

基于 RB/T 228 评定熟食中菌落总数与大肠菌群测定的测量不确定度

刘伟平 万建春 韩颖 江鹏飞 李仕祥

(南昌海关技术中心, 江西 南昌 330038)

摘要: [目的] 评定熟食中卫生指示菌菌落总数和大肠菌群测定的测量不确定度, 提高检测结果的准确性。 [方法] 采用 GB 4789.2—2022 和 GB 4789.3—2025 平板计数法分别在 A、B 两个条件下对 18 个熟食进行检测, 依据 RB/T 228—2023 计算合成标准不确定度($u_c(y)$)和扩展不确定度($U=2 \times u_c(y)$)。 [结果] 基于实验室内再现性, 菌落总数测定的 $u_c(y)$ 为 0.030 3 ($U=0.060 6$), 大肠菌群测定的 $u_c(y)$ 为 0.179 7 ($U=0.359 7$); 当考虑所有不确定度分量时, 条件 A 下样品 1 的菌落总数测定的 $u_c(y)$ 增至 0.109 4 ($U=0.218 8$), 大肠菌群测定的 $u_c(y)$ 增至 0.242 4 ($U=0.484 8$)。 [结论] 该方法测量不确定度主要影响因素有技术不确定度、基质不确定度与分布不确定度, 应用 RB/T 228—2023 进行不确定度评定可以提高检测结果的准确性。

关键词: 熟食; 菌落总数; 大肠菌群; 测量不确定度

Measurement uncertainty assessment for total aerobic bacterial count and coliforms in cooked foods according to RB/T 228

Liu Weiping Wan Jianchun Han Ying Jiang Pengfei Li Shixiang

(Technology Center of Nanchang Customs District, Nanchang, Jiangxi 330038, China)

Abstract: [Objective] To evaluate the measurement uncertainty in the determination of total plate count and coliform bacteria in cooked foods, thereby improving the accuracy of test results. [Methods] The plate counting methods specified in GB 4789.2—2022 and GB 4789.3—2025 were employed to detect 18 cooked food samples under two conditions (A and B). The combined standard uncertainty ($u_c(y)$) and expanded uncertainty ($U=2 \times u_c(y)$) were calculated in accordance with RB/T 228—2023. [Results] Based on intralaboratory reproducibility, the $u_c(y)$ for total plate count determination was 0.030 3 ($U=0.060 6$), and that for coliform bacteria determination was 0.179 7 ($U=0.359 7$). When all uncertainty components were considered, the $u_c(y)$ for total plate count determination of Sample 1 under Condition A increased to 0.109 4 ($U=0.218 8$), and that for coliform bacteria determination increased to 0.242 4 ($U=0.484 8$). [Conclusion] The primary factors affecting the measurement uncertainty of this method include technical uncertainty, matrix uncertainty, and distribution uncertainty. The application of RB/T 228—2023 for uncertainty assessment can improve the accuracy of test results.

Keywords: cooked food; total aerobic bacterial count; coliform bacteria; measurement uncertainty

近年来,食品微生物定量检测的测量不确定度研究日益受到重视,但目前评估方法尚未统一^[1-2]。实验室多采用 RB/T 151—2016《食品微生物定量检测的测量不确

定度评估指南》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》,或自行设计试验方案^[3-4]。而国外对微生物定量检测的不确定度评定仅基于重复性和再现性且主要依

基金项目: 国家重点研发计划(编号:2018YFC0809105)

通信作者: 李仕祥(1984—),男,南昌海关技术中心高级工程师,硕士。E-mail:lishixiang1984@163.com

收稿日期: 2025-08-06 **改回日期:** 2026-05-28

引用格式: 刘伟平,万建春,韩颖,等. 基于 RB/T 228 评定熟食中菌落总数与大肠菌群测定的测量不确定度[J]. 食品与机械, 2026, 42(9): 48-52.

Citation: Liu Weiping, Wan Jianchun, Han Ying, et al. Measurement uncertainty assessment for total aerobic bacterial count and coliforms in cooked foods according to RB/T 228[J]. Food & Machinery, 2026, 42(9): 48-52.

据ISO 19036:2019《食品微生物学 定量测定的测量不确定度评估》及ISO/IEC Guide 98-3:2008《测量不确定度 第三部分:测量不确定度表述指南(GUM:1995)》。2024年国家认证认可监督管理委员会发布实施的RB/T 228—2023《食品微生物定量检测的测量不确定度评估指南》对旧版标准RB/T 151—2016进行了重大修订,创新性地引入技术不确定度、基质不确定度、泊松不确定度和确证不确定度等科学评估方法,优化了试验方案设计,适用于各类食品微生物定量检测^[5-6],更具科学性和可操作性,为测量不确定度评估提供了更准确的技术依据。

菌落总数和大肠菌群作为重要的卫生指示菌,其检测结果可直接反映食品受粪便污染程度及加工环节的卫生状况^[7-8]。这两项指标不仅是国内外食品安全标准的核心参数^[9],更是食品卫生监管和产品质量控制的关键依据^[10]。当检测结果超标时,不仅提示可能存在肠道致病菌污染风险,还可能引发食源性疾病^[11]。因此,准确评估其测量不确定度对保障消费者健康和预防食品安全事故具有重要的现实意义。

研究拟以熟食为研究对象,依据RB/T 228—2023、GB 4789.2—2022《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》和GB 4789.3—2025《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》平板计数法,通过分析检测过程中的不确定度来源,构建数学模型,探讨菌落总数和大肠菌群在该基质中的测量不确定度,旨在为实验室食品微生物定量检测出具检测结果提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 样品

熟食:16份酱卤类肉类熟食和2份白切类肉类熟食,南昌海关技术中心。

1.1.2 主要培养基和试剂

平板计数琼脂(PCA)、煌绿乳糖胆盐肉汤(BGLB)和结晶紫中性红胆盐琼脂(VRBA):北京陆桥技术股份有限公司;

氯化钠:分析纯,中国医药集团有限公司。

1.1.3 主要仪器设备

电子天平:BCA2202I-10CN型,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;

生物安全柜:KS18型,赛默飞世尔科技公司;

高压灭菌锅:GR85RL型,致微(厦门)仪器有限公司;

恒温培养箱:BCP-530 I型,上海博讯医疗生物仪器股份有限公司。

1.2 方法

1.2.1 试剂制备

(1) 无菌生理盐水配制:氯化钠 8.5 g,蒸馏水

1 000 mL,121 °C高压灭菌 15 min,分装 225 mL 每瓶备用。

(2) 平板计数琼脂(PCA)配制:将 8.23 g PCA 干粉与 1 000 mL 蒸馏水混匀,121 °C高压灭菌 15 min,冷却至 50 °C左右,倾注平板。

(3) 结晶紫中性红胆盐琼脂(VRBA)配制:将 41.6 g VRBA 干粉与 1 000 mL 蒸馏水混匀,煮沸灭菌后冷却至约 50 °C,倾注平板。

(4) 煌绿乳糖胆盐肉汤(BGLB)配制:将 40.0 g BGLB 干粉溶于 1 000 mL 蒸馏水中,煮沸至完全溶解,分装为每管 10 mL,经 121 °C高压灭菌 15 min 后备用。

1.2.2 样品制备 每份样品称取 25 g,放入含 225 mL 无菌生理盐水的均质袋中,拍击均质 1~2 min,制成 10 倍稀释匀液。再取该匀液 1 mL 加入 9 mL 生理盐水试管中混匀,按此方法逐级稀释,得到 10 倍递增系列样品稀释液。

1.2.3 菌落总数测定 按 GB 4789.2—2022 执行。

1.2.4 大肠菌群测定 按 GB 4789.3—2025 执行。

1.2.5 数学模型 不确定度评估的数学模型,具体公式:

$$N = \frac{n_1 + n_2}{2} \times d, \quad (1)$$

式中:

N ——样品中菌落总数或大肠菌群数,CFU/g;

n_1 ——平皿 1 上菌落总数或确证大肠菌群阳性后的大肠菌群数,CFU/g;

n_2 ——平皿 2 上菌落总数或确证大肠菌群阳性后的大肠菌群数,CFU/g;

d ——稀释倍数。

1.2.6 数据处理 采用 Microsoft Excel 2016。

2 结果与分析

2.1 不确定度来源分析

在食品微生物定量检测过程中,当实验室关键技术环节受控且不变的情况下,B类不确定度分量对合成不确定度影响较小^[12-14],而样品内细菌分布的均匀程度以及重复测量过程所带来的不确定度是影响检验结果准确度的两项关键因素,实验室可通过再现性标准偏差设计试验方案,采用合并样本标准差求检测结果的不确定度。且食品类型复杂,实验室样品不易混匀,致测试部分的微生物水平分布存在再现性差异,故应考虑基质不确定度分量。对于平板计数法,仅考虑泊松不确定度,如菌落总数和大肠菌群平板计数法。然大肠菌群的平板计数法需要可疑菌落进行确证,故还需考虑确证不确定度。

2.2 技术不确定度

如表 1 和表 2 所示,若直接以贝塞尔公式求取合并样本标准差,易受数据高离散程度影响而使结果偏大,尤其当样本均值较小时可能导致不确定度高估,此时可行的改进方式是以取对数计算。根据式(2)求得菌落总数技

表 1 18 份样品的菌落总数检测结果

Table 1 Total colony count test results for 18 samples

样品	检测结果		结果对数值		$y_{i,A}-y_{i,B}$	$(y_{i,A}-y_{i,B})^2$
	$x_{i,A}$	$x_{i,B}$	$y_{iA}=\lg x_{i,A}$	$y_{iB}=\lg x_{i,B}$		
1	9 000	9 800	3.954 2	3.991 2	-0.037 0	0.001 4
2	94 000	85 000	4.973 1	4.929 4	0.043 7	0.001 9
3	42 000	49 000	4.623 2	4.690 2	-0.066 9	0.004 5
4	140 000	150 000	5.146 1	5.176 1	-0.030 0	0.000 9
5	45 000	40 000	4.653 2	4.602 1	0.051 2	0.002 6
6	120 000	140 000	5.079 2	5.146 1	-0.066 9	0.004 5
7	180 000	200 000	5.255 3	5.301 0	-0.045 8	0.002 1
8	280 000	290 000	5.447 2	5.462 4	-0.015 2	0.000 2
9	3 300	4 000	3.518 5	3.602 1	-0.083 5	0.007 0
10	300 000	290 000	5.477 1	5.462 4	0.014 7	0.000 2
11	72 000	69 000	4.857 3	4.838 8	0.018 5	0.000 3
12	32 000	33 000	4.505 1	4.518 5	-0.013 4	0.000 2
13	110 000	110 000	5.041 4	5.041 4	0.000 0	0.000 0
14	130 000	110 000	5.113 9	5.041 4	0.072 6	0.005 3
15	78 000	86 000	4.892 1	4.934 5	-0.042 4	0.001 8
16	260 000	270 000	5.415 0	5.431 4	-0.016 4	0.000 3
17	290 000	290 000	5.462 4	5.462 4	0.000 0	0.000 0
18	120 000	120 000	5.079 2	5.079 2	0.000 0	0.000 0
总和						0.033 1
u_{tech}						0.030 3

术不确定度 u_{tech} 为 0.030 3,大肠菌群技术不确定度 u_{tech} 为 0.179 7。当实验室人员、试剂等关键技术环节发生变化时应重新评估技术不确定度。

$$u_{\text{tech}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,A} - y_{i,B})^2}{2n}}, \quad (2)$$

式中:

u_{tech} ——技术不确定度;

n ——实验室样品数量;

i ——样品序号;

$y_{i,A}$ ——条件 A 下检测结果对数值;

$y_{i,B}$ ——条件 B 下检测结果对数值。

2.3 基质不确定度

实验室资源有限时,基质不确定度不受所采用检测方法的影响,同种基质的不确定评估可适用该基质所有的定量检测。该评估样品为熟食,且使用实验室内再现性标准偏差评估技术不确定度,可以使用定值作为基质不确定度数值。即菌落总数和大肠菌群的基质不确定度均 $u_{\text{matrix}}=0.1 \lg(\text{CFU/g})$ 。

2.4 分布不确定度

2.4.1 菌落总数分布不确定度 GB 4789.2—2022 的操

作流程仅涉及平板计数,因此仅考虑泊松不确定度。以样品 1 条件 A 下的检测结果为例,平板上用于计算的菌落数为 180,根据式(3)求得 $u_{\text{Poisson}}=0.032 4$ 。

$$u_{\text{Poisson}} = \frac{1/\ln 10}{\sqrt{\Sigma C}} = \frac{0.434 3}{\sqrt{\Sigma C}}, \quad (3)$$

式中:

u_{Poisson} ——泊松不确定度;

ΣC ——计算结果时每个稀释度平板菌落数之和。

2.4.2 大肠菌群分布不确定度 GB 4789.3—2025 平板计数法的操作流程涉及菌落计数和可疑菌落确证,因此需考虑泊松不确定度和确证不确定度。以样品 1 条件 A 下的检测结果为例,平板上用于计算的菌落数为 16,根据式(3)求得 $u_{\text{Poisson}}=0.076 8$;选取 10 个可疑菌落进行确证,6 个确实为大肠菌群阳性,根据式(4)求得 $u_{\text{conf}}=0.102 7$ 。

$$u_{\text{conf}} = \frac{1}{2.303} \sqrt{\frac{(n_c + 0.5)(n_p - n_c + 0.5)n_p^2}{(n_p + 1)^2(n_p + 2)n_c^2}}, \quad (4)$$

式中:

u_{conf} ——确证不确定度;

n_c ——确证是阳性的菌落数;

n_p ——被测试的疑似菌落数。

表2 18份样品大肠菌群检测结果
Table 2 Results of coliform bacteria testing for 18 samples

样品	检测结果		结果对数值		$y_{i,A} - y_{i,B}$	$(y_{i,A} - y_{i,B})^2$
	$x_{i,A}$	$x_{i,B}$	$y_{i,A} = \lg x_{i,A}$	$y_{i,B} = \lg x_{i,B}$		
1	1 600	1 900	3.204 1	3.278 8	-0.074 6	0.005 6
2	1 500	1 100	3.176 1	3.041 4	0.134 7	0.018 1
3	4 600	3 800	3.662 8	3.579 8	0.083 0	0.006 9
4	25 000	23 000	4.397 9	4.361 7	0.036 2	0.001 3
5	20 000	20 000	4.301 0	4.301 0	0.000 0	0.000 0
6	23 000	29 000	4.361 7	4.462 4	-0.100 7	0.010 1
7	70 000	60 000	4.845 1	4.778 2	0.066 9	0.004 5
8	14 000	14 000	4.146 1	4.146 1	0.000 0	0.000 0
9	170	90	2.230 4	1.954 2	0.276 2	0.076 3
10	180	250	2.255 3	2.397 9	-0.142 7	0.020 4
11	180	250	2.255 3	2.397 9	-0.142 7	0.020 4
12	260	290	2.415 0	2.462 4	-0.047 4	0.002 2
13	10	50	1.000 0	1.699 0	-0.699 0	0.488 6
14	10	30	1.000 0	1.477 1	-0.477 1	0.227 6
15	220	190	2.342 4	2.278 8	0.063 7	0.004 1
16	30	90	1.477 1	1.954 2	-0.477 1	0.227 6
17	2 900	2 800	3.462 4	3.447 2	0.015 2	0.000 2
18	900	1 500	2.954 2	3.176 1	-0.221 8	0.049 2
总和						1.163 1
u_{tech}						0.179 7

2.5 合成不确定度和扩展不确定度

以样品1条件A下菌落总数的检测结果为例,最大不确定度分量是基质不确定度 $u_{\text{matrix}} = 0.1 \lg(\text{CFU/g})$, 其次是泊松不确定度 $u_{\text{Poisson}} = 0.032 4 \lg(\text{CFU/g})$ 和技术不确定度 $u_{\text{tech}} = 0.030 3 \lg(\text{CFU/g})$ 。经计算, $u_{\text{tech}}/u_{\text{matrix}}$ 、 $u_{\text{Poisson}}/u_{\text{matrix}}$ 皆高于0.2, 故所有不确定度分量均应参与最终合成不确定度的计算, 合成不确定度 $u_c(y) = \sqrt{0.030 3^2 + 0.1^2 + 0.032 4^2} = 0.109 4$, 扩展不确定度取95%的置信水平, $k=2$, $U=2 \times u_c(y) = 0.218 8$ 。

以样品1条件A下大肠菌群的检测结果为例, 贡献最大的是技术不确定度 $u_{\text{tech}} = 0.179 7 \lg(\text{CFU/g})$, 其次是确证不确定度 $u_{\text{conf}} = 0.102 7 \lg(\text{CFU/g})$ 、基质不确定度 $u_{\text{matrix}} = 0.1 \lg(\text{CFU/g})$ 和泊松不确定度 $u_{\text{Poisson}} = 0.076 8 \lg(\text{CFU/g})$ 。 $u_{\text{matrix}}/u_{\text{tech}}$ 、 $u_{\text{Poisson}}/u_{\text{tech}}$ 及 $u_{\text{conf}}/u_{\text{tech}}$ 均大于0.2, 因此所有不确定度分量均需纳入最终合成不确定度的计算, 合成不确定度 $u_c(y) = \sqrt{0.179 7^2 + 0.1^2 + 0.076 8^2 + 0.102 7^2} = 0.242 4$, 扩展不确定度 $U=2 \times u_c(y) = 0.484 8$ 。

3 结论

通过分别对熟食中菌落总数和大肠菌群测定不确定度的评估, 结果显示, 基于再现性标准偏差的合成标准不

确定度, 菌落总数测定的合成标准不确定度为 $u_c(y) = S_{\text{IR}} = 0.030 3$, 扩展不确定度 $U=2 \times u_c(y) = 0.060 6$; 大肠菌群测定的合成标准不确定度为 $u_c(y) = 0.179 7$, 扩展不确定度 $U=2 \times u_c(y) = 0.359 7$ 。若需考虑基质不确定度、分布不确定度, 如前例样品1条件A下菌落总数测定的合成不确定度 $u_c(y) = 0.109 4$, 扩展不确定度 $U=2 \times u_c(y) = 0.218 8$; 大肠菌群测定的合成不确定度 $u_c(y) = 0.242 4$, 扩展不确定度 $U=2 \times u_c(y) = 0.484 8$ 。

菌落总数和大肠菌群是反映熟食卫生质量的关键指标, 也是食品检验机构检验频次最高的微生物指标^[15-16]。当检测结果接近限值时, 测量不确定度评估能够明确结果的置信范围为风险管理提供科学依据^[17]。这种评估不仅是技术规范的要求, 更是实验室数据科学性和检测能力的重要体现。通过多分量的不确定度分析, 实验室可提升检测结果的可靠性, 从而为食品安全监管和企业质量控制提供更精准的数据支持^[18]。因此, 开展菌落总数和大肠菌群测量不确定度评估, 对保障食品安全和提升检验质量具有双重意义。

参考文献

[1] 钟文涛, 卢琳, 李政, 等. 基于ISO19036:2019评估饮用水中大

- 肠菌群的测量不确定度[J]. 食品与机械, 2024, 40(10): 68-72.
- Zhong W T, Lu L, Li Z, et al. Estimation of measurement uncertainty of coliforms in drinking water according to ISO19036:2019[J]. Food & Machinery, 2024, 40(10): 68-72.
- [2] 王瑞兴, 王礼霞, 胡巖. 食品微生物定量检测的测量不确定度评估指南之商榷[J]. 中国卫生检验杂志, 2023, 33(5): 638-640.
- Wang R X, Wang L X, Hu D. A discussion on the guidelines for the assessment of measurement uncertainty in quantitative microbiological testing of food[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2023, 33(5): 638-640.
- [3] 袁平, 吴春敏, 林仲, 等. 食品中菌落总数测定不确定度评定数学模型的建立[J]. 预防医学论坛, 2016, 22(7): 540-542, 545.
- Yuan P, Wu C M, Lin Z, et al. Establishment of mathematical model of uncertainty evaluation for colony forming units (CFU) in foods[J]. Preventive Medicine Tribune, 2016, 22(7): 540-542, 545.
- [4] 曲世超, 徐文英, 薛伟锋, 等. 植物源食品中菌落总数的测量不确定度评定[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(4): 383-388.
- Qu S C, Xu W Y, Xue W F, et al. Evaluation of the uncertainty in measurement of the aerobic plate count in the plant-derived foods [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(4): 383-388.
- [5] 钟文涛, 白庆华, 武维伟, 等. RB/T 151《食品微生物定量检测的测量不确定度评估指南》修订解读[J]. 中国标准化, 2024 (14): 149-157.
- Zhong W T, Bai Q H, Wu W W, et al. Revision and interpretation of RB/T 151, guidelines for the estimation of measurement uncertainty of food microbiological quantitative detection[J]. China Standardization, 2024(14): 149-157.
- [6] 姜勇, 王晓菡, 王金花, 等. 金黄色葡萄球菌平板计数法不确定度的评估[J]. 中国标准化, 2025(1): 250-255.
- Jiang Y, Wang X H, Wang J H, et al. Evaluation of uncertainty in the plate counting method for *Staphylococcus aureus*[J]. China Standardization, 2025(1): 250-255.
- [7] 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 G J. Uncertainty measurement of total colony in whole milk powder products[J]. Food and Fermentation Science & Technology, 2018, 54(3): 124-126.
- [8] 游元丁, 赵阳, 徐孟怀, 等. 食品中大肠菌群、大肠埃希氏菌测量不确定度评定[J]. 中国口岸科学技术, 2022, 4(7): 84-91.
- You Y D, Zhao Y, Xu M H, et al. Uncertainty measurement of *Coliforms* and *E. coli* in food[J]. China Port Science and Technology, 2022, 4(7): 84-91.
- [9] 徐进, 庞璐. 食品安全微生物学指示菌国内外标准应用的比较分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(5): 472-477.
- Xu J, Pang L. Comparison and analysis of the aerobic plate count, coliforms, *Escherichia coli*, enterobacteriaceae in national and international food safety standards[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2011, 23(5): 472-477.
- [10] 刘家麒, 陈凤平. 综述西式面点生产企业的日常产品质量控制[J]. 食品安全导刊, 2019(15): 40-41.
- Liu J Q, Chen F P. An overview of daily quality control in western-style pastry manufacturing companies[J]. China Food Safety Magazine, 2019(15): 40-41.
- [11] 卢宁. 菌落数量与食品安全研究[J]. 工业微生物, 2023, 53 (4): 61-63.
- Lu N. Research on colony quantity and food safety[J]. Industrial Microbiology, 2023, 53(4): 61-63.
- [12] 杨亚宗, 于波. 微生物菌落总数的测量不确定度评定[J]. 质量安全与检验检测, 2024, 34(5): 74-78.
- Yang Y Z, Yu B. Evaluation of measurement uncertainty for the total number of microbial colonies[J]. Quality Safety Inspection and Testing, 2024, 34(5): 74-78.
- [13] 王林. 食品检验中菌落总数的不确定度评定[J]. 质量安全与检验检测, 2020, 30(4): 113-114.
- Wang L. Uncertainty evaluation of the total number of colonies in food inspection[J]. Quality Safety Inspection and Testing, 2020, 30(4): 113-114.
- [14] 蔡晓霞, 吴家碧, 陈叶兰, 等. 菌落总数测定结果的不确定度评定[J]. 农产品加工, 2022(12): 68-71, 75.
- Cai X X, Wu J B, Chen Y L, et al. Evaluation of uncertainty in the results of total colony determination[J]. Agricultural Products Processing, 2022(12): 68-71, 75.
- [15] 麻晓莉. 平板计数法与测试片法对不同食品中菌落总数结果的比较分析[J]. 中国口岸科学技术, 2024, 6(S1): 107-112.
- Ma X L. Comparative analysis of the results of plate counting method and test plate method for the total colony count of various food[J]. China Port Science and Technology, 2024, 6 (S1): 107-112.
- [16] 张建军, 唐轶君, 李晶, 等. 基于测试片法与平板计数法对不同食品中菌落总数结果的比较分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(14): 5 606-5 612.
- Zhang J J, Tang Y J, Li J, et al. Comparative analysis of the total number of colonies in different types of food based on the Petrifilm aerobic count method and plate count method[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(14): 5 606-5 612.
- [17] 翟洪稳, 范素芳, 王娟, 等. 测量不确定度在食品检验中的应用及进展[J]. 食品科学, 2021, 42(5): 314-320.
- Zhai H W, Fan S F, Wang J, et al. Recent progress in measurement uncertainty and its application in food inspection and detection[J]. Food Science, 2021, 42(5): 314-320.
- [18] 毛永杨, 杨桐, 苏涛, 等. 米线中菌落总数测定结果的不确定度评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(19): 6 886-6 891.
- Mao Y Y, Yang T, Su T, et al. Evaluation of uncertainty for determining the aerobic plate count in rice noodles[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(19): 6 886-6 891.