

王洪,魏杰,光姣娜,等. 能力验证计划中酯酶-1 血清样本稳定性研究 [J]. 中国比较医学杂志, 2020, 30(12): 64-69.
Wang H, Wei J, Guang JN, et al. Stability of esterase-1 serum samples in proficiency testing [J]. Chin J Comp Med, 2020, 30(12): 64-69.
doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2020.12.010

能力验证计划中酯酶-1 血清样本稳定性研究

王 洪,魏 杰,光姣娜,周佳琪,肖 镜*,岳秉飞*

(中国食品药品检定研究院,北京 102629)

【摘要】 目的 对能力验证计划中的血清样本进行稳定性检验。**方法** 依据 CNAS-CL04,对样本进行保藏稳定性检验,加速稳定性检验,运输稳定性检验以及最终稳定性验证。**结果** 该样本在-20℃和 4℃条件下可以稳定保存 50 d;该样本在 37℃和室温(19.5℃~21.5℃)条件下可以稳定保存 27 d;在运输条件下,样本可以稳定保存;样本通过最终稳定性验证。**结论** 该样本能够满足能力验证计划的要求,酯酶-1 血清样本是开展能力验证计划的理想样本。

【关键词】 能力验证;实验动物;生化标记;稳定性;酯酶-1

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2020) 12-0064-06

Stability of esterase-1 serum samples in proficiency testing

WANG Hong, WEI Jie, GUANG Jiaona, ZHOU Jiaqi, XIAO Jing*, YUE Bingfei*
(National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 102629, China)

【Abstract】 Objective To test the stability of serum samples in proficiency tests. **Methods** In accordance with CNAS-CL04(CNAS: China National Accreditation Service for Conformity Assessment), serum samples of inbred mice were tested for storage stability, acceleration stability, transport stability, and final stability. **Results** The samples were stable at -20℃ or 4℃ for 50 days. The samples were stable at 37℃ or room temperature for 27 days. The samples were stable during transportation. All samples passed the final stability test. **Conclusions** The collected serum samples met the requirements for proficiency tests. Serum samples of esterase-1 were adequate for proficiency testing.

【Keywords】 proficiency test; laboratory animals; biochemical markers; stability; esterase-1

能力验证的定义是利用实验室间比对,按照预先制定的准则评价参加者的能力^[1]。检测或校准实验室通过参加能力验证计划,有助于实验室发现问题,并找到问题的根本原因,完成纠错,有助于实验室实现修改和完善现有质量管理体系的目标,同时防止同类问题再次发生,为实验室提供培训机会,提升实验室的质量管理水平和检测水平。能力验证计划对计划中使用的样本的稳定性有一定的要求:应证实能力验证物品足够稳定,确保这些材料在能力验证实施过程(如储存和运输条件)中不会发生明显变化^[1]。比对样品的一致性对利用实验室间比对进行能力验证至关重要。在实施能力验证计划时,组织方应确保能力验证中出现的不满意结果不归于样品之间或样品本身的变异性。因此,对于能力验证样品的检测特性量,必须进行均匀性检验和(或)稳定性检验^[2]。由此可见,样本

[基金项目] 国家科技重大专项(2017ZX10304402)。
[作者简介] 王洪(1977—),女,硕士,研究员,研究方向:实验动物质量控制。E-mail: littstar@163.com
[通信作者] 岳秉飞(1960—),男,博士,研究员,研究方向:实验动物质量评价。E-mail: y6784@126.com
肖镜(1979—),女,硕士,副主任技师,研究方向:检验检测实验室质量管理。E-mail: xiaojing@nifdc.org.cn * 共同通信作者

稳定性对于能力验证计划至关重要,直接决定能力验证计划的成败。因此,有必要根据样本自身的特性,建立稳定性检验程序,执行稳定性检验方案,证实能力验证样本足够稳定,确保能力验证样本在能力验证实施过程中不会发生明显变化,保证能力验证计划顺利实施。

实验动物在生物医药研究领域应用广泛,实验动物的质量直接影响生物医药研究中实验数据的准确性和可重复性。实验动物的质量控制归根究底是对动物实验产出数据的质量控制。本能力验证计划中的酯酶-1 血清样本用于考察实验室在实验动物遗传质量控制领域的检测能力。该能力验证计划中的检测项目酯酶-1 的本质是蛋白质,容易受温度影响发生变化,血清内成分复杂,温度升高的情况下,在血清内生化的因子作用下,酯酶-1 容易发生降解。对于制备批量样品的检测能力验证计划,通常必须进行样品均匀性检验。对于稳定性检验,则可根据样品的性质和计划的要求来决定。对于性质较不稳定的检测样品如生物制品,以及在校准能力验证计划中传递周期较长的测量物品,稳定性检验是必不可少的^[2]。因此,有必要制定稳定性检验程序,考察该样本的保藏稳定性,加速稳定性,运输稳定性和最终稳定性验证。

本研究旨在考察酯酶-1 血清样本的稳定性能否满足能力验证计划的实施要求。探讨样本稳定性检验对于能力验证计划的必要性和重要性。研究结果能够为能力验证计划中检测项目的选择提供基础数据,同时为实验动物领域能力验证计划的开展提供参考依据,从而进一步促进我国实验动物质量检测水平的提升。

1 材料和方法

1.1 实验动物

8 周龄,雌性,SPF 级,CBA 雌性小鼠,体重 19.3~20.9 g,8 周龄,20 只,SPF 级 C57BL/6 雌性小鼠,体重 19.1~21.6 g,8 周龄,20 只,购于北京华阜康生物科技股份有限公司[SCXK(京)2014-0004]。所有实验在中国食品药品检定研究院进行[SYXK(京)2017-0013]。实验经中国食品药品检定研究院审批(中检动(福)第 2019(A)001 号),并按实验动物使用的 3R 原则给予人道的关怀。

1.2 主要试剂与仪器

试剂:6-Dec - 2018Naphthyl acetate; 品牌:

SIGMA,货号:N6875,批号:Lot#BCBF8417 V; Fast Blue RR Salt,品牌:SIGMA,货号:F0500,批号:Lot# MKBK9189 V;Na₂HPO₄,品牌:国药集团化学试剂有限公司,批号:20170109;KH₂PO₄,品牌:国药集团化学试剂有限公司,批号:20171011。

仪器:匀浆机,品牌:OMNI,型号:19-2241E;离心机,品牌 Thermo,型号:X1R;真空冷冻干燥机,品牌:LABCONCO,型号:FREEZONE 4.5;电泳仪,品牌: BIO-RAD,型号: Model 3000i;温度计,品牌: SENSI TECH,序列号:FKS1100KYO,校准日期:2018 年 12 月 6 日。

1.3 实验方法

1.3.1 样本的制备

依据国家标准 GB/T14927.1-2008 实验动物近交系小鼠、大鼠生化标记检测法进行血清样本取样,冻干样本制备和稳定性检验。CNAS (China National Accreditation Service for Conformity Assessment) 文件 CNAS-CL04:2010 要求,应评定标准物质/标准样品的稳定性,确定样品的稳定程度与目的相符。针对血清样本的特点和能力验证计划的特点,设计样本稳定性检验方案。以时间为函数评估温度对样本的影响。本计划中的血清样本按照 CNAS 的能力验证和标准物质相关文件要求完成样本的制备和均匀性检验稳定性检验^[3-11]。

1.3.2 保藏稳定性检验

样本制备完成后到发出之前,预计有 3~6 个月的时间,需保存在低温条件下,以保证样本的稳定性。方案中选择-20℃和 4℃两个温度条件,保存 50 d 后,进行稳定性检验。

1.3.3 加速稳定性检验

样本在运输过程中或者检测过程中有可能暴露较高温度条件下。方案中选择室温(实际检测温度为 19.5℃~21.5℃)和 37℃两个温度条件,分别在 1、2、3、24、25、26、27 d,进行稳定性检验。

1.3.4 运输稳定性检验

应对标准物质/标准样品在运输条件下的稳定性进行评估^[4]。模拟实际运输条件:干冰,冰袋和泡沫箱。选择广州,杭州和乌鲁木齐,三个地点,快递发出样本,回收样本后,进行运输稳定性检验。

1.3.5 最终稳定性验证

在能力验证计划全部实施完成后,选取保存在-20℃条件下的 2 份小鼠血清样本,进行稳定性验证。

2 结果

2.1 保藏稳定性和加速稳定性结果

分别将样品放置在 37℃、室温 (19.5℃ ~ 21.5℃)、4℃和-20℃条件下,检测结果表明:酯酶-1 在 37℃条件下,可以稳定至 27 d。酯酶-1 在室温 (19.5℃ ~ 21.5℃)条件下,可以稳定至 27 d。酯酶-1 在 4℃条件下,可以稳定至 50 d。酯酶-1 在-20℃条件下,可以稳定至 50 d。具体检测结果详见表 1、图 1、图 2、图 3。

保藏稳定性检验结果表明,样本在-20℃和 4℃条件下,可以稳定保存 50 d;室温 (19.5℃ ~ 21.5℃)条件下,可以稳定保存 27 d;37℃条件下,酯酶-1 样本可以稳定保存 27 d。

2.2 运输稳定性结果

模拟运输条件,泡沫保温箱,干冰制冷,保温箱内放一个校准合格的电子温度计,记录保温箱内运输过程中的温度。选择有代表性的 3 个目的地:广州、杭州和乌鲁木齐,EMS 快递,发出-收回样本后,进行运输稳定性检验。发往广州的样本经过 7 d 返回北京,经历最高温度为 20.2℃,样本依然稳定;发往杭州的样本经过 3 d 返回北京,经历最高温度为 0.1℃,样本依然稳定;发往乌鲁木齐的样本经过 14 d 返回北京,经历最高温度为 14.5℃,样本依然稳定。具体结果详见表 2、图 4、图 5、图 6 和图 7。

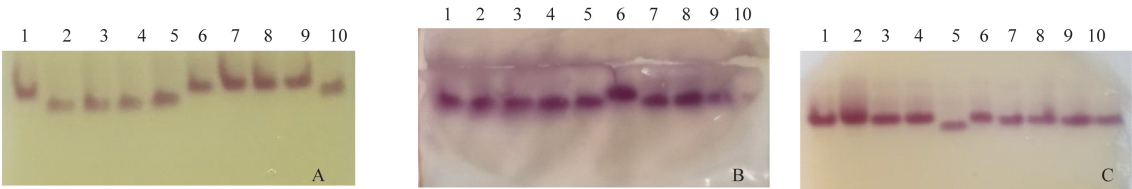
2.3 最终稳定性验证

本年度能力验证计划实施完成后,对剩余样本 (保存于-20℃)进行稳定性检验。取 2 份 B6 样本和 2 份 CB 样本,酯酶-1 结果表明样本依然稳定,如图 8 所示。

表 1 样品保藏稳定性和加速稳定性检验结果
Table 1 Testing results of sample storage stability and acceleration stability

位点名称 Loci	1 d	2 d	3 d	24 d	25 d	26 d	27 d	50 d
ES-1 37℃ B6	○	○	○	○	○	○	○	-
ES-1 37℃ CB	○	○	○	○	○	○	○	-
ES-1 室温 RT B6	○	○	○	○	○	○	○	-
ES-1 室温 RT B6	○	○	○	○	○	○	○	-
ES-1 4℃ B6	-	-	-	-	-	-	-	○
ES-1 4℃ CB	-	-	-	-	-	-	-	○
ES-1 -20℃ B6	-	-	-	-	-	-	-	○
ES-1 -20℃ CB	-	-	-	-	-	-	-	○

注:○,样品稳定;-:无检测结果;室温的实际测量温度为 19.5℃~21.5℃。B6;C57BL/6 小鼠;CB;CBA 小鼠;RT:室温。
Note. ○, Stable sample. -, No test result. Room temperature is the actual measured temperature, 19.5℃~21.5℃. B6, C57BL/6 mouse, CB, CBA mouse. RT, Room temperature.

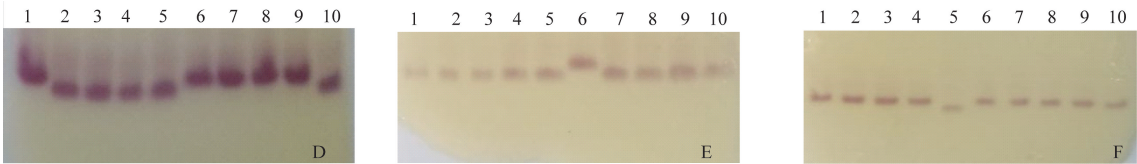


注:图 A:1:标准 b;2:1 d(B6);3:2 d(B6);4:3 d(B6);5:标准 a;6:标准 b;7:1 d(CB);8:2 d(CB);9:3 d(CB);10:标准 a。
图 B:1:27 d(B6);2:27 d(B6);3:26 d(B6);4:26 d(B6);5:标准 a;6:标准 b;7:25 d(B6);8:25 d(B6);9:24 d(B6);10:24 d(B6)。
图 C:1:27 d(CB);2:27 d(CB);3:26 d(CB);4:26 d(CB);5:标准 a;6:标准 b;7:25 d(CB);8:25 d(CB);9:24 d(CB);10:24 d(CB)。

图 1 在室温 (19.5℃ ~ 21.5℃) 条件下酯酶-1 稳定性检验结果

Note. Figure A, 1, Marker b; 2, 1 d(B6); 3, 2 d(B6); 4, 3 d(B6); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, 1 d(CB); 8, 2 d(CB); 9, 3 d(CB); 10, Marker a.
Figure B, 1, 27 d(B6); 2, 27 d(B6); 3, 26 d(B6); 4, 26 d(B6); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, 25 d(B6); 8, 25 d(B6); 9, 24 d(B6); 10, 24 d(B6).
Figure C, 1, 27 d(CB); 2, 27 d(CB); 3, 26 d(CB); 4, 26 d(CB); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, 25 d(CB); 8, 25 d(CB); 9, 24 d(CB); 10, 24 d(CB).

Figure 1 Testing results of the stability of esterase-1 at room temperature



注:图 D:1:标准 b;2:1 d(B6);3:2 d(B6);4:3 d(B6);5:标准 a;6:标准 b;7:1 d(CB);8:2 d(CB);9:3 d(CB);10:标准 a。
图 E:1:27 d(B6);2:27 d(B6);3:26 d(B6);4:26 d(B6);5:标准 a;6:标准 b;7:25 d(B6);8:25 d(B6);9:24 d(B6);10:24 d(B6)。
图 F:1:27 d(CB);2:27 d(CB);3:26 d(CB);4:26 d(CB);5:标准 a;6:标准 b;7:25 d(CB);8:25 d(CB);9:24 d(CB);10:24 d(CB)。

图 2 在 37℃ 条件下酯酶-1 稳定性检验结果

Note. Figure D, 1, Marker b; 2, 1 d(B6); 3, 2 d(B6); 4, 3 d(B6); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, 1 d(CB); 8, 2 d(CB); 9, 3 d(CB); 10, Marker a.
Figure E, 1, 27 d(B6); 2, 27 d(B6); 3, 26 d(B6); 4, 26 d(B6); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, 25 d(B6); 8, 25 d(B6); 9, 24 d(B6); 10, 24 d(B6).
Figure F, 1, 27 d(CB); 2, 27 d(CB); 3, 26 d(CB); 4, 26 d(CB); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, 25 d(CB); 8, 25 d(CB); 9, 24 d(CB); 10, 24 d(CB).

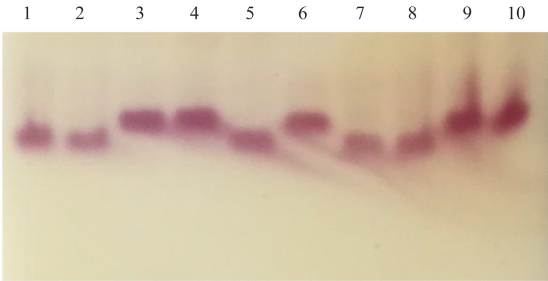
Figure 2 Testing results of the stability of esterase -1 at 37℃

表 2 样品运输稳定性检验结果

Table 2 Testing results of sample transportation stability

地点 Location	广州 Guangzhou	杭州 Hangzhou	乌鲁木齐 Wulumuqi
	2. 25~3. 4 7 d	3. 4~3. 7 3 d	3. 7~3. 21 14 d
ES-1 B6	○	○	○
ES-1 CB	○	○	○

注:○, 样品稳定;B6:C57BL/6 小鼠;CB:CBA 小鼠。
Note, ○, Stable sample. B6, C57BL/6 mouse. CB, CBA mouse.



注:1:B6(4℃);2:B6(4℃);3:CB(4℃);4:CB(4℃);5:标准 a;6:标准 b;7:B6(-20℃);8:B6(-20℃);9:CB(-20℃);10:CB(-20℃)。

图 3 酯酶-1 50 d 稳定性检验结果

Note. 1, B6(4℃); 2, B6(4℃); 3, CB(4℃); 4, CB(4℃); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, B6(-20℃); 8, B6(-20℃); 9, CB(-20℃); 10, CB(-20℃).

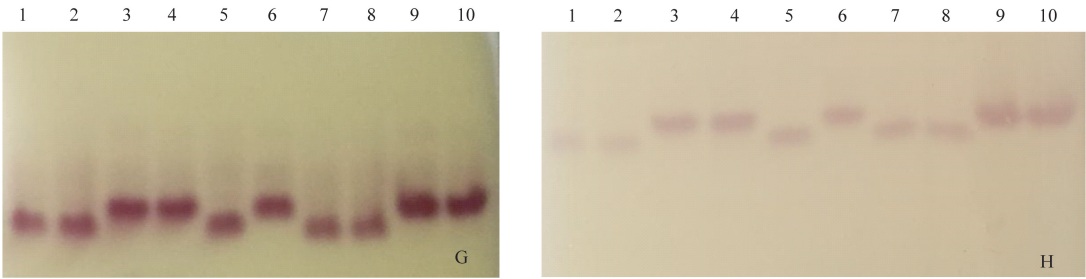
Figure 3 Testing results of the stability of esterase-1 and transferrin at 50 d

3 讨论

3.1 保藏稳定性对于能力验证样品的重要性

文件 CNAS-CL04 要求,应评估各种贮存条件对

候选标准物质/标准样品特性的影响^[4]。本研究考察 4 个温度的贮存条件对标准样品的影响,主要基于以下几方面的考虑:1,样本在不使用的情况下通常保存在低温条件下,而且保存时间较长,比如样本制备完成后,发放给参加实验室之前。选择 4℃ 和-20℃ 作为长期稳定性考察点。2,样本在运输过程中或者使用过程中有可能经历较高温度,但是这个时期不会很长,选择 37℃ 和室温作为短期稳定性/加速稳定性考察点。3,能力验证计划对于参加实验室收到样本后,反馈实验结果的时限有一定的要求,通常是 10 个工作日,即使实验室没有第一时间开展实验,样本保存的时间也不会太长。长期稳定性考察 50 d,短期稳定性考察 27 d。该流程的设置满足能力验证计划实施的需求。国家标准 GB/T14927. 1-2008 实验动物近交系小鼠、大鼠生化标记检测法中有 14 个生化标记位点,该 14 个位点对温度的敏感度差异悬殊,实验结果表明酯酶-1 是其中最为稳定的一个位点,酯酶-1 是能力验证计划的理想检测项目^[12-13]。



注:图 G(广州):1:B6;2:B6;3:CB;4:CB;5:标准 a;6:标准 b;7:B6;8:B6;9:CB;10:CB。图 H:1:B6 (杭州);2:B6 (杭州);3:CB(杭州);4:CB(杭州);5:标准 a;6:标准 b;7:B6 (乌市);8:B6 (乌市);9:CB (乌市);10:CB (乌市)。

图 4 酯酶 1 运输稳定性检验

Note. Figure G(Guangzhou), 1, B6; 2, B6; 3, CB; 4, CB; 5, Marker a; 6, Marker b; 7, B6; 8, B6; 9, CB; 10, CB. Figure H, 1, B6(Hangzhou); 2, B6(Hangzhou); 3, CB(Hangzhou); 4, CB(Hangzhou); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, B6(Wulumuqi); 8, B6(Wulumuqi); 9, CB(Wulumuqi); 10, CB(Wulumuqi).

Figure 4 Testing results of esterase -1 transportation stability

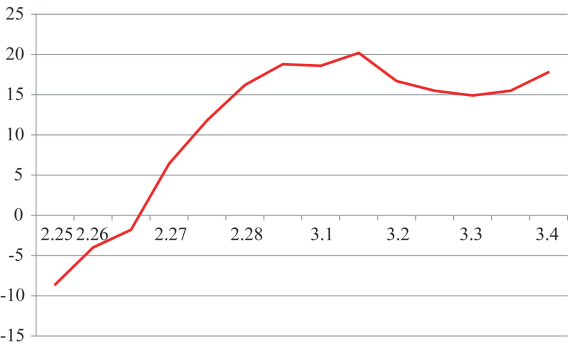


图 5 北京-广州-北京温度曲线图(最高温度 20.2℃)
Figure 5 Beijing-Guangzhou-Beijing temperature curve
(The highest temperature is 20.2℃)

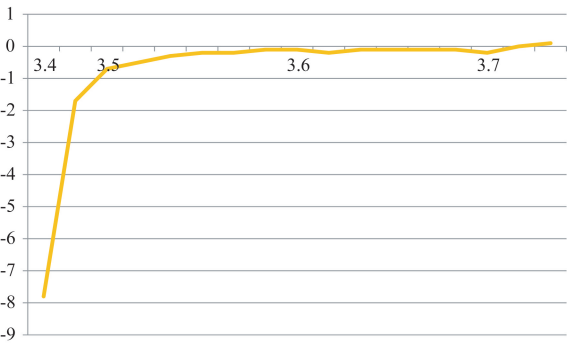


图 6 北京-杭州-北京温度曲线图(最高温度 0.1℃)
Figure 6 Beijing-Hangzhou-Beijing temperature curve
(The highest temperature is 0.1℃)

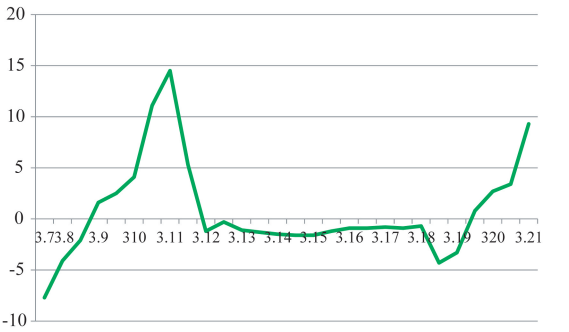
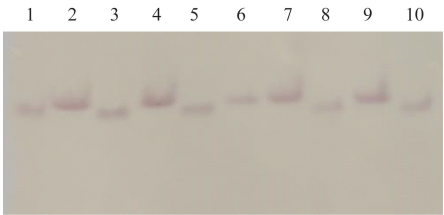


图 7 北京-乌鲁木齐-北京温度曲线图(最高温度 14.5℃)
Figure 7 Beijing-Wulumuqi-Beijing temperature curve
(The highest temperature is 14.5℃)



注:1:B6(1);2:CB(1);3:B6(2);4:CB(2);5:标准 a;6:标准 b;7:CB(1);8:B6(1);9:CB(2);10:B6(2)。

图 8 酯酶-1 最终稳定性验证

Note. 1, B6(1); 2, CB(1); 3, B6(2); 4, CB(2); 5, Marker a; 6, Marker b; 7, CB(1); 8, B6(1); 9, CB(2); 10, B6(2).

Figure 8 Final stability verification of Es-1

3.2 能力验证样品的运输稳定性

应对标准物质/标准样品在运输条件下的稳定性进行评估^[4]。需要说明的是,只有证明充分均匀之后才能进行稳定性检验。该样品已经过均匀性检验,在本文中不做讨论。在运输过程中有很多不可控的因素:停留时间,包装气密性对干冰挥发速

度的影响,接收样本的单位与发出单位的距离等方面,都有可能影响样本的稳定性。本研究中模拟实际运输条件,考察样本的稳定性。样本的发出地为北京,选择 3 个具有代表性的城市:杭州,广州,乌鲁木齐,作为运输稳定性的目的城市。从样本发出到返回,分别经历了 3 d,7 d 和 14 d,样本依然稳定。发往广州的样本经过 7 d 返回北京,经历最高温度

为 20.2℃,样本依然稳定;发往杭州的样本经过 3 d 返回北京,经历最高温度为 0.1℃,样本依然稳定;发往乌鲁木齐的样本经过 14 d 返回北京,经历最高温度为 14.5℃,样本依然稳定。研究结果表明,运输条件能够保证该样本的稳定性。

3.3 能力验证计划完成后样本的稳定性验证

本次能力验证计划的样本依据标准物质相关要求完成样本的均匀性检验和稳定性检验,同时满足能力验证和标准物质的双重要求。能力验证计划实施完成后,剩余的标准样本可用于后续测量审核活动和新一轮能力验证计划的开展。为保证样本能够继续适用于测量审核和能力验证, CNAS-CL04 要求,稳定性评估应在测定之后定期进行^[4]。因此,有必要制定稳定性评估的标准操作规程,定期实施稳定性评估计划,保证标准样本的稳定性,留存相关记录备查。定期进行稳定性评估能够保证标准样本的充分利用。

3.4 稳定性信息应及时告知参加实验室

CNAS-CL04 要求,稳定程度应在伴随标准物质/标准样品的文件中表明,生产者应将有效期的变化及使用的可能后果告知客户^[4]。测量值没有必要向客户公布,但是样本的稳定程度,有效期及可能后果,应告知客户。保证客户在使用样本过程中实施安全操作,最大程度避免由于操作不当影响样本的稳定性^[14-15]。

综上所述,研究结果表明酯酶-1 血清样本可以作为标准样本用于能力验证,测量审核,以及作为标准物质在实验动物质量控制领域广泛应用。该样本的稳定性能满足能力验证计划的实施要求,是开展能力验证计划的理想样本。能力验证样本的标准化和稳定性研究对于能力验证计划的实施至关重要^[16-20]。

参考文献:

- [1] 中国合格评定国家认可委员会. 能力验证提供者认可准则: CNAS-CL03 [S]. 2010.
- [2] 中国合格评定国家认可委员会. 能力验证样品均匀性和稳定性评价指南: CNAS-GL003 [S]. 2018.
- [3] 中国国家标准化管理委员会. 实验动物近交系小鼠、大鼠生化标记检测法: GB/T14927. 1-2008 [S]. 2008.
- [4] 中国合格评定国家认可委员会. 标准物质/标准样品生产者能力认可准则: CNAS-CL04 [S]. 2017.
- [5] 魏杰, 王洪, 贾松华, 等. 过氧化氢酶-2 能力验证样品的制备及均一性和稳定性测定 [J]. 实验动物科学, 2019, 36(4): 39-43.
- [6] 刘娜, 洛海朋, 陈怡文, 等. 食品中副溶血性弧菌检验能力验证样品的研制及其应用 [J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(7): 1816-1820.
- [7] 王洪, 魏杰, 冯育芳, 等. 实验小鼠肾匀浆中肽酶-3 样本稳定性分析 [J]. 实验动物科学, 2019, 36(5): 73-76.
- [8] 何冬梅, 柯碧霞, 谭海玲, 等. 沙门菌和志贺菌实验室能力比对验证的模拟粪便标本的研制和评估 [J]. 中华微生物学和免疫学杂志, 2016, 36(7): 506-511.
- [9] 何平, 鞠玲燕, 崔嘉, 等. 鸡肉冻干粉中妥曲珠利及妥曲珠利残留标准样品的研制 [J]. 分析测试学报, 2016, 35(7): 811-818.
- [10] 刘来福, 张鹤晓, 张利峰, 等. 动物检疫实验室禽流感检验能力验证样本制备技术的研究 [J]. 中国动物检疫, 2007, 24(9): 45-48.
- [11] 曹文博, 倪长鹏, 董伟峰, 等. 沙门氏菌能力验证样品制备 [J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(1): 134-139.
- [12] 王吉, 付瑞, 李晓波, 等. 实验小鼠呼吸肠病毒Ⅲ型抗体的实验室检测能力验证结果评价 [J]. 中国实验动物学报, 2016, 24(2): 183-187.
- [13] 苗玉发, 顾玥, 王超, 等. 六种肝功能指标检测能力验证研究 [J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(7): 1599-1604.
- [14] 王洪, 魏杰, 付瑞, 等. 2011-2017 年实验动物遗传质量评价能力验证结果分析 [J]. 实验动物科学, 2019, 36(1): 1-4, 9.
- [15] 邢进, 冯育芳, 王洪, 等. 六年实验动物病原菌检测能力验证结果分析 [J]. 中国比较医学杂志, 2018, 28(4): 103-107.
- [16] 吕文, 陈晓健. 能力验证试样选择的探讨 [J]. 现代测量与实验室管理, 2009, 17(1): 36-39.
- [17] 刘忠华, 陶雨风, 唐丹舟, 等. 检测和校准实验室能力认可准则在实验动物检测领域应用说明的详解 [J]. 实验动物科学, 2016, 36(1): 41-44.
- [18] 贺争鸣, 岳秉飞, 巩薇, 等. 加强实验动物质量检测实验室参与能力验证工作 [J]. 实验动物与比较医学, 2014, 34(5): 393-395.
- [19] 刘来福, 谷强, 韩玥, 等. 我国兽医实验室能力验证体系研究 [J]. 中国动物检疫, 2017, 34(11): 38-41.
- [20] 裴超信, 陈斌, 张毅, 等. 浅谈兽医实验室能力验证 [J]. 畜禽业, 2018, 29(10): 28, 30.

[收稿日期] 2020-04-29