电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定食品中 二氧化钛测定的不确定度评定

林 津^{1*},朱 影¹,王鸣秋¹,彭青枝¹,周陶鸿¹,黄传峰² (1. 湖北省食品质量安全监督检验研究院,武汉 430000;2. 中国食品药品检定研究院,北京 100010)

摘 要:目的 评定电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定食品中二氧化钛含量的不确定度。**方法** 建立电 感耦合等离子体-原子发射光谱法测定食品中二氧化钛含量的数学评价模型,对测定过程的主要不确定度进 行了合理的评定,主要包括样品称量、样液定容、样液测量以及测量的重复性,将各不确定度分量进行合成, 计算合成标准不确定度及扩展不确定度。**结果** 在 95%的置信区间下,当样品中二氧化钛含量为 54.0 mg/kg 时,其测量结果为(54.0±1.4) mg/kg, *k*=2。**结论** 主要的不确定度来自样品溶液浓度测量和测量的重复性,样 品的称量和样液的定容影响较小。在检验过程中,可以通过相关控制措施来减少不确定度。 关键词:二氧化钛;不确定度;电感耦合等离子体-原子发射光谱法;食品

Uncertainty evaluation for the determination of titanium dioxide in food by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

LIN Jin^{1*}, ZHU Ying¹, WANG Ming-Qiu¹, PENG Qing-Zhi¹, ZHOU Tao-Hong¹, HUANG Chuan-Feng²

Hubei Provincial Institute for Food Supervision and Test, Wuhan 430000, China;
 National Institues for Food and Drug Control, Beijing 100010, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the uncertainty of the determination of titanium dioxide in food by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. **Methods** A mathematical evaluation model for the determination of titanium dioxide in food by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry was established. The main uncertainty of the measurement process was reasonably assessed, including sample weighing, sample volume adjustment, sample liquid measurement, and measurement repeatability. Each uncertainty component was synthesized to calculate synthetic standard uncertainty and extended uncertainty. **Results** Under the 95% confidence interval, when the titanium dioxide content in the sample was 54.0 mg/kg, the measurement result was (54.0 ± 1.4) mg/kg, k=2. **Conclusion** The main uncertainty comes from the measurement and repeatability of the concentration of the sample solution. The weighing of the sample and the constant volume of the sample solution have little effect. During the inspection process, relevant control measures can be used to reduce uncertainty.

KEY WORDS: titanium dioxide; uncertainty; inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry; food

基金项目: 国家重点研发计划专项(2018YFC1604000)

Fund: Supported by the National Key R&D Program of China (2018YFC1604000)

^{*}通讯作者:林津,硕士,工程师,主要研究方向为食品安全研究与检测。E-mail: sophia.linjin@163.com

^{*}Corresponding author: LIN Jin, Master, Engineer, Hubei Provincial Institute for Food Supervision and Test, Wuhan 430075, China. E-mail: sophia.linjin@163.com

1 引 言

在食品安全监督抽检工作中二氧化钛的含量是评价 面粉、油炸坚果与籽类、糖果、可可制品、固体饮料类、 果冻、膨化食品等食品中是否超限量使用添加剂的一项重 要指标。不确定度是指基于使用的信息,表征赋予被测量 之值的分散性的参数^[1-3]。测量不确定度是测量结果质量和 水平的科学表达。当测定结果为边缘值时,通过测定不确 定度可以准确推断测量数据的可靠性。正确表达和评定不 确定度是对检测实验室国际通行的新要求,是代表一个实 验室提供数据有效性、科学性、公正性、可比性的重要指 标^[4]。因此,有必要对推荐方法进行不确定度的评定。

陆美斌等^[5]通过分析分光光度法测定食品中二氧化钛 的不确定度来源,建立数学模型,得到了该方法不确定度范 围,并对不确定度评定方法的适用性进行了评价。GB 5009.246-2016《食品中二氧化钛的测定》自 2017 年 3 月 1 日实施以来,关于电感耦合等离子体-原子发射光谱法 (inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry, ICP-AES)不确定度研究的相关国内文献报道较少。

本研究参照 GB 5009.246-2016《食品中二氧化钛的测定》^[6]第一法 电感耦合等离子体-原子发射光谱法,以膨化 食品为例,对食品中二氧化钛的测定进行分析评定,建立 ICP-AES 测定食品中二氧化钛的不确定度的评定方法,为 该方法不确定性的评定提供科学依据^[7]。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

某品牌市售薯片。

硝酸(优级纯, 德国 Merck 公司); 硫酸(优级纯, 国药 集团化学试剂有限公司); 钛标准物质(1000 µg/mL, 国家 有色金属及电子材料分析测试中心); 实验用水均为去离 子水。

2.2 仪器与设备

Optima 8300 型全谱直读光谱仪(美国 Perkin-Elmer 公司); 24HVT50 微波消解装置(奧地利 Anton Paar 公司); Milli-Q超纯水机(美国 Millipore 公司); ME204 电子天平(瑞 士梅特勒-托利多仪器有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 仪器工作条件

电感耦合等离子体-原子发射光谱仪优化后工作参数为:射频功率 1300 W,等离子气 15 L/min,辅助气流量 0.2 L/min,雾化器流量 0.55 L/min,蠕动泵 1.5 L/min,轴向观测距离 15.0 mm,积分时间 30 s,三点计算峰面积。

微波消解仪消解条件:最大功率 1500 W,最大压力 上升速率 0.5 bar/s。步骤一:爬升时间 10 min,温度 120 ℃, 保持时间 5 min; 步骤二: 爬升时间 10 min, 温度 190 ℃, 保持时间 25 min; 步骤三: 20 min 冷却到 70 ℃。

2.3.2 钛标准溶液的配制

用移液器吸取 1.0 mL 钛标准贮备溶液(1000 μg/mL) 于 100 mL 的 A 级容量瓶中,用 5%硫酸稀释至刻度,得到 10 μg/mL 的钛标准使用液,再准确移取一定量的钛标准使 用溶液置于一组 100 mL 的 A 级容量瓶中,配制成浓度为 0、0.05、0.20、0.50、1.0、2.0 μg/mL 的钛标准工作液系列。 2.3.3 实验过程

称取粉碎并混合均匀的 0.5~1 g(精确至 0.0001 g)试样 于微波消解罐中,加 2.5 mL 硝酸和 2.5 mL 硫酸,经合适 的微波消解条件消解,消解结束待其冷却后将消解液转入 50 mL 容量瓶,用水少量多次洗涤消解罐,洗液合并于容 量瓶中,用水定容至刻度,混匀。同时做空白试验。将电 感耦合等离子体-原子发射光谱仪调至最佳条件,测定钛 标准系列工作液的发射光强度,并在此条件下测定试样溶 液和空白溶液的发射光强度。以钛浓度为横坐标,对应发 射光强度为纵坐标绘制标准曲线,由标准曲线和试样溶液 的发射光强度求得试样溶液和空白溶液中钛的浓度^[8]。试 样中的二氧化钛的含量按下式计算:

$$X = \frac{c \times V}{m} \times 1.6681$$

式中: *X*—试样中二氧化钛的含量, mg/kg; *c*—从标准曲线 上查得试样溶液中钛的浓度, mg/L; *m*—试样取样量, g; *V*—试样溶液定容体积, mL; 1.6681—1 g 的钛相当于 1.6681 g 的二氧化钛。

3 结果与分析

3.1 不确定度来源

本实验不确定度来源主要有:样品称量过程中引入 的不确定度、待测样液定容体积引入的不确定度、样液浓 度测量过程中引入的不确定度、测量的重复性引入的不确 定度。其中样液浓度测量过程中引入的不确定度包括标准 溶液浓度引入的不确定度、标准溶液配制过程引入的不确 定度以及标准曲线拟合时产生的不确定度^[8]。

3.2 数学模型

测量方法中二氧化钛含量的计算公式是从测量原理 给出的,没有考虑各种随机因素对不确定度的影响,在此 应引入反映各方面随机影响的重复性系数 *f*_{rep},其数值等 于 1^[9]。评定不确定度的数学模型应写成如下形式:

$$X = \frac{c \times V}{m} \times 1.6681 \times f_{\rm rep}$$

式中: X—试样中二氧化钛的含量, mg/kg; c—从标准曲线 上查得试样溶液中钛的浓度, mg/L; m—试样取样量, g; V—试样溶液定容体积, mL; 1.6681—1 g 的钛相当于 1.6681 g 的二氧化钛; frep—随机影响的重复性系数。

3.3 样品称量过程中引入的不确定度 urel(m)

3.3.1 取样

本实验采用的样品经粉碎过筛,混合均匀后随机取 样,可以认为样品是均匀且具有代表性的,由此产生的不 确定度可忽略不计^[10]。

3.3.2 称 量

按 GB 5009.246-2016 要求分析天平感量为 0.1 mg, 电子 天平经检定合格,最大允许误差±0.5 mg,按矩形分布评定, 取 $k=\sqrt{3}$,引人的标准不确定度为 $\frac{0.5}{\sqrt{3}}=0.29$ mg,因为天平有 去皮的操作,所以该标准不确定度需计算 2 次,一次为皮重, 一次为总重,则标准不确定度为: $u(m)=\sqrt{2\times0.29^2}=$ 0.41 mg,准确称量样品至 1.000 g,则相对标准不确定度为:

 $u_{\rm rel}(m) = \frac{u(m)}{m} = \frac{0.41 \times 10^{-3}}{1.000} = 0.00041_{\,\circ}$

3.4 待测样液定容体积所引入的不确定度 urel(V)

3.4.1 校 准

样品经消化后,转入 50 mL 容量瓶定容。50 mL A 级容量瓶的容量允差可依据 JJG 196-2006《常用玻璃量器》 检定规程^[11]的规定查出为±0.05 mL,由于容积出现在中心 值附近概率更大一些,故可按三角形分布评定,取 $k=\sqrt{6}$,则其引入的标准不确定度: $u_1(V) = \frac{0.05}{\sqrt{6}} = 0.020$ mL。

3.4.2 温 度

玻璃量具标准温度为 20 ℃, 而实验室室温控制在 (20±5) ℃范围内, 且室温变化不大于 1 ℃/h, 该影响引起 的不确定度可通过估算该温度范围内的水的体积膨胀和容 量瓶的体积膨胀来进行计算。水在 20 ℃时的膨胀系数为 $2.1 \times 10^{-4} ℃^{-1[12]}$, 而硼硅玻璃在 20 ℃时的膨胀系数为 $1.0 \times 10^{-6} ℃^{-1}$, 前者明显大于后者, 因此只考虑水体积膨 胀的影响。实验室的温度变动呈均匀分布, 按矩形分布评 定 , 取 $k = \sqrt{3}$, 引 入 的 标 准 不 确 定 度 为 :

$$u_2(V) = \frac{50 \times 5 \times 2.1 \times 10^{-4}}{\sqrt{3}} = 0.030 \text{ mL}_{\odot}$$

3.4.3 定容体积引入的相对标准不确定度

由 定 容 体 积 引 入 的 相 对 标 准 不 确 定 度 为:

$$u_{\rm rel}(V) = \frac{\sqrt{u_1(V)^2 + u_2(V)^2}}{V} = \frac{\sqrt{0.020^2 + 0.030^2}}{50} = 0.00072 \circ$$

3.5 样液浓度测量过程中引入的不确定度 u_{rel}(c)

TiO₂浓度测量过程中引入的不确定度包括标准溶液 浓度引入的不确定度、标准溶液配制过程引入的不确定度 以及标准曲线拟合时引入的不确定度^[13]。

3.5.1 标准溶液浓度引入的不确定度 u1(c)

查 1000 μg/mL 的 Ti 标准溶液的标准物质证书可知, Ti 标液的相对扩展不确定度为 U=0.7%, 包含因子 k=2, 相对

标准不确定度为: $u_1(c) = \frac{0.7\%}{2 \times 1000} = 3.5 \times 10^{-6}$ 。

3.5.2 标准溶液配制过程中产生的不确定度 u₂(c)

3.5.2.1 配制标准工作曲线时量具校准引入的不确定度 *u*₂(*c_v*)

本实验中用移液管吸取 1 mL 钛标准贮备溶液 (1000 µg/mL)于 100 mL 的 A 级容量瓶中,用 5%硫酸稀释 至刻度,得到 10 µg/mL 的钛标准使用液,再分别移取 0、 0.5、2、5、10、20 mL 的钛标准使用液置于一组 100 mL 的 A 级容量瓶中,配制成浓度为 0、0.05、0.2、0.5、1、 2 µg/mL 的钛标准工作液系列。此过程中需要用到不同规 格的玻璃量具,查阅 JJG 196- 2006《常用玻璃量器》^[11],对 应示值允差,按三角形分布评定,取 $k=\sqrt{6}$,可估算其相 对标准不确定度分量见表 1。

配制标准工作曲线时量具校准引入的合成标准不确 定 度 为 :

$$\iota_{2}(c_{\nu}) = \sqrt{\frac{(2.86 \times 10^{-3})^{2} + (1.08 \times 10^{-3})^{2}}{+(4.08 \times 10^{-3})^{2} + (2.04 \times 10^{-3})^{2}}}_{+(1.22 \times 10^{-3})^{2} + (8.16 \times 10^{-4})^{2}} = 5.7 \times 10^{-3}}_{+(6.12 \times 10^{-4})^{2}}$$

3.5.2.2 配制标准工作曲线时温度变化引入的不确定度 *u*₂(*c*_t)

标准情况下温度为 20 ℃, 而实验室室温控制在 (20±5) ℃范围内。考虑到液体体积膨胀, 按矩形分布评定, 取 $k=\sqrt{3}$, 在水的膨胀系数为 $\alpha = 2.1 \times 10^{-4}$ ℃⁻¹, 配制标准 工作曲线时温度变化引入的不确定度计算如表 2 所示。

配制标准工作曲线时温度变化引入的合成标准不确 定 度 :

 $u_2(c_t) = \sqrt{(6.06 \times 10^{-4})^2 \times 6 + (1.60 \times 10^{-3})^2} = 2.2 \times 10^{-3}$ 。 3.5.2.3 标准溶液配制过程中产生的合成标准不确定度 标准溶液配制过程中产生的合成标准不确定度:

 $u_2(c) = \sqrt{u_2(c_V)^2 + u_2(c_t)^2} = \sqrt{(5.7 \times 10^{-3})^2 + (2.2 \times 10^{-3})^2}$ =0.0061°

3.5.3 标准工作曲线拟合求钛含量引入的不确定度 u3(c)

本实验中对空白和标准工作曲线在 334.941 nm 处进 行 3 次重复测定,工作曲线测量参数见表 3。其中 x 为标准 溶液浓度, y 为发射光谱强度值。

利用表 3 中数据用最小二乘法拟合线性回归方程,得 到 *y*=531400*x*-23.0;线性相关系数为 0.999993。记为 *y* = *Ax* + *B*,其中 *A*=531400, *B*=-23.0。由标准曲线引入的 标准不确定度为:

$$u_{3}(c) = \frac{\frac{S}{A}\sqrt{\frac{1}{P} + \frac{1}{nm} + \frac{(c_{0} - c)^{2}}{\sum_{j=1}^{n}(c_{j} - \overline{c})^{2}}}{c_{0}}$$

Table 1 Uncertainty introduced in measuring tool calibration when preparing standard working curve						
	玻璃量具(数量)	容量允差/mL	标准不确定度/mL	相对标准不确定度		
1 m	山单标线吸量管 A 级(1)	± 0.007	$0.007 \div \sqrt{6} = 0.00286$	2.86×10 ⁻³		
100	mL 单标线容量瓶 A 级(7)	± 0.10	$\sqrt{7} \times 0.10 \div \sqrt{6} = 0.108$	1.08×10^{-3}		
0.5	mL 分度吸量管 A 级(1)	± 0.005	$0.005 \div \sqrt{6} = 0.00204$	4.08×10^{-3}		
2 m	hL 单标线吸量管 A 级(1)	± 0.010	$0.010 \div \sqrt{6} = 0.00408$	2.04×10^{-3}		
5 m	hL 单标线吸量管 A 级(1)	± 0.015	$0.015 \div \sqrt{6} = 0.00612$	1.22×10^{-3}		
10 r	nL 单标线吸量管 A 级(1)	± 0.020	$0.020 \div \sqrt{6} = 0.00816$	8.16×10^{-4}		
20 r	nL 单标线吸量管 A 级(1)	± 0.030	$0.030 \div \sqrt{6} = 0.0122$	6.12×10^{-4}		

表1 配制标准工作曲线时量具校准引入的不确定度

表 2 配制标准工作曲线时温度变化引入的不确定度

 Table 2
 Uncertainty introduced by temperature change when preparing standard working curve

玻璃量具(数量)	计算公式	标准不确定度/mL	相对标准不确定度
1 mL 单标线吸量管 A 级(1)	$1 \times 5 \times \alpha \div \sqrt{3}$	6.06×10^{-4}	6.06×10^{-4}
100 mL 单标线容量瓶 A 级(7)	$\sqrt{7} \times 100 \times 5 \times \alpha \div \sqrt{3}$	0.160	1.60×10^{-3}
0.5 mL 分度吸量管 A 级(1)	$0.5 \times 5 \times \alpha \div \sqrt{3}$	3.03×10^{-4}	6.06×10^{-4}
2 mL 单标线吸量管 A 级(1)	$2 \times 5 \times \alpha \div \sqrt{3}$	1.21×10^{-3}	6.06×10^{-4}
5 mL 单标线吸量管 A 级(1)	$5 \times 5 \times \alpha \div \sqrt{3}$	3.03×10^{-3}	6.06×10^{-4}
10 mL 单标线吸量管 A 级(1)	$10 \times 5 \times a \div \sqrt{3}$	6.06×10^{-3}	6.06×10^{-4}
20 mL 单标线吸量管 A 级(1)	$20 \times 5 \times a \div \sqrt{3}$	1.21×10^{-2}	6.06×10^{-4}

表 3 标准溶液浓度与原子发射光谱强度

T 11 2	C	1 4 1 4	• • • •	• • • •
lable 5	Concentration of standard	solution and at	iomic emission spectr	um intensity
			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

标准溶液浓度		发射强度		
x/(mg/L)	y_1	<i>y</i> ₂	<i>y</i> ₃	
0	-158.5	-229.6	-114.9	
0.05	27435.4	27693.2	27368.7	
0.2	108922.5	108273.6	108778.0	
0.5	265074.0	265472.4	268437.3	
1	523480.7	530220.1	531893.5	
2	1053407.6	1075147.9	1063625.8	

其中: A 为标准曲线的斜率, P 为每个样品溶液的测量次数, P=3, n 为标准曲线测量点数, n=6, m 为每个测量点重复测 量次数, m=3, c_0 为样品溶液的平均浓度, mg/L, \bar{c} 为不同校 准标准溶液的平均值($n \times m$ 次, mg/L); c_j 为不同校准标准 溶液浓度, mg/L, s 为标准溶液发射强度的残余标准差,

 $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} (y_j - y_i)^2}{mn - 2}}$,其中 y_j 为仪器各点的响应值, y_i

为回归曲线的计算值。标准溶液发射强度的残余标准差为

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} (y_j - y_i)^2}{mn - 2}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{6} \sum_{j=1}^{3} [y_i - (Ax_i + B)^2]}{mn - 2}} = \frac{1}{2}$$

4.6×10³。对单个样品进行 3 次测定, 浓度分别为 0.658、 0.661、0.659 mg/L, c_0 取平均浓度 0.659 mg/L, 不同校准标准 溶 液 的 平 均 值 $\overline{c} = \frac{(0+0.05+0.2+0.5+1+2)\times 3}{18} = \frac{18}{18}$

0.62 mg/L。标准工作曲线拟合求钛含量引入的不确定度

$$u_3(c) = \frac{\frac{4.6 \times 10^3}{531400} \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{18} + \frac{(0.659 - 0.62)^2}{2.95}}}{0.659} = 0.0082$$

3.5.4 样液浓度测量引入的合成相对标准不确定度 由样液浓度测量过程中引入的合成相对标准不确定

$$u_{rel}(c) = \sqrt{u_1(c)^2 + u_2(c)^2 + u_3(c)^2}$$

$$\mathcal{E} = \sqrt{(3.5 \times 10^{-6}) + 0.0061^2 + 0.0082^2} = 0.010_{\circ}$$

3.6 测量的重复性引入的不确定度 u(frel)

称取同一批次样品 9 份,在相同条件下进行前后处理, 在相同的仪器条件下平行测定定容后的消解样的钛的浓度, 求得二氧化钛的含量分别为 53.9、53.4、53.4、54.6、52.8、 52.2、53.5、54.3、54.0 mg/kg。则二氧化钛的含量的平均 值为 $\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{i}}{n} = 54.0 \text{ mg/kg}$, 测量的重复性以实验标准 偏 差 表 示 , 按 贝 塞 尔 公 式 计 算 : $S(X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_{i} - \overline{X})}{n-1}} = 0.746$ 。由于在日常分析中,通常

对每个试样平行测定 3 次, 取其平均值, 所以测量的重复 性 系 数 f_{rep} 的 相 对 标 准 不 确 定 度 为 : $u_{rel}(f_{rep}) = \frac{S(X)}{\sqrt{3} \times \overline{X}} = \frac{0.746}{\sqrt{3} \times 54} = 0.0079$

3.7 合成相对标准不确定度

测量结果的不确定度将各分量的相对标准不确定度 进行合成:

$$u_{rel}(X) = X \times \sqrt{u_{rel}(m)^2 + u_{rel}(V)^2 + u_{rel}(c)^2 + u_{rel}(f_{rep})^2}$$

= 54 × \sqrt{0.00041^2 + 0.00072^2 + 0.010^2 + 0.0079^2} = 0.69

3.8 扩展不确定度的评定

采用置信概率为 95%(k=2)计算扩展不确定度: U = ku_{rel}(X) =1.4 mg/kg。

3.9 不确定度报告

按照 GB 5009.246-2016《食品中二氧化钛的测定》第 一法测定膨化食品中二氧化钛含量,测量结果的不确定度 表示为:当样品中二氧化钛含量为 54.0 mg/kg 时,其测量 结果表示为二氧化钛含量为(54.0±1.4) mg/kg, k=2。

4 结 论

通过参照 GB 5009.246-2016《食品中二氧化钛的测 定》第一法 电感耦合等离子体-原子发射光谱法, 以膨化 食品为例,对该法测定食品中二氧化钛含量的不确定度评 定方法进行讨论,通过比较各分量的相对不确定度可以看 出,样品称量过程中引入的不确定度最小,待测样液定容 引入的不确定度次之,测量重复性引入的不确定度稍大, 样液浓度测量过程引入的不确定度最大。而在样品浓度测 量过程中引入的不确定度分量中标准工作曲线拟合求钛含 量引入的不确定度最大,标准溶液配制过程引入的不确定 度次之,标准溶液浓度引入的不确定度最小。因此在实际 实验操作过程中通过增大标准曲线测量点数、每个测量点 重复测量次数、每个样品溶液的测量次数,都会减小样样 品浓度测量过程中引入的不确定度;同时应尽可能进行重 复实验,使用高精度的量具移取和定容,以减小测量的不 确定度[14,15]。本次评定结果对实验室内部质量控制以及食 品中二氧化钛测定方法的应用提供了实验依据和参考。

参考文献

[1] JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示[S].

JJF 1059.1-2012 Evaluation and expression of uncertainty in measurement [S].

- [2] JJF 1135-2005 化学分析测量不确定度评定[S].
- JJF 1135-2005 Evaluation of uncertainty in chemical analysis measurement [S].
- [3] CNAS-GL 006:2019 化学分析中不确定度的评估指南[S].
- CNAS-GL 006:2019 Guidelines on quantifying uncertainty in chemical analysis [S].
- [4] 马梓山, 班长勇, 张桂凤, 等. 电感耦合等离子体发射光谱法测定钒钛 磁铁矿中二氧化钛的不确定度评定[J]. 当代化工, 2014, 43(6): 1134-1136, 138.

Zhang XS, Ban CY, Zhang GF, *et al.* Uncertainty evaluation for the determination of titanium dioxide in vanadium titanium magnetite by ICP-AES [J]. Contemp Chem Ind, 2014, 43(6): 1134–1136, 1138.

[5] 陆美斌, 王步军. 分光光度法测定食品中二氧化钛的不确定度评定[J]. 食品科学, 2010, 31(4): 206–209.

Lu MB, Wang BJ. Evaluation of uncertainty in the determination of titanium dioxide in food by spectrophotometry [J]. Food Sci, 2010, 31(4): 206–209.

- [6] GB 5009.246-2016 食品安全国家标准 食品中二氧化钛的测定[S].
 GB 5009.246-2016 National food safety standard-Determination of titanium dioxide in foods [S].
- [7] 金波,马辰. 化妆品中二氧化钛含量测定的不确定度评定[J]. 应用化工,2013,42(5):939-943.

Jin B, Ma C. Uncertainty evaluation for the spectrophotometric determination of titanium dioxide in cosmetics [J]. Appl Chem Ind, 2013, 42(5): 939–943.

- [8] 蔡玉曼,曹磊. 榴辉岩中金红石物相二氧化钛含量测定的不确定度评定[J]. 岩矿测试, 2007, 26(3): 225–229, 232.
 Cai YM, Cao L. Measurement uncertainty evaluation for the determination of titanium dioxide of rutile phase in eclogite [J]. Rock Mineral Anal, 2007, 26(3): 225–229, 232.
- [9] 刘冰心, 臧慕文, 李娜, 等. ICP-AES 法测定齿科合金中金和铟的不确 定度评定[J]. 分析试验室, 2016, 35(3): 332-335. Liu BX, Zang MW, Li N, *et al.* Uncertainty evaluation of Au and In contents in dental alloys by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry [J]. Chin J Anal Lab, 2016, 35(3): 332-335.
- [10] 韦福广,莫晓玲. 食品添加剂碳酸钙产品中钙含量测定的不确定度评 定[J]. 中国食品添加剂, 2017, (1): 188–191.
 Wei FG, Mo XL. The evaluation of uncertainty in determination of calcium in food additive calcium carbonate [J]. China Food Add, 2017, (1): 188–191.
- JJG 196-2006 常用玻璃量器[S].
 JJG 196-2006 Working glass container [S].
- [12] 齐越, 綦峥,杨红,等. 石墨炉-原子吸收光谱法测定大米中镉的不确 定度评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(17): 5848–5852.
 Qi Y, Qi Z, Yang H, *et al.* Uncertainty evaluation of determination of cadmium in rice by graphite furnace atomic absorption spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(17): 5848–5852.
- [13] 李宏珍, 赵婷, 赵雪, 等. 气相色谱法测定雪糕中甜蜜素的不确定度评定[J]. 农产品加工, 2019, (20): 54–58.
 Li HZ, Zhao T, Zhao X, *et al*. The uncertainty of the measurement for determination of sodium cyclamate in ice cream by GC [J]. Farm Prod Process, 2019, (20): 54–58.
- [14] 李敏,李尔春,陶奕亦,等.石墨炉原子吸收分光光度法测定金银花中 镉含量的不确定度评定[J].食品工程,2019,(3):62-64.
 Li M, Li EC, Tao YY, *et al.* Evaluation of uncertainty in determination of

cadmium in honeysuckle by graphite furnace atomic absorption spectrophotometry [J]. Food Eng, 2019, (3): 62–64.

[15] 黄伟蓉,张朋杰,张宪臣,等. 高效液相色谱-质谱/质谱联用法测定鸡 蛋中氯霉素残留量的不确定度评定[J].现代食品,2018,(24):76-82.
Huang WR, Zhang PJ, Zhang XC, *et al.* HPLC-MS/MS uncertainty evaluation in determination of chloramphenicol residues in eggs [J]. Mod Food, 2018, (24): 76-82.

(责任编辑: 韩晓红)





林 津,硕士,工程师,主要研究方向 为食品安全研究与检测。 E-mail: sophia.linjin@163.com

"食物过敏与食品致敏原"专题征稿函

 ϕ

随着科技进步和经济发展,食品安全性受到越来越多人们重视,食物过敏这一食源性疾病已引起广大食品消费者、生产者和研究者普遍关注。食物过敏在相当程度上影响着过敏人群健康,食物过敏性疾病的发病率明显上升,已成为影响人类健康最常见的全球性疾病之一。

鉴于此,本刊特别策划了"食物过敏与食品致敏原"专题,由中国农业大学食品科学与营养工程学院<u>车会</u> **莲老师**担任专题主编,主要围绕食物过敏的免疫学机制、致敏原的结构与致敏性、致敏原的分析检测与确证、 致敏原的致敏性评价以及致敏原的风险评估与风险管理等领域展开讨论,计划在 2019 年 5 月出版。

鉴于您在该领域的成就, **学报主编吴永宁研究员和**及**专题主编车会莲老师**特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可,请在 2019 年 3 月 23 日前通 过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下,谢谢您的参与和支持!

投稿方式(注明专题):

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部