

周 晶,吴灵敏,徐成辰,等. 基于农产品及食品元素分析使用的标准品现状与管理对策研究[J]. 江苏农业科学,2023,51(24):218-222.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.24.030

# 基于农产品及食品元素分析使用的标准品现状 与管理对策研究

周 晶,吴灵敏,徐成辰,李 静

(江苏省农产品质量检验检测中心,江苏南京 210036)

**摘要:**随着人们生活水平的不断提高,农产品及食品质量安全问题备受社会关注,从而使农产品、食品检测工作变得尤其关键。在现代农产品和食品质量安全检验检测中,元素分析是重要的内容之一,包括营养成分及有毒有害物质是否存在、含量有多少。监测农产品及食品中的元素水平有助于评价其营养价值、了解被污染状况以及提高绿色、安全生产管理水平。现如今,检测手段越来越精准,检测技术要求也愈来愈高。标准品作为分析测量的“器具”,与检测技术密不可分。标准品的管理水平是检测实验室的能力体现之一,它的使用是保证分析测量可靠性的重要手段。本文从农产品及食品元素分析使用标准品的研制、管理程序包括采购、验收、贮存与使用、期间核查以及废弃物处置等方面以及发展趋势进行探讨,对标准品管理中的关键点提出了相关的建议与对策,以期为农产品与食品标准品的研制、发展和实验室质量控制管理与能力建设提供有价值的参考。

**关键词:**农产品;食品;元素;标准品;管理

**中图分类号:**TS207

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2023)24-0218-05

元素分析是农产品与食品质量安全与营养成分评价的重要内容之一,常见的有对有毒有害重金属元素的监测以及对营养成分大量、中量、微量元素含量的检测。随着社会经济的发展、城市工业化、现代化的加快推进,重金属以“工业三废”等方式不断排入到生产生活中,长期以来,重金属势必会在种植的农产品体内富集进而影响到人类健康<sup>[1-4]</sup>。长期食用被污染的食品会对人类身体造成不可挽回的伤害,如在日本发生的食用被有机汞污染的海产品而导致的水俣病<sup>[5-6]</sup>。在我国,“镉大米”污染的问题也给社会造成了较大的负面影响<sup>[7-8]</sup>。因此,我国食品安全标准 GB 2762—2022《食品安全国家标准 食品中污染物限量》对初级农产品、食品中重金属如铅、镉、汞、砷、铬、锡、镍等含量限值做了严格规定。同时,随着人们对食品安全意识的提高以及对健康生活的追求,越来越多的人会关注食品包装袋上标注的营养成分含量,比如婴幼儿米粉中铁的含量、牛奶中钙的含量、食盐中钠的含量、富硒食品中硒的含量等等,这些均和元

素分析紧密相关。元素分析已成为现代农产品与食品监测中越来越重要的内容,而监测结果的准确性与可靠性除了与检测人员的能力水平、检测设备的先进性有关外,标准品的合理应用也是影响检测结果至关重要的因素之一。本研究就农产品及食品元素分析使用的标准品的研制和实验室管理现状、发展趋势与对策建议进行归纳总结,以期为其发展及管理提供有价值的参考。

## 1 农产品及食品元素分析使用的标准品发展现状

目前,农产品及食品元素分析中通常使用的标准品分为两大类:一类是依照检测标准市购的标准溶液,另一类是用于检测过程质量控制所使用的不同基质标准品。基质标准品是将检测目标物与各类基质如粮食、茶叶等相结合,使基质与真实样品一致,从而有效避免基质效应对检测结果的影响,帮助工作人员发现试验中的系统误差,保证检测结果的准确性<sup>[9-13]</sup>。单元素或多元素溶液标准物质研制相对简单,一般以经确认纯度的高纯物质和溶解介质为原料采用重量法和容量法准确制备而成。相较于标准溶液的基体组成单一、简单,基质标准品基体和工艺尤为复杂。基质标准品的研制一般包括:确定研制对象、制备样品、定值测量、评估均匀性和稳定性、确定特性值和评估不确定度、编制

收稿日期:2023-09-10

基金项目:2020 年农产品质量安全与优质化项目。

作者简介:周 晶(1972—),女,江苏盐城人,硕士,高级农艺师,主要从事农产品与食品质量安全检测研究。E-mail:744496825@qq.com。

文件、监测稳定性等步骤<sup>[14-16]</sup>,研制周期长,量产困难<sup>[17]</sup>。

### 1.1 国内外研制现状

国外研制元素分析用标准品的机构主要有美国国家标准技术研究院(NIST)、英国政府化学所(LGC)、比利时标准物质与测量标准物质研究院、日本计量院(NMIJ)、加拿大国家研究院(NRC)等。食品无机成分标准物质是国外最早开展研制的标准物质,可追溯到1964年英国的鲍恩以甘蓝粉为原料制备了生物材料标准品。该标准物质由21个实验室采用11种分析方法对甘蓝粉中的51种元素进行测定,并把样品分发给各国研究者使用<sup>[18]</sup>。1969年日本厚生省公共卫生研究院为了查明大米中金属镉的污染造成的骨通病的分布情况,制备了专为大米镉污染调查使用的镉大米标准品。20世纪80年代,食品标准品的研制随着标准品在世界范围内的普遍推广使用而得到了进一步的发展。进入20世纪90年代后,食品标准品研究的重点已经从食品有害标准品转向食品营养成分标准品,从产品检验转向从原料、生产、包装以及销售过程中的每个环节进行质量控制。所有这些标准品的研制,极大地丰富了食品标准品的品种。目前食品相关标准物质共有384种,涉及的基质有乳粉、粮食及其制品、蔬菜等<sup>[19-20]</sup>。我国自20世纪80年代初开始研制农产品及食品基质标准品,经过努力已经研制出不少该类产品,如大米粉、小麦粉、甘蓝粉、茶叶,并于90年代研制了农产品、食品营养成分标准品<sup>[18]</sup>。随着我国对农产品及食品安全的日益重视和化工行业的快速发展,农产品及食品类标准品的需求及相关研究也随之快速增长<sup>[21-23]</sup>,国内出现中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、中国计量科学研究院、坛墨质检科技股份有限公司等一批标准品生产单位,国内标准物质研制在2017—2021年发展迅速,其中食品领域标准物质增长较快,增加数量超500余种,增量占该领域标准物质总量(截至2021年底)的30%以上<sup>[24]</sup>,涉及到的基质有粮食、蔬菜、水果、茶叶、奶制品、畜禽水产品、海产品、坚果/干果、菌菇等,其中最为常见的是小麦粉和大米粉,存在较多重复研制现象<sup>[25-27]</sup>。另外,我国农产品、食品元素分析用基体标准品还存在标准品特性值单一、标准品生产研制技术与国际水平相比有一定差距等问题<sup>[28]</sup>。

### 1.2 我国实验室管理现状

我国农产品及食品元素分析用标准品实验室

管理现状及存在的不足:一是部分实验室缺少标准品规范管理体系及相关制度。RB/T 214—2017《检验检测机构资质认定能力评价 检验检测机构通用要求》4.4.6中规定:检验检测机构应建立和保持标准物质管理程序。管理体系包括质量手册、程序文件、作业指导书及相关的管理制度,应涵盖标准物质从购入到处置整个管理程序,这是保证标准品在有效期内特性值准确的重要手段。二是部分管理环节存在管理混乱、权责不明、技术问题不清晰等现象。如标准溶液配制过程不记录,导致检测过程无法溯源。只针对购买的标准品进行期间核查,而对自配的溶液标准物质,无相关的检查工作。标准品出入库、使用情况不及时记录,导致部分标准品登记余量与事实情况不一致。低浓度元素溶液用标准物质,如低于1  $\mu\text{g/mL}$ 的标准溶液,其有效期没有参考的规定。三是存在浪费现象。部分实验室在选择购买标准物质时,不综合考虑使用目的、标准物质的不确定度、有效期等,导致存在标准物质的浪费现象。根据实际需求,开展低要求的检测工作,可以使用相对价廉的二级标准物质。标准物质的不确定度并不是越小越好,要考虑分析结果。当分析结果的不确定度很大时,可以选用不确定度较大的标准物质,以降低分析成本<sup>[29]</sup>。选择生产日期更近的标准物质,无形中就加长了使用期限。针对过期时间短、性质稳定的过期标准物质,尤其是基质标准品,不直接放弃,而是降级处理重新利用。

## 2 标准品发展趋势

尽管市售标准品种类比以往丰富很多,但仍满足不了实验室的需求,且产品售罄后,补货周期长,该类产品常处于供不应求的状态<sup>[17]</sup>。各国计量院研讨结果显示,食品标准品领域中,无机元素是研究的一大热点<sup>[30]</sup>。从国际物质质量咨询委员会(CCQM)发布的2021—2030战略文件中也可看到,食品安全领域作为计量挑战与需求的九大方面之一,其重金属污染物、形态分析是未来标准品工作的重点<sup>[31]</sup>。对标准品研制(生产)单位来说,这既是机遇也是挑战。未来元素分析用标准品的发展将有以下几个特点:一是随着仪器设备、检测技术愈先进,市场需要更多痕量、超痕量基体标准品;二是随着社会现代化、工业化发展,与多学科尤其是生物、医药、环境等领域结合,会形成诸多跨行业的“食品基体标准物质”,如食品中放射性检测标准物质;三是为取

得检测量值的国际等效性,标准物质的联合研制将成为食品标准物质发展的主要趋势<sup>[18]</sup>。

### 3 我国标准品发展路径与管理对策

#### 3.1 标准品发展路径

根据国际发展趋势及我国研制水平现状,我国标准品发展应从 3 个方面加强:一是政府加大包括法律法规及相关政策、资金、技术等方面对标准品生产商的支持力度,让越来越多有实力的企业加入到标准品行业中。二是标准品生产者要强化社会责任意识,加强专业人才培养,持续增加研发成本,加强科研技术攻关能力,提高自主创新能力,提高标准品研制能力,努力成长为国际知名的标准品品牌,生产出参数更全、品种更丰富的标准品,充实 COMAR 库。三是加强学习和借鉴欧美等国家经验,紧跟世界农产品、食品元素分析用标准物质的发展潮流,让中国标准品获得国内外市场的广泛认可,在国际舞台上拥有更多的话语权。

#### 3.2 标准品实验室管理对策

根据我国元素分析用标准品实验室管理,针对标准品规范化管理程序中标准品的选用、贮存、使用、期间核查以及废弃物处置等方面应注意的关键点以及常见问题的解决策略进行以下综述。

3.2.1 标准品的选用 在选择标准品时一般考虑以下因素:(1)用途。标准品购买前宜首先考虑其使用目的。根据不同的目的选择国家一级或二级标准物质。除给其他材料赋值以外,都可以选择相对价廉的二级标准物质,以节约检测成本。(2)水平。标准品应具有与测量过程相适应的浓度或含量水平。(3)基质。标准品宜与待测物具有尽可能相近的基体以消除基体效应引入的系统误差。但是在实际工作中这一点很难实现。上文中我们也已讨论到农产品及食品种类成千上万,但是市面上有的农产品、食品基体标准品品种就是常见的几类,所以关于这一点,有些情况要退而求其次选择基体相近的标准品。(4)不确定度。根据日常检测要求或者与适用的标准相匹配选择不同级别的标准品。标准品量值的不确定度( $URM$ , 包含概率 95%)与被测样品的不确定度( $U$ , 包含概率 95%)最好能够满足: $URM \leq 1/3 U^{[32]}$ 。(5)用量。标准品采购应满足整个试验计划的用量,必要时还要预留一定的量。(6)有效期。标准品要在有效期内使用。对于有效期短的标准品,尽可能购买生产日期

近的产品。

3.2.2 标准品的贮存 标准品应存放在固定场所,且储存环境、设施符合有关要求,同时记录贮存的环境条件,如温湿度。有毒有害、有腐蚀性的标准品存放应符合国家有关规定,安全隔离,如金属铊标准溶液存放应注意安全问题。标准品贮存前应认真阅读标准品证书,严格按照证书要求进行储存,包括储存温度、湿度、避光性,尤其是对于可多次使用的标准品,应确保其包装有适合的严密性,这是保证标准品有效性的必要条件。在某些情况下,有必要根据证书要求,对剩余的物质进行重新密封包装。

3.2.3 标准品的使用 为正确使用标准品,标准品使用前应仔细阅读标准品证书上的使用说明,注意使用环境、最小取样量、安全性等。最小取样量是保证提供的样品对于预期用途来说是足够均匀的。标准品使用应有记录。同时,标准溶液的配制、标定也应有记录,以保证结果可溯源。根据国家标准 GB 27404—2008《实验室质量控制规范 食品理化检测》中附录 C 的要求,元素标准溶液一般配制成浓度为 100  $\mu\text{g/mL}$  的标准储备液,保存在 0 ~ 5  $^{\circ}\text{C}$  冰箱中,有效期为 6 个月;稀释成浓度为 1 ~ 10  $\mu\text{g/mL}$  或适当浓度的标准工作液,保存在 0 ~ 5  $^{\circ}\text{C}$  冰箱中,有效期为 1 个月。在实际元素分析中使用标准品,还要注重以下问题的解决。

(1)有效使用不确定度。完全按照特性值及不确定度来判断检测结果的准确性有时不易实现,尤其在大批量样品检测时,使用电感耦合等离子体质谱仪法(ICP-MS)或者等离子体光谱仪法(ICP-OES)进行多元素分析,若想每一个元素均在证书给定的不确定度范围内并不容易。此时实验室可以制订有针对性的内部质量控制,对标准品结果判定可采取相对误差算法或准确度控制图绘制法来执行。此处引用 2017 年环境保护部办公厅发布的《农用地土壤污染状况详查质量保证与质量控制技术规范》(环办土壤函[2017]1332 号)中对农产品元素分析项目准确度的要求(表 1),供大家参考。

(2)科学配制标准溶液。标准溶液配制时应考虑标准溶液性质、配制介质、配制温度等。不稳定的标准品或浓度低的标准溶液需现用现配。某些介质(溶剂)的种类和浓度对标准工作液的稳定性有影响的,应尤其关注,如配制汞标准溶液需用汞稳定剂。冷藏或冷冻的标准品常对使用温度有要

表 1 农产品样品主要检测项目分析测试准确度允许范围

检测项目	含量范围 (mg/kg)	相对误差 (RE, %)
总镉	<0.1	±40
	0.1~0.2	±35
	>0.2	±30
总汞	<0.1	±40
	0.1~0.2	±35
	>0.2	±30
总砷	<0.1	±40
	0.1~1.0	±35
	>1.0	±30
总铜	<20	±30
	20~30	±25
	>30	±20
总铅	<0.1	±40
	0.1~1.0	±35
	>1.0	±30
总铬	<0.1	±40
	0.1~1.0	±35
	>1.0	±30
总锌	<50	±30
	50~90	±30
	>90	±25
总镍	<0.1	±40
	0.1~1.0	±35
	>1.0	±30

注:  $RE = (x - \mu) / \mu \times 100\%$  ( $x$ : 标准品分析测试结果,  $\mu$ : 标准品特性值)。

求。标准品证书上通常会有最佳使用温度。如果环境不易达到规定的温度, 应按照 GB/T 601—2016《化学试剂 标准滴定溶液的制备》附录 A 进行温度校正。某些标准溶液的配制对储存器皿有特殊要求, 应注意储存容器的选择。如玻璃材质含有硼、硅等元素, 因此, 储存该元素标准溶液宜采用聚乙烯或聚四氟乙烯的塑料瓶<sup>[33]</sup>。

(3) 标准品称量防污染。元素分析过程中, 样品称量应避免金属勺的使用。取样时应采取防沾污的措施。同时, 提倡节约, 用多少取多少。用剩的标准品不再倒回原包装, 否则可能带来污染。

(4) 仪器设备须经计量校准。标准品称量、稀释过程中使用的计量器具, 如天平、吸量管、容量瓶等, 均应经校准或检定确保符合精度和准确度要求。

(5) 注意查看标准品原料。针对同样的单元素溶液标准物质, 不同研制单位可能使用不同的原料, 由此可能导致标准物质的成分有所不同。例如, 同样浓度为 1 000  $\mu\text{g/mL}$  砷单元素溶液标准物

质, 中国计量科学研究院研制的编号为 GBW08611, 原料为基准试剂三氧化二砷, 标准溶液主要为三价态的元素砷; 国家有色金属及电子材料分析测试中心研制的编号为 GSB 04—1714—2004, 原料为高纯物质金属砷, 标准溶液中是不同价态的砷元素。故采用氢化物发生原子荧光光谱法进行总砷含量的检测时, 使用编号 GBW08611 的单元素砷标准溶液配制标准曲线不同浓度点, 可不加入硫脲及抗坏血酸进行还原, 直接用稀释液定容。

3.2.4 标准品的期间核查 标准品期间核查是实验室保证标准品特性值处于稳定状态的重要措施。从反馈的实验室认可评审中发现, 因未规范开展标准品期间核查所开具的不符合项较多<sup>[34]</sup>, 因此做好标准品期间核查应引起大家的关注。为做好标准品期间核查, 实验室首先要制定“标准品期间核查程序”, 明确核查计划、核查方法、核查结果评价等相关内容。其次, 依据该程序和现有的标准品清单, 实验室编制年度标准品期间核查计划, 确定核查对象、核查次数、核查方式、人员安排、结果判定及核查结论的出具等<sup>[35-36]</sup>, 作为实验室管理质控计划内容之一。未开封的有证标准品期间核查时建议按照证书要求, 对包装、物理性状、储存条件、有效期等进行期间核查。一般来说, 农产品及食品元素分析用标准品较为稳定, 有效期较长, 如 1 000  $\mu\text{g/mL}$  元素标准溶液有效期常为 2 年, 基质标准品有效期可长达 5 年。已开封可多次使用的, 除对以上信息进行核查外, 还要关注其密封性, 以确保标准品不霉变、不变色、不黏结、不污染, 必要时进行技术核查<sup>[37-38]</sup>。核查人员及时记录标准品期间核查情况。若发现标准品特性值发生变化, 应立即停止使用, 并按相关文件追溯使用该标准品出具的检测结果。

3.2.5 废弃物处置 实验室应熟知一些常见废弃物的处置方法, 如含汞废液的处理可按标准 GB/T 601—2016《化学试剂 标准滴定溶液的制备》附录 E 进行。无法在检测机构妥善处理的标准品、标准溶液应由专业单位统一处理, 并做好处置记录。

## 4 结语

综上所述, 尽管目前国内农产品、食品分析用标准品的研制和管理水平有了较大的提升, 但与国际高水平相比还存在不少问题, 比如特性值单一、研制技术不足等等。亟须加强农产品、食品分析用

标准品的规划、研究、生产和管理水平提升,带动农产品及食品分析量值溯源体系的建立,促进标准品的可持续发展,可为现代农业的发展提供技术服务。

#### 参考文献:

- [1] Kan X Q, Dong Y Q, Feng L, et al. Contamination and health risk assessment of heavy metals in China's lead - zinc mine tailings: a meta - analysis[J]. Chemosphere, 2021, 267: 128909.
- [2] Zhang P, Pan X M, Wang Q Y, et al. Toxic effects of heavy metals on the freshwater benthic organisms in sediments and research on quality guidelines in Poyang Lake, China[J]. Journal of Soils and Sediments J Soil Sediment, 2020, 20(10): 3779 - 3792.
- [3] 段凤敏, 孙力元, 保志娟. 茶叶中重金属检测的质量控制及标准物质研究进展[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(23): 31 - 34, 43.
- [4] 钟 亮, 王 森, 李建龙, 等. “源汇理论”在土壤重金属污染监测中的应用现状、问题与展望[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(13): 34 - 40.
- [5] Jacky G, Dinkar K. Jog mandar mercury and movement disorders; the toxic legacy continues [J]. Canadian Journal of Neurological Sciences, 2021, 49(4): 1 - 9.
- [6] 王盛吉. 日本熊本县水俣病公害问题研究(1956—1959 年)[D]. 上海: 华东师范大学, 2017.
- [7] 王欣梅, 肖革新, 曹贤文, 等. 湖南省大米中镉污染风险监测现状分析及应对策略[J]. 环境卫生学杂志, 2019, 9(4): 396 - 400.
- [8] Qian Y Z, Chen C, Zhang Q, et al. Concentrations of cadmium, lead, mercury and arsenic in Chinese market milled rice and associated population health risk[J]. Food Control, 2010, 21(12): 1757 - 1763.
- [9] 尹太坤, 杨 方, 刘正才, 等. 鳊鲃肌肉中孔雀石绿代谢物隐性孔雀石绿染料残留标准物质的研制[J]. 水产科学, 2016, 35(3): 272 - 277.
- [10] Ting T L, Sin W M, Ho C, et al. The role of metrology in chemistry in the upholding of public health and food safety in Hong Kong [J]. Accred Qual Assur, 2006, 11(4): 172 - 174.
- [11] Olivares I R B, Souza G B, Nogueira A R A, et al. Trends in developments of certified reference materials for chemical analysis focus on food, water, soil, and sediment matrices[J]. TRAC Trends in Analytical Chemistry, 2018, 100: 53 - 64.
- [12] 李秀琴, 逯 海, 李红梅, 等. 食品安全化学计量技术与标准物质发展[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(15): 3891 - 3896.
- [13] Zhao S S, Zhao Y. Application and preparation progress of stable isotope reference materials in traceability of agricultural products [J]. Critical Reviews in Analytical Chemistry, 2021, 51(8): 742 - 753.
- [14] 成长玉, 钟慈平, 黄丽娟, 等. 黄瓜中致死蝇残留基体标准物质的研制[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(18): 6356 - 6361.
- [15] 谢继安, 刘柏林, 赵紫薇, 等. 小麦粉中细交链孢菌酮酸和毒素标准物质的研制[J]. 中国食品卫生杂志, 2021, 33(6): 716 - 722.
- [16] 燕 茹, 林 婧. 婴幼儿配方食品中标准物质的研究进展[J]. 现代食品, 2021, 27(4): 66 - 69.
- [17] 李梦怡, 胡 越, 董 喆, 等. 大米粉中镉标准物质的研制[J]. 中国粮油学报, 2021, 36(8): 108 - 112.
- [18] 全 浩, 韩永志. 标准物质及其应用技术 [M]. 2 版. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [19] 张 影, 李 景. 国际标准物质数据库 (COMAR) [J]. 中国标准化, 2017(3): 106 - 108.
- [20] 王 莹, 杨铁眉, 程白羽, 等. 国内外乳制品标准物质研究现状 [J]. 食品工业, 2018, 39(9): 223 - 226.
- [21] Chen W Z, Jin W H, Zhang Y P, et al. Development of certified reference materials for four polyunsaturated fatty acid esters [J]. Food Chemistry, 2022, 389: 1 - 8.
- [22] Chen Y H, Qiu X L, Feng C, et al. Preparation of a reference material for tea containing five pesticide residues and its evaluation in an interlaboratory comparison study in China [J]. Accreditation and Quality Assurance, 2022, 27(2): 93 - 101.
- [23] Guo X Q, Cai Y H, Liu H B, et al. Preparation of matrix reference material of aflatoxin M1 in milk powder [J]. Accreditation and Quality Assurance, 2021, 26(2): 77 - 90.
- [24] 卢晓华, 薄 梦, 吴 雪, 等. 标准物质领域发展现状及趋势 [J]. 化学试剂, 2022, 44(10): 1403 - 1410.
- [25] 朱红激. 浅谈药品标准物质/标准样品 [J]. 化学试剂, 2017, 39(4): 379 - 384.
- [26] 陈 钰, 程义斌, 孟凡敏, 等. 国内外标准物质发展现状 [J]. 环境卫生学杂志, 2017, 7(2): 156 - 163.
- [27] 卢晓华, 汪 斌, 郭 敬, 等. 2015—2016 国家有证标准物质资源发展分析 [J]. 中国计量, 2017(3): 82 - 85.
- [28] 郭玲玲, 徐 慧, 匡 华. 食品安全检测基体标准物质研究进展 [J]. 食品与生物技术学报, 2022, 41(7): 71 - 83.
- [29] 杜 洋. 化学分析实验室标准物质的使用中应注意的几个问题 [J]. 江西化工, 2020(3): 267 - 268.
- [30] Emteborg H, Florian D, Choquette S, et al. Cooperation in publicly funded reference material production [J]. Accred Qual Assur, 2018, 23(6): 371 - 377.
- [31] BIPM. CCQM strategy document (2021—2030) version 1.0 - consultative committee for amount of substance; metrology in chemistry and biology (2021—2030) [EB/OL]. (2021 - 06 - 21) [2023 - 08 - 20]. <https://www.bipm.org/en/committees/cc/ccqm>.
- [32] 张绍华. 质量控制活动在实验室管理中的应用 [J]. 中国检验检疫, 2021, 29(2): 65 - 67.
- [33] 黄海霞. 食品检验中标准物质管理及改进措施的探讨 [J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(18): 6297 - 6303.
- [34] 王海蓉, 符文杰, 叶 灵. 实验室质量管理体系不符合项分析 [J]. 中国卫生检验杂志, 2020, 30(5): 638 - 640.
- [35] 弥寒冰. 浅谈实验室的标准物质管理 [J]. 特钢技术, 2018, 24(1): 62 - 65.
- [36] 林维维. 食品药品检验机构实验室的标准化改革 [C]// 标准化改革与发展之机遇——第十二届中国标准化论坛论文集, 2015: 310 - 315.
- [37] 林志东. 理化检测实验室标准物质的期间核查 [J]. 技术与市场, 2020, 27(2): 197 - 198.
- [38] 穆小婷, 陈智标. 农产品检测实验室标准物质的期间核查分析 [J]. 现代食品, 2022, 28(2): 65 - 68.