

# 食品中金黄色葡萄球菌测量不确定度评定

游元丁<sup>1,2</sup>, 赵阳<sup>1,2</sup>, 林雪丹<sup>1,2</sup>, 徐孟怀<sup>1,2</sup>, 冉茂乾<sup>1,2</sup>, 李跃红<sup>1,2</sup>, 焦彦朝<sup>2,3\*</sup>

[1. 六盘水市口岸服务中心, 六盘水 553000; 2. 国家果蔬检测重点实验室(六盘水), 六盘水 553000;  
3. 贵阳海关综合技术中心, 贵阳 550081]

**摘要:** **目的** 建立食品中金黄色葡萄球菌测量不确定度的评定方法案列, 为食品微生物定量检测提供科学理论指导。**方法** 依据 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》第二法和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》, 以人工污染金黄色葡萄球菌的奶粉样品为例, 分析样品制备、稀释过程、加样过程及重复性检测引入的不确定度, 构建数学模型评定不确定度。**结果** 样品中金黄色葡萄球菌检测结果的扩展不确定度  $U=0.490(k=2)$ 。**结论** 金黄色葡萄球菌测定过程中的不确定度主要由单次检测引入的不确定度和重复测量的不确定度组成, 样品重复性检测引入的不确定度贡献最大。

**关键词:** 金黄色葡萄球菌; 测量不确定度; 食品安全

## Evaluation of uncertainty in measurement of *Staphylococcus aureus* in food

YOU Yuan-Ding<sup>1,2</sup>, ZHAO Yang<sup>1,2</sup>, LIN Xue-Dan<sup>1,2</sup>, XU Meng-Huai<sup>1,2</sup>, RAN Mao-Qian<sup>1,2</sup>,  
LI Yue-Hong<sup>1,2</sup>, JIAO Yan-Chao<sup>2,3\*</sup>

(1. Liupanshui Port Service Center, Liupanshui 553000, China; 2. State Key Inspection Laboratory of Fruit and Vegetable Products, Liupanshui 553000, China; 3. Comprehensive Technology Center of Guiyang Customs District, Guiyang 550081, China)

**ABSTRACT: Objective** To establish a measurement method for evaluating the uncertainty of *Staphylococcus aureus* in food, providing a scientific theoretical guidance for quantitative detection of microorganisms for food. **Methods** Based on the second method of GB 4789.10—2016 *National food safety standard-Food microbiological examination-Staphylococcus aureus test* and JJF 1059.1—2012 *Evaluation and representation of uncertainty measurement*, taking a milk powder sample artificially contaminated with *Staphylococcus aureus* as an example, the uncertainties introduced in sample preparation, dilution process, sample addition process and repeatability test were analyzed, and a mathematical model was constructed to evaluate the uncertainty. **Results** The expanded uncertainty of detection results of *Staphylococcus aureus* in samples was  $U=0.490 (k=2)$ . **Conclusion** The uncertainty in the determination of *Staphylococcus aureus* is mainly composed of the uncertainty introduced by a single test and the uncertainty of repeated measurements, and the uncertainty introduced by the repeatability of the sample test contributed the most.

**KEY WORDS:** *Staphylococcus aureus*; measurement uncertainty; food safety

基金项目: 海关总署科研计划项目(2018IK053)、贵州省科技计划项目(黔科合 NY 字[2012]3005 号)

Fund: Supported by the Scientific Research Project of the General Administration of Customs (2018IK053), and Guizhou Science and Technology Plan Projects (Qiankehe NY No. [2012] 3005)

\*通信作者: 焦彦朝, 研究员, 主要研究方向为食品农产品质量安全检测。E-mail: 1637226996@qq.com

\*Corresponding author: JIAO Yan-Chao, Professor, Guiyang Customs Comprehensive Technology Center, Guiyang 550001, China. E-mail: 1637226996@qq.com

## 0 引言

金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)是食源性致病菌之一,排列成葡萄状,无芽孢和荚膜<sup>[1]</sup>,分布广泛,空气、土壤、动物及健康人群等均可存在,食品从生产到餐桌过程中均可能受到污染。金黄色葡萄球菌产生多种外毒素,容易引起食物中毒<sup>[2]</sup>,是评价食品卫生质量的指标之一。GB 29921—2013《食品安全国家标准 食品中致病菌限量》<sup>[3]</sup>中规定了肉制品、即食豆类制品、冷冻饮品等产品中金黄色葡萄球菌限量。不确定度表征赋予被测量值的分散性<sup>[4]</sup>,指示检测结果的可靠性,中国合格评定国家认可委员会发布的CNAS—CL01—G003《测量不确定度的要求》、CNAS—CL01:2018《检测和校准实验室能力认可准则》中规定开展检测的实验室应评定测量不确定度<sup>[5-6]</sup>,RB/T 214—2017《检验检测机构资质认定能力评价 检验检测机构通用要求》也指出检验检测实验室应建立数据模型,给出相应检测能力的测量不确定度评定案列<sup>[7]</sup>。因此有效评价测量不确定度,科学给出检测结果尤为重要。

本研究根据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>[8]</sup>和JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》<sup>[4]</sup>,探讨了金黄色葡萄球菌测量不确定度评定方法,通过分析检测全过程中不确定度的来源,建立数据模型对测量不确定度进行评定,为日常的金黄色葡萄球菌检测工作提供测量不确定度评定依据,为食品微生物定量检测(金黄色葡萄球菌、单核细胞增生李斯特氏菌、蜡样芽孢杆菌等)提供科学的理论指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

样品:飞鹤婴幼儿奶粉,重量:900 g/罐,数量:5罐,批次:20191220,购自六盘水市永辉超市。

试剂:氯化钠(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);Baird-Parker培养基、血平板(北京陆桥技术有限责任公司),培养基均验证合格且在有效期内。

仪器:ME802E 百分之一电子天平(分度值 $d=0.01$  g)[梅特勒-托利多国际贸易(上海)有限公司];BPH-9272 恒温培养箱(上海一恒科学仪器有限公司);1379 II级 A2 生物安全柜[赛默飞世尔(苏州)仪器有限公司];KG-SX-500 高压灭菌锅(日本 TOMY 公司)。

### 1.2 实验方法

称取 25 g 乳粉于 225 mL 生理盐水中,混匀后制成 1:10 的样本均液。活化金黄色葡萄球菌制成麦氏浓度为 0.5 的菌悬液,添加 0.5 mL 至上述 1:10 的样本均液中,对 1:10 的样本均液进行 10 倍系列稀释,选择 2~3 个连续的适宜稀

释度的样品均液,每个稀释度分别吸取 1 mL 按 0.3、0.3、0.4 mL 的接种量接种至 Baird-Parker 平板上,用无菌涂布棒涂布至整个平板,( $36\pm 1$ ) °C 倒置培养 24~48 h,选择有典型金黄色葡萄球菌菌落且同一稀释度 3 块平板上的所有菌落数合计在 20~200 CFU 之间的平板,计数典型菌落<sup>[8]</sup>。由 2 组人员同时进行,每组进行 10 次重复测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不确定度的主要来源分析

分析金黄色葡萄球菌检测的不确定度来源主要有单次样品检测产生的不确定度和重复检测过程中产生的不确定度,单次检测产生的不确定度由天平称量引入的不确定度  $u(M)$ 、10 倍稀释引入的测量不确定度  $u(V)$ 、加样至平板引入的测量不确定度  $u(N)$  组成。重复性检测引入的不确定度包括测试环境、培养温度、培养时间、样本的均匀性、取样的重复性、结果计数等。样本储存条件、试剂等其他因素在此忽略。不确定度来源分析见图 1。

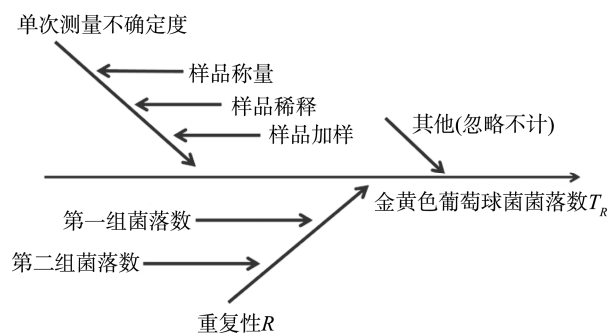


图1 金黄色葡萄球菌检测过程中测量不确定度引入来源  
Fig.1 Sources of uncertainty in the measurement of *Staphylococcus aureus*

### 2.2 数据模型

依据 GB 4789.10—2016<sup>[8]</sup>标准中第二法,单次检测金黄色葡萄球菌菌落数  $T$  值为式(1)。

$$T = \frac{AB}{Cd} \quad (1)$$

其中  $T$  表示为样品中金黄色葡萄球菌菌落总数,  $A$  表示为某一稀释度典型菌落的总数,  $B$  为某一稀释度鉴定为阳性的菌落数,  $C$  为某一稀释度用于鉴定试验的菌落数,  $d$  为稀释因子。

### 2.3 不确定度评定

#### 2.3.1 样品制备和稀释过程中引入的不确定度评定

样品制备和稀释过程中产生的不确定度主要由样品称量(B类)、样品稀释(B类)引入。

(1) 电子天平称量 25 g 样品引入的不确定度

在制备 1:10 的样品均液时, 用电子天平称量 25 g 奶粉至 225 mL 的生理盐水中制得。电子天平校准时用到的标准砝码引入的不确定度可以忽略不计, 电子天平称量引入的不确定度  $u(M)$  主要来自天平的最大允许误差 (maximum permissible error, MPE)。本研究采用 II 级电子天平进行称量, 实际分度值  $d=0.01$  g, 检定分度值  $e=10d=0.1$  g, 根据 JJG 1036—2008《电子天平检定规程》<sup>[9]</sup>, 准确级为 II 级的电子天平的  $MPE=\pm 0.5e=\pm 0.05$  g, 根据 JJF 1059.1—2012<sup>[4]</sup>, 最大允许误差导致的不确定度属于均匀分布, 因此  $u(M)=0.05$  g/ $\sqrt{3}\approx 0.0289$  g,  $u_{rel}(M)=u(M)/25$  g $\approx 0.00116$ 。

(2) 用量筒量取 225 mL 生理盐水引入的不确定度

在制备 1:10 的样品均液时, 用分度值为 5 mL 的 250 mL 量筒量取 225 mL 生理盐水, 引入了测量不确定度  $u(V_1)$  主要包括 3 个独立的分量, 分别是量筒的容量允差引入的体积不确定度  $u(V_{1-MPE})$ 、肉眼判断液面引入的体积不确定度  $u(V_{1-e})$  和量具校准时与使用时的温度差异引入的体积不确定度  $u(V_{1-t})$ 。

① 根据 JJG 196—2006《常用玻璃量器检定规程》<sup>[10]</sup> 的要求, 250 mL 量筒的容量允差是  $\pm 1.0$  mL, 取均匀分布, 得  $u(V_{1-MPE})=1.0$  mL/ $\sqrt{3}\approx 0.577$  mL。

② 量筒分度值是 5 mL, 取均匀分布, 得  $u(V_{1-e})=5$  mL $\times 0.5/\sqrt{3}\approx 1.443$  mL。

③ 温差 5 °C,  $u(V_{1-t})=225$  mL $\times 5$  °C $\times 2.1\times 10^{-4}$  /°C $=0.2363$  mL。

④ 合成  $u(V_1)$

$u(V_1)=\sqrt{u^2(V_{1-MPE})+u^2(V_{1-e})+u^2(V_{1-t})}\approx 1.5719$  mL, 实际量取 225 mL,  $u_{rel}(V_1)=u(V_1)/225$  mL $=0.00699$ 。

(3) 稀释过程中引入的不确定度

将制得的 1:10 的样品均液逐级稀释至 1:100、1:1000、1:10000 比例的样本均液, 稀释过程中使用 1 mL 的移液管移取上级样品均液加至装有 9 mL 的生理盐水的稀释管中, 生理盐水稀释管使用 10 mL 的 A 级分度移液管移取进行分装。稀释过程相同, 引入的不确定度相同。用移液管移取 1 mL 样品均液及用 10 mL 的移液管分装 9 mL 的生理盐水引入的不确定度  $u(V_2)$  和  $u(V_3)$  均主要包括 3 个独立的分量, 分别是移液管的容量允差引入的体积不确定度、肉眼判断液面引入的体积不确定度和量具校准时与使用时的温度差异引入的体积不确定度。1 mL A 级分度移液管的容量允差是  $\pm 0.008$  mL, 分度值是 0.01 mL, 10 mL A 级分度移液管的容量允差是  $\pm 0.05$  mL, 分度值是 0.5 mL, 取均匀分布, 计算方法同 2.3.1(2), 结果见表 1。

本研究的检测结果在稀释比例为 1:10000 上, 从第

二步稀释过程至 1:10000 共进行 3 次稀释过程, 在样品制备和稀释过程中相对标准不确定度  $u_{rel}(d)$  的计算公式见式(2)。

表 1 逐级稀释过程中引入的测量不确定度

Table 1 Measurement uncertainty in the process of step dilution

稀释比例	使用玻璃器具	移取体积	不确定度
1:100	1 mL A 级移液管	1 mL	$u_{rel}(V_2)=0.00555$
	10 mL A 级移液管	9 mL	$u_{rel}(V_3)=0.00466$
1:1000	1 mL A 级移液管	1 mL	$u_{rel}(V_2)=0.00555$
	10 mL A 级移液管	9 mL	$u_{rel}(V_3)=0.00466$
1:10000	1 mL A 级移液管	1 mL	$u_{rel}(V_2)=0.00555$
	10 mL A 级移液管	9 mL	$u_{rel}(V_3)=0.00466$

$$U_{rel}(d)=\sqrt{u_{rel}^2(M)+u_{rel}^2(V_1)+3[u_{rel}^2(V_2)+u_{rel}^2(V_3)]}$$

$$=0.0144 \quad (2)$$

2.3.2 样品加样引入的不确定度评定

一般情况下, 肉眼观察结果在 Baird-Parker 平板上的金黄色葡萄球菌菌落清晰可见, 平皿上菌落数的不确定度可忽略不计。样品加样过程中 1 mL 分别以 0.3、0.3、0.4 mL 的加样体积接种 3 块 Baird-Parker 平板, 引入的不确定度  $u_{rel}(J)$  主要包括由 2 次移取 0.3 mL 的  $u_{rel}(J_{0.3})$  和 1 次移取 0.4 mL 的  $u_{rel}(J_{0.4})$  组成, 每次移取分别由 1 mL 移液管的容量允差引入的体积不确定度、肉眼判断液面引入的体积不确定度和量具校准时与使用时的温度差异引入的体积不确定度计算同 2.3.1(3), 合成  $u(J_{0.3})=0.00555$  mL,  $u_{rel}(J_{0.3})=u_{rel}(J_{0.3})/0.3$  mL $=0.0185$ ; 合成  $u(J_{0.4})=0.00555$  mL,  $u_{rel}(J_{0.4})/0.4$  mL $\approx 0.0139$  mL。

加样至平板的相对标准不确定度  $u_{rel}(V_4)$  计算见式(3)。

$$u_{rel}(J)=\sqrt{u_{rel}^2(J_{0.3})+u_{rel}^2(J_{0.3})+u_{rel}^2(J_{0.4})}\approx 0.0296 \quad (3)$$

2.3.3 标准不确定度的合成

金黄色葡萄球菌单次检测过程中的标准不确定度  $u_{rel}(T)$  主要由稀释过程引入的标准不确定度  $u_{rel}(d)$  和样品加样引入的相对标准不确定度  $u_{rel}(J)$  组成。

$$u_{rel}(T)=\sqrt{u_{rel}^2(d)+u_{rel}^2(J)}\approx 0.0329。$$

2.3.4 来自样品重复测量的不确定度  $u(R)$

在正常情况下, 金黄色葡萄球菌的检测过程只进行一次, 进行重复检测次数较少, 为提高自由度, 由 2 组人员在一定的时间内同时进行 10 次重复检测操作, 评定其标准差和标准不确定度, 做 A 类测量不确定度的预评定, 样品检测数据见表 2。

每组实验过程中, 同一样品制备 10 份稀释液, 每份稀释液测得一个值参与计算  $T$  值, 测量次数为 1。由表 2 数据, 根据贝塞尔公式计算标准差  $S_p$  和标准不确定度,

表2 样品检测数据  
Table 2 Detection results of sample

序号	组1 检测结果( $T_1$ /CFU)	$\lg T_{1i}$	$(\lg T_{1i} - \overline{\lg T_1})^2$	组2 检测结果( $T_2$ /CFU)	$\lg T_{2i}$	$(\lg T_{2i} - \overline{\lg T_2})^2$
1	$1.15 \times 10^6$	6.061	0.0184	$6.8 \times 10^5$	5.833	0.00442
2	$1.04 \times 10^6$	6.017	0.00847	$6.2 \times 10^5$	5.792	0.000697
3	$1.44 \times 10^6$	6.158	0.0545	$4.8 \times 10^5$	5.681	0.00718
4	$9.5 \times 10^5$	5.978	0.00278	$2.0 \times 10^5$	5.301	0.216
5	$9.8 \times 10^5$	5.991	0.00439	$1.64 \times 10^6$	6.215	0.201
6	$1.05 \times 10^6$	6.021	0.00925	$5.5 \times 10^5$	5.740	0.000657
7	$9.4 \times 10^5$	5.973	0.00232	$6.4 \times 10^5$	5.806	0.00161
8	$6.5 \times 10^5$	5.813	0.0126	$1.07 \times 10^6$	6.029	0.0694
9	$8.6 \times 10^5$	5.934	0.0000902	$5.6 \times 10^5$	5.748	0.000317
10	$2.0 \times 10^5$	5.301	0.389	$3.3 \times 10^5$	5.519	0.0612
平均值	$9.26 \times 10^5$	5.925	求和 0.502	$6.77 \times 10^5$	5.766	求和 0.563

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lg T_{1i} - \overline{\lg T_1})^2}{n-1}} \approx 0.236;$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lg T_{2i} - \overline{\lg T_2})^2}{n-1}} \approx 0.250;$$

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m S_i^2}{m}} = \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{2}} \approx 0.243。$$

正常检测时,测量进行1次,重复测量的不确定度为:

$$u(R) = \frac{S_p}{\sqrt{1}} = 0.243。$$

自由度  $\nu = (10-1) \times 2 = 18$ 。

### 2.3.5 标准不确定度合成

金黄色葡萄球菌测定过程中的标准不确定度  $u_c(T_R)$  主要由单次检测引入的测量不确定度  $u_{rel}(T)$  和重复测量的不确定度  $u(R)$  组成。

$$u_c(T_R) = \sqrt{u_{rel}^2(T) + u^2(R)} \approx 0.245。$$

### 2.3.6 结果报告

根据 JJF 1059.1—2012<sup>[4]</sup>,取包含因子  $k=2$ ,则该样品扩展不确定度  $U = u(y) \times k = 0.245 \times 2 \approx 0.490$ 。

以组1的第5次检测为例,检测结果  $T_{15} = 9.8 \times 10^5$  CFU/g,取对数  $\lg T_{15} = 5.991$ ,考虑不确定度应为  $5.991 \pm 0.490$ ,取反对数,检测结果报告  $T_R$  的取值范围为

$0.3 \times 10^6 \sim 3.0 \times 10^6$  CFU/g。

## 3 结论与讨论

### (1) 评定金黄色葡萄球菌测量不确定度的重要性

本研究探讨了标准 GB 4789.10—2016<sup>[8]</sup>中第二法检测金黄色葡萄球菌检测过程中测量不确定度的引入来源,由于自然污染金黄色葡萄球菌样品难以捕获,本研究用人工污染奶粉进行评定。GB 29921—2013<sup>[3]</sup>中规定了金黄色葡萄球菌限量,覆盖了大多数食品,因此准确评价金黄色葡萄球菌的污染程度尤为重要。通过测量不确定度的评定,可以有效掌握不确定度的来源,分析不确定度各分量之间的占比,从而在检测过程中严格控制,有效降低不确定度<sup>[11]</sup>,以此得到客观数据,确保检测方法的准确性,提高检测数据的有效性、可靠性、科学性、公正性<sup>[12]</sup>,当检测结果在标准限量附近时,结合不确定度判断产品是否合格更为准确;其次,通过评定金黄色葡萄球菌检测不确定度,分析和评价影响结果的因素,为实验室风险管理提供依据,为实验室质量控制提供指导,从而改进实验室质量<sup>[13]</sup>。

### (2) 金黄色葡萄球菌不确定来源分析

本研究探讨金黄色葡萄球菌检测过程中不确定度来源主要有样品取样、样品稀释、样品加样体积及重复性检测引入的不确定度,重复性检测引入的不确定度包括测试环境、培养温度、培养时间、样本的均匀性、取样的重复

性、结果计数等<sup>[14]</sup>。样本储存条件、试剂(培养基配制时间、培养基灭菌条件、培养基用量)等由于不便于计算,且对不确定度的贡献较小<sup>[15-16]</sup>,本研究不予分析,但是作为不确定度的来源,实验室可将相关分量条件制定为作业指导书,操作严格按照作业指导书进行,最大程度减小此类分量带来的不确定度。

从不确定度分量结果看,由重复性检测引入的不确定度占比  $u(R):u_c(T_R)$  约为 99%,为不确定度最主要的来源,单次检测引入的不确定度贡献较小,可忽略。但为了确保检测结果的可靠性,不确定度的评定应考虑到食品检测的整个流程,尽量分析到所有不确定度分量,因此本研究也分析了单次检测过程中引入的不确定度。实验室应严格控制主要分量,监控次要分量,通过提高人员操作技能和熟练程度,严格控制实验环境、培养条件,以及提高检测人员技术能力等来降低不确定度。

### (3) 不确定度模型的建立

与理化检测项目不同,由于微生物污染样品中,检测物质微生物是活的物质,不同的菌落之间有互生和拮抗作用,且在样品中的分布具有不均一性,不同的微生物有不同的特性,微生物检测结果数据离散性较大,尤其是在样品中目标菌含量数量级较高时,因而微生物污染的样品分析结果以宏量为主<sup>[17-18]</sup>。由于金黄色葡萄球菌检测结果离散性比较大,直接按照贝塞尔公式计算标准差不太合理,因此本研究取检测结果的对数计算合并样本标准差较为合理<sup>[19]</sup>,同时简单的  $Y=X$  模型无法考虑称量、稀释、加样等过程对不确定度的贡献,不能得出正确的评定结果<sup>[15]</sup>,本研究建立数学模型  $T=AB/Cd$ ,充分考虑了称量、稀释、加样等过程的影响,并将不确定度主要来源归于单次检测和重复检测进行评定,本研究数学模型和不确定度来源分析可为同类食品中致病菌检测提供参考。

### 参考文献

- [1] 戴婕好,周钦方.速冻水饺中金黄色葡萄球菌计数结果不确定度的评定[J].食品安全导刊,2016,(19):70-72.  
DAI JY, ZHOU QF. Evaluation of uncertainty in the result of *Staphylococcus aureus* counting in quick-frozen dumplings [J]. Chin Food Saf Magaz, 2016, (19): 70-72.
- [2] 张静,于三科,王新,等.婴幼儿奶粉和米粉中金黄色葡萄球菌的分离鉴定及其毒素基因检测[J].食品科学,2011,20(32):167-168.  
ZHANG J, YU SK, WANG X, et al. Isolation, identification and toxin genes detection of *Staphylococcus aureus* strains from infant milk powder and infant rice cereal [J]. Food Sci, 2011, 20(32): 167-168.
- [3] 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-The limited quantity of pathogenic bacterium in food [S].
- [4] JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示[S].  
JJF 1059.1—2012 Evaluation and expression of uncertainty in measurement [S].
- [5] CNS—CL01—G003 测量不确定度的要求[S].  
CNS—CL01—G003 Requirements of measurement uncertainty [S].
- [6] CNAS—CL01:2018 检测和校准实验室能力认可准则[S].  
CNAS—CL01:2018 Accreditation criteria for the competence of testing and calibration laboratories [S].
- [7] RB/T 214—2017 检验检测机构资质认定能力评价 检验检测机构通用要求[S].  
RB/T 214—2017 Competence assessment for inspection body and laboratory mandatory approval-General requirements for inspection body and laboratory [S].
- [8] 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-Examination of *Staphylococcus aureus* [S].
- [9] JJG 1036—2008 电子天平检定规程[S].  
JJG 1036—2008 Verification regulation of electronic balance [S].
- [10] JJG 196—2006 常用玻璃量器检定规程[S].  
JJG 196—2006 Verification regulation of working glass container [S].
- [11] 陈颖.新技术在食品微生物检验检测中的应用[J].医学食疗与健康,2020,(19):171-172.  
CHEN Y. Application of new technology in microbiological examination of food [J]. Med Diet Health, 2020, (19): 171-172.
- [12] 吴卫玲,胡同静,钟君杰,等.食品中蜡芽孢杆菌平板计数的不确定度评定[J].中国调味品,2016,(12):118-121.  
WU WL, HU TJ, ZHONG JJ, et al. The Uncertainty evaluation of plate count method for bacillus cereus in food [J]. Chin Cond, 2016, (12): 118-121.
- [13] 杨娟,王立云,杨龙华,等.测量不确定度在化学药物质量控制中的应用与研究进展[J].中国药师,2020,3(23):530-534.  
YANG J, WANG LY, YANG LH, et al. Application and research progress of uncertainty measurement in quality control of chemical medicines [J]. Chin Pharm, 2020, 3(23): 530-534.
- [14] 韩韞,李意.食品检验中菌落总数的测量不确定度评定[J].中外食品工业,2014,(6):26-29.  
HAN Y, LI Y. Uncertainty evaluation of the total number of colonies in food inspection [J]. Glob Food Ind, 2014, (6): 26-29.
- [15] 岳苑,贾冰凝,马桂娟.食品中单核细胞增生李斯特氏菌的测量不确定度评定[J].生物加工过程,2018,16(2):87-92.  
YUE Y, JIA BN, MA GJ. Uncertainty measurement of *Listeria monocytosis* in foods [J]. Chin J Bioproc Eng, 2018, 16(2): 87-92.
- [16] 岳苑,马桂娟.全脂乳粉中菌落总数的测量不确定度评定[J].食品与发酵科技,2018,54(3):124-126.  
YUE Y, MA GJ. Uncertainty measurement of total colony in whole milk

- powder products [J]. Food Ferment Technol, 2018, 54(3): 124–126.
- [17] 郭丽艳. 能力验证样品中霉菌和酵母检测结果的不确定度评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 11(18): 6088–6092.
- GUO LY. Evaluation of uncertainty of mould and yeast test results in capability verification samples [J]. J Food Saf Qual, 2019, 11(18): 6088–6092.
- [18] 杨燕, 李琼琼, 宋光艳, 等. 能力验证乳粉中乳酸菌计数不确定度的评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(7): 2747–2750.
- YANG Y, LI QQ, SONG GY, *et al.* Uncertainty evaluation of lactic acid bacteria count in milk powder by proficiency testing [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(7): 2747–2750.
- [19] 徐丽萍, 商晓春, 舒青青. 质控金黄色葡萄球菌计数结果不确定度评定[J]. 中国卫生检验杂志, 2011, 21(3): 654–656.
- XU LP, SHANG XC, SU QQ. Assessment on uncertainty of *Staphylococcus aureus* count in quality control [J]. Chin J Health Lab

Technol, 2011, 21(3): 654–656.

(责任编辑: 张晓寒)

## 作者简介



游元丁, 工程师, 主要研究方向为食品农产品质量安全检测。

E-mail: yyd1989.yyd@163.com



焦彦朝, 研究员, 主要研究方向为食品农产品质量安全检测。

E-mail: 1637226996@qq.com