013.
- [17] 王迪轩,高东阳,张天资,等. 华中地区鸡源沙门氏菌分离鉴定及耐药性分析[J]. 中国畜牧兽医, 2019, 46(3): 931-939.
Wang DX, Gao DY, Zhang TZ, et al. Isolation, identification and drug resistance analysis of avian *Salmonella* in central China [J]. Chin Anim Husb Vet Med, 2019, 46(3): 931-939.
- [18] 饶名祯,顾晨荣,李云霞,等. MALDI-TOF MS 技术在食品微生物领域的应用研究[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2015, 44(6): 681-686.
Rao MZ, Gu CR, Li YX, et al. The application of MALDI-TOF MS in food microorganisms research [J]. J Shanghai Norm Univ(Nat Sci), 2015, 44(6): 681-686.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



沈锐, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品微生物检测。

E-mail: 732502948@qq.com