

水源水中菌落总数不确定度的评定

李英杰*

(鄂尔多斯市食品检验检测中心, 鄂尔多斯 017000)

摘要: **目的** 评估水源水中菌落总数检测结果的不确定度。**方法** 按照 GB/T 5750.12-2006《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》测定 10 份水源水样品中菌落总数, 依据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》评定检测结果的不确定度。**结果** 依据所采取的方法, 在置信概率为 95% 时, 水源水中菌落总数的扩展不确定度为 0.062, 10 份样品测量结果均在其各自的置信区间范围内。**结论** 本研究建立的方法同样适合类似检测条件下菌落总数不确定的评定。

关键词: 水源水; 菌落总数; 不确定度

Uncertainty evaluation of aerobic plate count in source water

LI Ying-Jie*

(Ordos Food Inspection Test Center, Ordos 017000, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the uncertainty of aerobic plate count in source water. **Methods** According to GB/T 5750.12-2006 *Standard examination methods for drinking water Microbiological parameters*, the total number of bacterial colony of 10 source water samples were measured. Based on JJF 1059.1-2012 *Evaluation and expression of uncertainty in measurement*, the uncertainty of the samples was evaluated. **Results** According to the method, when the coverage probability was 95%, the expanded uncertainty of source water was 0.062. Meantime, measured results of 10 samples were within the scope of their respective interval. **Conclusion** The established method can be used in the uncertainty evaluation of aerobic plate count under similar circumstances.

KEY WORDS: source water; aerobic plate count; uncertainty

1 引言

菌落总数的多少在一定程度上反映着食品卫生质量的优劣, 其数据可以用于评价被检测样品的微生物污染程度。目前, 菌落总数常用的检验方法有 GB 4789.2-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验菌落总数测定》^[1]和 GB/T 5750.12-2006《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》^[2]。CNAS-CL07: 2011《测量不确定度的要求》^[3]明确指出: “检测实验室应有能力对每一项有数值要求的测量结果进行测量不确定度评估”。由于微生物在样品中分散性较大, 会造成结果间有差异, 所以对微生物检验结果测量不

确定度的评定是非常必要的。本研究以鄂尔多斯市地区采集的水源水菌落总数检测为例, 依据 GB/T 5750.12-2006 检测 10 份样品中的菌落总数, 用 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》^[4]分析检测结果不确定度的来源并建立数学模型, 对水源水菌落总数检验结果的不确定度进行评定。

2 材料与方法

2.1 材料

本试验所用的样品为鄂尔多斯市地区采集的 10 份水源水。

*通讯作者: 李英杰, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测。E-mail: liyingjie_11@163.com

*Corresponding author: LI Ying-Jie, Master, Engineer, Ordos Food Inspection Test Center, Ordos 017000, China. E-mail: liyingjie_11@163.com

2.2 仪器与试剂

高压灭菌锅(上海博讯实业有限公司医疗设备厂); 恒温培养箱(上海精宏实验设备有限公司); 平板计数琼脂(北京奥博星生物技术有限责任公司); 氯化钠(分析纯, 天津市北联精细化学品开发有限公司)。

2.3 检测方法

依据 GB/T 5750.12-2006《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》^[2]中的方法进行检验, 同时做空白对照和稀释液对照。

2.4 不确定度模型

根据检测原理得到检样中菌落总数测定的数学模型:

$$Y=K \cdot X/V$$

Y-样品菌落总数;

K-稀释倍数;

X-某稀释度检测平皿上的菌落数, CFU;

V-某稀释度下的取样体积, mL。

3 结果与分析

3.1 测量不确定度的评定

本试验是由同一操作人员采用同一检测方法并使用同一批次营养琼脂在相同的培养温度及培养时间下测定的。依据 GB/T 5750.12-2006《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》^[2]中 1.1.7.1, 首先选择平均菌落数在 30~300 之间者进行计算, 若只有一个稀释度的平均菌落数符合此范围时, 则将该菌落数乘以稀释倍数报告之。空白对照和稀

释液对照平皿均无菌落生长。

从表 1 得出, 样品数据的发散性较大, 如直接用贝塞尔公式计算出的合并标本标准差很大, 因此对检测结果取对数后计算均值和标准差, 再根据贝塞尔公式计算出检测结果对数值的合并样本标准差, 从而计算每个样本的取值范围^[5-7]。

具体计算过程如下:

(1)共检测 10 份样品, 每份样品做 2 个平行样, 列出第 j 个样品的 2 次测量结果为 X_{1j} 和 X_{2j} (表 1 中第 2、3 列);

(2)对检测结果 X_{1j} 和 X_{2j} 分别取对数, 得到 $\lg X_{1j}$ 和 $\lg X_{2j}$, 并计算平均值 $\overline{\lg X_j}$ (表 1 中第 4、5、6 列);

(3)分别计算每一个检测样品的残差平方和:

$$\sum_{i=1}^2 (\lg X_{ij} - \overline{\lg X_j})^2 \text{ (表 1 中第 7 列);}$$

(4)计算合并标准偏差:

$$S_p(\lg X_{ij}) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} \sum_{i=1}^2 (\lg X_{ij} - \overline{\lg X_j})^2}{m(n-1)}} = 0.0386 \quad (m=10, n=2);$$

(5)每个稀释度做 2 个平行样, 即 2 次测量平均值的标准不确定度为:

$$u(\overline{\lg X_j}) = \frac{S_p(\lg X_{ij})}{\sqrt{2}} = \frac{0.0386}{\sqrt{2}} = 0.0273$$

(6)根据置信概率 $p=95\%$ 和自由度 $\nu=10-1=9$, 由 t 分布表得到包含因子 $k=2.26$, 于是扩展不确定度为:

$$U(\overline{\lg X_j}) = k \cdot u(\overline{\lg X_j}) = 2.26 \times 0.0273 = 0.062$$

表 1 菌落总数检测结果及计算
Table 1 Determination and calculation of aerobic plate count

序号	测量结果		取对数后测量结果			残差平方和	取值区间			
	X_{1j}	X_{2j}	$\lg X_{1j}$	$\lg X_{2j}$	$\overline{\lg X_j}$		$\overline{\lg X_j} \mp 0.0544$		X_j	
1	420	500	2.6232	2.6990	2.6611	0.00287	2.5991	2.7231	390	520
2	740	840	2.8692	2.9243	2.8968	0.00152	2.8348	2.9588	680	900
3	6400	6200	3.8062	3.7924	3.7993	0.00010	3.7373	3.8613	5400	7200
4	670	510	2.8261	2.7076	2.7668	0.00702	2.7048	2.8288	500	670
5	2700	2900	3.4314	3.4624	3.4469	0.00048	3.3849	3.5089	2400	3200
6	1760	1600	3.2455	3.2041	3.2248	0.00086	3.1628	3.2868	1400	1900
7	1010	1000	3.0043	3.0000	3.0022	0.00001	2.9402	3.0642	870	1100
8	690	750	2.8388	2.8751	2.8570	0.00066	2.7950	2.9190	620	820
9	640	570	2.8062	2.7559	2.7810	0.00127	2.7190	2.8430	520	690
10	1980	2040	3.2967	3.3096	3.3032	0.00008	3.2412	3.3652	1700	2300
			求和			0.01487				

(7)以区间的形式表示(表 1 中第 8、9 列):

$$\overline{\lg X_j} - U(\lg X_j) \leq \lg X_j \leq \overline{\lg X_j} + U(\lg X_j)$$

$$\text{即: } \overline{\lg X_j} - 0.062 \leq \lg X_j \leq \overline{\lg X_j} + 0.062$$

(8)根据每一样品 $\overline{\lg X_j}$ 的取值范围, 由反对数得到每一样品菌落总数含量 X_j 的所在区间(表 1 中第 10、11 列)。

3.2 测量结果报告

对于第 1 个样品, $\overline{\lg X_1}$ 的取值范围为 $2.5991 \leq \lg X_1 \leq 2.7231$, 换算到 X_1 坐标后, 得到菌落总数含量 X_1 的所在区间为 $390 \leq X_1 \leq 520$ 。

对于第 9 个样品, $\overline{\lg X_9}$ 的取值范围为 $2.7190 \leq \lg X_9 \leq 2.8430$, 换算到 X_1 坐标后, 得到菌落总数含量 X_9 的所在区间为 $520 \leq X_1 \leq 690$ 。

10 个样品的平行样测量结果均在各自区间范围内。

4 讨论

依据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》中, 对在规定测量条件下测得的量值用统计分析的方法进行的测量不确定度分量的评定为 A 类评定; 不同于测量不确定度 A 类评定的方法对测量不确定度分量进行的评定为 B 类评定^[4]。

分析实验过程不确定度的来源主要有: 样品取样体积、样品稀释、计量器具容量允差、培养时间和培养温度允差、样品重复测定等^[8]。由于系统误差导致的 B 类评定对合成不确定度贡献较小, 但样品重复性测量带来的不确定度占主要部分, 因此, 本研究采用测量不确定度的 A 类评定^[9,10]。

本研究采集的 10 份水源水样品进行微生物检验, 由于得到的检测数据结果相差太大, 不能用贝塞尔公式直接计算合并标本标准差, 因此对检测结果取对数后计算均值和标准差, 再根据贝塞尔公式计算出检测结果对数值的合并样本标准差来评定不确定度。

用该方法评定菌落总数的不确定度, 可以减少实验误差, 提高检测结果的精确度, 找出菌落总数检测过程中的关键控制点, 对提高微生物的检测操作过程、微生物计数的准确度和精密度方面提供实践指导和理论依据。

参考文献

- [1] GB 4789.2-2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验菌落总数测定[S].

GB 4789.2-2010 Nation food safety standard-Food microbiological examination: Aerobic plate count [S].

- [2] GB/T 5750.12-2006 生活饮用水标准检验方法 微生物指标[S].
GB/T 5750.12-2006 Standard examination methods for drinking water-Microbiological parameters [S].
- [3] CNAS-CL07: 2011 测量不确定度的要求[S].
CNAS-CL07:2011 Requirements for measurement uncertainty [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 measurements [S].
- [5] 汤水平, 王力清, 李静芳, 等. 婴幼儿配方奶粉菌落总数检验中不确定度的评定[J]. 微生物学杂志. 2009, 29(5): 100-103.
Tang SP, Wang LQ, Li JF, *et al.* Uncertainty assessment in the detection of total colony in formulated milk powder for infant and young children [J]. J Microbiol. 2009, 29(5): 100-103.
- [6] 丁理, 王友斌, 李霞, 等. 生活饮用水及其水源水中菌落总数测定的不确定度评定及实例分析[J]. 中国卫生工程学. 2015, 14(4): 353-355.
Ding C, Wang YB, Li X, *et al.* Uncertainty assessment and cases analysis in the detection of the standard plate-count bacteria in drinking water and source water [J]. Chin J Public Health Eng, 2015, 14(4): 353-355.
- [7] 汪艳玲, 赵怀荣. 果汁中菌落总数的不确定度评定[J]. 食品安全质量检测学报. 2016, 7(6): 2533-2536.
Wang YL, Zhao HR. Uncertainty evaluation of aerobic plate count in fruit juice [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(6): 2533-2536.
- [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] 刘培海, 王玉兰, 郑家利, 等. 进口瓶装饮用水中菌落总数不确定度的评定[J]. 中国卫生检验杂志. 2014, 24(7): 992-994.
Liu PH, Wang YL, Zheng JL, *et al.* Uncertainty evaluation of aerobic plate count in imported bottled drinking water [J]. Chin J Health Lab Technol, 2014, 24(7): 992-994.
- [10] 蔡大川, 黄启红, 等. 猪肉菌落总数检验中不确定度的评定[J]. 食品安全质量检测学报. 2015, 7(6): 2473-2476.
Cai DC, Huang QH, *et al.* Uncertainty evaluation of aerobic plate count in pork [J]. J Food Saf Qual, 2015, 7(6): 2473-2476.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



李英杰, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测。

E-mail: liyingjie_11@163.com