

锅巴中水分测量结果的不确定度评定

王 静, 张岭晨, 于金萍, 刘建洋, 张子臣*

(山东标准检测技术有限公司, 济南 250100)

摘要: 目的 评定直接干燥法测定锅巴中水分含量的不确定度。**方法** 依据 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》第一法直接干燥法和 JJF1059.2-2012《测量不确定度评定与表示》对锅巴中的水分进行测定, 建立了不确定度的数学模型, 对不确定度的来源进行了全面分析, 通过计算得到扩展不确定度。**结果** 在锅巴的水分含量的测定中, 当样品的水分含量为 2.42 g/100 g 时, 其扩展不确定度为 0.019% ($k=2$), 结果表示为 $(2.42 \pm 0.019)\%$, ($k=2$)。**结论** 用直接干燥法进行测量时, 主要不确定度来源于重复性测量, 其次为干燥箱温度和天平称量, 通过降低可控不确定度来提高测量结果的准确度, 该质量控制手段可用于合理的体现测量结果的可靠程度。

关键词: 锅巴; 水分; 数学模型; 不确定度; 评定

Uncertainty evaluation of moisture measurement results in rice crust

WANG Jing, ZHANG Ling-Chen, YU Jin-Ping, LIU Jian-Yang, ZHANG Zi-Chen*

(Shandong Standard Inspection Technology Co., Ltd., Jinan 250100, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the uncertainty of determination of moisture content in rice crust by direct drying method. **Methods** According to the first method of GB 5009.3-2016 *National food safety standard-Determination of water in food*, the direct drying method and JJF1059.2-2012 *Evaluation and representation of measurement uncertainty*, the water in the pot bar was determined. The mathematical model of uncertainty was established, the source of uncertainty is analyzed comprehensively, and the extended uncertainty is obtained by calculation. **Results** In the determination of the water content of the crust, when the water content of the sample was 2.42 g/100 g, its extended uncertainty was 0.019% ($k=2$), and the result was $(2.42 \pm 0.019)\%$, ($k=2$). **Conclusion** When measuring with direct drying method, the main uncertainty comes from repeatability measurement, followed by drying chamber temperature and balance weighing. By reducing controllable uncertainty, the accuracy of measurement results can be improved. This quality control means can be used to reasonably reflect the reliability of measurement results.

KEY WORDS: rice crust; moisture; mathematical model; uncertainty; assessment

1 引言

食品的水分含量是保障食品稳定性的重要指标^[1], 也是评价食物从生产到销售整个过程的核心指标^[2]。而锅巴属于油炸食品, 油炸食品长时间储存会氧化劣变^[3], 进

而使一些理化指标也随之改变^[4], 如水分、酸价、过氧化值等。为保证水分含量测量结果的准确性, 需要进行不确定度评定^[5], 而影响水分含量不确定度的因素有很多, 例如检测方法、检测人员、样品重复性测量、天平称量、干燥箱烘干温度、样品储存条件、样品运输条件、样品取样

*通讯作者: 张子臣, 副高级工程师, 主要研究方向为食品质量安全研究。E-mail: sst_zzc@163.com

*Corresponding author: ZHANG Zi-Chen, Associate Senior Engineer, Shandong Standard Inspection Technology Co., Ltd, Jinan 250100, China. E-mail: sst_zzc@163.com

均匀性、样品包装完好度、测量环境温度、湿度、光照等都会对不确定度造成或多或少的影响,像吴宜芬^[6]、马艳琳^[7]、刘振宇^[8]、蒋国振^[9]、卓学就^[10]、刘萍^[11]等建立的数学模型也未能涵盖并量化全部影响因素。

测量不确定度是根据所用到的信息,表征赋予被测量值分散性的非负参数^[12]。本文依据 GB 5009.3-2016^[13]第一法直接干燥法,对锅巴中水分含量进行测定,并对锅巴中水分测量进行不确定度评定。对影响不确定度的分量进行了分析和评定,从而提高测量的准确性,为各类食品中水分含量的不确定度评定提供参考依据。

2 材料与方 法

2.1 仪 器

千分之一天平[量程 0~120 g, 最大允许误差±1.0 mg, 赛多利斯科学仪器(北京)有限公司]; 电热恒温鼓风干燥箱(量程 10~200 °C, 最大允许误差±1 °C, 上海精宏实验设备有限公司); 干燥器(内附变色硅胶干燥剂)、玻璃称量瓶(内径 5.5 cm、高 3.0 cm, 带盖, 四川蜀牛玻璃仪器有限公司)。

2.2 样品制备

将包装密封完好的锅巴样品倒入破壁机迅速研磨至颗粒小于 2 mm, 放入自封袋常温保存。

2.3 实验方法

干燥箱预热: 根据检定证书设置干燥箱温度, 预热 30 min, 使其稳定在 105.0 °C。

将称量瓶置于 105.0 °C 电热恒温鼓风干燥箱中, 加热干燥 1 h 后, 置于干燥器内冷却 30 min, 称量, 重复此操作直至干燥前后 2 次质量差不超过 2 mg, 即为恒重。

称取 5~6 g 左右试样(精确至 0.0001 g)置已恒重的称量瓶中, 称量后置于 105.0 °C 电热恒温鼓风干燥箱中干燥 4 h, 取出置于干燥器内冷却 30 min 后称量。然后再放入 105.0 °C 干燥箱中干燥 1 h, 取出置于干燥器内冷却 30 min, 称量, 重

复此操作直至干燥前后两次质量差不超过 2 mg, 即为恒重。

3 结果与分析

3.1 测量模型的建立

测量中, 被测量(即输出量)由几个其它量(即输入量), 通过函数来确定时, 其公式称为测量模型。锅巴水分测定的公式如下, 其中 X 为输出量, m_0 、 m_1 、 m_2 为输入量。

$$X = \frac{m_0 + m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

式中: X —试样中水分的含量, %;

m_0 —称量瓶的质量, g;

m_1 —试样的质量, g;

m_2 —称量瓶和试样干燥后的质量, g;

100—单位换算系数。

水分含量 ≥ 1 g/100 g 时, 计算结果保留 3 位有效数字; 水分含量 < 1 g/100 g 时, 计算结果保留 2 位有效数字。在重复性条件下获得的 2 次独立测定结果的绝对差值不得超过算术平均值的 10%。

3.2 不确定度来源分析

不确定度来源分析, 要把所有影响不确定度的因素都要考虑到, 一定要全面。本文对同一时间处理的同一批样品做了 15 个平行样, 因此不确定度主要来源于重复测量, 属于 A 类不确定度; 由公式(1)可知, 锅巴水分含量结果 X 通过称量计算得出, 与 m_0 、 m_1 和 m_2 有关, 即与天平称量有关, 属于 B 类不确定度; 根据 GB 5009.3-2016^[13]规定, 锅巴水分含量用第一法直接干燥法测定, 要用到干燥箱, 所以不确定度还与干燥箱有关。直接干燥法的优点是操作简便、高效; 缺点是干燥不均匀, 结果偏高, 容易把试样里面的易挥发物质烘出^[14]。锅巴水分含量的不确定度影响因素见图 1。

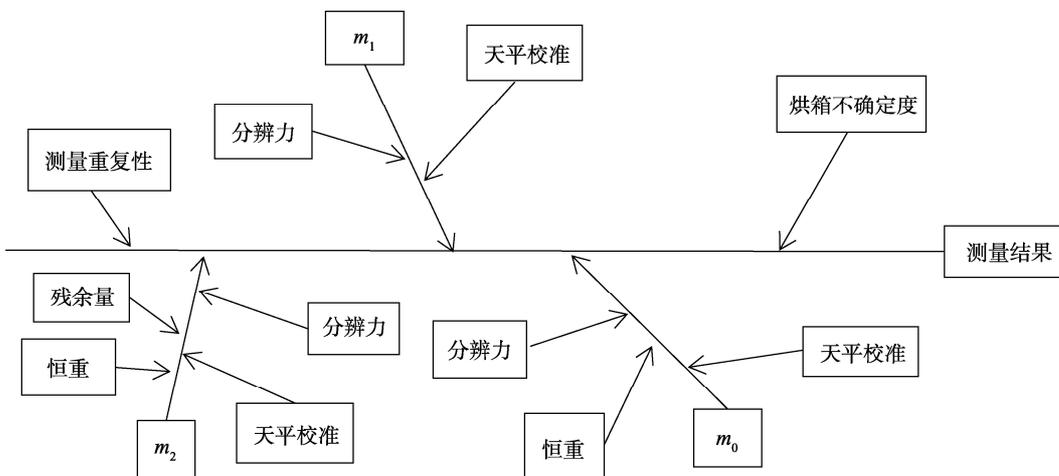


图 1 锅巴水分测量不确定度的来源

Fig.1 Source of uncertainty in the moisture measurement of rice crust

3.3 标准不确定度的评定

锅巴水分测定各个不确定度分量见表 1。

表 1 各个不确定度分量
Table 1 Summary of each uncertainty component

不确定度分量	表示符号	评定方法	信息来源
测量结果的重复性	$u(x)$	A 类	检测结果
试样质量/g	$u(m_1)$	B 类	仪器检定证书
称量瓶和试样干燥后的质量/g	$u(m_2)$	B 类	仪器检定证书
称量瓶的质量/g	$u(m_0)$	B 类	仪器检定证书

3.3.1 锅巴水分含量重复测量产生的不确定度 u_c

重复测量产生的不确定度属于 A 类标准不确定度。根据 GB 5009.3-2016^[13]第一法直接干燥法对同一锅巴样品进行了 15 次平行测定, 测量的结果见表 2。

根据表 2 中的结果, 按照 A 类评定中贝塞尔公式法进行标准不确定度评定。

1) 重复测量的平均值:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_i}{15} = \frac{36.27}{15} \\ &= 2.418 \text{ g}/100 \text{ g} \approx 2.42 \text{ g}/100 \text{ g} \end{aligned}$$

表 2 锅巴水分测定结果($n=15$)

Table 2 Results of moisture determination of rice crust ($n=15$)

测量次数	质量 m_0 /g	质量 m_1 /g	质量 m_2 /g	水分含量 X /(g/100 g)
1	43.8127	5.1385	48.8265	2.43
2	45.2356	5.1354	50.2473	2.41
3	43.3889	5.1377	48.4031	2.40
4	46.3254	5.1392	51.3397	2.43
5	44.9793	5.1336	49.9885	2.42
6	45.7554	5.1358	50.7674	2.41
7	50.8229	5.1402	55.8385	2.42
8	47.7554	5.1363	52.7664	2.44
9	45.9230	5.1408	50.9389	2.43
10	50.3658	5.1347	55.3768	2.41
11	44.5271	5.1329	49.5358	2.42
12	47.3542	5.1333	52.3642	2.40
13	45.1228	5.1362	50.1344	2.43
14	43.2541	5.1357	48.2665	2.40
15	50.3756	5.1346	55.3857	2.42
平均值	46.3332	5.1363	51.3453	2.42

2) 标准偏差:

$$S(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.0023}{14}} = 0.0128。$$

3) A 类标准不确定度:

$$u_c(x) = \frac{S(x)}{\sqrt{n}} = \frac{0.0128}{\sqrt{15}} = 3.30 \times 10^{-3}。$$

4) 自由度

$$\nu = n - 1 = 15 - 1 = 14。$$

3.3.2 使用电子天平产生的不确定度 u_t

电子天平产生的不确定度属于 B 类标准不确定度, 可由公式 $u_B = \frac{a}{k}$ 得到^[12]。

式中: a —被测量可能值区间的半宽度, 在仪器检定证书和实验标准中查得;

k —置信因子。

B 类不确定度的分布类别见表 3。

3.3.2.1 试样质量的不确定度 $u(m_1)$

3.3.2.1.1 天平称量不准引入的标准不确定度 $u(m_1)_1$

根据电子天平检定证书可知, 最大允许误差为 ± 1.0 mg, 服从均匀分布, 区间半宽度为 1.0 mg, 置信因子 $k = \sqrt{3}$ 。由此引起的标准不确定度为:

$$u(m_1)_1 = \frac{a_1}{k} = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 5.77 \times 10^{-4}。$$

表 3 B 类不确定度的分布类别
Table 3 Distribution of uncertainty of class B

不确定度分量	分布类别	a	k	$u(m)$
试样质量	均匀分布	0.001	$\sqrt{3}$	$u(m_1)$
称量瓶和试样干燥后的质量	均匀分布	0.001、0.00005、0.002	$\sqrt{3}$	$u(m_2)$
称量瓶的质量	均匀分布	0.001、0.00005、0.002	$\sqrt{3}$	$u(m_0)$

3.3.2.1.2 天平分辨率引入的标准不确定度分量 $u(m_1)_2$

根据电子天平说明书可知其分辨率 0.1 mg, 服从均匀分布, 区间半宽度为 0.05 mg。置信因子 $k = \sqrt{3}$ 。由此引起的标准不确定度为:

$$u(m_1)_2 = \frac{a_2}{k} = \frac{0.00005}{\sqrt{3}} = 2.89 \times 10^{-5}。$$

3.3.2.1.3 试样质量合成不确定度 $u(m_1)$

$$\begin{aligned} u(m_1) &= \sqrt{u^2(m_1)_1 + u^2(m_1)_2} \\ &= \sqrt{(5.77 \times 10^{-4})^2 + (2.89 \times 10^{-5})^2} = 5.78 \times 10^{-4}。 \end{aligned}$$

3.3.2.2 称量瓶和试样干燥后的质量的不确定度 $u(m_2)$

3.3.2.2.1 称量瓶和试样干燥后质量 m_2 的标准不确定度 $u(m_2)_1$

同 3.3.2.1.1, 则标准不确定度为:

$$u(m_2)_1 = \frac{a_1}{k} = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 5.77 \times 10^{-4}。$$

3.3.2.2.2 天平分辨率引入的标准不确定度分量 $u(m_2)_2$

同 3.3.2.1.2, 则标准不确定度为:

$$u(m_2)_2 = \frac{a_2}{k} = \frac{0.00005}{\sqrt{3}} = 2.89 \times 10^{-5}。$$

3.3.2.2.3 恒重引起的 B 类标准不确定度 $u(m_2)_3$

根据 GB 5009.3-2016^[13]的规定, 需要将称量瓶和试样烘至恒重, 即前后 2 次质量之差为 ± 2 mg, 服从均匀分布, 区间半宽度为 2 mg, 置信因子 $k = \sqrt{3}$ 则恒重引起的 B 类标准不确定度:

$$u(m_2)_3 = \frac{a_3}{k} = \frac{0.002}{\sqrt{3}} = 1.15 \times 10^{-3}。$$

3.3.2.2.4 称量瓶和试样干燥后质量 m_2 的 B 类合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned} u(m_2) &= \sqrt{u(m_2)_1^2 + u(m_2)_2^2 + u(m_2)_3^2} \\ &= \sqrt{(5.77 \times 10^{-4})^2 + (2.89 \times 10^{-5})^2 + (1.15 \times 10^{-3})^2} \\ &= 1.29 \times 10^{-3}。 \end{aligned}$$

3.3.2.3 称量瓶质量的不确定度

3.3.2.3.1 天平称量不准引入的标准不确定度 $u(m_0)_1$

同 3.3.2.1.1, 由此引起的标准不确定度为:

$$u(m_0)_1 = \frac{a_1}{k} = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 5.77 \times 10^{-4}。$$

3.3.2.3.2 天平分辨率引入的标准不确定度 $u(m_0)_2$

同 3.3.2.1.2, 由此引起的标准不确定度为:

$$u(m_0)_2 = \frac{a_2}{k} = \frac{0.00005}{\sqrt{3}} = 2.89 \times 10^{-5}。$$

3.3.2.3.3 恒重引入的标准不确定度 $u(m_0)_3$

同 3.3.2.2.3 由此引起的 B 类标准不确定度为:

$$u(m_0)_3 = \frac{a_3}{k} = \frac{0.002}{\sqrt{3}} = 1.15 \times 10^{-3}。$$

3.3.2.3.4 称量瓶的合成标准不确定度为

$$\begin{aligned} u(m_0) &= \sqrt{u(m_0)_1^2 + u(m_0)_2^2 + u(m_0)_3^2} \\ &= \sqrt{(5.77 \times 10^{-4})^2 + (2.89 \times 10^{-5})^2 + (1.15 \times 10^{-3})^2} \\ &= 1.29 \times 10^{-3}。 \end{aligned}$$

3.3.2.4 质量 m_0 、 m_1 、 m_2 互不相关, 则合成标准不确定为

$$\begin{aligned} u_t(X) &= \sqrt{\left[\frac{\partial X}{\partial m_1} u(m_1)\right]^2 + \left[\frac{\partial X}{\partial m_2} u(m_2)\right]^2} \\ &\quad + \left[\frac{\partial X}{\partial m_0} u(m_0)\right]^2 \\ &= \sqrt{[x_1 u(m_1)]^2 + [x_2 u(m_2)]^2 + [x_0 u(m_0)]^2} \end{aligned}$$

(1)各灵敏系数如下:

$$x_1 = \frac{\partial X}{\partial m_1} = \frac{m_2 - m_0}{m_1^2} = 0.190；$$

$$x_2 = \frac{\partial X}{\partial m_2} = \frac{-1}{m_1} = -0.195；$$

$$x_3 = \frac{\partial X}{\partial m_0} = \frac{m_0 + m_1 - m_2}{m_1^2} = 4.71 \times 10^{-3}。$$

(2)使用天平称量产生的不确定度

$$u_t(X) = \sqrt{[x_1 u(m_1)]^2 + [x_2 u(m_2)]^2 + [x_0 u(m_0)]^2}$$

$$\begin{aligned} \text{为:} &= \sqrt{\left[0.190 \times (5.78 \times 10^{-4})\right]^2 + \left[0.195 \times (1.29 \times 10^{-3})\right]^2} \\ &\quad + \left[\left(4.71 \times 10^{-3}\right) \times (1.29 \times 10^{-3})\right]^2 \\ &= 2.75 \times 10^{-4}。 \end{aligned}$$

3.3.3 使用电热恒温鼓风干燥箱烘干产生的不确定度 u_g

使用干燥箱烘干产生的不确定度按 A 类评定。依据 GB 5009.3-2016^[13]中规定烘干使用的温度为(103±2) °C。所以本研究分别用 101.0、102.0、103.0、104.0 和 105.0 °C 的干燥箱温度测定水分含量, 如表 4 所示。

表 4 不同烘干温度水分含量测定结果
Table 4 Moisture content determination results at different drying temperatures

测定次数	水分含量 $X(\text{g}/100 \text{g})$				
	101.0 °C	102.0 °C	103.0 °C	104.0 °C	105.0 °C
1	2.417	2.413	2.419	2.421	2.431
2	2.401	2.418	2.423	2.419	2.421
3	2.405	2.421	2.416	2.422	2.424
4	2.411	2.417	2.420	2.424	2.423
5	2.422	2.414	2.422	2.425	2.419
平均值	2.41	2.42	2.42	2.42	2.42

5 种不同的温度烘出的水分含量平均值

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{5} = \frac{12.10}{5} = 2.42 \text{ g/}$$

100 g。

标准偏差:

$$S(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.0001}{4}} = 5.00 \times 10^{-3}。$$

干燥箱的不确定度 u_g

$$u_g = \frac{S(x)}{\sqrt{n}} = \frac{5.00 \times 10^{-3}}{\sqrt{5}} = 2.24 \times 10^{-3}。$$

3.3.4 锅巴水分含量合成标准不确定度

重复测量、使用天平及电热恒温鼓风干燥箱温度对锅巴水分含量产生的不确定度分量之间是互不相关, 则由其分量合成的锅巴中水分含量测量的相对合成标准不确定度为:

$$u = \sqrt{u_c(X)^2 + u_t(X)^2 + u_g(X)^2} \\ = \sqrt{(3.30 \times 10^{-3})^2 + (2.75 \times 10^{-4})^2 + (2.24 \times 10^{-3})^2} \\ = 4.00 \times 10^{-3}。$$

则锅巴水分含量的测量合成的标准不确定度为:

$$u_x = 2.42 \times (4.00 \times 10^{-3}) = 0.00968 \%$$

3.3.5 锅巴水分含量测定的扩展不确定度及测量结果

扩展不确定度 $U = k \times u_x$ 。在通常的测量中, 取包含因子 $k=2$, 置信概率 $p=95\%$, 得到锅巴水分的扩展不确定

度为: $U = k \times u_x = 2 \times 0.00968 = 0.019$ 。

故该锅巴水分含量的不确定度测量结果为: $X = (2.42 \pm 0.019)\%$, ($k=2, p=95\%$)。

4 结果与讨论

经过试验和分析, 得出锅巴中水分含量的扩展不确定度为 0.019%, 本文中研究的影响锅巴水分测量不确定度的因素是重复性测量、天平称量和电热恒温鼓风干燥, 其中重复性测量产生的影响最大, 天平称量的影响最小。

对于文中提到的检测方法、检测人员、样品储存条件、样品运输条件、样品取样均匀性、样品包装完好度、测量环境等影响的水分含量不确定度可以通过人员培训规范操作来避免或减少, 因此可忽略不计。

在测量过程中为确保检测结果的准确性和可靠性, 本文提出几点建议: (1)天平使用前要调平, 然后预热 30 min; (2)称样量尽量接近; (3)样品称取尽量均匀; (4)样品尽量粉碎到 2 mm 以下; (5)样品尽量在称量瓶里铺平铺匀; (6)称量瓶、试样和干燥后的试样要用同一个天平称量; (7)同一检验人员对同一个样品进行多次重复测量; (8)干燥器中变色硅胶应为蓝色, 若有变红的, 需放入干燥箱中, 直到变回蓝色^[15]; (9)样品在干燥箱中要分散放置, 不要太集中, 以免影响水分散出。

参考文献

- 马雯雯, 李春花. 油炸食品在贮藏过程中水分和脆性变化研究[J]. 农产品加工, 2017, 5(432): 11-15.
Ma WW, Li CH. Changes of moisture and brittleness in Fried foods during storage [J]. Farm Prod Process, 2017, 5(432): 11-15.
- 冯燕芳. 膨化食品质量安全影响因素分析及控制策略[J]. 质量控制, 2019, 12(34): 45.
Feng YF. Analysis of factors affecting the quality and safety of puffed food and control strategy [J]. Qual Control, 2019, 12(34): 45.
- Guillen MD, Goicoechea E. Oxidation of corn oil at room temperature: primary and secondary oxidation products and determination of their concentration in the oil liquid matrix from ¹H nuclear magnetic resonance data [J]. Food Chem, 2009, (1): 183-192.
- Hosseini H, Ghorbani M, Mescginfar N, et al. A review on frying: Procedure, fat, deterioration progress and health hazards [J]. J Am Oil Chem Soc, 2016, 93(4): 445-466.
- 唐桂新. 测量不确定度在食品检验检测中的应用探究[J]. 中国新技术新产品, 2020, (3): 250-251.
Tang GX. Application of measurement uncertainty in food inspection and testing [J]. New Technol New Prod China 2020, (3): 250-251.
- 吴宜芬. 小麦粉水分测量不确定度的评定[J]. 现代面粉工业, 2018, 32, 154(4): 25-28.
Wu YF. Evaluation of uncertainty of wheat flour moisture measurement [J]. Mod Flour Ind, 2018, 32, 154(4): 25-28.
- 马艳琳, 李飞, 窦维佳, 等. 葵花籽中水分含量测定不确定度评定[J]. 粮食科技与经济 2020, 45(2): 66-68.

- Ma YL, Li F, Dou WJ, *et al.* Evaluation of uncertainty in determination of water content in sunflower seeds [J]. *Food Sci, Technol Econ*, 2020, 45(2): 66–68.
- [8] 刘振宇. 玉米水分含量测定中不确定度的分析与评定[J]. *现代畜牧科技*, 2019, 10(58): 9–11.
- Liu ZY. Analysis and evaluation of uncertainty in the determination of water content of maize [J]. *Mod Livest Sci Technol*, 2019, 10(58): 9–11.
- [9] 蒋国振, 党献民, 任正东. 小麦水分含量测量的不确定度评定[J]. *粮食科技与经济*, 2016, 41(3): 43–45.
- Jiang GZ, Dang XM, Ren ZD. Evaluation of uncertainty in water content measurement of wheat [J]. *Food Sci Technol Econ*, 2016, 41(3): 43–45.
- [10] 卓学就, 罗秋桃, 邓伟. 直接干燥法测定牛肉中水分含量的不确定度评定[J]. *实验研究*, 2019, 35(8): 18–19.
- Zhuo XJ, Luo QT, Deng W. Uncertainty assessment of direct drying method for determination of moisture content in beef [J]. *Exper Res*, 2019, 35(8): 18–19.
- [11] 刘萍, 邓咏梅. 鲜猪肉中水分含量的测量不确定度分析评定[J]. *肉类工业* 2018, 9(449): 46–49.
- Liu P, Deng YM. Analysis and evaluation of measurement uncertainty of water content in fresh pork [J]. *Meat Ind*, 2018, 9(449): 46–49.
- [12] JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示[S].
JJF 1059.1-2012 Evaluation and representation of measurement uncertainty [S].
- [13] GB 5009.3-2016 食品安全国家标准食品中水分的测定[S].
GB 5009.3-2016 National standard for food safety-Determination of moisture in food [S].
- [14] 高云峰, 李韶聪, 郭昭林. 畜肉中水分含量检测方法研究[J]. *农产品质量与安全*, 2019, (5): 36–39.
- Gao YF, Li SC, Guo ZL. Study on the detection method of water content in animal meat [J]. *Qual Saf Agro-prod*, 2019, (5): 36–39.
- [15] 刘长生, 高树成. 稻谷水分测定方法对比实验报告[J]. *粮食加工*, 2019, 44(1): 40–42.
- Liu CS, Gao SC. Comparative experimental report on the determination of water content in rice [J]. *Grain Proc*, 2019, 44(1): 40–42.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



王 静, 助理工程师, 主要研究方向为食品理化检。

E-mail: sst_wangjing@163.com



张子臣, 副高级工程师, 主要研究方向为食品质量安全研究。

E-mail: sst_zzc@163.com