

# 多种不同方法对微生物能力验证样品测试结果的比较及分析

赵丽\*, 申玉金, 胡宝翠, 刘建洋  
(山东标准检测技术有限公司, 济南 250100)

**摘要:** **目的** 在检测实验室能力验证样品时, 通过多种方法进行比较, 提高检测能力和结果准确性。**方法** 菌落总数依据国标方法, 在相同条件下由不同操作人员重复测定共10次, 通过测量结果的不确定度的评定确定置信区间。大肠菌群通过3种方法计数, 用大肠杆菌/大肠菌群测试片对大肠埃希氏菌进行快速定性判定。金黄色葡萄球菌通过不同培养基、涂布量、接种方法的7种不同组合方法进行检测。**结果** 本次能力验证结果报告菌落总数结果为23000 CFU/mL、大肠菌群结果为10000 CFU/mL、金黄色葡萄球菌结果为12000 CFU/mL、大肠埃希氏菌检出。4项测试结果均为满意。**结论** 通过多种方法同步进行, 能有效提高检测能力和结果准确性。

**关键词:** 能力验证; 菌落总数; 大肠菌群; 金黄色葡萄球菌; 大肠埃希氏菌

## Comparison and analysis of microbial proficiency test results by different methods

ZHAO Li\*, SHEN Yu-Jin, HU Bao-Cui, LIU Jian-Yang

(Shandong Standard Inspection Technology Co., Ltd., Jinan 250100, China)

**ABSTRACT: Objective** To improve the test ability and accuracy of the results through a variety of methods to compare, while the test of laboratory ability to verify the samples. **Methods** Based on national standards, the test of the total number of colonies was repeated ten times by different operators under the same conditions, and the confidence interval was determined by the evaluation of the uncertainty of the measurement results. *Escherichia coli*/coliform test tablets were used to quickly determine the coliform bacteria by counting the coliform bacteria in three ways. *Staphylococcus aureus* was detected by seven different combinations of different media, coating amount and inoculation methods. **Results** The proficiency test results were reported as colony count 23000 CFU/mL, coliform 10000 CFU/mL, *Staphylococcus aureus* 12000 CFU/mL, and *E. coli* was detected. The results of four tests were satisfied. **Conclusion** The detection ability and the accuracy of the results can be improved effectively by means of multiple synchronous methods.

**KEY WORDS:** proficiency test; total number of colonies; coliforms; *Staphylococcus aureus*; *Escherichia coli*

\*通信作者: 赵丽, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品微生物检验。E-mail: sst\_zl@163.com

\*Corresponding author: ZHAO Li, Master, Engineer, Shandong Standard Inspection Technology Co., Ltd. Jinan 250100, China. E-mail: sst\_zl@163.com

## 0 引言

菌落总数和大肠菌群都是指示菌, 用来判定食品被污染程度及卫生质量, 在一定程度上标志着食品卫生质量的优劣。金黄色葡萄球菌是化脓性炎症感染中主要的食源性致病微生物<sup>[1]</sup>。金黄色葡萄球菌肠毒素是个世界性卫生问题, 在美国, 由金黄色葡萄球菌肠毒素引起的食物中毒占整个细菌性食物中毒的 33%<sup>[2-4]</sup>, 加拿大更多, 占 45%, 我国每年发生的此类中毒事件也非常多。近年来研究表明金黄色葡萄球菌的耐药率呈上升趋势<sup>[5]</sup>。金黄色葡萄球菌引起的葡萄球菌性乳腺炎为乳品行业造成严重经济损失, 且经过 30 年的研究仍没有一种有效的疫苗投入市场<sup>[6]</sup>。

能力验证是一种重要的利用实验室间比对的质控手段, 定期参加能力验证, 能有效提高实验室技术操作能力和分析鉴定能力, 找出差距并加以改进, 从而提高实验室检测能力。为提高食品微生物检测能力, 增强实验室竞争力, 本实验室报名参加了 ACAS-PT890(2020)中日联合微生物检测技能考核(2020 年第 1 回合)能力验证。复原后等同于 60 mL 的食品样品, 共进行菌落总数、金黄色葡萄球菌(定量)、大肠菌群(定量)、大肠埃希氏菌(定性)4 个项目的检测。本研究通过比较不同的检测方法以及数据分析过程, 为实验室参加能力验证提供参考依据, 具有重要的现实意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品

ACAS-PT890 (2020)中日联合微生物检测技能考核第一回合, 样品为冻干粉, 编号为 20-H822, 来自中国检验检疫科学研究院测试评价中心。

### 1.2 培养基及试剂

平板计数琼脂(platecount agar, PCA)、结晶紫中性红胆盐琼脂(violetred bile agar, VRBA)、煌绿乳糖胆盐肉汤(brilliantgreen lactose bile broth, BGLB)、Baird-Parker 琼脂(Baird-Parker agar)、伊红美蓝琼脂(eosin-methylene blue agar, EMB)、月桂基硫酸盐胰蛋白胨肉汤(laurylsulfate tryptosebroth, LST)、EC 肉汤(*E. coli* broth)、脑心浸出液肉汤(brain heart infusion broth, BHI)、大肠埃希氏菌干制生化鉴定试剂盒 IMViC 生化实验[I: 吲哚(indol)实验, M: 甲基红(methyl red)实验, V: 乙二酰(PVoges-Proskauer)实验, C: 枸橼酸盐利用(citrate utilization)实验]、金黄色葡萄球菌测试片、大肠杆菌/大肠菌群测试片(北京陆桥技术股份有限公司); 金黄色葡萄球菌显色培养基(法国科玛嘉微生物技术有限公司); 0.85%无菌生理盐水(实验室自制)。

### 1.3 实验仪器

HR40-IIA2 生物安全柜(洁净等级: 100 级, 青岛海尔

股份有限公司); SPX-250BSH-II 生化培养箱(控温范围: 0~60 °C, 上海新苗医疗器械制造有限公司); LDZX-50KBS 立式压力蒸汽灭菌器(灭菌温度设定范围: 50~126 °C, 上海申安医疗器械厂); HBM-400B 样品匀质机(可变速度: 6~9 次/s, 天津市恒奥科技发展有限公司)。

## 1.4 实验方法

### 1.4.1 样品处理

收到样品后立即保存于 2~8 °C 冰箱, 实验前从冰箱中取出, 到达室温后再开启。无菌操作, 开启后立即进行再水化, 样品共有 60 mL 生理盐水再水化。具体步骤: 样品开启后, 立即加入 20 mL 生理盐水, 待溶解后, 吸出放入无菌瓶中, 再用余下的生理盐水清洗西林瓶内壁, 回收清洗液放入上述无菌瓶中, 此溶液即是待测样品原液。再取 25 mL 样品原液于 225 mL 生理盐水中制成 1:10 样品匀液, 进行检验。

### 1.4.2 方法

#### (1) 菌落总数

取 1 mL 1:10 样品匀液加入到 9 mL 生理盐水中, 振荡试管制成 1:100 的样品匀液, 按上述操作程序制备 10 倍系列稀释样品匀液。选择  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$  4 个稀释度, 计数按照 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》<sup>[7]</sup>进行。

#### (2) 大肠菌群

10 倍系列稀释样品匀液, 选择  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$  4 个稀释度分别按照 GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》<sup>[8]</sup>第一法[大肠菌群最可能数(Most probable number, MPN)计数法]、第二法(大肠菌群平板计数法)进行计数和确认。同时用大肠杆菌/大肠菌群测试片法进行计数, 每片接种量为 1 mL, (36±1) °C 培养 24 h。大肠杆菌为靛蓝或蓝紫色菌落, 其他大肠菌群为蓝绿色菌落。

#### (3) 金黄色葡萄球菌

10 倍系列稀释, 选择  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$  4 个稀释度采用不同培养基、涂布量、接种方法(涂布或混匀倾注)的 7 个组合进行检测。典型菌落按照 GB 4789.10—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》<sup>[9]</sup>第一法通过镜检、血浆凝固酶实验进行确认, 计算阳性比例。7 种方法比较结果见表 1。

## 2 结果与分析

### 2.1 菌落总数检测结果与分析

能力验证样品具有很高的均匀性和稳定性, 不确定度主要来源于重复性测定<sup>[10-11]</sup>引入的 A 类不确定度。在相同条件下由不同操作人员重复测定共 10 次, 检验结果取对数后计算不确定度, 检验结果及中间计算过程见表 2。

表 1 不同培养基、涂布量、接种方法的 7 个组合方法比较

Table 1 Comparison of seven detection methods of different media, different coating weight and different inoculation method

方法	接种量/(mL/皿)	培养条件	典型菌落形态
Baird-Parker 平板涂布计数法	0.3、0.3、0.4	(36±1)°C培养(48±2)h	黑色或灰黑色
Baird-Parker 平板涂布计数法	0.2、0.2、0.2、0.2、0.2	(36±1)°C培养(48±2)h	黑色或灰黑色
金黄色葡萄球菌显色培养基平板涂布计数法	0.3、0.3、0.4	(36±1)°C培养 18~24h	紫红色、红色、粉红色
金黄色葡萄球菌显色培养基平板涂布计数法	0.2、0.2、0.2、0.2、0.2	(36±1)°C培养 18~24h	紫红色、红色、粉红色
Baird-Parker 培养基倾注法	1	(36±1)°C培养(48±2)h	黑色或灰黑色
金黄色葡萄球菌显色培养基倾注法	1	(36±1)°C培养 18~24h	紫红色、红色、粉红色
快速测试片检测法	1	(36±1)°C培养 24~30h	黑色, 周围有蓝绿色晕圈

表 2 菌落总数检测结果及中间计算过程

Table 2 Results of colony count test and intermediate calculation process

检测次数	稀释度								检验结果 Xi	取对数 lgXi	残差平方 (lgXi - lgX̄)²
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>							
1	N	N	236	226	28	21	2	4	23000	4.362	0.00000
2	N	N	252	238	24	24	2	3	25000	4.398	0.00123
3	N	N	226	232	30	33	2	0	24000	4.380	0.00030
4	N	N	231	235	22	20	3	1	23000	4.362	0.00000
5	N	N	201	243	19	23	1	4	22000	4.342	0.00042
6	N	N	220	263	26	18	2	1	24000	4.380	0.00030
7	N	N	247	228	24	31	2	1	24000	4.380	0.00030
8	N	N	225	225	21	20	1	6	23000	4.362	0.00000
9	N	N	212	195	24	24	2	0	20000	4.301	0.00383
10	N	N	231	228	29	25	3	1	23000	4.362	0.00000
总计											0.00638

注: N: 多不可计。

$$\text{标准差 } S_p(\lg X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lg X_i - \overline{\lg X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.00638}{10-1}} = 0.02662;$$

$$\text{合成相对标准不确定度 } u_{c}(\lg X) = \frac{S_p(\lg X)}{\sqrt{n}} = 0.008420;$$

$$\text{扩展不确定度 } U = k \times u_c(\lg X)。$$

取置信水平为 95%, 包含因子  $k=2$ , 扩展不确定度  $U$  即为  $0.008420 \times 2 = 0.01684$ 。

本次能力验证菌落总数结果对数值的平均值为 4.363 (lg), 取值区间为  $4.363 \pm 0.01684$  (lg), 即为 4.3462~4.380 (lg), 取其反对数菌落总数为 22190~23979 CFU/mL。故本次能力验证菌落总数报告范围为  $2.2 \times 10^4 \sim 2.4 \times 10^4$  CFU/mL。

## 2.2 大肠菌群检测结果与分析

本实验室同时报名了大肠菌群定量检测和大肠埃希氏菌的定性检测。大肠杆菌/大肠菌群测试片能测定大肠菌群的数量又能明显地区分大肠埃希氏菌和其他大肠菌群,

故本实验室同时使用大肠杆菌/大肠菌群测试片法进行检测。对 VRBA 平板上的典型和可疑菌落进行验证, 得到阳性比例为 100%。检测结果见表 3。

由表 3 可以看出 3 种检测方法虽然培养基与方法不同, 所得检测数值比较接近。且大肠菌群 VRBA 平板计数法和大肠杆菌/大肠菌群测试片法结果在大肠菌群 MPN 计数法 95%可信限范围内。

同时从 LST 阳性管中转接到 EC 肉汤管中进行复发酵实验, 按照 GB 4789.38—2012《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠埃希氏菌计数》<sup>[12]</sup>第一法进行 EMB 平板划线和 IMViC 生化实验进行确证。结果显示大肠埃希氏菌检出, 这与大肠杆菌/大肠菌群测试片法结果一致, 与国标方法相比更快速直观。

## 2.3 金黄色葡萄球菌检测结果与分析

按照 7 种检测方法分别进行检测, 每个方法分别由 4 名检测员进行操作, 结果取 4 个检测结果平均值。本实验挑取可疑菌落进行确证, 得阳性比例为 100%。检测结果见表 4。

表 3 3 种方法检测大肠菌群结果比较  
Table 3 Comparison of results of coliform group detected by three methods

方法	检测次数	稀释度					结果(平均值)	菌落形态				
		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>						
大肠菌群 MPN 计数法	1	3	3	3	2	0	9300 MPN/mL	阳性管为初发酵和复发酵试验均产气				
	2	3	3	3	2	0						
	3	3	3	3	2	0						
大肠菌群 VRBA 平板计数法	1	N	N	100	109	9	13	1	0	/	10000 CFU/mL	紫红色菌落、周围有红色胆盐沉淀环
	2	N	N	93	102	6	9	2	0	/		
	3	N	N	98	104	7	12	0	0	/		
大肠杆菌/大肠菌群测试片法	1	N	N	91	95	9	9	1	0	/	9600 CFU/mL	大部分为蓝绿色菌落, 极少数为靛蓝色菌落
	2	N	N	99	93	7	11	2	1	/		
	3	N	N	98	102	5	10	4	1	/		

注: N: 多不可计。

表 4 7 种检测方法的检测结果  
Table 4 Test results of seven detection methods

方法	接种量/(mL/皿)	检测员	稀释度				结果/(CFU/mL)
			10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	
Baird-Parker 平板计数法	0.3、0.3、0.4	1	N	118	15	0	12000
		2	N	115	20	0	
		3	N	118	20	0	
		4	N	117	9	0	
Baird-Parker 平板计数法	0.2、0.2、0.2、0.2、0.2	1	N	123	12	0	13000
		2	N	146	7	0	
		3	N	120	15	0	
		4	N	135	8	0	
显色培养基平板计数法	0.3、0.3、0.4	1	N	83	6	0	8800
		2	N	89	7	0	
		3	N	90	7	0	
		4	N	91	8	4	
显色培养基平板计数法	0.2、0.2、0.2、0.2、0.2	1	N	110	12	0	10000
		2	N	93	10	0	
		3	N	95	16	0	
		4	N	102	12	0	
Baird-Parker 培养基倾注法	1	1	N	119	9	1	12000
		2	N	120	10	2	
		3	N	121	9	2	
		4	N	129	13	1	
金黄色葡萄球菌显色培养基倾注法	1	1	N	93	15	2	11000
		2	N	99	9	1	
		3	N	121	9	3	
		4	N	109	14	0	
快速测试片检测法	1	1	N	87	5	0	8600
		2	N	80	11	3	
		3	N	85	4	1	
		4	N	90	5	1	

注: N: 多不可计。

由表 4 可以看出 Baird-Parker 平板涂布法和倾注法结果均高于金黄色葡萄球菌显色平板和金黄色葡萄球菌测试片, Baird-Parker 琼脂中添加卵黄, 营养较为丰富。而金黄色葡萄球菌显色培养基和金黄色葡萄球菌测试片中未含有卵黄且含有抑制其他菌生长的物质<sup>[13]</sup>, 故检出率较小。

比较 2 种不同接种量的定量比对结果, 接种量为 0.3、0.3、0.4 mL 在 Baird-Parker 平板和金黄色显色平板结果分别为 12000 CFU/mL、8800 CFU/mL, 接种量为 0.2、0.2、0.2、0.2、0.2 mL 在 Baird-Parker 平板和金黄色显色平板结果分别为 13000 CFU/mL、10000 CFU/mL。接种量 0.3、0.3、0.4 mL 结果低于接种量为 0.2、0.2、0.2、0.2、0.2 mL。可见减小每皿的涂布量, 减小菌落重叠, 增大检出率。

倾注法相比于涂布法无明显差异, 金黄色葡萄球菌营养要求不高, 在普通培养基上生长良好, 需氧或兼性厌氧。倾注法操作相对简单, 免去了 Baird-Parker 平板表面水分干燥和涂布等步骤, 在做能力验证样品时作为对比方法, 可有效提高结果的准确性。

纸片法结果为 8600 CFU/mL 低于其他方法, 由于采用的培养基成分不同、纸片面积和操作方法不同造成结果有差异。纸片法是取 1 mL 加入到纸片上, 且纸片面积较平板小很多, 容易造成重叠。检验过程需采用多个稀释度防止漏检, 确保在可计数范围内。

由表 4 可见 7 种方法结果无明显差异, 考虑到本次为能力验证样品, 所以金黄色葡萄球菌报告结果为国标法即 Baird-Parker 平板计数法加样量为 0.3、0.3、0.4 mL, 即为 12000 CFU/mL。

## 2.4 能力验证结果

该次能力验证有 97 个实验室参加, 其中菌落总数、大肠菌群、金黄色葡萄球菌、大肠埃希氏菌检测满意率分别为 92.0%、90.5%、95.1%、96.3%, 本实验室 4 个项目均取得满意结果。本次能力验证结果及评价见表 5。

表 5 能力验证结果及评价  
Table 5 Proficiency test results and evaluation

项目	菌落总数	大肠菌群	金黄色葡萄球菌	大肠埃希氏菌
测定值/ (CFU/mL)	23000	10000	12000	检出
对数/ (log <sub>10</sub> CFU/mL)	4.362	4.000	4.079	/
Z 值	-0.5	1.2	-0.3	指定值: 阳性
判定	满意	满意	满意	满意

## 3 讨论

参加能力验证时收到样品后应立即冷藏保存, 如果冷冻保存, 将导致菌数降低; 样品检验时, 等待样品达到室温再进行水化, 否则因为温度迅速升高导致细胞破裂, 影响目标菌检验结果; 充分水化, 水化过程是影响最后结果的关键步骤, 水化不彻底或不均匀会直接影响实验结果; 多次加水反复清洗后进行充分振荡, 避免样品不均匀或细胞没有充分分散; 水化后立即进行检验, 放置时间过长会导致菌体死亡, 造成结果偏低<sup>[14]</sup>; 同时还需加强人员培训, 提高人员素质及加样准确度; 加强质控, 尤其是培养基和试剂的质控。

本次能力验证菌落总数采用 PCA 直接倾注法, 为了防止添加一些快速生长导致菌落蔓延的需氧菌, 待琼脂凝固后再在上面覆盖一层约 5 mL 左右的琼脂, 提高检测结果的准确性。实验中也可通过添加 2,3,5-氯化三苯基四氮唑(triphenyltetrazolium chloride, TTC)使菌落显现红色, 易于识别计数, 同时可部分抑制菌落蔓延。也可用陶瓦盖代替平皿盖去除培养基表面水分, 防止细菌移动蔓延<sup>[15]</sup>。

大肠菌群结果偏高, 分析可能是实验中添加了一些杂菌, 在 VRBA 平板上菌落形态与大肠菌群相似为紫红色菌落, 且在做确证实验时未被挑取, 导致阳性率偏高, 结果偏高。可通过增加挑取可疑菌数, 增强结果准确性。而快速检测纸片法, 利用预配置的基质琼脂于纸片或胶片上, 省去了配制培养基和灭菌过程, 抗干扰能力强, 具有较高的灵敏性、特异性和选择性, 利用不同的显色酶使不同类型微生物显现不同的状态, 可以快速判断微生物类型, 结果更接近于中值。

用于金黄色葡萄球菌计数的 Baird-Parker 平板提前放在 25~50 °C 的培养箱中干燥, 直到表面水珠消失。涂布时要充分用 L 涂布棒涂匀, 不要触及平板边缘, 由于表面张力大不利于细菌在边缘缝隙生长, 影响观察计数。涂布后正置培养 1 h 再倒置。进行确证实验时 BHI 培养不超过 24 h, 防止菌龄老化造成凝固酶活性降低出现假阴性, 同时做阳性对照阴性对照和空白对照。

在能力验证中采用多种方法同步进行能力验证样品检测, 可以使实验室更有把握地报出结果, 提高了测试结果的准确性。本次验证中为一个样品共 60 mL 同时检测 4 个项目, 且含有不同种类的干扰杂菌, 增加了一定难度。通过参加中日联合微生物检测技能考核能力验证活动, 提高检测人员检测技能, 确保实验室检验质量, 是本实验室检验能力的最好证明。

## 参考文献

- [1] FETSCH A, JOHLER S. *Staphylococcus aureus* as a foodborne pathogen [J]. *Curr Clin Microbiol Rep*, 2018, 5(2): 88-96.
- [2] 杨金玉, 杨焕蝶, 陈相艳, 等. 食品检测用 4 种病原菌基因组试剂盒

- 提取方法的比较与优化[J]. 中国食品学报, 2020, 20(4): 246–253.
- YANG JY, YANG HD, CHEN XY, *et al.* Comparison and optimization of extraction methods of 4 pathogenic bacteria gene composition kits for food detection [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2020, 20(4): 246–253.
- [3] 陶明, 王媛, 郭琦, 等. 5种检测化妆品中金黄色葡萄球菌方法的比较[J]. 广东药科大学学报, 2019, 35(5): 679–683.
- TAO M, WANG Y, GUO Q, *et al.* Comparison of five methods for detection of *Staphylococcus aureus* in cosmetics [J]. J Guangdong Pharm Univ, 2019, 35(5): 679–683.
- [4] 董菁, 胡孔兴, 刘丽, 等. 餐饮中金黄色葡萄球菌的快速检测方法[J]. 安徽工程大学学报, 2018, 33(5): 14–18.
- DONG J, HU KX, LIU L, *et al.* Rapid detection of *Staphylococcus aureus* in food and beverage [J]. J Anhui Polytech Univ, 2018, 33(5): 14–18.
- [5] 赵磊. 2015年—2017年金黄色葡萄球菌的临床分布及耐药性分析[J]. 中国医药指南, 2020, 18(1): 77–78.
- ZHAO L. Clinical distribution and drug resistance analysis of *Staphylococcus aureus* from 2015 to 2017 [J]. Guide China Med, 2020, 18(1): 77–78.
- [6] 徐金强, 王俊书, 金红岩, 等. 家畜相关的金黄色葡萄球菌研究进展[J]. 中国饲料, 2019, (24): 19–22.
- XU JQ, WANG JS, JIN HY, *et al.* Advances in the study of *Staphylococcus aureus* related to livestock [J]. China Feed, 2019, (24): 19–22.
- [7] GB 4789.2—2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
- GB 4789.2—2016 National food safety standard-Food microbiological examination: Aerobic plate count [S].
- [8] GB 4789.3—2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数[S].
- GB 4789.3—2016 National food safety standard-Food microbiological examination: Enumeration of coliforms [S].
- [9] GB 4789.10—2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验[S].
- GB 4789.10—2016 National food safety standard-Food microbiological examination: *Staphylococcus aureus* [S].
- [10] 王俊, 滕钰, 周映佑. 能力验证中金黄色葡萄球菌定量检测测量不确定度评定[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(7): 165–168.
- WANG J, TENG Y, ZHOU YY. Uncertainty measurement of determination of *Staphylococcus aureus* by capability test [J]. Food Res Dev, 2018, 39(7): 165–168.
- [11] 杨玲玲, 李海芳. 食品菌落总数测定盲样考核结果不确定度的评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(14): 3780–3783.
- YANG LL, LI HF. Uncertainty evaluation of determination of aerobic plate count in food by blindness examination [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(14): 3780–3783.
- [12] GB 4789.38—2012 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠埃希氏菌计数[S].
- GB 4789.38—2012 National food safety standard-Food microbiological examination-Enumeration of *Escherichia coli* [S].
- [13] 范田丽, 付晓静, 吴海江. 金黄色葡萄球菌定量检测能力验证结果与分析[J]. 现代食品, 2020, (3): 196–198, 222.
- FAN TL, FU XJ, WU HJ. Proficiency testing results and analysis of quantitative detection of *Staphylococcus aureus* [J]. Mod Food, 2020, (3): 196–198, 222.
- [14] 甄珍. 微生物能力验证实验结果分析[J]. 黑龙江农业科学, 2011, (6): 86–89.
- ZHEN Z. Microb ability test results and analysis [J]. Heilongjiang Agric Sci, 2011, (6): 86–89.
- [15] 肖剑, 李慧琴, 陈楷, 等. 食品微生物能力验证样品菌落总数检验方法[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(10): 3343–3348.
- XIAO J, LI HQ, CHEN K, *et al.* Detection methods of aerobic plate count on food microbiological proficiency testing [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(10): 3343–3348.

(责任编辑: 张晓寒)

## 作者简介



赵丽, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品微生物检验。

E-mail: sst\_zl@163.com