

山西老陈醋中总黄酮测定的不确定度评价

刘天益*

(上海市质量监督检验技术研究院, 国家食品质量监督检验中心, 上海 200233)

摘要: **目的** 研究山西老陈醋中总黄酮含量测定方法的不确定度。**方法** 以芦丁作为对照品, 对 GB/T 19777-2013 法中山西老陈醋总黄酮含量测定的不确定度进行评定。**结果** 按照此标准测定总黄酮含量为 283.4 mg/100 g 的山西老陈醋, 取包含因子 $k=2$ (包含概率为 95%), 扩展不确定度为 11.3 mg/100 g, 其计算结果可表示为 (283.4 ± 11.3) mg/100 g。测定结果的不确定度主要来源于绘制标准曲线的过程中的移取、定容过程。**结论** 在实际检测工作中, 要确保绘制标准曲线过程中容量瓶、移液管的容量准确和移取、定容操作的规范性。**关键词:** 山西老陈醋; 总黄酮; 不确定度

Uncertainty evaluation of the determination of total flavone in Shanxi mature vinegar

LIU Tian-Yi*

(Shanghai Institute of Quality Inspection and Technical Research, National Food Quality Supervision and Inspection Center (Shanghai), Shanghai 200233, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the uncertainty of the determination of total flavone in Shanxi mature vinegar. **Methods** According to GB/T 19777-2013, uncertainty of the determination of total flavone in Shanxi mature vinegar was evaluated, using rutinum as a reference material. **Results** The total flavone in Shanxi mature vinegar was 283.4 mg/100 g, and the expanded uncertainty was 11.3 mg/100 g with $k=2$ (the coverage probability was 95%), then the value could be expressed as (283.4 ± 11.3) mg/100 g. The main source of the measurement uncertainty was the preparation of standard curve in the determination of total flavone in Shanxi mature vinegar. **Conclusion** In the actual detection work, we must ensure the accurate capacity of volumetric flask and pipette and normative operation in the process of drawing standard curve.

KEY WORDS: Shanxi mature vinegar; total flavone; uncertainty

1 引言

山西老陈醋是山西省的传统名特产, 属于中国四大名醋之一, 已有 3000 余年的历史, 素有“天下第一醋”的盛誉。选用优质高粱、大麦、豌豆等五谷经蒸、酵、熏、淋、晒的过程酿就而成^[1-3]。因其自然发酵的特点, 采用大麦、豌豆所制大曲为糖化发酵剂^[4,5], 使其含有丰富的氨基酸

^[6]、有机酸、糖类、维生素和盐等。近期的研究发现, 山西老陈醋还具有抗氧化性能^[7-9], 在抗衰老方面具有不凡的功效。

对于山西老陈醋中营养物质的研究, 已有很多^[10-12]。特别是随着人们对保健成分认识的提高, 人们越来越多的关注起山西老陈醋中总黄酮的含量, 在最新发布国标 GB/T 19777-2013^[13]中, 更是将其定为一项特征指标。

*通讯作者: 刘天益, 主要研究方向为食品安全, E-mail: liuty@sqi.org.cn

*Corresponding author: LIU Tian-Yi, Shanghai Institute of Quality Inspection and Technical Research, National Food Quality Supervision and Inspection Center (Shanghai), Shanghai 200233, China. E-mail: liuty@sqi.org.cn

总黄酮是指黄酮类化合物, 具有很强的抗氧化和消除自由基作用, 具有抗炎、抗过敏、抑制细菌、抑制寄生虫等功能。总黄酮含量作为山西老陈醋的一项特征性指标, 在很大程度上反应了其品质的高低, 其检测方法, 也被广泛研究^[14-16]。

按照 GB/T 19777-2013 检测山西老陈醋中总黄酮的含量, 实验结果的不确定度是不可或缺的一部分。本研究依据检测和校准实验室能力认可准则策略^[17]不确定度的要求, 对国标方法的测量不确定度进行评价。

2 材料与方 法

2.1 材料、试剂与仪器

试剂: 乙醇、氢氧化钠、亚硝酸钠、硝酸铝(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 芦丁(标准品, 上海普誉科贸有限公司)。

仪器: 电子天平(梅特勒-托利多国际股份有限公司); 分光光度计(赛默飞世尔科技公司)。

2.2 实验方法

本方法按照 GB/T 19777-2013^[13]测定山西老陈醋中总黄酮含量, 利用在中性或碱性及亚硝酸钠存在的条件下, 黄酮类化合物与铝盐生成螯合物, 加氢氧化钠溶液后显红色。采用芦丁作为标准品, 根据朗伯比尔定律, 产物的吸光度与反应产物的浓度成正比, 绘制标准系列曲线, 通过标准曲线比较定量。

测定方法如下: 吸取标准溶液, 加入亚硝酸钠, 放置 6 min, 加入硝酸铝溶液, 混匀, 放置 6 min, 加氢氧化钠溶液, 定容, 放置 15 min, 测定吸光度。称取经混匀试样 5.0002 g 于 100 mL 烧杯中, 以氢氧化钠溶液调至中性, 再多加 2 滴, 移入 100 mL 容量瓶, 用水定容至刻度, 摇匀, 吸取 2 mL, 加水至 10 mL, 其中一份不加硝酸铝, 做样品空白, 一份按标准曲线方法操作, 测定吸光度, 以回归方程查出样品溶液中总黄酮含量。样品中总黄酮含量(以芦丁计)按式(1)计算:

$$X = \frac{m_1 \times 100}{m \times \frac{2}{100}} = \frac{m_1 \times 10000}{m \times 2} \quad (1)$$

式中, X ——样品中总黄酮含量, mg/100 g;

m_1 ——从标准曲线查得的相应的总黄酮含量, mg;

m ——称取试样质量, g。

2.3 数学模型

本研究将原始计算公式, 简化建立^[18]如下数学模型:

$$X = \frac{A-b}{k} \times 100 \times \frac{V_{\text{吸取}}}{m \times V_{\text{定容}}} \times \text{rep} \quad (2)$$

其中:

A ——样品吸光度;

b ——标准曲线的截距;

k ——标准曲线的斜率;

$V_{\text{吸取}}$ ——吸取样品稀释液的体积, mL;

$V_{\text{定容}}$ ——样品定容体积, mL;

m ——样品质量, g。

3 不确定度评定

3.1 各不确定度分量的构成

根据以上测定过程, 结合 2.3 中数学模型, 可以将本方法测定总黄酮含量的不确定度分量分为如下几部分。

3.1.1 最终测试液中的总黄酮含量 m_1 引起的不确定度分量的确定, 用 U_{m1} 表示, 此项可再细分为两部分。

1) 测定测试液浓度 m_1 引入的不确定度, 用 U_1 表示。

测试液的总黄酮含量根据标准曲线计算得出, 总黄酮含量与吸光度 A 的线性方程为 $A=B_1H+B_0$, 总黄酮含量 m_1 的不确定度与拟合曲线的斜率和截距相关, 故采用不确定度 A 类评定。

2) 绘制标准曲线产生的不确定度 U_2

绘制标准曲线产生的不确定度由三部分构成: 总黄酮标准品的纯度; 总黄酮标准品的称量; 配制过程中吸取、定容操作采用的玻璃器皿引入的不确定度。

3.1.2 称量样品引入的不确定度

采用电子天平称量样品, 此不确定度分量适用于不确定度的 B 类评定。

3.1.3 吸取的样品定容引入的不确定度 U_{v1}

定容采用的容量瓶的不确定度可由检定证书或出厂证书得到, 同时受定容过程中温度变化的影响, 本部分适用于不确定度的 B 类评定。

3.1.4 吸取测试液体积引入的不确定度 U_{v2}

吸取样品采用的移液管的不确定度可由检定证书或出厂证书得到, 同时受定容过程中温度变化的影响, 本部分适用于不确定度的 B 类评定。

3.1.5 重复性测量样品中总黄酮含量引如的不确定度 U_5

重复性测量的不确定度由重复测定引起, 适用不确定度 A 类评定。

3.2 各不确定度分量的定量评定

3.2.1 最终测试液中的总黄酮含量 m_1 引起的不确定度分量的确定, U_{m1}

1) 测定测试液浓度 m_1 引入的不确定度, U_1

配置标准曲线, 每个浓度配置 6 个, 即重复测定 6 次标准曲线。

根据表 1 中数据绘制总黄酮含量关于吸光度的线性方程, 为: $A=0.3327m+0.0041$; 相关系数 r^2 为 0.9995。

表1 吸光度标准曲线数据
Table 1 Absorbance standard curve data

标准浓度/mg 测量次数	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	0.000	0.073	0.141	0.204	0.270	0.335
2	0.000	0.073	0.141	0.204	0.270	0.335
3	0.000	0.072	0.141	0.205	0.271	0.335
4	0.000	0.073	0.140	0.204	0.270	0.334
5	0.000	0.073	0.141	0.204	0.270	0.335
6	0.000	0.073	0.141	0.204	0.270	0.335
平均值±SD	0.000±0	0.073±0.00035	0.141±0.00035	0.204±0.00035	0.270±0.00035	0.335±0.00035

根据标准中的规定,对样品最终产物测定两次吸光度,也即 $P=2$,对样品最终吸光度取平均值,带入根据标准曲线求得的线性方程 $A=0.3327m+0.0041$,求得 $m_1=0.284$ mg。标准不确定度 U_1 按如下方法:

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [A_i - (B_0 + B_1 m_i)]^2}{n-2}} = 0.00201;$$

$$U_G = \frac{S_R}{B_1} \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(m_1 - \bar{m}_1)^2}{\sum_{i=1}^n (m_{1i} - \bar{m}_1)^2}} = 0.00485 \text{ mg};$$

$$U_1 = U_G / \bar{H} = 0.00485 / 0.284 = 1.88 \times 10^{-2}.$$

式中: S_R ——由拟合直线计算的吸光度与相应测得吸光度之差,按照贝塞尔公式计算的标准偏差;

p ——样品的测定次数,数值为2;

n ——绘制标准曲线的标准溶液测定次数,数值为30;

A_i ——标准溶液实际测定吸光度数值;

B_0 ——线性方程截距,数值为0.0041;

B_1 ——线性方程斜率,数值为0.3327;

m_1 ——标准溶液中总黄酮含量的测定平均值,0.600 mg;

m_{1i} ——配制的标准系列溶液总黄酮含量,单位为mg;

\bar{m}_1 ——样品溶液中总黄酮含量,0.284 mg。

U_1 ——测定测试液浓度 m_1 引入的不确定度。

2) 绘制标准曲线产生的不确定度 U_2

绘制标准曲线产生的不确定度包括3部分:总黄酮标准品的称量引入的不确定度;标准品配制过程引入的不确定度;标准品纯度引入的不确定度。

①总黄酮标准品的称量引入的不确定度:称取样品质量为0.2000 g,根据天平检定证书,其标准偏差为0.10 mg,按照矩形分布,其不确定度为 $U_{(m)}=0.10 \text{ mg} / \sqrt{3} = 0.058 \text{ mg}$,故总黄酮标准品的称量引入的相对标准不确定度为 2.9×10^{-4} 。

②标准品配制过程引入的不确定度:配制标准溶液需进行三次定容,两次移取操作。此过程不确定度由玻璃器皿引起,实验室温度为20℃,正负偏差为4℃,配制过程主要为水溶液,其膨胀稀释为 $2.1 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ 。

由玻璃器皿引入的不确定度由两部分组成:溶液体积和温度。体积按照均匀分布评定,其相对标准不确定度为 $V/\sqrt{3}$,温度引入的不确定度按照公式 $2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times \text{量具毫升数}/2$ 计算。

本方法定容采用100 mL容量瓶,其最大允差为0.03 mL,按照均匀分布,由温度引入的不确定度为: $2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 100/2 = 0.0525 \text{ mL}$,合成相对标准不确定度得 $\sqrt{0.0173^2 + 0.0525^2} = 0.0553 \text{ mL}$,相对不确定度为 $0.0553/100 = 5.53 \times 10^{-4}$ 。

采用5 mL刻度吸管移取液体,其最大允许误差为0.025 mL,按照均匀分布,由容量瓶体积引入的不确定度为 $0.025/\sqrt{3} = 0.0144 \text{ mL}$,温度: $2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 5/2 = 0.0026 \text{ mL}$ 。

采用10 mL单标线移液管移取液体,其最大允许误差为0.014 mL,移取体积引入的不确定度为 $0.014/2 = 0.007 \text{ mL}$,温度: $2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 10/2 = 0.00525 \text{ mL}$,将以上不确定度进行合成, $\sqrt{0.007^2 + 0.00525^2} = 9.64 \times 10^{-3} \text{ mL}$,相对不确定度 9.64×10^{-4} 。

将以上三项不确定度,结合使用次数进行合成,则三种玻璃器皿引入的相对不确定度为:

$$\sqrt{2 \times (5.53 \times 10^{-4})^2 + (0.0029)^2 \times 5 + (9.64 \times 10^{-4})^2} = 0.0066.$$

③标准品纯度引入的不确定度:

本方法采用芦丁作为标准品,其纯度为99.0%,根据证书其不确定度为0.001,按照均匀分布,其标准不确定度为 $0.001/\sqrt{3} = 5.77 \times 10^{-4}$,相对标准不确定度为 5.80×10^{-4} 。

将以上三个分量合成:

$$U_2 = \sqrt{(2.9 \times 10^{-4})^2 + (0.0066)^2 + (5.80 \times 10^{-4})^2} = 0.0066.$$

最终测试液中的总黄酮含量 m_1 引起的不确定度分量的确定度为: $U_H = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} = \sqrt{0.0188^2 + 0.0066^2} = 0.0199$, 该样液中总黄酮含量为 0.284 mg, 因此其标准不确定度为 0.00565 mg。

3.2.2 称量样品引入的不确定度

称量引入的不确定度: 称取样品质量为 5.0000 g, 根据天平检定证书, 其标准偏差为 0.10 mg, 按照矩形分布, 其不确定度为 $U(m) = 0.0001\text{g}/\sqrt{3} = 0.058\text{mg}$, 故总样品的称量引入的相对标准不确定度为 1.15×10^{-4} 。

3.2.3 吸取的样品定容引入的不确定度 U_{V1}

采用 100 mL 容量瓶, 最大允差为 0.03 mL, 按照均匀分布, 溶液体积的标准不确定度 $0.03/\sqrt{3} = 0.0173\text{mL}$, 温度: $2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 100/2 = 0.0525\text{mL}$, 合成相对标准不确定度得 $\sqrt{0.0173^2 + 0.0525^2} = 0.0553\text{mL}$, 相对不确定度为 $0.0553/100 = 5.53 \times 10^{-4}$ 。

3.2.4 吸取测试液体积引入的不确定度 U_{V2}

采用 5 mL 刻度吸管移取液体, 其最大允许误差为 0.025 mL, 按照均匀分布, 由移液管体积引入的不确定度为 $0.025/\sqrt{3} = 0.0144\text{mL}$, 温度: $2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 5/2 = 0.0026\text{mL}$ 。将体积与温度两项合成得, $\sqrt{0.00808^2 + 0.00262^2} = 8.49 \times$

10^{-3}mL , 其相对标准不确定度为 $U_4 = 8.49 \times 10^{-3}/10 = 8.49 \times 10^{-4}$ 。

3.2.5 最终定容体积引入的不确定度 U_{V3}

采用 25 mL 容量瓶, 最大允差为 0.010 mL, 按照均匀分布, 溶液体积的标准不确定度 $0.010/\sqrt{3} = 0.00577\text{mL}$, 温度: $2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 25/2 = 0.0131\text{mL}$ 。将以上两项标准不确定度合成, $\sqrt{0.00577^2 + 0.0131^2} = 1.43 \times 10^{-2}\text{mL}$, 相对标准不确定度为 $U_4 = 1.43 \times 10^{-2}/25 = 5.72 \times 10^{-4}$ 。

3.2.6 重复性测量样品中总黄酮含量引如的不确定度 U_5

在同一实验室, 同等条件下, 进行 6 次重复测量, 结果见下表:

$$\text{总黄酮含量的标准偏差为: } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = 0.736$$

mg/100 g; 假定计算结果按照按正态分布, 则重复性测定的标准不确定度为 $S/\sqrt{6} = 0.300\text{mg}/100\text{g}$ 。六次重复测定, 相对标准不确定度 $U_5 = 0.300/283.4 = 1.06 \times 10^{-3}$ 。

4 不确定度的合成

将各不确定度分量数据列见表 3。

表 2 样品中总黄酮含量测定数据
Table 2 Determination results of total flavone in sample

编号	1	2	3	4	5	6
质量(g)	5.0024	5.0019	5.0112	5.0221	5.0204	5.0069
定容体积(mL)	100	100	100	100	100	100
吸取(mL)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
定容体积	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
空白吸光度 A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
样品吸光度 A	0.0988	0.0984	0.0986	0.0988	0.0984	0.0986
试管中含量(mg)	0.2846	0.2834	0.2840	0.2846	0.2834	0.2840
样品中含量(mg/100 g)	284.5	283.3	283.4	283.3	282.2	283.6
平均值±SD(mg/100 g)	283.4±0.67					

表 3 不确定度分量数据
Table 3 Data of uncertainty components

来源	数值	标准不确定度 $U_{(x)}$	相对标准不确定度 $U_{rel(x)}$
总黄酮	0.284 mg	0.00565 mg	1.99×10^{-2}
质量 m	5.0000 g	0.05774 mg	1.15×10^{-4}
体积 V1	100 mL	0.0553 mL	5.53×10^{-4}
体积 V2	5 mL	$8.49 \times 10^{-3}\text{mL}$	8.49×10^{-4}
体积 V3	25 mL	$1.43 \times 10^{-2}\text{mL}$	5.72×10^{-4}
重复性试验	283.4 mg/100 g	0.736 mg/100 g	1.06×10^{-3}

根据以上结果,合成相对标准不确定度为

$$U_{(v)} = \sqrt{(1.99 \times 10^{-2})^2 + (1.15 \times 10^{-4})^2 + (5.53 \times 10^{-4})^2 + (8.49 \times 10^{-4})^2 + (5.72 \times 10^{-4})^2 + (1.06 \times 10^{-3})^2} = 0.0200,$$

则山西老陈醋中总黄酮含量测定的不确定度为 $283.4 \times 0.0200 = 5.67 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 。

根据 JJF 1059.1-2012^[19],假设包含概率为 95%,将包含因子设定为 2,则扩展不确定度为 $U = 5.67 \times 2 = 11.3 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 。

样品中总黄酮含量是 $283.4 \text{ mg}/100 \text{ g}$,其真实含量可表示为 $(283.4 \pm 11.3) \text{ mg}/100 \text{ g}$ 。

5 结论

通过不确定度分析,能够更好地掌握检测方法的关键控制点。由以上不确定度分析计算可以看出,采用标准 GB/T 19777-2013 测定山西老陈醋中的总黄酮含量,测量结果的不确定度主要来源于标准曲线的绘制。在实际检测工作中,应尽量选择高精度的器皿,规范操作,提高标准曲线准确度。

参考文献

- 颜景宗, 颜丹. 传统山西老陈醋酿造工艺[J]. 中国调味品, 2004, 7: 10-13.
Yan JZ, Yan D. Traditional technology of Shanxi superior-aged vinegar [J]. China Cond, 2004, 7: 10-13.
- 魏甲乾, 王治业, 赵小锋, 等. 传统山西老陈醋生产工艺技术改进[J]. 中国调味品, 2008, 12: 62-64.
Wei JQ, Wang ZY, Zhao XF, et al. Improving on technique of traditional Shanxi aged vinegar [J]. China Cond, 2008, 12: 62-64.
- 颜景宗, 谭学良. 山西老陈醋酿造工艺研究[J]. 中国调味品, 2009, 34: 69-72.
Yan XZ, Tan XL. Study on the old Shanxi nature vinegar [J]. China Cond, 2009, 34: 69-72.
- 武晋海, 郝林, 白瑞华. 山西老陈醋大曲微生物生态分布[J]. 山西农业大学学报, 2004, 24: 279-282.
Wu JH, Hao L, Bai RH. Ecological distribution of microbe in Shanxi super-vinegar Daqu [J]. J Shanxi Agric Univ, 2004, 24: 279-282.
- 周永斌, 郝林, 张亚丽, 等. 山西老陈醋大曲中红曲霉酯化特性的研究[J]. 中国调味品, 2006, 10: 27-30.
Zhou YB, Hao L, Zhang YL, et al. Study on esterifying catalysis property of monascus from Daqu of Shanxi super-mature-vinegar [J]. China Cond, 2006, 10: 27-30.
- 吴洁婷, 刘春平, 陈素娟. 地理标志产品山西老陈醋中氨基酸研究[J]. 现代科学仪器, 2011, 1: 98-100.
Wu JT, Liu CP, Chen SJ. Study on the amino acids of Shanxi aged vinegar with geographical indication [J]. Mod Sci Instrum, 2011, 1: 98-100.
- 弓耀忠, 闫霞, 李静, 等. 陈酿对山西老陈醋抗氧化物质的影响及分析[J]. 食品工程, 2012, 4: 43-44.
Gong YZ, Yan X, Li J, et al. Analyze of the impact of aging on the antioxidants in Shanxi superior-aged vinegar [J]. Food Eng, 2012, 4: 43-44.
- 畅功民, 毛立新. 山西老陈醋抗氧化活性及其机理[J]. 山西农业科学, 2012, 40: 399-401.
Chang GM, Mao LX. Study on the antioxidative activity and the mechanism of antioxidation for Shanxi super mature vinegar [J]. J Shanxi Agric Sci, 2012, 40: 399-401.
- 闫霞, 郝林. 山西老陈醋抗氧化物质含量及其分析[J]. 中国酿造, 2009, 10: 140-143.
Yan X, Hao L. Contents and analysis of antioxidants in Shanxi superior-aged vinegar [J]. China Brew, 2009, 10: 140-143.
- 张磊, 王争争, 李婷, 等. 不同陈酿时间山西老陈醋中功能成分的变化分析[J]. 中国调味品, 2015, 40: 43-46.
Zhang L, Wang ZZ, Li T, et al. Analysis of functional components during aging process of Shanxi aged vinegar [J]. China Cond, 2015, 40: 43-46.
- 苗志伟, 刘玉平, 陈海涛, 等. 两种陈酿期山西老陈醋挥发性成分分析[J]. 食品科学, 2010, 31: 380-383.
Miao ZW, Liu YP, Chen HT, et al. Analysis of volatile components in Shanxi overmature vinegar with different aging periods [J]. Food Sci, 2010, 31: 380-383.
- 陈树俊, 苏静, 张海英, 等. 山西老陈醋功效成分的研究进展[J]. 农产品加工, 2009, 12: 45-48.
Chen SJ, Su J, Zhang HY, et al. Research advances in functional compositions of Shanxi overmature vinegar [J]. Farm Prod Proc, 2009, 12: 45-48.
- GB/T 19777-2013 地理标志产品 山西老陈醋[S].
GB/T 19777-2013 Product of geographical indication-Shanxi extra aged vinegar [S].
- 杨林娥, 李婷, 张磊, 等. 山西老陈醋酿造过程中总黄酮的分析测定[J]. 中国调味品, 2015, 4: 118-120.
Yang LE, Li T, Zhang L, et al. Determination and analysis of total flavonoids in brewing process of Shanxi mature vinegar [J]. China Cond, 2015, 4: 118-120.
- 翟淑红, 雷宵宇, 陈涛. 山西老陈醋中总多酚和总黄酮测定方法研究[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(24): 6372-6375.
Zhai SH, Lei XY, Chen T. Study on determination methods of antioxidant activity in Shanxi aged vinegar [J]. Hubei Agric Sci, 2015, 54(24): 6372-6375.
- 彭小光, 杨林娥, 李婷, 等. 山西老陈醋中总黄酮含量的测定[J]. 中国酿造, 2012, 245: 151-152.
Peng XG, Yang LE, Li T, et al. Determination of total flavones content in Shanxi aged vinegar [J]. China Brew, 2012, 245: 151-152.
- CNAS-CL01 检测和校准实验室能力认可准则[S].
CNAS-CL01 Testing and calibration laboratory criteria for recognition [S].
- 倪育才. 测量不确定度理解与应用(一) 如何建立数学模型[J]. 中国计量, 2004, 7: 72-74.
Ni YC. Comprehension and application of uncertainty (First)-Establish mathematical model [J]. China Metrol, 2004, 7: 72-74.
- 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].

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



刘天益, 助理工程师, 主要研究方向为食品安全。

E-mail: liuty@sqi.org.cn