

杨永坛研究员主持“粮油污染物检测及控制”专栏文章之四

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2023.05.022

周明慧, 伍燕湘, 李丽, 等. 粮油基体标准物质的研制、应用及展望[J]. 粮油食品科技, 2023, 31(5): 188-196.

ZHOU M H, WU Y X, LI L, et al. Development, application and prospects of matrix reference materials for grain and oil[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2023, 31(5): 188-196.

粮油基体标准物质的研制、应用及展望

周明慧, 伍燕湘, 李丽, 李鹏, 王松雪✉

(国家粮食和物资储备局科学研究院 粮油质量安全研究所, 北京 100037)

摘要: 粮油基体标准物质由于具有实际样品的特性, 普遍用于与其有相同或相似基体的粮油原料及其制品分析方法开发和评价、实验室能力验证以及定性定量分析过程的质量控制, 对于保证检测结果的准确可靠具有不可替代的作用, 是分析领域重要的“计量器具”。综述了近年来国内外粮油基体标准物质的发展现状、研制种类和典型应用, 并在分析该领域研究面临主要问题的基础上, 对粮油基体标准物质的需求与趋势进行了展望, 旨在为后续粮油基体标准物质研究提供一定的参考与借鉴。

关键词: 标准物质; 粮油; 基体; 研制; 应用

中图分类号: TS207; S-1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2023)05-0188-09

网络首发时间: 2023-09-11 08:35:08

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/11.3863.TS.20230908.0929.003>

Development, Application and Prospects of Matrix Reference Materials for Grain and Oil

ZHOU Ming-hui, WU Yan-xiang, LI Li, LI Peng, WANG Song-xue✉

(Institute of Grain and Oil Quality and Safety, Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China)

Abstract: Grain and oil matrix reference materials are commonly used in the evaluation of analysis methods, capability verification, and quality control of laboratory analysis and testing processes, due to the consistent composition with actual samples. They play irreplaceable roles in ensuring the accuracy and reliability of test results and are important “measuring instruments” in the field of analysis. In recent years, the domestic and international development status, types, and typical applications of reference materials for grain and oil matrices were reviewed in this paper. Based on the analysis of the main problems existing in this field, the demand and trend of the RMs for grain and oil matrices were prospected, which can provide more meaningful reference for the future research on grain and oil RMs.

Key words: reference material; grain and oil; matrix; development; application

收稿日期: 2023-05-29

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFF0710404)

Supported by: National Key Research and Development Project of China (No. 2022YFF0710404)

作者简介: 周明慧, 女, 1984年出生, 博士, 副研究员, 副所长, 研究方向为粮油质量安全关键技术。E-mail: zmh@ags.ac.cn

通讯作者: 王松雪, 男, 1977年出生, 博士, 研究员, 院总经济师, 研究方向为粮油质量安全与风险防控。E-mail: wsx@ags.ac.cn

“基体标准物质”指具有实际样品特性的标准物质，旨在用于与其有相同或相似基体的实际样品的分析和相关研究开发。粮油基体标准物质是以稻米、小麦、玉米、植物油等为原料制备而成具有代表实际粮油样品特性的一类标准物质，具有稳定性、均匀性、准确性和可溯源性等特征^[1]，是保障粮食质量和安全检验检测数据质量的关键“标尺”。随着人民生活水平的提高对于高品质粮油的需求逐渐加强，同时由于全球气候变暖和环境污染等问题，粮油真菌毒素、重金属等超标事件时有发生，粮油质量安全问题为各国所关切，保障粮油及其产品质量安全尤为重要。而粮油质量安全检测是保障粮油产品质量安全，防止劣质甚至污染粮油产品进入流通，端上百姓餐桌的重要手段。粮油基体标准物质作为特殊的计量器具，对保障粮油质量安全指标检测结果的一致性和溯源性，保证测量结果在时间与空间上的连续性与可比性，进而确保测量结果的可靠、有效及与国际互认具有关键作用，在粮油产品品质分析、质量控制以及科学研究等方面都有广泛的应用，是开展有效测量所必需的“标尺”与“砝码”，支撑粮油产业和国内外粮油贸易高质量发展。

本文结合国内外粮食基体标准物质研制现状，对国内外粮油基体标准物质发展和应用情况进行综合阐述，以期对粮油基体标准物质的研制及发展提供一定的参考。

1 国外粮油基体标准物质发展

美国国家标准技术研究院（NIST）、英国政府化学家实验室（LGC）、欧盟委员会联合研究中心标准物质与测量研究院（IRMM）和国际标准物质信息库 COMAR^[2]等具有显著国际影响力的标准物质信息库查询结果显示，国外粮油基体标准物质研制单位主要有美国 NIST、欧盟 IRMM、日本国家计量院（NMIJ）和韩国标准科学研究院（KRISS）等（图 1）^[3]。各机构根据国家市场监管和分析检测实际需求及热点关注，研制并发布粮油基体标准物质。其中，欧盟 IRMM 早在 1992 年，就针对欧盟地区具有较高污染风险的真菌毒素，首次发布了玉米和小麦粉中脱氧雪腐镰刀菌

烯醇成分分析标准物质。因欧盟是世界上对转基因农产品管理最为严格的地区之一，为支撑转基因产品的分析鉴别和管控，自 2014 年开始至今，欧盟 IRMM 陆续发布了多达 80 余项转基因检测相关的玉米基体标准物质，也成为研制粮食转基因分析标准物质最多的机构，在同位素、元素形态、农药、兽药、抗生素、致病基因、微生物等方面也同样具有自己的优势和特色^[4]，其有证标准物质以 BCR、ERM、IRMM 为开头编号，如小麦中农药残留成分分析标准物质（ERM-BC706）、椰子油标准物质（BCR-459）等。美国 NIST 作为世界上开展标准物质研制最早的机构，以标准物质原创性成果多著称^[5-6]。美国 NIST 对粮油基体标准物质的关注始于 20 世纪中叶，其研制发布的粮油中无机元素、真菌毒素、脂肪酸、胆固醇、酚类化合物分析标准物质在我国具有较为广泛的应用和认可度。韩国 KIRSS 和日本 NMIJ 也研制发布了为数不多的粮食中无机元素分析标准物质。

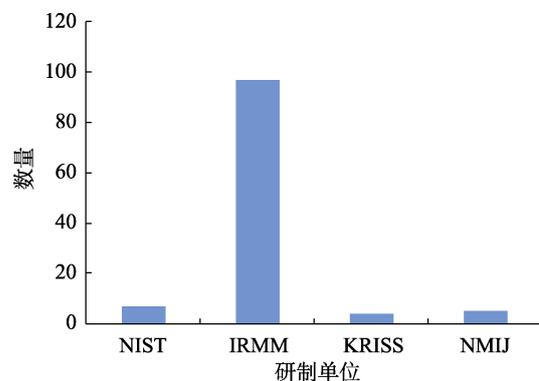


图 1 国外粮油基体标准主要研制机构

Fig.1 Major research institutions for grain and oil matrix RMs abroad

目前，查询到国外粮油基体有证标准物质 110 余项，基体主要有玉米（粉）、大米（粉）、小麦（粉）、植物油（椰子油、大豆油等），基本涵盖了粮油质量安全分析关注的转基因、真菌毒素、无机元素（含重金属）、农药残留和脂肪酸等特性量（图 2），可满足粮油及产品日常分析检测对标准物质的基本需求。因国外粮油基体标准物质起步较早，在很长一段时间，我国在粮油分析测试过程中进行质量控制主要依赖进口标准物质。但国外粮油基体标准物质种类和数量整体偏少（图 3），

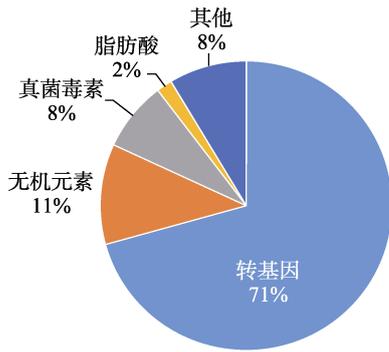


图 2 国外粮油基质标准物质特性量情况

Fig.2 Characteristics of RMs for grain and oil abroad

且除玉米（粉）中转基因标准物质外，特性量浓度较为单一（表 1），无法满足我国粮油产品分析检测及快速检测产品测评的实际需求。同时，国

外粮油基质标准物质采购周期长、采购成本高，也难以在分析测试中普及使用。

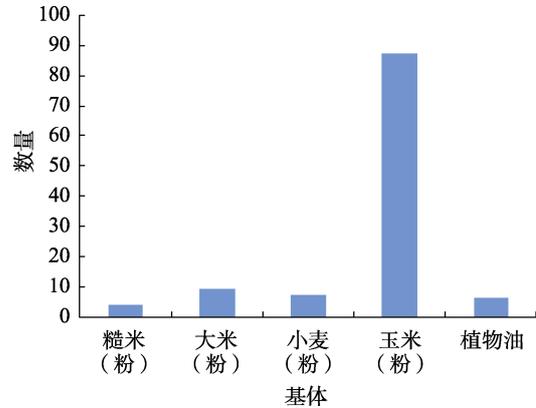


图 3 国外粮油基质标准物质基质情况

Fig.3 Matrix types of RMs for grain and oil abroad

表 1 国外粮油基质标准基本情况

Table 1 Situation of grain and oil matrix RMs abroad

特性量	基质	生产单位	浓度水平
转基因	玉米（粉）	IRMM	多浓度梯度
无机元素	大米（粉）、小麦（粉）、糙米（粉）	IRMM、NIST、KRIS、NMIJ	单一浓度
生物毒素	玉米（粉）、小麦（粉）	IRMM、NIST	单一浓度
脂肪酸	植物油	IRMM、NIST	单一浓度
农药残留	糙米（粉）	NMIJ	单一浓度
多环芳烃	植物油	IRMM、KRIS	单一浓度
淀粉	大米（粉）	IRMM	单一浓度
胆固醇、维生素等	椰子油	NIST	单一浓度

2 我国粮油基质标准物质发展

我国粮油基质标准物质的研制与发布始终是在粮油分析技术发展基础上，以满足粮油领域实际检测需求为目标开展。其中，有证标准物质（Certified Reference Material, CRM）发挥了关键作用。与国外统称为 CRM 不同，我国有证标准物质按照质量技术监督管理体系特点和量值溯源及标准化工作的需要，分为国家标准物质（GBW）和国家标准样品（GSB），分别由不同的管理机构进行分类、分级管理。其中国家标准物质又分为两级：国家一级标准物质（GBW）和国家二级标准物质（GBW(E)）。同时，不同行业结合自身特点和工作需要，在各自行业领域又有其特殊做法。如粮食行业结合自身特点，根据特定需要以行业标准的形式发布标准样品。本节以国家标准物质为主，结合行业的自身发展情况，

对我国粮油基质标准物质发展进行划分。

2.1 以粮油无机元素和营养元素等成分分析为主的起步阶段

20 世纪 80 年代，结合环境和钢铁领域标准物质研制经验和需求，国家粮食和物质储备局科学研究院（原商业部谷物油脂化学研究所）和北京市环境保护监测中心分别发布了以无机元素为特性量的小麦粉和米粉成分分析标准物质，拉开了我国粮油基质标准物质的研制序幕，到 2006 年，我国共发布 13 项粮油基质标准物质，除上海市计量测试技术研究院研制了小麦粉营养成分分析标准物质（GBW(E)100010）以氨基酸组成为特性量外，其余均是无机元素分析标准物质，且此 20 年间，粮油基质标准物质的研制和发布速度较为迟缓。

随着人们对食用植物油品质的关注度逐渐升

高,以及《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》(GB 5009.168)的发布,提出更精准的分析食用植物油中脂肪酸组成需求,2009年,玉米油、花生油、大豆油、菜籽油、葵花籽油、芝麻油等6项食用植物油脂肪酸分析标准物质研制并获批,满足了分析检测机构在植物油脂肪酸分析的质量控制需求,这也是我国第一次发布植物油基体有证标准物质。21世纪10年代,转基因玉米在我国引种,NK603和Bt11两项具有抗虫和耐除草剂性状的转基因玉米品系质粒分子分析标准物质分别于2013年和2014年先后获批,为转基因品种的鉴别提供计量基础。截至2015年,国内研制的粮油基体标准物质累计30余项(图4),一定程度上满足了粮油分析测试对于基体标准物质的需求。

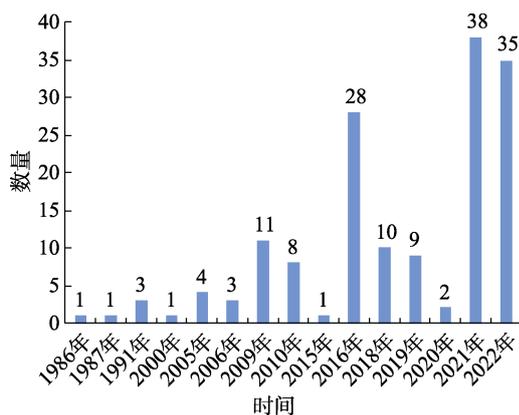


图4 国内粮油基体标准发展情况
Fig.4 Developments of grain and oil CRMs in China

总体上,此时期粮油基体标准物质增速较慢,标准物质数量较少,种类也较为单一,是我国粮油基体有证标准物质发展的初始阶段,为粮油基体标准物质的研制积累了宝贵的经验,为我国粮油基体标准物质的快速发展奠定了扎实的基础。

2.2 以安全限量指标分析为主的快速发展阶段

2013年,以湖南镉大米事件开始,粮食重金属、真菌毒素污染等质量安全事件时有报道,国家对粮食质量安全问题高度重视,《粮食流通管理条例》(国务院令 第407号)、《粮食流通质量监管办法》(国家发改委令[2016]42号)相继修订、发布^[7-8],百姓对粮油食品质量安全的关注度逐渐提高,粮油质检机构及有关科研院所对于分析测试

过程中质量控制的意识不断增强,给粮油分析检测技术和能力提出新要求的同时,也为粮油基体标准物质的研制和使用提出了急迫的需求。粮油标准物质的研制得到高度重视,国家重点研发计划项目在每个五年周期均会设立包含粮油基体标准物质研究的项目,粮油基体标准物质的研制和发布也进入了快车道。2015年起,粮食中重金属和真菌毒素分析标准物质集中大量研制并发布,多环芳烃、有机氯农药等持久性有机污染物 PoPs^[9]、转基因玉米基体分析^[10-11]、食用油中辣椒素分析等标准物质也陆续发布,2016年至2022年国内粮油基体标准物质共计研发超过120种,占总体的78.7%,同时实现了国内多个特性量粮油基体标准物质从“0”到“1”的突破。此阶段粮油基体标准物质数量多、种类更为丰富,标准物质也更加注重基体的真实性和代表性,标准物质原料采用天然污染样品;在确保均匀性和稳定性的前提下,制备工艺采取与测试样品前处理更为一致的程序和参数;标准物质的特性量值也更加注重与《食品安全国家标准 食品中污染物限量》(GB 2762)、《食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量》(GB 2761)等国家限量要求相一致,以使其更好的进行质量控制;同时,此阶段,国家和行业对于快速检测技术及产品的使用进一步规范,国家质检总局发布的《食品快速检测方法评价技术规范》(食药监办科[2017]43号)和粮食行业标准《粮油检验 设备和方法标准适用性验证及结果评价一般原则》(LS/T 6402—2017)^[12],为更好的评价粮油快速检测产品提出规范性要求,根据有关要求,粮油基体标准物质呈现多浓度梯度的特点,以服务于国家和行业重大实际需求(表2)。

2.3 粮油品质分析基体标准样品的发展

粮油及其制品分析测试中,除具有明显计量特征的质量安全指标外,粮油分析领域还需要对一些特有的感官品质指标进行评价,用于对粮食及油料进行分类定等,是粮食日常检测中必检指标。由于此类感官评价指标通常高度依赖分析测试人员的经验和专业判断^[13],不具有计量溯源性,所以很难获得有证标准物质的认证,粮油标准样品的研制和发布,在保障粮油感官等品质指

表2 国内粮油基体标准物质分类情况
Tab.2 Classification of grain and oil CRMs in China

特性量	分类	数量/个	特性量成分	基体	特点
无机元素	多元素	48	2~59个无机元素	大米、小麦、玉米、糙米	一级标准物质18项,二级标准物质31项;均为多特性量,项别具有地域特点
	单元素	23	F、Cr、As、Cd、Hg、Pb	糙米、大米、玉米、小麦	一级标准物质5项,二级标准物质18项,多数为浓度梯度设计
	形态	18	总砷及无机砷、Cr、Cd、Hg、Pb、	糙米、大米	均为二级标准物质,形态仅涉及无机砷指标,分别标注总砷和无机砷含量,与其他限量元素共存,具有浓度梯度
真菌毒素	单毒素	27	黄曲霉毒素 B1、玉米赤霉烯酮、脱氧雪腐镰刀菌烯醇、	糙米、大米、植物油、玉米、小麦(面粉)	一级标准物质7项,二级标准物质21项,由无浓度梯度设计到含浓度梯度设计
	多毒素	14	黄曲霉毒素、玉米赤霉烯酮、脱氧雪腐镰刀菌烯醇(呕吐毒素)、细交链孢菌酮酸、赈毒素、伏马毒素	糙米、大米、小麦、玉米、植物油	均为二级标准物质,毒素种类拓展到限量指标外,同时含浓度梯度设计
转基因	基体	10	NK603、DBN9936、MIR604、MON87427、T25	玉米	均为二级标准物质,含浓度梯度设计
脂肪酸	脂肪酸	6	棕榈酸(C16:0)、硬脂酸(C18:0)、油酸(C18:1)、亚油酸(C18:2)、花生酸(C20:0)	玉米油、芝麻油、花生油、大豆油、菜籽油、葵花籽油	面积归一化法定值
粗蛋白	粗蛋白	1	粗蛋白	小麦	按照程序定义值
粗脂肪	粗脂肪	1	粗脂肪	小麦	按照程序定义值
粗纤维	粗纤维素	1	粗纤维素	小麦	按照程序定义值
辣椒素	辣椒素	2	辣椒素、二氢辣椒素、合成辣椒素	食用油	双梯度浓度设计
多环芳烃	多环芳烃	2	BaA、Chr、BbF、BaP	橄榄油	双梯度浓度设计
氨基酸	氨基酸	1	异亮氨酸等16个	小麦	/
农药残留	农药残留	1	α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六	大米	/

标检测结果的协同一致性上发挥着重要作用。目前我国粮油基体标准样品主要涉及到加工品质^[14]、食用品质和储藏品质^[15]等特定用途,主要包括“LS/T 1531 小麦硬度指数标准样品”、“LS/T 15111.1 南方小麦粉加工精度标准样品精制粉”、“LS/T 15111.2 南方小麦粉加工精度标准样品标准粉”和“LS/T 15121.1 早籼米加工精度标准样品精碾”、“LS/T 1535 籼米品尝评分参考样品”、“LS/T 1534 粳米品尝评分参考样品”和“LS/T 15211 小麦储存品质品尝评分参考样品”,以及食用油加工过程中溶剂残留分析用标准样品“六号溶剂成分分析”等;此外,还有特色粮油相关指标,如杂粮、杂豆等特色粮油产品以及粮油产品的特色指标检测标准样品,如《青稞》(GB/T 11760)、《芝麻》(GB/T 11761)等特色粮油产品及其制品标准

样品^[16]。国家粮食和物资储备局每年会将拟研制或复制的标准样品与粮食行业标准一同下达制修订计划,归口的LS/T标准样品等同于粮食行业标准管理,这些粮油基体标准样品的发展进一步补充了粮油基体标准物质的覆盖范围,对保障无法溯源的待分析目标物的量值可靠、可比提供了重要保障与支持。

2.4 构建标准物质+多谱学数据体系的高质量发展阶段

经过近半个世纪的发展,我国粮油基体有证标准物质的研制、生产和使用,已经达到了一定水平,主要有以下特点:(1)与产业发展和需求紧密结合,特性量覆盖更全面;(2)从单一特性量到多特性量,成分更丰富;(3)从单一浓度和形态到多浓度梯度和形态,品类更多元,此外粮

油基体标准样品对感官质量指标也进行了补充。目前,我国粮油基体标准物质不论从种类、数量还是研制水平,均达到甚至赶超国际水平,为粮油检测数据质量控制、数据准确性、量值溯源提供可靠计量保障。但是随着经济和技术的发展,我国粮油基体标准物质还存在较大的发展空间:无机元素分析标准物质虽然数量占比最大,但是元素形态分析标准物质数量还较少、形态特性单一(目前仅涉及无机砷);已有粮油基体真菌毒素分析标准物质虽已包括限量标准规定的所有真菌毒素种类,但随着检测技术的不断发展及相关毒理学研究的深入,一些具有致癌等毒性作用的新型真菌毒素和隐蔽型真菌毒素逐渐引起人们的关注,部分相关真菌毒素的检测标准也在制定中,而这类真菌毒素目前还没有标准物质;作物生产过程中施用杀虫剂、杀菌剂和除草剂等,以及储存过程中施用谷物防护剂,如甲基嘧啶磷、磷化铝等熏蒸剂等药物残留有机物分析基体标准物质种类较少;同时,已有标准物质提供的信息仅针对特性量值,其他拓展信息不足。由中国计量科学研究院牵头的十四五国家重点研发计划“新兴食品营养与质量安全标准物质研制”将组织国家粮食和物资储备局科学研究院等标准物质专业研发机构,针对粮油基体修饰型真菌毒素、含氯有机物、环境持久性有机污染物分析多特性量值标准物质进行攻关,同时,为满足营养分析、成分鉴定、真伪鉴别等科学研究需求,提出标准物质+多谱学数据新型标准物质,将进一步满足复杂新兴物质的定性和定量质量控制需求,成为未来新

型标准物质研制的重点方向,促进粮油基体标准物质开启高质量发展阶段。

3 粮油基体标准物质的应用

不同的实验室环境、不同的分析人员、不同的分析设备等变化因素会给数据的质量带来挑战,为保证数据的准确性、一致性、可比性和溯源性,粮油基体标准物质作为特殊的计量溯源“器具”,是实现数据跨越时间、空间具有可比性的重要工具^[17],在保障粮食质量及安全方面发挥了重要的作用,其在粮油分析检测中的应用也越来越广泛。

3.1 分析检测全程质量控制

检测机构通过在粮油指标分析过程中使用粮油基体标准物质进行质量控制,可以有效的降低实验人员、分析手段、分析过程等人为因素和客观因素导致产生的数据偏差和误差,实现检测、生产过程良好的质量控制目的,提高检验数据质量^[18]。

3.2 方法开发和性能验证

由于粮油基体标准物质均匀、稳定的特点,在粮油检测方法开发过程中为了获得稳定可靠准确的方法学参数,一般采用基体相近的标准物质进行方法的优化,从而确保开发的方法正确可靠。同时,利用标准物质的可溯源性,粮油基体标准物质常用于对新方法进行实验室内和实验室间性能验证。如伍燕湘等使用粮食基体标准物质进行了铅镉快速同时全自动石墨炉原子吸收方法开发过程的方法正确度验证(表 3)^[19],确认了开发方法的性能。

表 3 粮油基体标准物质在方法正确度评价中的应用 ($n = 3$)

Tab.3 Application of grain and oil matrix RMs in evaluating the accuracy of method ($n = 3$)

基体	认证编号	标准物质分析				两种方法的比较	
		检测值 (values \pm SD)/(mg/kg)		认证值范围 (mg/kg)		T 值 ($P > 0.05, t = 4.30$)	
		Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
Wheat	GBW(E)100379	0.207 \pm 0.003	0.154 \pm 0.006	0.202~0.238	0.142~0.168	0.32	1.02
Rice	GBW(E)080684a	0.208 \pm 0.005	0.482 \pm 0.009	0.205~0.245	0.454~0.510	1.78	2.89
Brown rice	GBW(E)100377	0.207 \pm 0.007	0.257 \pm 0.005	0.200~0.240	0.241~0.281	0.29	2.79
Maize	GBW(E)100380	0.401 \pm 0.005	0.042 \pm 0.002	0.387~0.447	0.041~0.049	1.24	2.67

3.3 仪器检定、校准和测评

粮油基体标准物质的另外一个重要作用，是利用标准物质的基体特征和准确赋值对仪器设备，特别是快速检测仪器和产品进行检定、校准和测评。通过采用基体标准物质的测试，一方面，可发现测量体系存在的问题，排除导致问题的因素，从而减少误差，提升测量结果的准确性；另一方面，可校正随测量体系应用时间而产生的测量偏移，确保测量结果的稳定性；此外，可对大型分析仪器和快速检测产品进行性能测评，确认仪器的适用性，评价改进检测仪器在特定场合的适应性，促进测试技术的发展^[20]。

3.4 能力比对

不同实验室/人员通过对同一粮油基体标准物质进行测量，根据数据统计分析比较，可客观分析各实验室/人员间的测试质量、能力水平和结果的一致性。作者在 2017 年采用小麦粉中铅(高、中、低)分析、糙米粉中砷(高、中、低)分析等 6 个基体标准物质，组织行业内 67 家单位开展了“谷物中重金属能力比对”项目，根据基体标准物质的赋值信息与参加实验室的结果信息计算能力比对统计量 ζ 值^[21-22]，进而分析和判断各实验室/人员间的一致性和技术能力可靠性(图 5)。

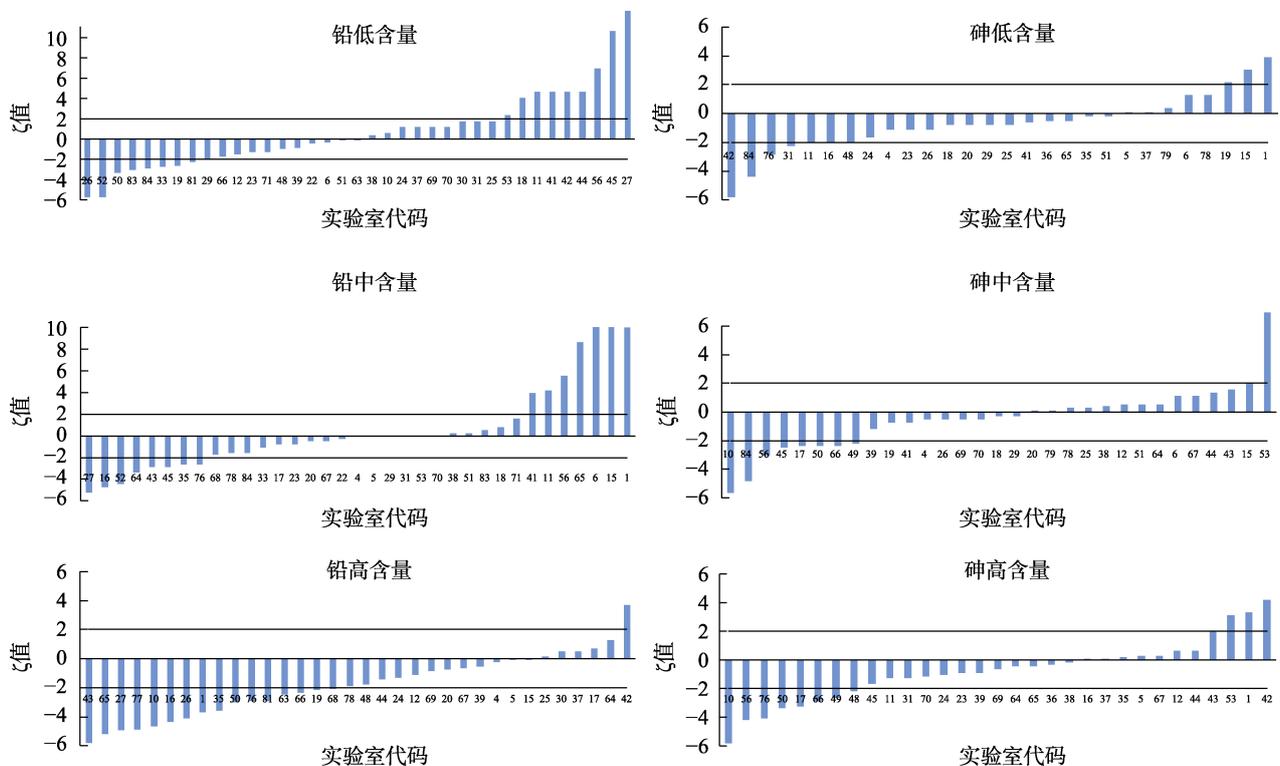


图 5 粮油基体标准物质在实验室能力比对中的应用
Fig.5 Application of grain and oil matrix RMs in laboratory capacity comparison

3.5 快速检测产品的溯源性保障

标准物质是特性量准确、均匀性和稳定性良好的计量标准，具有在时间上保持特性量值，在空间上传递量值的功能。通过使用标准物质，可以使实际测量结果获得量值溯源性。长期以来，用于溯源的标准物质多为纯度或者溶液标准物质，而忽略了基体标准物质的定值溯源作用。因我国在粮油收储环节普遍使用快速检测产品对大

量样品进行安全指标的快速检测筛查，而粮油产品具有高蛋白、高脂肪等特点，快检产品通常仅对样品进行简单的前处理，无法实现基质的全部去除和净化，导致粮油快速检测结果的准确性和溯源性无法保证^[23]，田巍等开发了基于磁珠分离纯化的电化学快检方法^[24]，通过采用与测试样品前处理相同的程序对不同浓度梯度的粮食基体有证标准物质进行测试并进行标准曲线的绘制(图

6), 克服了基质效应的影响, 同时实现了量值的传递及有效溯源到国家单位制 (SI), 形成快检产品可控溯源链条, 保证了测量结果的准确性和溯源性。

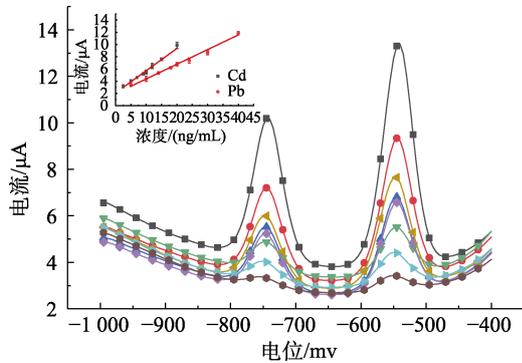


图 6 粮食基质标准物质在建立快检方法溯源性中的应用
Fig.6 Application of grain matrix CRMs in establishing traceability of rapid method

4 粮油基质标准物质展望

虽然我国粮油基质标准物质在四十余年的发展中取得了长足的进步, 但相对于粮油分析测试领域标准实施、技术发展等实际使用需求, 还存在明显的差距, 粮油基质标准物质体系还需要进一步构建。一是, 截止到 2022 年 9 月, 国家粮食和物资储备局共归口管理粮食行业质量安全标准 661 项, 覆盖了粮食收购、销售、储存、运输、加工、进出口等各环节, 相对于标准体系, 我国标准物质和标准样品的研制和发布还远不能覆盖粮食标准涉及的全部指标, 特别是粮油行业特有的质量、营养和安全等分析用标准物质缺口依然较大, 粮油基质标准物质亟待研制补充; 二是粮油基质标准物质除赋予具有溯源性的特性量值外, 还需要赋予更多的有关代谢物、基体表证等信息, 以满足粮油真伪鉴别、产地溯源等分析和科研工作需求; 三是我国粮油基质标准物质的研制能力和水平虽然已经与国际先进水平持平, 但是用于粮油基质标准物质定值的溯源纯物质的研制能力还与国外有明显的差距, 有关纯物质和液体标准物质的研制, 尚需加大投入力度, 集中进行攻关, 以进一步打破国外垄断, 将标准物质研制的核心技术掌握在自己手里; 四是随着对标准物质作用和价值的深入认识, 标准物质的使用意

识越来越强烈, 场景越来越多, 粮油基质标准物质的应用尚待挖掘和规范, 以期更好满足行业高质量发展 and 国内外市场需求。

参考文献:

- [1] 张庆合, 食品安全标准物质研究动态[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(15): 3881-3882.
ZHANG Q H. Advances in research on the certified reference materials of food safety[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2018, 9(15): 3881-3882.
- [2] <http://www.comar.bam.de/home/index.php>.
- [3] 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.
CHEN Y, CHENG Y B, MENG F M, et al. Review on statues of reference materials in different countries[J]. Journal of Environmental Hygiene, 2017, 7(2): 156-163.
- [4] 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.
LU X H, BO M, WU X, et al. Current situation and trends on the development of reference materials[J]. Chemical Reagents, 2022, 44(10): 1403-1410.
- [5] SIMON-MANSO Y, LOWENTHAL M S, KILPATRICK L E, et al. Metabolite profiling of a NIST standard reference material for human plasma (SRM 1950): GC-MS, LC-MS, NMR, and clinical laboratory analyses, libraries, and web-based resources[J]. Anal. Chem, 2013, 85(24): 11725-11731.
- [6] 王巧云, 何欣, 王锐. 国内外标准物质发展现状[J]. 化学试剂, 2014, 36(04):289-296.
WANG Q Y, HE X, WANG R. Development of reference materials in China and abroad[J]. Chemical Reagents, 2014, 36(4): 289-296.
- [7] 于衡. 学习贯彻好《粮食流通管理条例》[J]. 中国粮食经济, 2021(6): 40-41.
YU H. Study and implement the regulations on the management of grain[J]. China Grain Economy, 2021(6): 40-41.
- [8] 亓向军. 新修订《粮食流通管理条例》对农发行的影响及对策[J]. 农业发展与金融, 2021(7): 48-50.
QI X J. The impact and countermeasures of the newly revised regulations on the management of grain[J]. China Grain Economy, 2021(7): 48-50.
- [9] 刘宇星, 刘蕙萍, 宋阳, 等. 食用油中持久性有机污染物的研究进展[J]. 粮食与油脂, 2023, 36(4):18-20.
LIU Y X, LIU H P, WANG F. Research progress on persistent organic pollutants in edible oils[J]. Cereals & Oils, 2023, 36(4): 18-20.
- [10] 王颢潜, 李夏莹, 张丽, 等. 转基因产品检测标准物质质量值一致性研究进展[J]. 生物技术通报, 2020, 36(5): 2-8.
WANG H Q, LI X Y, ZHANG L, et al. Research progress on trait value consistency of reference materials for genetically modified

- organism[J]. *Biotechnology Bulletin*, 2020, 36(5): 2-8.
- [11] 兰青阔, 李文龙, 孙卓婧, 等. 国内外转基因检测标准体系现状与启示[J]. *农业科技管理*, 2020, 39(3): 27-32.
LAN Q K, LI W L, SUN Z J, et al. Status and enlightenment of the standard system for GMO detection in China and abroad[J]. *Management of Agricultural Science and Technology*, 2020, 39(3): 27-32.
- [12] 仪器信息网. 食药监总局印发食品快速检测方法评价技术规范[J]. *化学分析计量*, 2017, 26(3): 26.
Instrument Information Network. The evaluation of rapid food testing methods printed by The State Administration of Food and Drug Administration[J]. *Chemical Analysis and Meterage*, 2017, 26(3): 26.
- [13] 王强, 王丽, 刘红芝. 谷物加工特性研究与品质评价[C]. *Book of Abstracts of 14th ICC Cereal and Bread Congress and Forum on Fats and Oils*, 中国粮油学会, 2012: 44-46.
WANG Q, WANG L, LIU H Z. Study on processing characteristics and quality evaluation of cereals[C]. *Book of Abstracts of 14th ICC Cereal and Bread Congress and Forum on Fats and Oils*, Chinese Cereal and Oil Association, 2012: 44-46.
- [14] AMANDA M, MARCELA T N, VANESSA M, et al. Rice drying, storage and processing: effects of post-harvest operations on grain quality[J]. *Rice Science*, 2022, 29(1): 16-30.
- [15] NUTTALL J G, O'LEARY G J, PANOZZO J F, et al. Fitzgerald, models of grain quality in wheat—A review[J]. *Field Crops Research*, 2017(202): 136-145.
- [16] 郜晋亮. 一粒小青稞挑起特色产业发展大梁——青海省提速提质发展青稞深加工产业观察[J]. *农产品市场*, 2019(7): 38-39.
GAO J L. A small grain of highland barley stirs up the development beam of characteristic industries - Observation on Qinghai Province's accelerated and qualitative development of highland barley deep processing industry[J]. *Agricultural Products Market*, 2019(7): 38-39.
- [17] 赵艳, 李娜, 谢艳艳, 等. 标准物质及其在分析测试中的重要作用[J]. *中国标准化*, 2019(19): 185-190.
ZHAO Y, LI N, XIE Y Y, et al. Reference material and its important effect in chemical analysis[J]. *China Standardization*, 2019(19): 185-190.
- [18] 余磊, 张登洲, 胡平国. 农产品质量安全检测中标准物质质量控制探析[J]. *食品安全导刊*, 2022(4): 73-75.
YU L, ZHANG D Z, HU P G. Analysis on quality control of standard substances in quality and safety testing of agricultural products[J]. *China Food Safety Magazine*, 2022(4): 73-75.
- [19] WU Y, WANG S, CUI W, et al. Rapid, simultaneous, and automatic determination of lead and cadmium in cereals with a new high performance composite hollow cathode lamp coupled to graphite furnace atomic absorption spectrometry[J]. *Molecules*. 2022, 27(23): 8571.
- [20] 李蕾. 加强标准物质管理全面优化计量检定校准工作[J]. *科技创新导报*, 2019, 16(15): 167-169.
LI L. Strengthen the management of standard materials and comprehensively optimize the metrological verification and calibration[J]. *Science and Technology Innovation Herald*, 2019, 16(15): 167-169.
- [21] 国家质量监督检验检疫总局. 利用实验室间比对进行能力验证的统计方法: GB/T 28043—2011[S].
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison: GB/T 28043—2011[S].
- [22] 中国合格评定国家认可委员会. 能力验证结果的统计处理和评价指南: CNAS-GL02: 2014[S].
China National Accreditation Service for Conformity Assessment. Guidance on statistic treatment of proficiency testing results and performance evaluation: CNAS-GL02: 2014[S].
- [23] 肖有玉. 浅谈食品快速检测过程中的质量控制[J]. *中国质量技术监督*, 2019(10): 70-71.
XIAO Y Y. Quality control in the process of rapid food testing[J]. *China Quality Supervision*, 2019(10): 70-71.
- [24] TIAN W, ZHOU M H, LIU Y L, et al. A rapid magnetic-based purification of Cd²⁺ and Pb²⁺ prior to portable electrochemical determination for grain[J]. *Food Chemistry: X*, 2023(18): 2590-1575. 
- 备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lspkj.ijournal.cn>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。