

婴幼儿配方食品中阪崎肠杆菌的计数结果 不确定度评定

邓晓鸿¹, 强 敏², 朱新生¹, 唐 刚³, 严 飞^{4*}, 王伟岗⁵

(1. 镇江市食品药品监督检验中心, 镇江 212000; 2. 镇江市产品质量监督检验中心, 镇江 212000;
3. 蚌埠产品质量监督检验研究院, 蚌埠 233040; 4. 镇江市妇幼保健院新生儿科, 镇江 212000;
5. 江苏国测检验技术有限公司, 苏州 215300)

摘 要: **目的** 了解专项抽查的婴幼儿配方食品中的阪崎肠杆菌指标状况, 并探讨阪崎肠杆菌计数结果的不确定度评定方法。**方法** 按照 GB 4789.1-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 总则》和 GB 4789.40-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 阪崎肠杆菌检验》进行抽样和检测, 依据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》及贝塞尔统计学方法对计数结果进行不确定度评定。**结果** 22 批次婴幼儿配方食品中有 1 批次检出阪崎肠杆菌, 检出率为 4.55%, 该批次样品中阪崎肠杆菌平均计数为 25.5 MPN/100 g, 计数结果扩展标准不确定度为 2.72 MPN/100 g。**结论** 固液混合过程, 酵液取样体积, 阪崎肠杆菌显色平板上可疑菌落选择和 MPN 法重复计数的 4 个不确定度较大, 是计数检验过程中的重要环节。

关键词: 婴幼儿配方食品; 阪崎肠杆菌; 不确定度

Evaluation of uncertainty of in counting *Enterobacter sakazakii* in infant formula food

DENG Xiao-Hong¹, QIANG Min², ZHU Xin-Sheng¹, TANG Gang³, YAN Fei^{4*}, WANG Wei-Gang⁵

(1. Zhenjiang Center for Food and Drug Control, Zhenjiang 212000, China; 2. Zhenjiang Center for Products Quality Supervision & Inspection, Zhenjiang 212000, China; 3. Bengbu Institute of Product Quality Supervision and Inspection Research, Bengbu 233040, China; 4. Department of Neonatology, MCH of Zhenjiang City, Zhenjiang 212000, China; 5. Jiangsu Guoce Testing Technology Co. Ltd, Suzhou 215300, China)

ABSTRACT: Objective To understand the index status of *Enterobacter sakazakii* in infant formula food, and to explore the uncertainty evaluation method of *Enterobacter sakazakii* count results. **Methods** Sampling and testing were carried out according to GB 4789.1-2010 *National food safety standard-Food microbiological examination-General guidelines* and GB 4789.40-2016 *National food safety standard-Food microbiological examination-Enterobacter sakazakii*. The uncertainty of counting results was evaluated according to JJF 1059.1-2012 *Evaluation and expression of measurement uncertainty* and Bessel statistical method. **Results** *Enterobacter sakazakii* was detected in one batch of 22 batches of infant formula, with the detection rate 4.55%. The average count of *Enterobacter sakazakii* in this batch of samples was 25.5 MPN/100 g, and the expanded standard uncertainty of counting results was 2.72 MPN/100 g. **Conclusion** The 4 uncertainties of solid-liquid mixing process, fermentation liquid sampling volume, the selection of suspicious colonies on the chromogenic plate of *Enterobacter sakazakii* and

*通讯作者: 严飞, 主治医师, 主要研究方向为镇新生儿病原微生物检验。E-mail: 1043361472@qq.com

*Corresponding author: YAN Fei, Attending Doctor, Department of Neonatology, MCH of Zhenjiang City, Zhenjiang 212000, China. E-mail: 1043361472@qq.com

the repeated counting by MPN method are of great uncertainty, which are the important links in the counting inspection process.

KEY WORDS: infant formula; *Enterobacter sakazakii*; uncertainty

1 引言

婴幼儿配方食品指以乳类及乳蛋白制品为主要原料, 加入适量的维生素、矿物质和其他成分, 仅用物理方法生产加工制成的液态或粉状产品。适于正常婴儿食用, 其能量和营养成分能够满足 0~6 月龄婴儿的正常营养需要^[1]。

阪崎肠杆菌是一种重要的食源性条件致病菌, 在婴儿配方食品中含有阪崎肠杆菌极易引起婴幼儿感染事件, 比如脑膜炎、坏死性小肠结肠炎和菌血症等疾病, 且容易遗留严重的神经系统后遗症^[2,3], 国际上已经次其列为婴儿配方食品的 A 类致病菌^[4]。

不确定度评定是与测量结果相关的一个参数, 是检验测量结果准确度的重要凭证, 反映检验因素对结果影响程度, 合适的不确定度评估, 对提高检验质量水平有重大意义^[5]。为了解本地区市场上一时间段的婴儿配方食品阪崎肠杆菌的存在情况, 且提高在实际检验的检验质量, 本研究根据 GB 4789.40-2016《食品安全国家标准 食品卫生微生物学检验 阪崎肠杆菌检验》^[6]对婴幼儿配方食品中的阪崎肠杆菌进行检验, 分析不确定度来源, 并对检验过程各步骤的不确定度进行评估, 以提高测量结果的准确性, 以期为婴幼儿配方食品的安全提供参考。

2 材料与方法

2.1 实验材料

2.1.1 样品来源

本市专项抽检的 22 个批次的婴儿配方食品

2.1.2 培养基

阪崎肠杆菌标准菌株(ATCC 29544)、阪崎肠杆菌显色培养基、EasyID 阪崎肠杆菌生化鉴定试剂盒(广东环凯微生物科技有限公司); 缓冲蛋白胨水肉汤(buffered peptone water, BPW)、改良月桂基硫酸盐胰蛋白胨肉汤(modified lauryl sulfate tryptose, mLST)、万古霉素溶液(vancomycin, Vm)、胰蛋白大豆琼脂(tryptic soy agar, TSA)(北京陆桥技术有限责任公司); 生理盐水缓冲液(镇江市产品质量监督检验中心)。

2.1.3 仪器用器

PL2002 电子天平(基睿仪器(上海)有限公司); BILON-08 均质器(上海比朗仪器公司); HR40-IIA2 生物安全柜(海尔电器有限公司)。

2.2 方法

2.2.1 阪崎肠杆菌定量检测

阪崎肠杆菌定量检测的基本程序如图 1 所示^[6]。

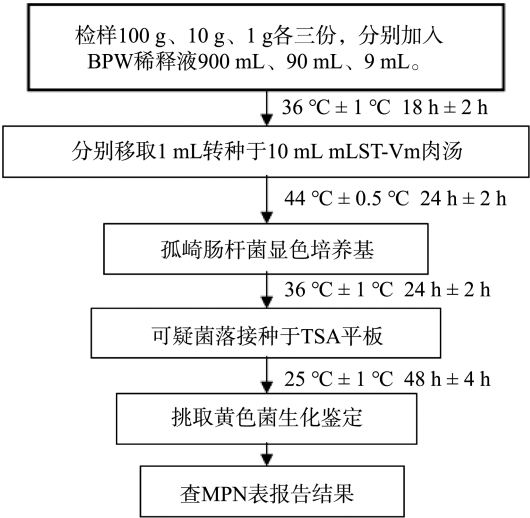


图 1 阪崎肠杆菌计数检验程序

Fig.1 Counting and testing procedure of *Enterobacter sakazakii*

2.2.2 婴儿配方食品阪崎肠杆菌阪崎肠杆菌限量

按照二级采样方案设定的指标, 在 3 个婴儿配方食品中, 每 100 g 样品中不允许有阪崎肠杆菌阪崎肠杆菌检出。即 $n=3, c=0, m=0/100\text{ g}$ 。

3 结果与分析

3.1 样品阪崎杆菌检测结果

由表 1 可知, 本次抽检的 22 个批次的婴儿配方食品中, 有 1 个批次的样品中检出克罗诺阪崎肠杆菌, 检出率为 4.55%; 由表 2 本次抽样的阳性食品阪崎定量报告平均值为 25.5 MPN/100 g。

表 1 婴儿配方食品阪崎肠杆菌抽查结果
Table 1 Sampling results of *Enterobacter sakazakii* in infant formula

样品类别	批次数	检验项目	检验方法	判定依据	合格数(率/%)
婴儿配方食品	22	阪崎肠杆菌	GB 4789.40-2016 第二法 ^[6]	GB 10765-2010 ^[1]	21(95.5%)

表 2 阪崎肠杆菌计数 2 次重复原始记录
Table 2 Original record of *Enterobacter sakazakii* counted twice

	100 g 样品	10 g 样品	1 g 样品	结果/(MPN/100 g)
同批次第 1 个样品	3	2	2	21
同批次第 2 个样品	3	2	2	21
同批次第 3 个样品	3	2	1	15
重复同批次第 1 个样品	3	2	3	29
重复同批次第 2 个样品	3	2	2	21
重复同批次第 3 个样品	3	3	1	46
平均值				25.5

3.2 阪崎肠杆菌计数各不确定度分量确定及结果

3.2.1 不确定度来源

阪崎肠杆菌计数的不确定度主要检验标准程序中系统性效应和随机性效应引起,本研究结合实际操作中的重要环节来考虑不确定度分量。包括(1)2 种液体培养基的制备所带来的不确定度;(2)3 个数量级共 9 份固体样品的稀释所带来的不确定度;(3)第一步初发酵后的 9 份液体检样的加样体积所带来的不确定度;(4)阪崎杆菌显色培养基中可疑菌落的挑选所带来的不确定度;(5)TSA 平板上挑选黄色菌落所带来的不确定度;(6)2 次重复实验所带来的不确定度。

故阪崎肠杆菌计数各分量合成的相对标准不确定度为:

$$U_{rel}(N)=\sqrt{\frac{U_{rel}^2(P)+U_{rel}^2(D)+U_{rel}^2(YV)}{+U_{rel}^2(KY)+U_{rel}^2(H)+U_{rel}^2(T)}}。 \quad (1)$$

式中, $U_{rel}(N)$: 阪崎肠杆菌计数的合成相对标准不确定度; $U_{rel}(P)$: 液体培养基的制备相对标准不确定度; $U_{rel}(D)$: 固体样品稀释相对标准不确定度; $U_{rel}(YV)$: 初发酵液加样体积的相对标准不确定度; $U_{rel}(KY)$: 可疑菌落挑选的相对不确定度; $U_{rel}(H)$ 黄色菌落挑选的相对标准不确定度; $U_{rel}(T)$: 2 次重复实验的相对标准不确定度。

3.2.2 2 种液体培养基的制备所带来的不确定度

实验量取操作中 2 种物质混合产生的相对标准不确定度 $U_{rel}(d_i)$ 计算公式如(2)所示^[7,8]。

$$U_{rel}(d_i)=\sqrt{\frac{b_i^2}{(a_i+b_i)^2}[U_{rel}^2(a_i)+U_{rel}^2(b_i)]}。 \quad (2)$$

式中 a_i 为被稀释固液体样品质量, g, b_i 为稀释液或无菌水体积, mL; $U_{rel}^2(a_i)$ 、 $U_{rel}^2(b_i)$ 分别为被稀释固液体样品称量的不确定度平方, 稀释液或无菌水称量的不确定度平方。

在本次实验检测中, 所用到称量工具为: 电子天平(型号: PL2002, 精确度: ± 0.01 g)、1000 mL 量筒(允许误差

± 10 mL)、100 mL 量筒(允许误差 ± 1 mL)、10 mL 量筒(允许误差 ± 0.2 mL)、1 mL 移液枪(容量允差 $\pm 1.0\%$ mL)。依据 JJG 646-2006《移液器检定规程》^[9], 以上量器允差属于矩形分布。

电子天平(型号: PL2002, 精确度: ± 0.01 g)分别称取 100、10、1 g 固体样品所带来的相对标准不确定度为:

$$U_{rel}(t_1)=\frac{U_{t_1}}{m_1}=\frac{0.01\text{ g}}{100\text{ g}\times\sqrt{3}}=0.0000577;$$
$$U_{rel}(t_2)=\frac{U_{t_2}}{m_2}=\frac{0.01\text{ g}}{10\text{ g}\times\sqrt{3}}=0.000577;$$
$$U_{rel}(t_3)=\frac{U_{t_3}}{m_3}=\frac{0.01\text{ g}}{1\text{ g}\times\sqrt{3}}=0.00577。$$

量程为 1000、100、10 mL 的量筒分别量取 900、90、9 mL 液体样品所带来的相对标准不确定度为:

$$U_{rel}(l_1)=\frac{U_{l_1}}{v_1}=\frac{10\text{ mL}}{900\text{ mL}\times\sqrt{3}}=0.00642;$$
$$U_{rel}(l_2)=\frac{U_{l_2}}{v_2}=\frac{1\text{ mL}}{90\text{ mL}\times\sqrt{3}}=0.00642;$$
$$U_{rel}(l_3)=\frac{U_{l_3}}{v_3}=\frac{0.2\text{ mL}}{9\text{ mL}\times\sqrt{3}}=0.01283。$$

移液枪(型号: Brand, 量程 1 mL, 容量允差 $\pm 1.0\%$ mL)量取 1 mL 液体所带来的的相对标准不确定度为:

$$U_{rel}(\text{移}1)=\frac{U_{\text{移}1}}{v}=\frac{1.0\%\text{ mL}}{10\text{ mL}\times\sqrt{3}}=0.01154。$$

液体培养基的制备相对标准不确定度为:

$$U_{rel}(P)=\sqrt{U_{rel}^2(BPW)+U_{rel}^2(\text{mLST}-Vm)}。$$

式中 $U_{rel}(BPW)$ 为 BPW(2%)稀释液制备的相对标准不确定度, $U_{rel}(\text{mLST}-Vm)$ 为 mLST-Vm 稀释液(6.5%)制备的相对标准不确定度。

参照公式(2)BPW(2%)稀释液的制备的相对标准不确定度平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(\text{BPW}) = \frac{980^2}{(20+980)^2} \times \left[\left(\frac{0.000577}{2} \right)^2 + 0.00577^2 \right] \\ = 3.17 \times 10^{-5}.$$

参照公式(2) mLST-Vm 稀释液(6.5%)的制备的不确定度平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(\text{mLST-Vm}) = \frac{93.5^2}{(6.5+93.5)^2} \times \left[\left(\frac{0.00577}{6.5} \right)^2 + 0.00667^2 \right] \\ = 4.07 \times 10^{-5}.$$

液体培养基的制备相对标准不确定度 $U_{\text{rel}}(P)$ 平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(P) = U_{\text{rel}}^2(\text{BPW}) + U_{\text{rel}}^2(\text{mLST-Vm}) = 7.24 \times 10^{-5}.$$

3.2.3 9 份固体样品的稀释所带来的不确定度^[10,11]

本实验流程固液混合过程中, 相对标准不确定度包括 3 种共 9 次操作, 即 100 g 固体检样+900 mL BPW 稀释液, 10 g 固体检样+90 mL BPW 稀释液, 1 g 固体检样+9 mL BPW 稀释液。

参照公式(2)本次实验中固体样品的 3 种 9 次稀释过程的相对不确定度平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(D) = U_{\text{rel}}^2(d_1) + U_{\text{rel}}^2(d_2) + \dots + U_{\text{rel}}^2(d_9).$$

100 g 固体检样+900 mL BPW 稀释液固体样品稀释相对标准不确定度平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(D_1) = 3U_{\text{rel}}^2(d_1) = 3 \times \frac{900^2}{(100+900)^2} \times \\ (0.0000577^2 + 0.00642^2) = 1.0 \times 10^{-4}.$$

10 g 固体检样+90 mL BPW 稀释液固体样品稀释相对标准不确定度平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(D_2) = 3U_{\text{rel}}^2(d_4) = 3 \times \frac{90^2}{(10+90)^2} \times (0.000577^2 + 0.00642^2) \\ = 1.0 \times 10^{-4}.$$

1 g 固体检样+9 mL BPW 稀释液固体样品稀释响应标准不确定度平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(D_3) = 3U_{\text{rel}}^2(d_7) = 3 \times \frac{9^2}{(1+9)^2} \times (0.00577^2 + 0.01283^2) \\ = 4.81 \times 10^{-4}.$$

固体样品稀释相对标准 $U_{\text{rel}}(D)$ 平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(D) = U_{\text{rel}}^2(D_1) + U_{\text{rel}}^2(D_2) + U_{\text{rel}}^2(D_3) = 6.81 \times 10^{-4}.$$

3.2.4 初发酵后的 9 份液体检样的加样体积所带来的不确定度

用移液器分别从已发酵的 9 管 BPW 发酵液中, 取 1 mL 转种加入到加入到配制好的 mLST-Vm 试管中。依据 JJG 646-2006《移液器检定规程》, 本次实验加样过程中, 1 个独立包装的产品检验产生的相对标准不确定平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(YV) = 9U_{\text{rel}}^2(\text{移}_1) = 9 \times 0.00577^2 = 3.0 \times 10^{-4}.$$

3.2.5 阪崎杆菌显色培养基中可疑菌落的挑选所带来的不确定度^[12]

选取在克罗诺阪崎杆菌显色平板上长出来的 10 个淡黄色菌落, 作为可疑菌落, 以最终在 TSA 平板生长为黄色菌落

个数为确认结果; 因为挑选的差异, 则会产生不确定度。

本次实验, 每次 3 个独立包装食品分别选取 10 个可疑菌落, 可疑菌落最终在 TSA 平板上生长为黄色典型菌落的比例分别为: 0.9、0.9、1.0。

$$\text{这组比例数据的平均值为: } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 0.93.$$

可疑菌落挑选的相对标准不确定度 $U_{\text{rel}}(KY)$ 平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(KY) = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)} = \frac{0.0067}{3 \times 2} = 11.11 \times 10^{-4}.$$

式中, x_i 为第 i 次检测可疑菌落最终在 TSA 平板上生长为黄色典型菌落的比例; $\bar{x}$ 为 3 次检测黄色典型菌落的比例; n 为重复实验次数, $n=3$ 。

3.2.6 TSA 平板上挑选黄色菌落所带来的不确定度取

选取在 TSA 平板上长出来的 10 个黄色菌落, 进行 VITEK2 生化鉴定, 以机器确定阪崎肠杆菌为结果^[2], 因为挑选的差异, 则会产生不确定度。

本次实验, 每次 3 个独立包装食品分别选取 10 个黄色菌落, 黄色菌落在微生物鉴定系统中确认为阪崎肠杆菌的比例分别为: 1.0、1.0、1.0。

$$\text{这组数据的平均值为: } \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = 1.0.$$

则本研究中黄色菌落挑选的相对标准不确定度 $U_{\text{rel}}(H)=0$ 。

3.2.7 2 次重复实验所带来的不确定度

阪崎肠杆菌的生长繁殖是以几何级数递增的, 所得检测结果的发散性较大, 因此在评定其不确定度时, 采用贝塞尔公式计算其对数的平均值和标准偏差。

本次实验, 以重复测量的平均值的相对标准不确定度作为依据, 通常的做法是取对数以后在用常规的贝塞尔方法进行计算合成标准不确定度^[12]。2 次重复检验的数据结果如表 3 所示。

根据贝塞尔公式, 2 次重复实验的相对标准不确定度 (以 MPN/100 g 为单位) $U_{\text{rel}}(T^*)$ 的平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(T^*) = \frac{\sum (\lg x_i - \lg \bar{x})^2}{n(n-1)} = \frac{0.1384}{2 \times 1} = 6.92 \times 10^{-2}.$$

统一单位后(换算成 MPN/g)2 次重复实验的相对标准不确定度 $U_{\text{rel}}(T)$ 平方为:

$$U_{\text{rel}}^2(T) = 6.92 \times 10^{-4}.$$

3.2.8 样品中阪崎肠杆菌计数合成不确定度和扩展不确定度

综合各不确定度分量, 可以得出, 样品阪崎肠杆菌计数合成的相对标准不确定度为:

$$U_{\text{rel}}(N) = \sqrt{U_{\text{rel}}^2(P) + U_{\text{rel}}^2(D) + U_{\text{rel}}^2(YV) + U_{\text{rel}}^2(KY) + U_{\text{rel}}^2(H) + U_{\text{rel}}^2(T)} = \sqrt{2.8564 \times 10^{-3}} \\ = 5.34 \times 10^{-2}.$$

表 3 2 次重复检验的数据结果
Table 3 Data results of 2 repeated tests

阳性管数			x_i	$\lg x_i$	$\lg \bar{x}$	$\lg x_i - \lg \bar{x}$	$(\lg x_i - \lg \bar{x})^2$	
10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}						
3	2	2	21	1.3222		-0.0558	0.003114	
3	2	2	21	1.3222		-0.0558	0.003114	
3	2	1	15	1.1761	1.3780	-0.2019	0.040764	
3	2	3	29	1.4624		0.0844	0.007123	
3	2	2	21	1.3222		-0.0558	0.003114	
6	3	3	1	46	1.6628		0.2848	0.081111
总和							0.13834	

注: x_i 为从坂崎肠杆菌最大可能数检索表中根据阳性管数查出的数字。

样品阪崎肠杆菌计数合成标准不确定度为:

$$U_{\text{合}} = U_{\text{rel}}(N) \times \bar{x} = 5.34 \times 10^{-2} \times 25.5 = 1.36。$$

在置信概率 $P=0.95$ 时, 取 $k=2$ 则扩展不确定度为:

$$U_{\text{扩}} = k \times U_{\text{合}} = 2 \times 1.36 = 2.72。$$

根据以上推导报告本次阳性批次婴儿配方食品中阪崎肠杆菌计数检测结果为: 25.5 MPN/100 g, 不确定度为 2.72 MPN /100 g。

4 结论与讨论

本研究针对本地区婴儿配方食品专项抽查, 阪崎肠杆菌作为婴儿配方食品微生物指标中, 特异性的必检指标。本次抽检的 22 批次婴儿配方食品中, 有一批次检出阪崎肠杆菌, 检出率为 5.45%, 检出的该阳性批次配方食品中阪崎杆菌平均计数为 25.5 MPN/100 g。通过对各不确定度分量计算分析, 结果表明固液混合过程, 酵液取样体积, 阪崎肠杆菌显色平板上可疑菌落选择和 MPN 法重复计数的 4 个不确定度较大。影响阪崎肠杆菌记数法结果不确定度的因素很多, 在其整个检测过程中除了上述不确定度之外, 结果还受标准菌种, 培养基质量, 培养箱设置参数, 样品取样均匀, 菌落的计数误差等因素的影响。

如果实验室所用的称量器具变化, 特别是检测人员变更, 食品微生物检测结果的不确定度就会发生相应的变化^[13-15], 在不确定度评定中, 数据显示人员的影响始终是较大的变量, 通过选择与标准相适应的实验方案, 加强个人熟练规范化学习, 可以最大程度减小关键步骤的不确定度分量值, 保证检验检测结果的准确、可靠。该方法可以作为阪崎肠杆菌 MPN 计数不确定度的评定参考方法。

参考文献

[1] GB 10765-2010 食品安全国家标准 婴儿配方食品[S].
GB 10765-2010 National food safety standard-Infant formula food [S].
[2] 李毅, 章乐怡, 洪程基, 等. 婴幼儿食品和配方奶粉中克罗诺杆菌污染

调查及分子分型研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, (4): 360-365
Li Y, Zhang LY, Hong CJ, et al. Contamination investigation and molecular typing of *Cronobacter* in infant food and formula milk powder [J]. Chin J Food Hyg, 2019, (4): 360-365.
[3] 王蕊, 杨鑫焱, 陈思涵, 等. 一种快速检测婴幼儿配方奶粉中阪崎克罗诺杆菌的方法[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(10): 212-218.
Wang R, Yang XY, Chen SH, et al. A method for rapid detection of *Cronobacter sakazakii* in powdered infant formula [J]. Food Ferment Ind, 2018, 44(10): 212-218.
[4] 陈翠玲, 钮冰, 杨捷琳, 等. 克罗诺杆菌在特殊环境中耐受性与耐药性的研究进展[J]. 食品工业科技, 2020, 41(5): 328-331
Chen CL, Niu B, Yang JL, et al. Research progress of tolerance and drug resistance of *Cronobacter* in special environments [J]. Sci Technol Food Ind, 2020, 41(5): 328-331.
[5] 牛洪梅, 戚成, 王翔, 等. 奶粉中阪崎克罗诺杆菌生长与失活建模的研究进展[J]. 食品科学, 2019, 40(9): 325-331.
Niu HM, Qi C, Wang X, et al. Progress in growth and inactivation modelling of *Cronobacter sakazakii* in powdered formula [J]. Food Sci, 2019, 40(9): 325-331.
[6] GB 4789.40-2016 食品安全国家标准 食品卫生微生物学检验 阪崎肠杆菌检验[S].
GB 4789.40-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-*Enterobacter sakazakii* [S].
[7] Seppo IN. Uncertainty of quantitative determinations derived by cultivation of microorganisms [M]. Helsinki: J4 Advisory Commission for Microbiology.
[8] 胡巖, 丁武, 李素芳. 食品的菌落数检测结果不确定度之评定[J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(8): 1494-1497.
Hu D, Ding W, Li SF et al. Uncertainty evaluation for colony forming units (CFU) of foods [J]. Chin J Health Lab Technol, 2008, 18(8): 1494-1497.
[9] JJF 196-2006 常用玻璃量器检定规程[S].
JJF 196-2006 Verification regulation of working glass container [S].
[10] JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示[S].
JJF 1059.1-2012 Evaluation and expression of measurement uncertainty [S].
[11] ISO-IEC 17025-2005 检测和校准实验室能力认可准则[S].s

- ISO-IEC 17025-2005 Accreditation criteria for competence of testing and calibration laboratories [S].
- [12] 姚丽芳, 朱洪坤, 李蔚, 等. 大肠菌群 MPN 计数法不确定度评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(1): 193–196.
- Yao LF, Zhu HK, Li W, *et al.* Uncertainty evaluation of *Coliform bacteria* MPN counting method [J]. *J Food Saf Qual*, 2016, 7(1): 193–196.
- [13] Fei P, Jian YJ, Feng J, *et al.* Antibiotic and desiccation resistance of *Cronobacter sakazakii* and *C. malonaticus* isolates from powdered infant formula and processing environments [J]. *Front Microbiol*, 2017, (8): 316.
- [14] 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.
- [15] 刘笑笑, 蔡玉红, 于丽, 等. 多管发酵法测定生活饮用水中总大肠菌群不确定度的评定[J]. 中国食品添加剂, 2019, 30(5): 123–127.
- Liu XX, Cai YH, Yu L, *et al.* Uncertainty evaluation of the determination of total intestinal bacteria in drinking water by multi-tube fermentation

method [J]. *Chin Food Addit*, 2019, 30(5): 123–127.

(责任编辑: 李磅礴)

作者简介



邓晓鸿, 工程师, 主要研究方向为食品微生物检验。

E-mail: deng1406@163.com



严 飞, 主治医师, 主要研究方向为新生儿病原微生物检验。

E-mail: 1043361472@qq.com