
国家计量技术规范规程制修订

《乳品细菌计数仪校准规范》
实验报告

全国生物计量技术委员会征求意见稿实验报告

2022年9月

实验报告

一、 实验目的

验证《乳品细菌计数仪校准规范》的适用性和可行性。

二、 实验地点

验证实验在中国计量科学研究院实验室及不同客户实验室完成。

三、 环境条件

实验过程中环境温度均在（10~30）℃，湿度均≤70%RH。

四、 实验仪器与实验设计

在验证实验中，对丹麦福斯公司、美国本特利生产的 5 台乳品细菌计数仪进行了验证实验；此外，还对美国贝克曼公司、英国 Apogee 公司生产的可用于乳品中细菌计数的 4 台流式分析仪进行了验证实验。

所验证仪器覆盖了国内乳品加工企业、奶牛养殖企业、第三方检测机构及权威计量机构常用的乳品细菌计数仪类型。

五、 校准设备和试剂

仪器校准中使用了研制的乳品中细菌计数仪校准用标准物质，其技术要求列于表 1。此外还使用了 A 级 100 mL 规格量筒和 0.1 mol/L 磷酸盐缓冲液 pH(7.2~7.4)。

表 1 乳品细菌计数仪校准用标准物质技术指标

标准物质	特性量	标准值 (100 mL 稀释液复溶后)	扩展不确定度 (k=2)
低值	细菌总数	$5.60 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$	$0.76 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$
高值	细菌总数	$5.91 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$	$0.70 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$

六、 实验结果

6.1 完达山乳业福斯 BacSomatic 仪器验证实验

根据校准规范的要求,采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对黑龙江完达山乳业的 BacSomatic 乳品细菌计数仪(编号 60069810)进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证,结果如表 2 所示。

表 2 完达山乳业福斯 BacSomatic 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL ⁻¹)	平均值 (mL ⁻¹)	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数仪校准用标准物质	5.96×10 ⁶	5.73×10 ⁶	5.8	-3.1
	6.03×10 ⁶			
	5.73×10 ⁶			
	5.48×10 ⁶			
	5.99×10 ⁶			
	5.20×10 ⁶			

其中,细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度: $U=9.5\%$ ($k=2$)。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证,结果如表 3 所示。

表 3 完达山乳业福斯 BacSomatic 携带污染率校准结果

乳品计数仪校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL ⁻¹)
高值	1	5.48×10 ⁶
	2	5.99×10 ⁶
	3	5.76×10 ⁶
低值	1	5.22×10 ⁵
	2	4.77×10 ⁵
	3	4.54×10 ⁵
携带污染率 CO (%)	1.3%	

6.2 福斯华(北京)科贸有限公司福斯 BacSomatic 仪器验证实验

根据校准规范的要求,采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对福斯华(北京)科贸有限公司的 BacSomatic 乳品细菌计数仪(编号 91865628)进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证,结果如表 4

所示。

表 4 福斯华（北京）科贸有限公司福斯 BacSomatic 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL ⁻¹)	平均值 (mL ⁻¹)	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数器校准用标准物质	5.98×10 ⁶	5.70×10 ⁶	4.4	-3.6
	5.96×10 ⁶			
	5.73×10 ⁶			
	5.55×10 ⁶			
	5.32×10 ⁶			
	5.65×10 ⁶			

其中，细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度： $U=8.9\%$ ($k=2$)。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数器校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 5 所示。

表 5 福斯华（北京）科贸有限公司福斯 BacSomatic 携带污染率校准结果

乳品计数器校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL ⁻¹)
高值	1	5.33×10 ⁶
	2	5.55×10 ⁶
	3	5.73×10 ⁶
低值	1	5.76×10 ⁵
	2	4.72×10 ⁵
	3	5.54×10 ⁵
携带污染率 CO (%)		0.4%

6.3 伊利集团滦州工厂福斯 BacSomatic 仪器验证实验

根据校准规范的要求，采用乳品中细菌计数器校准用标准物质对伊利集团滦州工厂的 BacSomatic 乳品细菌计数器（编号 91901792）进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数器校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 6 所示。

表 6 伊利集团滦州工厂福斯 BacSomatic 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL ⁻¹)	平均值 (mL ⁻¹)	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数器校准用标准物质	5.92×10 ⁶	5.85×10 ⁶	4.2	-0.1
	6.06×10 ⁶			
	6.03×10 ⁶			

	5.99×10 ⁶			
	5.42×10 ⁶			
	5.70×10 ⁶			

其中，细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度： $U=9.1\%$ ($k=2$)。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 7 所示。

表 7 伊利集团滦州工厂福斯 BacSomatic 携带污染率校准结果

乳品计数仪校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL ⁻¹)
高值	1	5.99×10 ⁶
	2	5.42×10 ⁶
	3	5.70×10 ⁶
低值	1	5.28×10 ⁵
	2	5.31×10 ⁵
	3	5.13×10 ⁵
携带污染率 CO (%)		0.3%

6.4 伊利集团滦州工厂本特利 IBC-M 仪器验证实验

根据校准规范的要求，采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对伊利集团滦州工厂的 IBC-M 乳品细菌计数仪（编号 6161）进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 8 所示。

表 8 伊利集团滦州工厂本特利 IBC-M 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL ⁻¹)	平均值 (mL ⁻¹)	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数仪校准用标准物质	2.19×10 ⁶	2.16×10 ⁶	3.0	-63.5
	2.19×10 ⁶			
	2.10×10 ⁶			
	2.08×10 ⁶			
	2.25×10 ⁶			
	2.13×10 ⁶			

其中，细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度： $U=3.3\%$ ($k=2$)。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 9 所示。

表 9 伊利集团滦州工厂本特利 IBC-M 携带污染率校准结果

乳品计数器校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL ⁻¹)
高值	1	2.08×10 ⁶
	2	2.25×10 ⁶
	3	2.13×10 ⁶
低值	1	3.13×10 ⁵
	2	2.76×10 ⁵
	3	2.66×10 ⁵
携带污染率 CO (%)	2.5%	

6.5 伊利集团廊坊工厂本特利 IBCM150 仪器验证实验

根据校准规范的要求,采用乳品中细菌计数器校准用标准物质对伊利集团廊坊工厂的 IBCM150 乳品细菌计数器(编号 LF-TX-073-1)进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数器校准用标准物质对该仪器进行验证,结果如表 10 所示。

表 10 伊利集团廊坊工厂本特利 IBCM150 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL ⁻¹)	平均值 (mL ⁻¹)	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数器校准用标准物质	2.94×10 ⁶	2.83×10 ⁶	4.5	-52.1
	2.76×10 ⁶			
	2.65×10 ⁶			
	2.87×10 ⁶			
	2.76×10 ⁶			
	2.99×10 ⁶			

其中,细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度: $U=4.5\%$ ($k=2$)。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数器校准用标准物质对该仪器进行验证,结果如表 11 所示。

表 11 伊利集团廊坊工厂本特利 IBCM150 携带污染率校准结果

乳品计数器校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL ⁻¹)
高值	1	2.87×10 ⁶
	2	2.76×10 ⁶
	3	2.99×10 ⁶
低值	1	3.81×10 ⁵
	2	3.65×10 ⁵

	3	3.59×10^5
携带污染率 CO (%)	0.9%	

6.6 众合乳业 Apogee A50-Micro Plus 仪器验证实验

根据校准规范的要求,采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对众合乳业的 Apogee A50-Micro Plus 流式分析仪(编号 A0233)进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证,结果如表 12 所示。

表 12 众合乳业 Apogee A50-Micro Plus 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL^{-1})	平均值 (mL^{-1})	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数仪校准用标准物质	6.15×10^6	6.02×10^6	2.3	1.8
	5.92×10^6			
	5.93×10^6			
	6.23×10^6			
	5.98×10^6			
	5.90×10^6			

其中,细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度: $U=8.9\%$ ($k=2$)。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证,结果如表 13 所示。

表 13 众合乳业 Apogee A50-Micro Plus 携带污染率校准结果

乳品计数仪校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL^{-1})
高值	1	6.23×10^6
	2	5.98×10^6
	3	5.90×10^6
低值	1	6.11×10^5
	2	5.99×10^5
	3	6.02×10^5
携带污染率 CO (%)	0.2%	

6.7 北京食安中心贝克曼 CytoFLEX 仪器验证实验

根据校准规范的要求,采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对北京市食品

安全监控和风险评估中心的贝克曼 CytoFLEX 流式分析仪（编号 XXX）进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 14 所示。

表 14 北京食安中心贝克曼 CytoFLEX 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL ⁻¹)	平均值 (mL ⁻¹)	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数仪校准用标准物质	6.20×10 ⁶	5.92×10 ⁶	3.4	0.3
	5.73×10 ⁶			
	6.06×10 ⁶			
	5.80×10 ⁶			
	6.03×10 ⁶			
	5.72×10 ⁶			

其中，细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度： $U=9.0\%$ ($k=2$)。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 15 所示。

表 15 北京食安中心贝克曼 CytoFLEX 携带污染率校准结果

乳品计数仪校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL ⁻¹)
高值	1	5.80×10 ⁶
	2	6.03×10 ⁶
	3	5.72×10 ⁶
低值	1	6.22×10 ⁵
	2	6.19×10 ⁵
	3	6.06×10 ⁵
携带污染率 CO (%)	0.3%	

6.8 贝克曼库尔特公司 CytoFLEX 仪器验证实验

根据校准规范的要求，采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对贝克曼库尔特公司的 CytoFLEX 流式分析仪（编号 AS48351）进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 16 所示。

表 16 贝克曼库尔特公司 CytoFLEX 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL ⁻¹)	平均值 (mL ⁻¹)	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数器校准用标准物质	6.05×10 ⁶	5.77×10 ⁶	2.9	-2.4
	5.75×10 ⁶			
	5.69×10 ⁶			
	5.72×10 ⁶			
	5.84×10 ⁶			
	5.56×10 ⁶			

其中，细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度： $U=8.7\% (k=2)$ 。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数器校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 17 所示。

表 17 贝克曼库尔特公司 CytoFLEX 携带污染率校准结果

乳品计数器校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL ⁻¹)
高值	1	5.72×10 ⁶
	2	5.84×10 ⁶
	3	5.56×10 ⁶
低值	1	5.88×10 ⁵
	2	5.77×10 ⁵
	3	5.69×10 ⁵
携带污染率 CO (%)	0.4%	

6.9 中国计量科学研究院 Apogee A50-Micro 仪器验证实验

根据校准规范的要求，采用乳品中细菌计数器校准用标准物质对中国计量科学研究院 Apogee A50-Micro 流式分析仪（编号 A0084）进行验证实验。

(1) 重复性与示值误差

采用高值乳品中细菌计数器校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 18 所示。

表 18 中国计量科学研究院 Apogee A50-Micro 重复性与示值误差校准结果

标准物质	测量值 (mL ⁻¹)	平均值 (mL ⁻¹)	重复性 RSD (%)	示值误差 Δr (%)
乳品计数器校准用标准物质	5.82×10 ⁶	5.91×10 ⁶	1.2	0
	5.88×10 ⁶			
	5.96×10 ⁶			

	5.85×10 ⁶			
	5.97×10 ⁶			
	5.84×10 ⁶			

其中，细菌总数示值误差测量结果的扩展不确定度： $U=8.6\% (k=2)$ 。

(2) 携带污染率

采用乳品中细菌计数仪校准用标准物质对该仪器进行验证，结果如表 19 所示。

表 19 中国计量科学研究院 Apogee A50-Micro 携带污染率校准结果

乳品计数仪校准用标准物质	测量次数	测量值 (mL ⁻¹)
高值	1	5.85×10 ⁶
	2	5.97×10 ⁶
	3	5.84×10 ⁶
低值	1	5.99×10 ⁵
	2	5.87×10 ⁵
	3	5.84×10 ⁵
携带污染率 CO (%)	0.3%	

七、 实验结论

通过对丹麦福斯公司、美国本特利生产的 5 台乳品细菌计数仪，以及美国贝克曼公司、英国 Apogee 公司生产的可用于乳品中细菌计数的 4 台流式分析仪进行了验证实验，证明制定的《乳品细菌计数仪校准规范》能够很好的评价仪器的重复性、示值误差和携带污染率等计量特性，从而实现量值传递，保证乳品细菌计数仪检测结果的准确可比。