

高效液相色谱法测定酱腌菜中苯甲酸的不确定度评定

高天蓝星, 王赛楠*, 智文莉

(河南省口岸食品检验检测所, 郑州 450003)

摘要: **目的** 评定高效液相色谱法测定酱腌菜中苯甲酸含量的不确定度。**方法** 按照 GB 5009.28-2016《食品安全国家标准 食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定》测定酱腌菜中苯甲酸, 根据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的方法, 建立高效液相色谱法测定酱腌菜中苯甲酸不确定度评定的数学模型, 分析并量化其中各来源的不确定度分量, 最终合成酱腌菜中苯甲酸含量的不确定度。**结果** 在 95% 的置信区间下, 酱腌菜中苯甲酸含量测定结果可表示为 (0.214 ± 0.00624) g/kg, $k=2$ 。**结论** 引入不确定度的主要分量是重复性测定及标准曲线的拟合过程等。

关键词: 高效液相色谱法; 酱腌菜; 苯甲酸; 不确定度

Uncertainty evaluation for determination of benzoic acid in pickled vegetables by high performance liquid chromatography

GAO Tian-Lan-Xing, WANG Sai-Nan*, ZHI Wen-Li

(Food Inspection and Testing Institute of Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the uncertainty of the determination of benzoic acid content in pickled vegetables by high performance liquid chromatography (HPLC). **Methods** According to GB 5009.28-2016 *Determination of benzoic acid, sorbic acid and saccharin sodium in food*, the content of benzoic acid in pickled vegetables was detected. According to the approach in JJF 1059.1-2012 *Measurement uncertainty and results indication*, a mathematical model for the determination of benzoic acid uncertainty in pickles by high performance liquid chromatography was established, and the uncertainty components of each source were analyzed and quantified. Finally, the uncertainty of benzoic acid content in pickled vegetables was synthesized. **Results** When the benzoic acid content was 0.214 g/kg, the extended uncertainty was 0.00624 g/kg ($k=2$) under the 95% confidence interval. **Conclusion** Results indicate that main influence factors of the uncertainties in the determination are standard curve fitting process and repeatability.

KEY WORDS: high performance liquid chromatography; pickled vegetables; benzoic acid; uncertainty

1 引言

苯甲酸是一种广谱性的酸性防腐剂, 对霉菌、酵母和

细菌有较好的抑制作用, 常以苯甲酸钠的形式在多类食品中广泛应用。少量苯甲酸对人体无毒害, 可随尿液排出体外, 在人体内不会蓄积; 但研究表明长期过量食入苯甲酸

*通讯作者: 王赛楠, 助理工程师, 主要研究方向为食品检验检测。E-mail: 1375832017@qq.com

*Corresponding author: WANG Sai-Nan, Assistant Engineer, Food Inspection and Testing Institute of Henan Province, No.8, Jinger Road, Jinshui District, Zhengzhou 450003, China. E-mail: 1375832017@qq.com

超标的食品可能带来哮喘、荨麻疹、血管性水肿、代谢性酸中毒、肝脏损伤、神经系统损害、致畸、致突变等多种危害^[1-6]。我国 GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》中规定苯甲酸在酱腌菜中允许最大使用量是 1.0 g/kg^[7]。

由于测量受环境条件的影响、人员操作可能存在的误差、仪器设备性能局限性等原因,实验测得的检测结果只是被测量的估计值,而测量不确定度是对测量过程中系统效应和随机效应的修正,因此测量不确定度是反映检测结果可比性、可信性和可接受性的关键指标,不确定度越小表明测量结果的使用价值越高^[8-11]。目前尚没有看到关于酱腌菜中苯甲酸含量测定不确定度评定的研究,本文依据 GB 5009.28-2016《食品安全国家标准 食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定》^[12]测定酱腌菜中苯甲酸的含量,根据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》^[13]、CNAS-GL06:2019《化学分析中不确定度的评估指南》^[14]和 CNAS-GL05:2011《测量不确定度要求的实施指南》^[15]规定的方法,建立测量模型,分析并量化其中各来源的不确定度分量,确定影响酱腌菜中苯甲酸检测结果的主要因素,为提高测定结果的可比性、可信性和可接受性提供依据^[16-19]。

2 材料与方法

2.1 仪器设备与试剂

U3000 高效液相色谱仪(二极管阵列检测器,美国 Thermo 公司); XSE105DU 电子天平(0~120 g, 瑞士 Mettler Toledo 公司); ME203 电子天平(0~220 g, 瑞士 Mettler Toledo 公司); VX-III 多管振荡器(北京踏锦公司); 3-30K 离心机(德国 Sigma 公司); KQ-250DE 超声波清洗器(昆山超声仪器有限公司)。

苯甲酸标准品(1005 μg/mL, 北京 BePure 公司); 甲醇(色谱纯, 德国 Merck 公司); 乙酸铵、甲酸(色谱纯, 美国 Thermo 公司); 亚铁氰化钾(分析纯, 天津市光复科技发展有限公司); 乙酸锌(分析纯, 天津市致远化学试剂有限公司); 实验用水均为符合 GB/T 6682-2008 规定的一级水。

酱腌菜来自食品安全监督抽检随机样本。

2.2 实验方法

2.2.1 样品处理与测定

(1)样品前处理: 准确称取约 2 g(精确到 0.001 g)粉碎均匀的样品于 50 mL 离心管中,加水约 25 mL 混匀后于 50 °C 水浴超声 20 min, 冷却至室温后加入亚铁氰化钾溶液和乙酸锌溶液各 2 mL, 混匀后 8000 r/min 离心 5 min, 将水相转移至 50 mL 容量瓶中, 离心管加水 20 mL, 重复上述提取操作后将水相转移到上述 50 mL 容量瓶中, 用水定容后混匀。取上清液经 0.22 μm 滤膜过滤, 供液相色谱测定使用。

(2)标准溶液配制: 准确量取苯甲酸标准品 995 μL, 用水定容至 10 mL 得到 100 μg/mL 的标准储备溶液。分别准确吸取苯甲酸标准储备溶液 0.10、0.20、0.50、1.0、1.5 mL, 用水定容至 10 mL, 配制成质量浓度分别为 1、2、5、10、15 μg/mL 的标准工作溶液。

(3)样品含量测定: 将标准工作溶液由液相色谱仪测定相应的峰面积, 以质量浓度为横坐标、峰面积为纵坐标, 绘制标准曲线。经前处理的样液由液相色谱仪测得峰面积, 根据标准曲线计算得到样品中苯甲酸的质量浓度。

2.2.2 仪器条件

色谱柱: Agela Venusil XBP C₁₈ 柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm); 流速: 1 mL/min; 检测波长: 230 nm; 进样量: 10 μL; 流动相: 甲醇:[甲酸-乙酸铵溶液(2 mmol/L 甲酸-20 mmol/L 乙酸铵)]=15:85(V:V)。

2.2.3 不确定度测量模型

本实验中, 用 GB 5009.28-2016 测定苯甲酸含量的计算公式为:

$$X = \frac{c \times V}{m \times 1000}$$

式中: X —样品中被测组分的含量, g/kg; c —测得样品中苯甲酸峰面积对应的质量浓度, μg/mL; V —样品定容体积, mL; m —试样质量, g; 1000—由 mg/kg 转换为 g/kg 的换算因子。

3 结果与分析

3.1 不确定度来源分析

测量不确定度的来源主要有: 标准物质浓度、移液器误差、玻璃量器误差及标准物质溶液配制过程中产生的不确定度; 样品称量引入的不确定度; 样品前处理过程产生的不确定度; 样品定容引入的不确定度; 仪器波动及重现性、人员操作、随机误差等因素引起的不确定度^[20-22], 如图 1 所示。

3.2 不确定度分量的计算

3.2.1 样品称量的不确定度 $u_{rel}(m)$

从校准证书查得使用的天平(ME203)最大允许误差为 ±0.005 g, 属于 B 类不确定度, 按矩形分布 $k=\sqrt{3}$, 则样品称量的标准不确定度为:

$$u(m)=2.89 \times 10^{-3} \text{ g};$$

则称样量为 2 g 时, 样品称量的相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(m)=1.44 \times 10^{-3}.$$

3.2.2 样品定容的不确定度 $u_{rel}(V)$

根据玻璃器具检定规程^[23], 样品提取后定容使用的 50 mL A 级容量瓶的允差为 ±0.05 mL, 属于 B 类不确定度, 按矩形分布 $k=\sqrt{3}$, 则样品定容的标准不确定度为:

$$u(V)=0.0289 \text{ mL};$$

则样品定容的相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(V)=5.78 \times 10^{-4}.$$

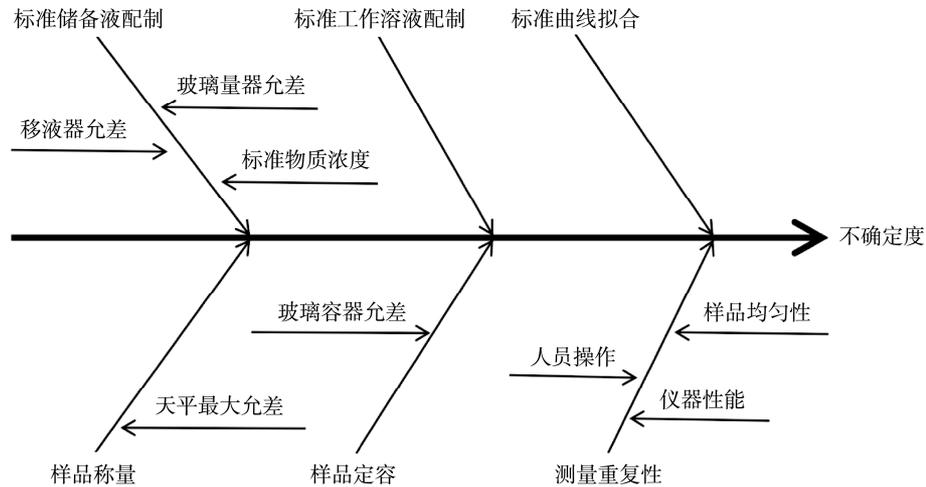


图 1 不确定度来源

Fig.1 Sources of uncertainty

3.2.3 标准物质储备溶液配制的不确定度 $u_{\text{rel}}(C_s)$

(1) 标准物质浓度的不确定度

本方法采用的苯甲酸标准品的浓度为 1005 $\mu\text{g/mL}$, 根据其证书提供的不确定度为 $\pm 3\%$, 属于 B 类不确定度, 按 95% 置信区间取 $k=2$, 则苯甲酸标准物质浓度的不确定度为:

$$u(P)=0.0150;$$

则标准物质浓度的相对标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(P)=1.49 \times 10^{-5}.$$

(2) 标准物质溶液移取体积的不确定度 $u_{\text{rel}}(V_{\text{st}})$

根据移液器检定规程^[24], 移取标准物质溶液时使用的 1000 μL 移液器容量允许误差为 $\pm 1\%$, 属于 B 类不确定度, 按矩形分布 $k=\sqrt{3}$, 则标准物质溶液移取体积的相对标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(V_{\text{st}})=5.77 \times 10^{-3}.$$

(3) 标准储备液定容的不确定度 $u_{\text{rel}}(V_s)$

根据玻璃器具检定规程, 标准储备液定容时使用的 10 mL A 级容量瓶的允差为 ± 0.020 mL, 属于 B 类不确定度, 按矩形分布 $k=\sqrt{3}$, 则标准储备液定容引起的标准不确定度为:

$$u(V_s)=0.0115 \text{ mL};$$

则标准储备液定容相对标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(V_s)=1.15 \times 10^{-3}.$$

则标准物质储备液配制的相对标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(C_s)=\sqrt{u_{\text{rel}}^2(P)+u_{\text{rel}}^2(V_s)+u_{\text{rel}}^2(V_{\text{st}})}=5.88 \times 10^{-3}.$$

3.2.4 标准工作溶液配制的不确定度

用标准储备液稀释配制成浓度为 1、2、5、10、15 $\mu\text{g/mL}$ 的苯甲酸标准工作溶液, 使用线性最小二乘法拟合曲线程序的前提是假定横坐标的量(质量浓度)的不确定度远小于纵坐标的量(峰面积)的不确定度。因此, 忽略不计标准曲线逐级稀释引入的不确定度。标准工作溶液配制的不确定度

可忽略不计。

3.2.5 标准工作曲线拟合的不确定度 $u_{\text{rel}}(S)$

苯甲酸标准工作溶液经液相色谱仪测得峰面积见表 1。通过作标准系列的回归标准曲线, 得到线性回归方程: $A=0.6277C+0.0615$, $r^2=0.9999$ 。式中 A 为测得峰面积 ($\text{mAU} \cdot \text{min}$), C 为所测溶液中苯甲酸浓度 ($\mu\text{g/mL}$), 0.6277 为拟合曲线斜率 b , 0.0615 为拟合曲线截距 a 。

表 1 标准工作溶液峰面积测定结果

Table 1 Determination of peak area of standard working solutions

质量浓度/ $(\mu\text{g/mL})$	1	2	5	10	15
峰面积/ $(\text{mAU} \cdot \text{min})$	0.654	1.320	3.259	6.312	9.478

对样品测定 6 次, 测得峰面积 A , 由回归方程计算出样液中苯甲酸浓度分别为 8.6419、8.3886、8.5893、8.8856、8.7709、8.1416 $\mu\text{g/mL}$, 平均值为 $c_{\text{样}}=8.570$ $\mu\text{g/mL}$, 最小二乘法拟合标准工作曲线求得样液中苯甲酸含量过程所引入的相对标准不确定度为:

$$u(S)=\frac{S_A}{b} \sqrt{\frac{1}{P} + \frac{1}{n} + \frac{(c_{\text{样}} - \bar{c})^2}{S_c}} = 0.0427$$

式中: S_A —标准工作溶液峰面积残差的标准偏差;

\bar{c} —标准工作溶液平均浓度;

S_c —标准工作溶液浓度残差的平方和;

n —标准工作溶液的测定次数, $n=5$;

P —样液的测定次数, $P=6$ 。

$$\text{其中, } S_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [A_i - (a + bc_i)]^2}{n - 2}} = 0.0426,$$

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n} = 6.6,$$

$$S_c = \frac{n}{i=1} \sum (c - \bar{c})^2 = 137.2,$$

则最小二乘法拟合过程所产生的相对标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(S) = \frac{u(S)}{c_{\text{样}}} = 4.98 \times 10^{-3}。$$

3.2.6 重复性测定引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(R)$

对样品进行6次平行测定,测得样品中苯甲酸含量见表2。重复性测定引入的不确定度属于A类,应用贝塞尔法评定。此不确定度结果已包含了样品均匀性、前处理操作、仪器性能等引入的不确定度。

表2 酱腌菜中苯甲酸重复性测定结果($n=6$)
Table 2 Repeatability test results of benzoic acid in pickled vegetables ($n=6$)

序号	1	2	3	4	5	6
含量/(g/kg)	0.2160	0.2097	0.2147	0.2221	0.2193	0.2035
平均含量/(g/kg)	0.214					

$$\text{重复性标准偏差 } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}} = 6.74 \times 10^{-3},$$

$$\text{重复性不确定度 } u(R) = \frac{S}{\sqrt{n}} = 2.75 \times 10^{-3},$$

$$\text{则相对标准重复性不确定度为: } u_{\text{rel}}(R) = \frac{u(R)}{x} = 0.0123。$$

3.3 合成标准不确定度及扩展不确定度的计算

将上述相对标准不确定度分量汇总,如表3所示。

表3 测量不确定度分量
Table 3 Uncertainty components of measurement

符号	来源	相对标准不确定度
$u_{\text{rel}}(C_s)$	标准物质储备液配制	5.88×10^{-3}
$u_{\text{rel}}(S)$	标准曲线拟合	4.98×10^{-3}
$u_{\text{rel}}(m)$	样品称量	1.44×10^{-3}
$u_{\text{rel}}(V)$	样品定容	5.78×10^{-4}
$u_{\text{rel}}(R)$	测定重复性	0.0123

根据实验过程,结合2.2.3的测量模型,将上述不确定度分量按如下公式计算合成相对标准不确定度^[25-27]:

$$u_{\text{rel}}(X) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(C_s) + u_{\text{rel}}^2(S) + u_{\text{rel}}^2(m) + u_{\text{rel}}^2(V) + u_{\text{rel}}^2(R)} = 0.0146。$$

实验测得酱腌菜中苯甲酸的含量为0.214 g/kg,则合成标准不确定度为:

$$u(X) = 0.00312 \text{ g/kg}。$$

按95%置信区间计算,取 $k=2$,则测量结果的扩展不

确定度为:

$$U = 2u(X) = 0.00624 \text{ g/kg}。$$

3.4 测量不确定度的结果报告

按照GB 5009.28-2016《食品安全国家标准 食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定》测定酱腌菜中苯甲酸含量的结果可表示为:(0.214±0.00624) g/kg, $k=2$ 。

4 结论

本研究讨论了高效液相色谱法测定酱腌菜中苯甲酸含量不确定度的主要来源以及各不确定度分量的评定方法。结果显示依据GB 5009.28-2016测定酱腌菜中苯甲酸的含量时,重复性测定所产生的不确定影响最大,其次是标准曲线拟合过程产生的不确定度,在检测过程中要特别注意,以保证检测结果的准确性。同时该模型可为液相色谱法测定其他食品添加剂提供科学参考。

参考文献

- [1] 李妹. 常用防腐剂对大鼠肝脏脂质过氧化的影响[J]. 现代预防医学, 2010, 37(4): 718-721.
Li S. Effects of benzoic acid, sodium benzoate, potassium sorbate and ethyl hydroxybenzoate, sodium fluoride alone on rat liver lipidperoxidation [J]. Mod Prev Med, 2010, 37(4): 718-721.
- [2] 李锦玉, 李荣欣, 李京路, 等. 苯甲酸钠多次给药对大鼠肝肾功能的影响[J]. 郑州大学学报(医学版), 2015, 50(1): 134-137.
Li JY, Li RX, Li JL, et al. Effects of sodium benzoate on liver and kidney in rats [J]. J Zhengzhou Univ (Med Ed), 2015, 50(1): 134-137.
- [3] 邹志飞. 食品添加剂的毒性研究概览[C]. 第四届第二次中国毒理学会食品毒理学专业委员会与营养食品所毒理室联合召开学术会议论文, 2008.
Zou ZF. Toxicity of food additives overview [C]. Fourth second Chinese society of toxicology food toxicology food and nutrition board of the toxicology laboratory held a joint conference papers, 2008.
- [4] 王思文, 巩江, 高昂, 等. 防腐剂苯甲酸钠的药理及毒理学研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(30): 16724-16846.
Wang SW, Gong J, Gao A, et al. Pharmacotoxicological study on preservative: sodium benzoate [J]. J Anhui Agric Sci, 2010, 38(30): 16724-16846.
- [5] 梁川. 苯甲酸钠对大鼠神经系统损伤的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(9): 3810-3814.
Liang C. Effect of sodium benzoate on the nervous system injury of rats [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(9): 3810-3814.
- [6] 李菊, 刘淑君, 黄雪琳, 等. 苯甲酸和苯甲酸钠安全性与检测方法研究进展[J]. 粮食与油脂, 2012, (9): 49-51.
Li J, Liu SJ, Hang XL, et al. Safety and determination benzoic acid and sodium benzoate [J]. J Cere Oils, 2012, (9): 49-51.
- [7] 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 standard-Standard for uses of food additives [S].
- [8] GB/T 27025-2008 检测和校准实验室能力的通用要求[S].
GB/T 27025-2008 General requirements for the competence of testing and

- calibration laboratories [S].
- [9] 李珊, 杨宁, 胡廷皓, 等. 超高效液相色谱法测定配制酒中糖精钠的不确定度分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(19): 5109-5113.
Li S, Yang N, Hu TH, *et al.* Uncertainty evaluation for determination of saccharin sodium in integrated alcoholic beverages by ultra performance liquid chromatography [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(19): 5109-5113.
- [10] 杨莹莹, 李娜, 牛丹. 高效液相色谱法测定槐米中芦丁的不确定度评定[J]. 中国食品添加剂, 2019, (9): 150-153.
Yang YY, Li N, Niu D. Uncertainty evaluation for determination of rutin in flos sophorae immaturus by high performance liquid chromatography [J]. *China Food Addit*, 2019, (9): 150-153.
- [11] 黄坤, 王会霞, 范小龙, 等. 超高效液相色谱—串联质谱法测定炒货中纽甜含量的不确定度评定[J]. 食品与机械, 2019, 35(8): 64-68, 72.
Huang K, Wang HX, Fang XL, *et al.* Uncertainty evaluation for determination of neotame in roasted food by ultra performance liquid chromatograph mass spectrometry [J]. *Food Mach*, 2019, 35(8): 64-68, 72.
- [12] GB 5009.28-2016 食品安全国家标准 食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定[S].
GB 5009.28-2016 National food safety standard-Determination of benzoic acid and sorbic acid and saccharin sodium in food [S].
- [13] 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].
- [14] CNAS-GL 06:2019 化学分析中不确定度的评估指南[S].
CNAS-GL 06:2019 Guidance on evaluating the uncertainty in chemical analysis [S].
- [15] CNAS-GL 05:2011 测量不确定度要求的实施指南[S].
CNAS-GL 05:2011 Guidance on the application of the requirements for measurement uncertainty [S].
- [16] 肖利龙, 花锦. 高效液相色谱法测定花生酱中黄曲霉毒素 B₁ 结果不确定度的评定[J]. 食品与机械, 2018, 34(3): 79-81, 150.
Xiao LL, Hua J. Uncertainty evaluation of the determination of aflatoxin B₁ in peanut butter by high performance liquid chromatography [J]. *Food Mach*, 2018, 34(3): 79-81, 150.
- [17] 芦江会, 王小宝, 张书芬, 等. 高效液相色谱法测定鲜虾中 4-己基间苯二酚残留量的不确定度分析[J]. 中国食品添加剂, 2019, 30(6): 128-134.
Lu JH, Wang XB, Zhang SF, *et al.* Uncertainty evaluation for determination of 4-hexylresorcinol in shrimp by high performance liquid chromatography [J]. *China Food Addit*, 2019, 30(6): 128-134.
- [18] 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.
- [19] 王超, 刘杨, 蒋祥飞, 等. 原子吸收分光光度计石墨炉法测定食品中镉的不确定度评定[J]. 酿酒科技, 2019, (8): 112-116, 121.
Wang C, Liu Y, Jiang XF, *et al.* Evaluation of uncertainty in determination of cadmium in food by graphite furnace method with atomic absorption spectrophotometer [J]. *Brew Technol*, 2019, (8): 112-116, 121.
- [20] 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 tinned canned fruits by high performance liquid chromatography [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(3): 734-739.
- [21] 张宏宏, 纪宏, 刘朋宇, 等. 气相色谱法测定果糕中甜蜜素含量的不确定度评定[J]. 中国食品添加剂, 2018, (5): 173-176.
Zhang HH, Ji H, Liu PY, *et al.* The evaluation of uncertainty of sodium cyclamate content in fruit cake by gas chromatography [J]. *China Food Addit*, 2018, (5): 173-176.
- [22] 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. Uncertainty evaluation of the determination of benzoic acid in fruit paste [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(9): 2759-2764.
- [23] JJG 196-2006 常用玻璃量器检定规程[S].
JJG 196-2006 Verification regulation of working glass container [S].
- [24] JJG 646-2006 移液器检定规程[S].
JJG 646-2006 Verification regulation of locomotive pipette [S].
- [25] 陈晨, 陈妍, 倪炜华, 等. 高效液相色谱法测定食品中脱氢乙酸的不确定度评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, (9): 2660-2663.
Chen C, Chen Y, Ni WH, *et al.* Evaluation of uncertainty for the determination of dehydroacetic acid in food by high performance liquid chromatography [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, (9): 2660-2663.
- [26] 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.
- [27] 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.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



高天蓝星, 技师, 主要研究方向为食品检验检测。

E-mail: 173725760@qq.com



王赛楠, 助理工程师, 主要研究方向为食品检验检测。

E-mail: 1375832017@qq.com