

高效液相色谱法测定话梅中阿力甜的不确定度评定

沈俊炳*

(诏安县质量计量检验检测所, 诏安 363500)

摘要: **目的** 评定高效液相色谱法测定话梅中阿力甜的不确定度。**方法** 根据 GB 5009.263-2016《食品安全国家标准 食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定》测定话梅中的阿力甜含量,按照 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、CNAS-GL 05:2011《测量不确定度要求的实施指南》及 CNAS-GL 06:2018《化学分析中不确定度的评估指南》,建立相关测量模型,对不确定度来源进行分析,对分析得出的不确定度分量进行逐个量化,最终进行测定结果的不确定度评定。**结果** 在 99%置信区间下, $k=2.576$, 话梅中阿力甜的含量为 (0.0823 ± 0.0059) g/kg。**结论** 阿力甜标准溶液配制引入的不确定度和最小二乘法拟合标准曲线求试样含量引入的不确定度是最主要的不确定度来源。

关键词: 阿力甜; 话梅; 高效液相色谱法; 不确定度

Uncertainty evaluation of determination of alitame in preserved plum by high performance liquid chromatography

SHEN Jun-Bing*

(Zhao'an Institute of Quality Inspection and Metrological Verification, Zhao'an 363500, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the uncertainty of determination of alitame in preserved plum by high performance liquid chromatography. **Methods** Alitame in preserved plum was determined according to GB 5009.263-2016 *National food safety standard-Determination of aspartame and alitame in food*. The relevant measurement model was established according to JJF 1059.1-2012 *Evaluation and expression of uncertainty in measurement*, CNAS-GL 05:2011 *Guidance on the application of the requirements for measurement uncertainty* and CNAS-GL 06:2018 *Guidance on evaluating the uncertainty in chemical analysis*. The sources of uncertainty were analyzed, the components of uncertainty were quantified, and the uncertainty of measurement results was evaluated finally. **Results** In the 99% confidence interval, $k=2.576$, the content of alitame in preserved plum was (0.0823 ± 0.0059) g/kg. **Conclusion** The main sources of uncertainty are the uncertainty introduced in the preparation of alitame standard solution and the determination of sample content by fitting standard curve with least square method.

KEY WORDS: alitame; preserved plum; high performance liquid chromatography; uncertainty

*通讯作者: 沈俊炳, 工程师, 主要研究方向为食品可追溯体系和食品检验技术与质量控制, Email: cysjbsjb@163.com

*Corresponding author: SHEN Jun-Bing, Engineer, Zhao'an Institute of Quality Inspection and Metrological Verification, No.2, Zhongshan North Road, Zhao'an 363500, China. E-mail: cysjbsjb@163.com

1 引言

阿力甜, 即 *L*- α -天冬酰胺-*N*-(2,2,4,4-四甲基-3-硫化三亚甲基)-*D*-丙氨酸(分子式为: $C_{14}H_{25}N_3O_4S \cdot 2.5H_2O$), 是一种人工合成的甜味剂^[1]。在通常情况下, 阿力甜的甜度约为蔗糖的 2000 倍, 且具有优越的加工稳定性, 早已广泛应用于各个食品加工领域^[2,3]。目前, 随着阿力甜的使用越来越多, 在各类食品中的检出率比例越来越高, 因此, 提高阿力甜检测质量已经迫在眉睫。不确定度是表述被测量之值的分散性的重要参数, 是一个与测量结果密切相关的参数^[4-7]。由于不确定度既可以直观表述测量结果的可信度, 又可以对测量结果的质量进行有效评定, 现已越来越受到关注^[8-12]。但目前对阿力甜测定不确定度分析的报道尚不多见^[13]。

本研究按照 GB 5009.263-2016《食品安全国家标准 食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定》^[14]测定话梅中的阿力甜(在 GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》^[15]中规定, 在蜜饯话梅类的最大允许添加量为 0.3 g/kg), 按照 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》^[16]、CNAS-GL 05:2011《测量不确定度要求的实施指南》^[17]及 CNAS-GL 06:2018《化学分析中不确定度的评估指南》^[18], 建立相关测量模型, 对其不确定度来源进行分析, 对分析得出的不确定度分量进行逐个量化, 最终进行测定结果的不确定度评定, 旨在为提高测定结果的准确度和为测定结果的质量控制提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

Agilent-1260 高效液相色谱仪(配二极管阵列检测器, 美国 Agilent 公司); MS105DU 电子天平(0~42 g, 瑞士 Mettler Toledo 公司); ME204TE 电子天平(0~220 g, 瑞士 Mettler Toledo 公司); MCMV500MCN 食品料理机(德国 Bosch 公司); KQ2100E 超声波清洗器(昆山市超声波仪器有限公司); 3-16L 离心机(德国 Sigma 公司); Researchplus 移液器(0.1~1mL, 德国 Eppendorf 公司)。

阿力甜标准品(纯度 $\geq 98.5\%$, 加拿大 Toronto Research Chemicals 公司); 甲醇(色谱纯, 德国 Merck 公司)。

实验用水均使用 Milli-Q Advantag 超纯水系统所制备的超纯水; 话梅试样购置本地超市。

2.2 实验方法

2.2.1 标准溶液配制

参考 GB 5009.263-2016《食品安全国家标准食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定》^[14]中 3.3 标准溶液配制的规定, 准确称取 0.025 g(精确到 0.0001 g)阿力甜标准品, 用水溶解并转移至 50 mL 容量瓶定容至刻度, 即为阿力甜标准储

备溶液(0.5 mg/mL)。阿力甜标准系列工作溶液即阿力甜标准储备溶液用水稀释为 100、50、25、10、5 $\mu\text{g/mL}$ 的阿力甜标准系列工作溶液。

2.2.2 样品制备

按 GB 5009.263-2016《食品安全国家标准 食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定》5.1 试样制备及前处理中 5.1.4 蔬菜及其制品、水果及其制品、食用菌和藻类的规定进行^[14]。

2.2.3 色谱条件

色谱柱: Agilent Zorbax SB-C₁₈(4.6 mm \times 250 mm, 5 μm); 柱温: 30 $^{\circ}\text{C}$; 流动相: 甲醇-水(40:60, *V:V*); 流速: 0.8 mL/min; 进样量: 20 μL ; 检测器: DAD; 检测波长: 200 nm。梯度洗脱程序: 0~8 min, 0~40%甲醇, 8~16 min, 40%甲醇, 16~24 min, 40%~0 甲醇, 24 min 后回到初始状态等待下一次进样。

2.2.4 标准曲线制作和试样测定

按 GB 5009.263-2016《食品安全国家标准 食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定》5.3 标准曲线的制作和 5.4 试样溶液的测定的规定进行。

2.2.5 数学模型的建立

试样中阿力甜含量的计算公式为:

$$X = \frac{\rho \times V}{m \times 1000} \quad \text{式(1)}$$

式中:

X ——试样中阿力甜的含量, g/kg;

ρ ——由标准曲线计算出进样液中阿力甜的浓度, $\mu\text{g/mL}$;

V ——试样的最后定容体积, mL;

m ——试样质量, g;

1000——由 $\mu\text{g/g}$ 换算成 g/kg 的换算因子。

3 结果与分析

3.1 不确定度来源分析

经过对实验方法和 2.2.5 中的数学模型进行分析, 影响阿力甜测定结果的不确定度来源主要有以下 4 个方面:

(1) 阿力甜标准溶液配制引入的不确定度; (2) 试样制备引入的不确定度; (3) 试样重复测定产生的不确定度; (4) 最小二乘法拟合标准曲线求试样含量引入的不确定度。

3.2 不确定度分量量化

3.2.1 阿力甜标准溶液配制引入的不确定度 u_s

(1) 阿力甜标准品纯度引入的不确定度 u_{s1} 分析

本实验使用的阿力甜标准品购自加拿大 Toronto Research Chemicals 公司, 根据加拿大 Toronto Research Chemicals 公司提供的相关证书, 阿力甜的纯度为 $98.5\% \pm 0.5\%$, 因此可按矩形分布 $k = \sqrt{3}$, 计算出相对标准不确定度:

$$u_{s1} = \frac{0.005}{0.985 \times \sqrt{3}} = 0.0029。$$

(2) 阿力甜标准品称量引入的不确定度 u_{s2} 分析

本实验使用经检定合格的瑞士 Mettler Toledo 公司的 MS105DU 电子天平进行阿力甜标准品称量。称量质量为 250 mg, 最大允许误差 ± 0.05 mg, 因此可按矩形分布 $k=\sqrt{3}$, 计算出相对标准不确定度:

$$u_{s2} = \frac{0.05}{250 \times \sqrt{3}} = 0.0001。$$

(3) 阿力甜标准溶液移取定容引入的不确定度 u_{s3} 分析

本实验配制阿力甜标准溶液使用容量瓶进行溶液定容, 使用移液器进行溶液移取, 其所引入的不确定度分量主要有 3 个: (1) 使用的容量瓶和移液器体积校准不确定度引入的不确定度 $u_{s3(1)}$; (2) 使用的容量瓶和移液器重复性引入的不确定度 $u_{s3(2)}$; (3) 阿力甜标准溶液配制过程中温度与检定标准温度(20 °C)不同引入的不确定度 $u_{s3(3)}$ 。

$u_{s3(1)}$: JJG 196-2006《常用玻璃量器检定规程》^[19]中规定了经检定合格的容量瓶的容量允差; JJG 64-2006《移液器检定规程》^[20]中规定了经检定合格的移液器的容量允许误差。按三角分布 $k=\sqrt{6}$, 其标准不确定度计算公式为: $u_{s3(1)} = \frac{V_i}{\sqrt{6}}$ 。

$u_{s3(2)}$: JJG 196-2006《常用玻璃量器检定规程》^[19]中无容量瓶的重复性标准误差的相关规定, 故分别对所用的 50 mL 和 10 mL 容量 x 瓶充满 10 次并称量, 利用贝赛公式 ($S_{xk} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$) 计算标准偏差再计算标准不确定度 ($u_{s3(2)} = \frac{S_{xk}}{\sqrt{n}}$); JJG 64-2006《移液器检定规程》^[20]中有规定移液器的重复性误差的相关规定(移液器在 100、200、250 和 1000 μ L 处的测量重复性分别为 $\leq 1.0\%$ 、 $\leq 1.0\%$ 、 $\leq 1.0\%$ 和 $\leq 0.5\%$), 故可直接计算标准不确定度。按均匀分布 $k=\sqrt{3}$, 其标准不确定度计算公式为: $u_{s3(2)} = \frac{S_i}{\sqrt{3}}$ 。

$u_{s3(3)}$: 配制过程中温度在(20 \pm 5) °C波动, 在 20 °C时纯水的体积膨胀系数为 0.00021/°C, (由于在 20°C时玻璃的体积膨胀系数为 0.000025/°C, 远小于纯水的体积膨胀系数, 故忽略其对不确定度的影响)。设配制过程中溶液温度与检定标准温度的温差为 5 °C, 按均匀分布 $k=\sqrt{3}$, 其标准不确定度计算公式为: $u_{s3(3)} = \frac{0.00021 \times 5 \times V_i}{\sqrt{3}}$ 。

合成上述 3 个标准不确定度分量, 即得阿力甜标准溶液定容引入的相对标准不确定度 $u_{s3(V_i)}(u_{s3(V_i)} = \frac{\sqrt{u_{s3(1V_i)}^2 + u_{s3(2V_i)}^2 + u_{s3(3V_i)}^2}}{V_i})$, 计算结果见表 1。

在阿力甜标准溶液配制过程中, 阿力甜标准储备溶液(0.5 mg/mL)使用一个 50 mL 容量瓶定容。100、50、25、10、5 μ g/mL 的阿力甜标准系列工作溶液配制过程为: 分别使用移液器移取 0.5 mg/mL 阿力甜标准储备溶液 2 mL (1000 μ L 2 次)、1 mL (1000 μ L 1 次)、0.5 mL (250 μ L 2 次)、0.2 mL (200 μ L 1 次)、0.1 mL (100 μ L 1 次)至 5 个 10 mL 容量瓶中, 并用纯水定容, 即为 100、50、25、10、5 μ g/mL 的阿力甜标准系列工作溶液。因此, 整个配制过程中使用 1 次 50 mL 容量瓶、5 次 10 mL 容量瓶、3 次移液器 1000 μ L 处、2 次移液器 250 μ L 处、1 次移液器 200 μ L 处、1 次移液器 100 μ L 处, 即阿力甜标准溶液配制过程中器具引入的相对标准不确定度 u_{s3} :

$$u_{s3} = \sqrt{u_{s3(V50)}^2 + 5u_{s3(V10)}^2 + 3u_{s3(V1)}^2 + 2u_{s3(V0.25)}^2 + u_{s3(V0.2)}^2 + u_{s3(V0.1)}^2} = 0.0198。$$

阿力甜标准溶液配制引入的相对标准不确定度:

$$u_s = \sqrt{u_{s1}^2 + u_{s2}^2 + u_{s3}^2} = 0.0200。$$

3.2.2 试样制备引入的不确定度 u_t (1) 试样称量引入的不确定度 u_{t1} 分析

本实验使用经检定合格的瑞士 Mettler Toledo 公司的 ME204TE 电子天平进行试样称量。称量质量为 3 g, 最大允许误差 ± 0.5 mg, 因此可按矩形分布 $k=\sqrt{3}$, 计算出相对标准不确定度:

$$u_{t1} = \frac{0.0005}{3 \times \sqrt{3}} = 0.0001。$$

(2) 试样定容引入的不确定度 u_{t2} 分析

本实验试样定容使用 25 mL 容量瓶, 并用 50% 甲醇水溶液定容。参照 3.2.1.3 的方法, 计算出相对标准不确定度为 $u_{t2} = 0.0021$ (25 mL 容量瓶的容量允差为 ± 0.03 mL; 10 次称量的标准偏差 $S_i = 0.0063$; 在 20 °C 时纯水的体积膨胀系数为 0.00021/°C, 甲醇的体积膨胀系数为 0.00118/°C, 50% 甲醇的体积膨胀系数取平均值 0.00070/°C)。

表 1 容量瓶和移液器的相对标准不确定度

Table 1 The relative standard uncertainty of volumetric flask and pipette

器具	容量允差/容量允许误差	$u_{s3(1)}$	$u_{s3(2)}$	$u_{s3(3)}$	合成相对标准不确定度 $u_{s3(V_i)}$
50 mL 容量瓶(A 级)	± 0.05 mL	0.0204	0.0014	0.0303	$u_{s3(V50)} = 0.0007$
10 mL 容量瓶(A 级)	± 0.02 mL	0.0082	0.0027	0.0061	$u_{s3(V10)} = 0.0011$
移液器 100 μ L 处	$\pm 2.0\%$	0.0008	0.0006	0.0001	$u_{s3(V0.1)} = 0.0100$
移液器 200 μ L 处	$\pm 1.5\%$	0.0012	0.0012	0.0001	$u_{s3(V0.2)} = 0.0085$
移液器 250 μ L 处	$\pm 1.5\%$	0.0015	0.0014	0.0002	$u_{s3(V0.25)} = 0.0082$
移液器 1000 μ L 处	$\pm 1.0\%$	0.0041	0.0029	0.0006	$u_{s3(V1)} = 0.0051$

试样制备引入的相对标准不确定度:

$$u_1 = \sqrt{u_{t1}^2 + u_{t2}^2} = 0.0021。$$

3.2.3 试样重复测定引入的不确定度 u_{rep}

按 2.2.4 进行试样溶液的测定, 试样平行测定 8 次, 测定结果及计算结果见表 2。

根据 A 类不确定度评定, 计算出相对标准不确定度:

$$u_{rep} = \frac{S_{rep}}{\bar{x} \times \sqrt{n}} = 0.0021。$$

3.2.4 最小二乘法拟合标准曲线求试样含量引入的不确定度 u_c

按 2.2.4 进行标准曲线的制作, 将 100、50、25、10、5 $\mu\text{g/mL}$ 的阿力甜标准系列工作溶液各测定 3 次, 得到相应的峰面积, 其结果见表 3。

表 2 话梅中阿力甜含量重复测定结果($n=8$)
Table 2 Alitame content of the preserved plum sample parallel test ($n=8$)

平行实验/(g/kg)								平均值/(g/kg)	相对标准偏差/%
1	2	3	4	5	6	7	8		
0.0825	0.0813	0.0824	0.0819	0.0827	0.0825	0.0830	0.0822	0.08231	0.05

表 3 阿力甜标准系列工作溶液浓度和相应的峰面积 A ($n=3$)
Table 3 Alitame standard concentration and corresponding peak area A ($n=3$)

c_i ($\mu\text{g/mL}$)	A_1	A_2	A_3	\bar{A}
5	35746	36012	35890	35883
10	72523	73666	72804	72998
25	179816	180004	178524	179448
50	362014	359007	364089	361703
100	735489	746045	745179	742238

根据表 3 的测定数据, 用最小二乘法拟合求出标准曲线方程为: $A=7429.2C-3857.1$, 相关系数: $r=0.9999$ 。计算出标准曲线峰面积的残差标准差:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [A_i - (ac_i + b)]^2}{n-2}} = 4607.45。$$

对试样进行 8 次平行测定, 测得试样测定液浓度为 16.46 $\mu\text{g/mL}$ (试样中的阿力甜含量为 0.0823 g/kg)。标准曲线拟合的标准不确定度:

$$u_{sc} = \frac{S}{a} \times \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(c_0 - \bar{c})^2}{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}} = 0.3214 \mu\text{g/mL}。$$

式中: S —标准曲线峰高的残差标准差; a —标准曲线方程斜率; p —试样平行测定的次数; n —标准溶液工作液测定的次数; c_0 —试样平均浓度; \bar{c} —标准溶液工作液平均浓度; c_i —标准溶液各个工作液浓度。

即可得 $u_c = \frac{u_{sc}}{c_0} = 0.0195$ 。

3.2.5 计算相对合成标准不确定度及扩展不确定度

综上, 将各个不确定度分量合成, 相对合成标准不确定度如下:

$$u = \sqrt{u_s^2 + u_1^2 + u_{rep}^2 + u_c^2} = 0.0280。$$

不确定度各分量按正态分布处理, 取置信因子 $k=2.576$ (置信区间 99%), 则扩展不确定度 $U=c_0 \times k \times u_c = 1.18 \mu\text{g/mL}$, 即话梅中阿力甜的含量为 $[(0.0823 \pm 0.0059) \text{ g/kg}, k=2.576]$ 。

3.3 不确定度分量比例

通过对话梅中阿力甜测定过程中各个不确定度来源进行分析, 并将各个不确定度分量按量化比例绘制成图, 如图 1 所示。由图 1 可以看出, 阿力甜标准溶液配制引入的不确定度 u_s 和最小二乘法拟合标准曲线求试样含量引入的不确定度 u_c 对合成标准不确定度的贡献最大, 而试样制备引入的不确定度 u_1 和试样重复测定引入的不确定度 u_{rep} 对合成标准不确定度的影响较小。

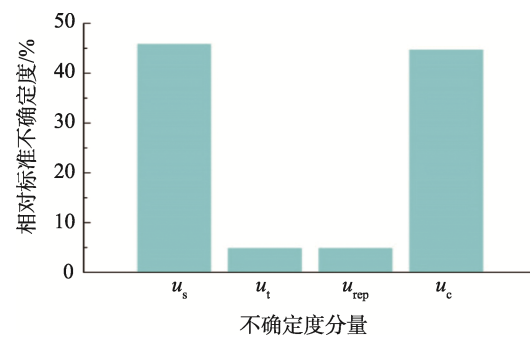


图 1 各个不确定度分量分布图

Fig.1 Distribution diagram of each component uncertainty

4 结论

本实验测定了话梅中的阿力甜含量, 并进行了不确定度评定。分析出本实验的不确定度来源主要有 4 个方面: 阿力甜标准溶液配制引入的不确定度、试样制备引入的不确定度、试样重复测定产生的不确定度和最小二乘法拟合标准曲线求试样含量。通过量化各个不确定度分量, 结果表明, 不确定度来源主要是阿力甜标准溶液配制引入的不确定度和

最小二乘法拟合标准曲线求试样含量引入的不确定度, 因此需要在阿力甜标准溶液配制过程中规范操作及在测定标准曲线是增加平行试验次数, 以期保证试验结果的准确性。

参考文献

- [1] 陈金东, 李蔚. 高效液相色谱法同时测定食品中阿斯巴甜、阿力甜[J]. 中国卫生检验杂志, 2006, 16(9): 1069-1070.
Chen JD, Li W. Simultaneous determination of aspartame and alitame in food by HPLC [J]. Chin J Health Lab Technol, 2006, 16(9): 1069-1070.
- [2] 杨海燕, 张日生. 阿力甜—性质优良的甜味剂[J]. 中国食品添加剂, 2000, (3): 23-25.
Yang HY, Zhang RS. Alitame—better sweetener [J]. China Food Addit, 2000, (3): 23-25.
- [3] 蒋定国, 方从容, 杨大进. HPLC 法同时测定果冻和蜜饯类食品中阿斯巴甜和阿力甜[J]. 卫生研究, 2012, 41(3): 467-470.
Jiang DG, Fang CR, Yang DJ. Simultaneous determination of aspartame and alitame in jellies and preserved fruits by HPLC [J]. J Hyg Res, 2012, 41(3): 467-470.
- [4] 蔡玉红, 张之鑫, 宋志峰, 等. 红小豆中总黄酮含量的不确定度评估[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(9): 103-107.
Cai YH, Zhang ZX, Song ZF, et al. The uncertainty evaluation of the determination of total flavonoids in adzuki bean [J]. Food Res Dev, 2018, 39(9): 103-107.
- [5] 刘胜男, 帅瑾, 焦肖飞. 食品中过氧化值测定的不确定度评定[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(11): 81-83.
Liu SN, Shuai J, Jiao XF. Uncertainty evaluation for the determination results of peroxide value in foods [J]. Cere Oil, 2018, 31(11): 81-83.
- [6] 王凯, 邱宇, 王亮亮, 等. 液相色谱-串联质谱法测定白酒中甜蜜素的不确定度评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(6): 1449-1454.
Wang K, Qiu Y, Wang LL, et al. Uncertainty evaluation of the determination of sodium cyclamate in liquor by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(6): 1449-1454.
- [7] 郝霞莉, 高文静. 果汁泥中苯甲酸含量的不确定度评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(9): 2759-2764.
Hao XL, Gao WJ. Evaluation of uncertainty of determination of benzoic acid content in juice mud [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(9): 2759-2764.
- [8] 程家丽, 刘婷婷, 马彦宁, 等. 液相色谱法测定保健食品中番茄红素的不确定度评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(11): 4653-4658.
Cheng JL, Liu TT, Ma YN, et al. Liquid chromatography determination of lycopene in health food of uncertainty evaluation [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(11): 4653-4658.
- [9] 张来娇, 许建婷, 郭明, 等. 黄酒中尿素含量测定方法的不确定度分析[J]. 中国食品学报, 2017, 17(11): 231-238.
Zhang LJ, Xu JT, Guo M, et al. Uncertainty analysis of determination for urea content in yellow rice wine [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2017, 17(11): 231-238.
- [10] 王赛楠. 高效液相色谱法测定水果罐头中阿斯巴甜的不确定度评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(3): 734-739.

Wang SN. Uncertainty evaluation for determination of aspartame in canned fruit by high performance liquid chromatography [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(3): 734-739.

- [11] 沈俊炳. 毛细管电泳电化学发光检测鱼露中的 L-羟脯氨酸含量的不确定度评定[J]. 中国渔业质量与标准, 2016, 6(4): 31-36.
Shen JB. Evaluation of uncertainty in detection of L-hydroxyproline in fish sauce by capillary electrophoresis electrochemiluminescence [J]. Chin Fish Qual Stand, 2016, 6(4): 31-36.
- [12] 盛静, 向春燕. 液质联用法测定白酒中甜蜜素含量的不确定度评定[J]. 现代食品, 2018, (2): 90-92, 95.
Sheng J, Xiang CY. Evaluation of uncertainty for detection of sodium N-cyclohexylsulfamate in liquor by HPLC-MS [J]. Mod Food, 2018, (2): 90-92, 95.
- [13] 王忠一, 吴帅. 高效液相色谱法测定碳酸饮料中阿力甜含量的不确定度评定[J]. 中国食品添加剂, 2016(4): 189-194.
Wang ZY, Wu S. Assessment of the uncertainties in the determination of alitame content in carbonated beverage by UPLC [J]. China Food Addit, 2016(4): 189-194.
- [14] GB 5009.263-2016 食品安全国家标准 食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定[S].
GB 5009.263-2016 National food safety standard-Determination of aspartame and alitame in food [S].
- [15] GB 2760-2014 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S].
GB 2760-2014 National food safety standards-Use standards of food additives [S].
- [16] 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].
- [17] CNAS-GL05:2011 测量不确定度要求的实施指南[S].
CNAS-GL05:2011 Guidance on the application of the requirements for measurement uncertainty [S].
- [18] CNAS-GL06:2018 化学分析中不确定度的评估指南[S].
CNAS-GL06:2018 Guidance on evaluating the uncertainty in chemical analysis [S].
- [19] JJG 196-2006 常用玻璃量器检定规程[S].
JJG 196-2006 Verification regulation of common glass gauge [S].
- [20] JJG 64-2006 移液器检定规程[S].
JJG 64-2006 Verification regulation of pipette [S].

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



沈俊炳, 硕士研究生, 工程师, 主要研究方向为食品可追溯体系和食品检验技术与质量控制。

E-mail: cysjbsjb@163.com