

米线中菌落总数测定结果的不确定度评估

毛永杨^{1*}, 杨桐², 苏涛¹, 李智高¹, 田金兰¹

(1. 大理州食品检验检测院, 大理 671000; 2. 大理市洱海管理局, 大理 671000)

摘要: 目的 对米线中菌落总数测定结果的不确定度进行评估。**方法** 根据 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》对米线中的菌落总数进行测定, 通过建立评估的数学模型, 分析不确定度的主要来源, 计算出不确定度的各主要分量, 得出合成不确定度和扩展不确定度。**结果** 在置信水平为 95%时, 合成不确定度为 0.23856, 扩展不确定度为 0.49764。**结论** 影响结果不确定度的主要因素为样品的均匀性和重复测定, 该评估系统可为今后实验室测定食品中菌落总数的不确定度评估提供参考, 为检验检测结果的科学表达提供依据。

关键词: 米线; 菌落总数; 不确定度评估

Evaluation of uncertainty for determining the aerobic plate count in rice noodles

MAO Yong-Yang^{1*}, YANG Tong², SU Tao¹, LI Zhi-Gao¹, TIAN Jin-Lan¹

(1. Food Inspection and Testing Institute of Dali, Dali 671000, China; 2. Erhai Lake Management Bureau of Dali, Dali 671000, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the uncertainty of the determination results of total aerobic plate count in rice noodles. **Methods** The aerobic plate count of rice noodles was determined according to GB 4789.2-2016 *Microbiological examination in food of aerobic plate count*. The combined uncertainty and expanded uncertainty were obtained through establishing the mathematic model of uncertainty evaluation, and analyzed the main sources of uncertainty and calculated the each uncertainty of the key factor during analysis process. **Results** As the confidence level was 95%, the combined uncertainty was 0.23856 and the expanded uncertainty was 0.49764. **Conclusion** The major factors affecting the uncertainty are the sample homogeneity and the repeated measurement. It provides a reference basis for the uncertainty evaluation of testing the aerobic plate count in the food and the scientific expression of results.

KEY WORDS: rice noodles; aerobic plate count; uncertainty evaluation

1 引言

米线是云南省著名的传统地方特色小吃, 其中“过桥米线”有三百多年的历史, 深受国内外游客的赞誉^[1]。米线的生产加工大都采用传统工艺, 其生产、加工、储存、运

输等过程极易受到微生物的污染。徐梅琼等^[2]对 60 份过桥米线的微生物污染情况进行检测分析, 结果显示样品中菌落总数的检出率为 83.33%(定量分析范围 $<10\sim(1.3\times 10^6)$ CFU/g), 并且生样中菌落总数的检出率为 100%。彭俊等^[3]对云南省西山区餐饮业过桥米线及其配料中变形杆菌污染

*通讯作者: 毛永杨, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全与质量检测。E-mail: maoyongyang@163.com

*Corresponding author: MAO Yong-Yang, Master, Engineer, Dali Institute for Food Control, East Longshan Road, Dali Economic Development Zone, Dali 671000, China. E-mail: maoyongyang@163.com

状况进行了调查, 其中对 37 份米线样品进行了变形杆菌的检测, 变形杆菌的检出率为 10.81%。谢耐珍等^[4]对市售鲜湿米粉菌落总数及大肠菌群数繁殖动态进行了考察, 结果表明, 0 h 时样品中菌落总数为 $(3.1 \times 10^3) \sim (6.9 \times 10^7)$ CFU/g, 在 22 °C 条件下放置 16 h 菌落总数达 $(7.2 \times 10^7) \sim (1.9 \times 10^9)$ CFU/g。菌落总数是评判食品受到细菌污染程度的重要卫生指标, 可以充分反映出食品在生产加工等环节的环境卫生状况, 对米线中菌落总数的检验可以量化食品受到细菌性污染的程度, 特别是对被污染的生食米线加工品而言具有重要的预警作用^[5,6]。

目前食品中菌落总数的测定方法主要采用 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》^[7]中所规定的方法, 但在细菌培养过程中不同菌落之间存在着互生或拮抗等相互作用, 使得检测结果存在较大的发散性^[8,9], 而这一特殊性在样品细菌含量较高的食品中体现得更为明显。对米线中菌落总数的检验过程进行不确定评估, 可以更加科学地表征检验检测结果, 特别是在检验检测结果界于临界值时能有效降低检验检测机构的技术风险。

本研究参照 CNAS-GL06《化学分析中不确定度的评估指南》^[10]、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》^[11]及 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》^[7]等规定的程序和方法, 对米线中菌落总数的检验检测结果进行不确定度评估, 以期为实验室检验检测结果的科学表征及检验检测过程的质量控制提供科学依据^[12]。

2 材料与方法

2.1 材料及试剂

鲜米线: 市售; 平板计数琼脂(广东环凯微生物科技有限公司); 氯化钠(优级纯, 国药集团化学试剂有限公司)。

2.2 仪器设备

BSP-250 型生化培养箱(上海博迅实业有限公司);

Interscience Bag Mixer 400cc 型拍击式均质仪(法国英特塞恩斯有限公司); GR85DA 型全自动立式压力蒸汽灭菌锅[美国致微(厦门)仪器有限公司]; VM-10 型漩涡混匀器(韩国大韩科学有限公司); JJ-CJ-2FD 型超级工作台(苏州市金净净化设备科技有限公司); YLN-37 型菌落计数器(北京亚力恩公司); LT1002 型电子天平(常熟天量仪器责任有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 检验依据

参照国家 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》^[7]、CNAS-GL06《化学分析中不确定度的评估指南》^[10]和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》^[11]等。

2.3.2 样品前处理过程

用 250 mL 的无菌量筒量取 225 mL 的无菌生理盐水至无菌均质袋中, 称取 25 g(精确至 0.01 g)的米线样品到盛有 225 mL 生理盐水的无菌均质袋中, 用拍击式均质器拍打 1.5 min, 制成 1:10 的样品匀液。用 10 mL 的无菌刻度移液管移取 9 mL 的无菌生理盐水至无菌试管中, 再用 1 mL 的无菌刻度移液管移取 1 mL 的 1:10 样品匀液沿管壁缓慢注于盛有 9 mL 生理盐水的无菌试管中(注意吸管尖端不要触及稀释液面), 用漩涡振荡器充分振摇试管制成 1:100 的样品匀液; 以此类推依次梯度稀释成 1:10000 的样品匀液。每个稀释度接种 2 个平皿, 每个平皿用 1 mL 的无菌刻度移液管加入 1 mL 的样品匀液, 同时做空白对照, 其余步骤按照标准要求操作。

2.4 实验中不确定度来源的分析及数学评估模型的建立

2.4.1 不确定度来源的分析

实验中不确定度的来源主要包括样品的前处理过程、仪器设备等因素^[13], 其构成详见图 1, 其中培养条件为标准中指定的值其对不确定度的影响可忽略不计。

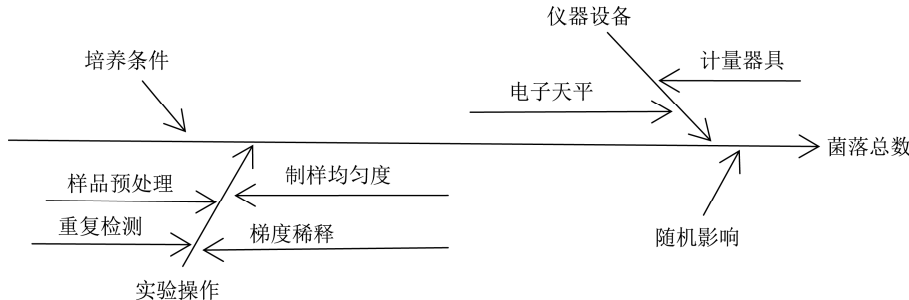


图 1 不确定度来源分析

Fig.1 Analysis of uncertainty source

2.4.2 不确定度评估模型的建立

实验根据标准 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》^[7]中菌落总数的计算方法,选取菌落数在 30~300 CFU 的平皿进行计数,确立不确定度评估的数学模型,具体计算公式如下:

$$X = \frac{X_1 + X_2}{2} \times n \tag{1}$$

式中: X —试样中的菌落总数, CFU/g;

X_1 —平皿 1 上的菌落数, CFU/g;

X_2 —平皿 2 上的菌落数, CFU/g;

n —试样的稀释倍数。

3 结果与分析

3.1 样品前处理过程引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(D)$

样品前处理过程引入的不确定度主要包括样品的称量、稀释液的量取以及环境温度变化等因素引入的不确定度。

3.1.1 样品称量引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(m)$

试验中准确称取 25.00 g(精确至 0.01 g)的米线,根据检定证书天平的最大允许误差为 0.01 g,按 B 类评定取矩形分布,由样品称量引入的相对标准不确定度为:

$$U_{\text{rel}}(m) = \frac{0.01}{25 \times \sqrt{3}} = 2.31 \times 10^{-4} \text{。}$$

3.1.2 样品稀释过程引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(V)$

根据 JJG 196-2006 《常用玻璃量器检定规程》^[14]的要求,确定标准溶液的稀释过程中所用计量器具的最大允许误差。量筒及刻度移液管按 B 类不确定度评定,取均匀分布计算结果见表 1。

根据表 1 中的数据计算出由样品稀释过程中引入的不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(V) = \sqrt{u_{V1\text{rel}}^2 + u_{V2\text{rel}}^2 + u_{V3\text{rel}}^2} = 7.61 \times 10^{-3} \text{。}$$

3.1.3 样品稀释过程中由温度变化引入的相对不确定度 $u_{\text{rel}}(T)$

实验室的温度为(20±5) °C, 20 °C 的条件下纯水的膨胀系数为(2.1×10⁻⁴) °C, 玻璃量器的膨胀系数可忽略不计;取温度变化为均匀分布,由温度变化引入的相对不确定度按如下公式计算:

$$U_{\text{rel}}(T) = \frac{V \times 5 \times 2.1 \times 10^{-4}}{V \times \sqrt{3}}$$
 根据公式由温度变化引入

的相对不确定度均为 6.06×10⁻⁴。故在样品稀释过程中由温度变化引入的相对不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(T) = \sqrt{3(6.06 \times 10^{-4})^2} = 1.05 \times 10^{-3} \text{。}$$

根据上述数据计算得到由样品前处理过程中引入的相对不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(D) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(m) + u_{\text{rel}}^2(V) + u_{\text{rel}}^2(T)} = 7.69 \times 10^{-3} \text{。}$$

3.2 样品均匀性引入的相对不确定度 $u_{\text{rel}}(f)$

试验考察了样品不均匀性对检验检测结果的影响,试验中将同一米线样品充分混匀后均分为 20 份,参照标准方法对样品中的菌落总数进行检测,每份样品进行 2 次平行测定。由于检验检测结果存在较大的发散性,故先将检验检测结果取其对数后再根据贝塞尔公式进行相关计算,结果详见表 2。由表 2 中的数据根据赛贝尔公式计算出合并样品标准差:

$$S_P = \sqrt{\frac{\sum(\lg X - \overline{\lg X})^2}{p \times (n-1)}} = \sqrt{\frac{0.02715}{20 \times (2-1)}} = 0.03685 \text{ ;}$$

由样品不均匀性引入的不确定度为:

$$U_{\text{rel}}(f) = \frac{S_P}{\sqrt{n}} = \frac{0.03685}{\sqrt{2}} = 0.02606 \text{。}$$

3.3 由样品重复测定引入的相对不确定度 $u_{\text{rel}}(R)$

试验中由同一人员对同一份样品按照标准进行 20 次测定,每次均进行 2 次平行试验,考察重复测定引入的相对不确定度。由于检验检测结果存在较大的发散性,故先将检验检测结果取其对数后再根据贝塞尔公式进行相关计算,结果见表 3。由表 3 中的数据根据赛贝尔公式计算出合并样品标准差:

$$S_P = \sqrt{\frac{\sum(\lg X - \overline{\lg X})^2}{p \times (n-1)}} = \sqrt{\frac{0.03487}{20 \times (2-1)}} = 0.04176 \text{ ;}$$

故由样品重复测定引入的不确定度为:

$$U_{\text{rel}}(R) = \frac{S_P}{\sqrt{n}} = \frac{0.04176}{\sqrt{2}} = 0.02953 \text{。}$$

表 1 样品稀释过程中量筒及移液管引入的不确定度
Table 1 Uncertainty introduced by measuring cylinder and pipette during sample dilution

名称	最大允许误差	包含因子	体积/mL	相对标准不确定度
250 mL A 级量筒	2.0	$\sqrt{3}$	225	$u_{V1\text{rel}}=5.13 \times 10^{-3}$
10 mL A 级分度吸量管	±0.05	$\sqrt{3}$	9	$u_{V2\text{rel}}=3.21 \times 10^{-3}$
1 mL A 级分度吸量管	±0.008	$\sqrt{3}$	1	$u_{V3\text{rel}}=4.62 \times 10^{-3}$

表 2 样品均匀性对不确定度的影响
Table 2 Influence of sample uniformity on uncertainty

菌落总数/(CFU/g)			对数值		$\overline{\lg X}$	$\sum(\lg X_i - \overline{\lg X})^2$
序号	X_1	X_2	$\lg X_1$	$\lg X_2$		
1	710000	730000	5.8513	5.8633	5.8573	0.000072
2	930000	870000	5.9685	5.9395	5.9540	0.00081
3	1010000	1100000	6.0043	6.0414	6.0229	0.00069
4	830000	920000	5.9191	5.9638	5.9415	0.00100
5	690000	780000	5.8388	5.8921	5.8655	0.00142
6	880000	970000	5.9445	5.9868	5.9657	0.00089
7	590000	680000	5.7709	5.8325	5.8117	0.00210
8	710000	820000	5.8513	5.9138	5.8836	0.00196
9	830000	700000	5.9191	5.8451	5.8821	0.00274
10	820000	950000	5.9138	5.9777	5.9458	0.00204
11	770000	900000	5.8865	5.9542	5.9204	0.00229
12	1010000	890000	6.0043	5.9494	5.9769	0.00151
13	1000000	930000	6.0000	5.9685	5.9843	0.00050
14	710000	830000	5.8513	5.9191	5.8852	0.00230
15	980000	880000	5.9912	5.9445	5.9679	0.00109
16	690000	760000	5.8388	5.8808	5.8598	0.00088
17	1030000	1140000	6.0128	6.0569	6.0349	0.00097
18	1100000	970000	6.0414	5.9868	6.0141	0.00150
19	630000	720000	5.7993	5.8573	5.8283	0.00168
20	770000	840000	5.8865	5.9243	5.9054	0.00071

表 3 样品重复性测量对不确定度的影响
Table 3 Influence of sample repeatability measurement on Uncertainty

菌落总数/(CFU/g)			对数值		$\overline{\lg X}$	$\sum(\lg X_i - \overline{\lg X})^2$
序号	X_1	X_2	$\lg X_1$	$\lg X_2$		
1	820000	980000	5.9138	5.9912	5.9525	0.00300
2	1000000	870000	6.0000	5.9395	5.9698	0.00183
3	780000	900000	5.8921	5.9542	5.9232	0.00193
4	830000	920000	5.9191	5.9638	5.9415	0.00100
5	1010000	910000	6.0043	5.9590	5.9817	0.00103
6	880000	790000	5.9445	5.8976	5.9211	0.00110
7	730000	820000	5.8633	5.9138	5.8886	0.00128
8	880000	940000	5.9445	5.9731	5.9588	0.00041
9	760000	890000	5.8808	5.9494	5.9151	0.00235
10	870000	940000	5.9395	5.9731	5.9563	0.00056
11	780000	890000	5.8921	5.9494	5.9208	0.00164

续表 3

菌落总数/(CFU/g)			对数值		$\overline{\lg X}$	$\sum(\lg X_i - \overline{\lg X})^2$
序号	X_1	X_2	$\lg X_1$	$\lg X_2$		
12	1050000	900000	6.0212	5.9542	5.9877	0.00225
13	740000	880000	5.8692	5.9445	5.9069	0.00284
14	980000	820000	5.9912	5.9138	5.9525	0.00300
15	710000	830000	5.8513	5.9191	5.8852	0.00230
16	960000	1080000	5.9823	6.0334	6.0079	0.00131
17	850000	990000	5.9294	5.9956	5.9625	0.00219
18	900000	980000	5.9542	5.9912	5.9727	0.00068
19	800000	940000	5.9031	5.9731	5.9381	0.00245
20	950000	830000	5.9777	5.9191	5.9484	0.00172

3.4 合成标准不确定度和扩展不确定度

3.4.1 合成标准不确定度

在实验中各不确定分量相互独立，根据公式计算出相对合成标准不确定度为：

$$u_{rel}(X)=\sqrt{u_{rel}^2(D)+u_{rel}^2(f)+u_{rel}^2(R)}=0.04013$$
。

根据公式计算出合成标准不确定度，式中 $\lg \bar{X}$ 为测定结果取其 对 数 后 的 平 均 值 ； 计 算 出 合 成 不 确 定 度 为 ：
 $uc(x)=5.94457\times 0.04013=0.23856$ 。

3.4.2 扩展不确定度

实验考察了 20 组测量数据，在 95%的置信水平下，自由度 $df=19$ ，查 t 分布表可知 $k=2.086$ ，扩展不确定度 $u=k\times uc(x)=2.086\times 0.23856=0.49764$ 。故实验中所测得的米线中的菌落总数取其对数后的分布区间为 $5.44693\leq \lg x\leq 6.4421$ ，取其反对数后即得到本次实验所测得的米线中的菌落总数的范围为 $2.8\times 10^5\leq x\leq 2.8\times 10^6$ CFU/g。

4 结论与讨论

本研究主要考察了样品前处理过程、样品均匀性、样品重复测定等因素引入的不确定度，其中由样品前处理过程引入的相对不确定度为 0.00769，由样品均匀性引入的相对不确定度为 0.02606，样品重复测定性引入的相对不确定度为 0.02953，在米线菌落总数的检验检测过程中，主要受到样品均匀性和重复检测过程因素的影响。在样品前处理过程中引入的不确定度主要受到计量设备和计量器具的影响，在试验中使用的计量设备和计量器具均为检定或校准合格的计量设备和计量器具，故由样品前处理过程引入的不确定度相对较小。相对于化学指标的测定而言，微生物指标的测定具有样本代表性差、样品中微生物分布不均匀等特殊性^[15]，菌落总数的测定在培养基上主要生长的是好氧菌和兼性厌氧菌^[16]，好氧菌主要富集于样品的表面和均质液的上层，在样品中形成差异性的分布，故取样位

置和取样时间等均会对检测结果造成一定的差异，对不确定度的结果产生影响。在本试验中可以明确的得出样品的均匀性会对样品中菌落总数测定的不确定度产生影响，这与部分学者得出的结论是一致的^[17,18]。重复性试验是在相同的环境条件、设备条件下获得的试验数据主要受到检测人员熟练程度和操作水平的影响。

综上所述，在米线菌落总数的检验检测过程中，主要受到样品均匀性和重复检测过程等因素的影响，在今后的检验检测过程中要严格按照相关的标准规范进行采样及制样，定期对抽样人员特别是现场采样人员和检验检测人员进行培训及考核，不断提升抽样人员及检验检测人员的熟练程度和操作水平。在不确定度的测量过程中，要尽可能的将影响结果不确定度的分量都进行量化，确保检测结果的准确性和表达的科学性。

参考文献

[1] 胡捷, 李珏, 熊光练, 等. 影响安全食用“云南过桥米线”相关因素的调查分析[J]. 中国社会医学杂志, 2010, 4(27): 221–223.
Hu J, Li J, Xiong GL, et al. Research and analysis on related factors affecting the safety of “Yunnan cross bridge rice noodle” [J]. Chin J Soc Med, 4(27): 221–223.

[2] 徐梅琼, 聂玉敏, 段云权, 等. 2017 年楚雄地区餐饮业过桥米线微生物污染状况调查分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(12): 4009–4012.
Xu MQ, Nie YM, Duan YQ, et al. Investigation and analysis on microbial contamination of Yunnan rice noodles in catering market of Chuxiong district in 2017 [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(12): 4009–4012.

[3] 彭俊, 杨焜, 王钰, 等. 云南省西山区餐饮业过桥米线及其配料中变形杆菌污染状况交叉[J]. 中国卫生检验杂志, 2016, 26(23): 3460–3462.
Peng J, Yang S, Wang Y, et al. Investigation of *Proteus* contamination in Yunnan rice noodles and the ingredients in catering market of Xishan district, Yunnan [J]. Chin J Health Lab Technol, 2016, 26(23): 3460–3462.

[4] 谢耐珍, 黄继锦, 王海华, 等. 市售鲜湿米粉菌落总数及大肠菌群数繁

- 殖动态的考察[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(18): 6082–6087.
- Xie NZ, Huang JJ, Wang HH, *et al.* Investigation on the total number of bacterial colonies and the breeding dynamics of coliform bacteria in fresh wet rice noodles sold in the market [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(18): 6082–6087.
- [5] 刘荔, 李天荣. 膨化食品中菌落总数测定结果的不确定度评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(5): 1158–1162.
- Liu L, Li TR. Uncertainty evaluation of measurement of aerobic plate count in puffed food [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(5): 1158–1162.
- [6] 韦云, 杨丹婷, 苏妙贞, 等. 菌落总数测定结果不确定度的评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(1): 175–178.
- Wei Y, Yang DT, Su MZ, *et al.* Evaluation of uncertainty in the results of aerobic plate count [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(1): 175–178.
- [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—Total number of colonies [S].
- [8] 王海华, 兰茜. 能力验证菌落总数测定结果不确定度的评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(6): 2352–2355.
- Wang HH, Lan Q. Uncertainty evaluation of aerobic plate count by proficiency testing [J]. *J Food Saf Qual*, 2015, 6(6): 2352–2355.
- [9] 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 Sci Technol*, 2018, 54(3): 124–126.
- [10] CNAS—GL 06: 2006 化学分析中不确定度的评估指南[S].
- CNAS—GL 06: 2006 Guidance on evaluating the uncertainty in chemical analysis [S].
- [11] 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].
- [12] 毛永杨, 杨桐, 苏涛, 等. 高效液相色谱-原子荧光光谱联用法测定牛肝菌中无机汞、甲基汞、乙基汞的不确定度评估[J]. 食品科学, 2017, 38(24): 272–277.
- Mao YY, Yong T, Su T, *et al.* Evaluation of uncertainty for determining inorganic mercury, methyl mercury and ethyl mercury in boletus by high performance liquid chromatography combined with atomic fluorescence spectrometry [J]. *Food Sci*, 2017, 38(24): 272–277.
- [13] 景赞, 刘超, 黄志勇, 等. 气相色谱法测定甜面酱中脱氢乙酸含量的不确定度评定[J]. 中国调味品, 2019, 44(8): 171–174.
- Jing Z, Liu C, Huang ZY, *et al.* Evaluation of uncertainty of dehydroacetic acid in sweet flour paste by gas chromatography [J]. *Chin Cond*, 2019, 44(8): 171–174.
- [14] JJF 196–2006 常用玻璃量器检定规程[S].
- JJF 196–2006 Working glass container [S].
- [15] 金萍, 结莉, 金晓红, 等. 控制图法评定食品中菌落总数检测的不确定度[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(4): 968–972.
- Jin P, Jie L, Jin XH, *et al.* Uncertainty evaluation for aerobic plate count in food based on control charting method [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(4): 968–972.
- [16] 董爱凤, 李振伟. 食品微生物检验方法问题探讨[J]. 中国卫生检验杂志, 2011, 21(9): 2332.
- Dong AF, Li ZW. Probe into the method of food microorganism testing [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2011, 21(9): 2332.
- [17] 彭永艳. 食品检验中菌落总数的不确定度评定[J]. 现代食品, 2017, 8(28): 81–83.
- Peng YY. Evaluation of uncertainty of colony number in food inspection [J]. *Mod Food*, 2017, 8(28): 81–83.
- [18] 赵丽, 胡宝翠, 王琳琳, 等. 糕点中菌落总数测量结果的不确定度的评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(14): 4836–4840.
- Zhao L, Hu BC, Wan LL, *et al.* Evaluation of uncertainty of aerobic plate count in pastry [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(14): 4836–4840.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



毛永杨, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全与质量检测。
E-mail: maoyongyang@163.com