

# 高效液相色谱法测定保健品水飞蓟片中 水飞蓟宾的不确定度评定

黎小兰\*, 潘拾朝, 郑海蓉, 陈 翠

(汤臣倍健股份有限公司, 珠海 519040)

**摘 要: 目的** 评定高效液相色谱法测定保健品水飞蓟片中水飞蓟宾含量的不确定度。**方法** 按照《中华人民共和国药典》一部 2015 版中规定的高效液相色谱法对保健品水飞蓟片中水飞蓟宾含量进行测定, 根据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》对测定过程中影响检验结果的各个分量进行评估。通过对测量重复性、标准品溶液配制、样品溶液的配制、高效液相色谱仪以及标准曲线拟合测量偏差这 5 个方面引入的不确定度进行分析, 确定各个不确定度分量, 计算扩展不确定度。**结果** 保健品水飞蓟片中水飞蓟宾含量测定结果为  $(2.440 \pm 0.093)$  g/100 g,  $P=95\%(k=2)$ 。**结论** 方法重复性和标准品配制因素对测量不确定度影响最为显著, 需要在实验中进行注意。

**关键词:** 高效液相色谱法; 保健品; 水飞蓟宾; 不确定度

## Uncertainty evaluation for the determination of silybin in silybin tablets of health food by high performance liquid chromatography

LI Xiao-Lan\*, PAN Shi-Chao, ZHENG Hai-Rong, CHEN Cui

(By-Health Co., Ltd., Zhuhai 519040, China)

**ABSTRACT: Objective** To evaluate the uncertainty of the determination of silybin content in silybin tablets of health food by high performance liquid chromatography (HPLC). **Methods** According to the *Pharmacopoeia of the people's Republic of China Part 1 2015 Edition* and JJF 1059.1-2012 *Measurement uncertainty and results indication*, each component affecting the test result in the determination process was assessed. Through analyzing the uncertainty introduced from 5 aspects, including the repeatability of determination, the preparation of standard solution, the preparation of sample solution, high performance liquid chromatograph and the measurement deviation of standard curve fitting, each uncertainty component was determined and the expanded uncertainty was calculated. **Results** The content of silybin in silybin tablets was  $(2.440 \pm 0.093)$  g/100 g,  $P=95\%(k=2)$ . **Conclusion** The preparation of standard solution and method repeatability have the most significant influence on the uncertainty of measurement, which need attention in the experiment.

**KEY WORDS:** high performance liquid chromatography; health food; silybin; uncertainty

\*通讯作者: 黎小兰, 主要研究方向为保健食品的质量检测。E-mail: 475079345@qq.com

\*Corresponding author: LI Xiao-Lan, By-Health Co., Ltd., Zhuhai 519040, China. E-mail: 475079345@qq.com

## 1 引言

水飞蓟(*Silybum marianum*)是菊科水飞蓟属一年生或二年生草本植物。水飞蓟中黄酮类物质是自水飞蓟种子中提取的药用有效成分, 是一类以二氢黄酮醇与苯丙素类衍生物缩合而成的具有 C-9 取代基的黄酮木质素类化合物<sup>[1,2]</sup>。水飞蓟宾是 4 种同分异构体中含量最高, 保肝活性最强的一种, 是水飞蓟中黄酮类物质含量测定的标准物质<sup>[3-6]</sup>, 具有清热解毒、疏肝利胆的功效, 可用于治疗肝胆湿热、胁痛、黄疸等疾病<sup>[7]</sup>。研究报道水飞蓟宾还具有抗氧化、抗癌、抗炎、抗抑郁和降血脂等药理活性, 临床用于治疗 X 连锁肾上腺脑白质营养不良、心肌缺血及肝癌<sup>[8-12]</sup>。由于其保肝护肝作用, 水飞蓟常被用于保健食品中, 而准确测定其最主要功效成分水飞蓟宾的含量对于相关保健产品的研发具有重要意义。

不确定度是与测量结果相关联的参数, 表征合理地赋予被测量的分散性<sup>[13]</sup>, 它是考察一种测量方法能力优劣的指征, 是对检测数据进行客观真实的表述。测量不确定度评定对质量控制意义重大, 是日常检验工作的重要技术组成部分。

本研究按照 2015 年版《中国药典》(一部)<sup>[14]</sup>对水飞蓟中水飞蓟宾的定量测定, 并根据国家计量技术规范 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》<sup>[15]</sup>以及 CNAS-GL006: 2019《化学分析中不确定度的评估指南》<sup>[16]</sup>要求中不确定度评定的基本程序, 建立数学模型, 量化各个不确定度分量, 评价结果的可信性、可比性和可接受性, 确定影响高效液相色谱法测定水飞蓟中水飞蓟宾含量测定结果的主要因素, 以此为日后寻求措施降低测量结果的不确定度。

## 2 材料与方法

### 2.1 仪器与试剂

Agilent 1260 高效液相色谱仪, 带紫外检测器、C<sub>18</sub> 反相色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm) (美国安捷伦公司); EMS-50 磁力搅拌水浴锅(上海乔跃电子有限公司); XP205 电子天平(精确 0.01 mg, 瑞士 METTLER TOLDEO 公司); EQ-500 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。

甲醇、冰乙酸(色谱纯, 德国 CNW 科技公司); 水飞蓟宾对照品(纯度 96.3%, 中国食品药品检定研究院); 水飞蓟片(汤臣倍健股份有限公司); 实验用水为一级水。

### 2.2 实验方法

#### 2.2.1 仪器条件

液相条件: 色谱柱: C<sub>18</sub> 反相色谱柱, (4.6 mm×250 mm, 5 μm); 柱温: 40 °C; 流动相: 甲醇:水:冰乙酸

=48:52:1(V:V:V); 流速: 1.0 mL/min; 运行时间: 20 min。

#### 2.2.2 标准曲线绘制

精确称取水飞蓟宾对照品 10 mg 用甲醇溶解, 转移于 50 mL 棕色容量瓶中, 室温超声使完全溶解, 冷却, 用甲醇定容至刻度, 摇匀, 浓度约为 0.2 mg/mL。

精密称取对照品, 转移至 10 mL 容量瓶中, 配制成溶液浓度为: 0.02、0.04、0.06、0.10、0.20 mg/mL, 注入高效液相色谱仪, 按 2.2.1 的条件进行检测。以浓度 C(mg/mL)为横坐标, 峰面积(A)为纵坐标, 进样 5 μL, 绘制标准曲线。

#### 2.2.3 样品前处理

精密称取 0.15 g 研磨均匀的样品, 置于具塞锥形瓶中, 精密加入 50 mL 75%(V/V)甲醇水溶液, 称定重量, 加热回流 30 min, 冷却, 再称定, 用 75%甲醇水溶液补足减失的重量, 摇匀, 经 0.45 μm 的微孔滤膜过滤, 即为供试品溶液。取 5 μL 滤液进样, 按照 2.2.1 的条件进行检测。供试品色谱中应呈现与对照品色谱峰保留时间相同的色谱峰定量。

#### 2.2.4 数据处理

试样中水飞蓟宾的含量按如下公式计算:

$$X = \frac{C \times V \times K}{m}$$

式中: X—试样中水飞蓟宾的含量, g/100 g; V—试样稀释的体积, mL; C—试样溶液中水飞蓟宾的浓度, mg/mL; m—试样的质量, g; K—单位转换系数, K=0.1。

## 3 结果与分析

### 3.1 不确定度来源

根据通过高效液相色谱法测定水飞蓟宾的整个实验过程, 不确定度来源如图 1 所示。

### 3.2 不确定度分量的计算

#### 3.2.1 重复性测定引起的相对标准不确定度 $u_{rel}(x_1)$

$u(x_1)$ 包括: 人员、环境、仪器重复性等因素引起的不确定度; 标准物质; 天平重复称量引起的不确定度等。本法按《中华人民共和国药典》2015 年版一部的要求, 通过对同一试样进行实验室内部比对实验, 得出数据, 见表 1。

按贝赛尔公式计算出实验标准偏差为:

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0419。$$

在实际测量工作过程中, 当测定样品中水飞蓟宾含量 2 个平行样时, 检测结果取平均值, 2 次重复性实验引入的不确定度  $u(\bar{x}) = S_1/\sqrt{n} = 0.02962$  g/100 g。

重复性测定引起的相对标准不确定度  $u_{rel}(x_1) = u(\bar{x})/\bar{x} = 0.02962/2.44 = 0.0121$ 。

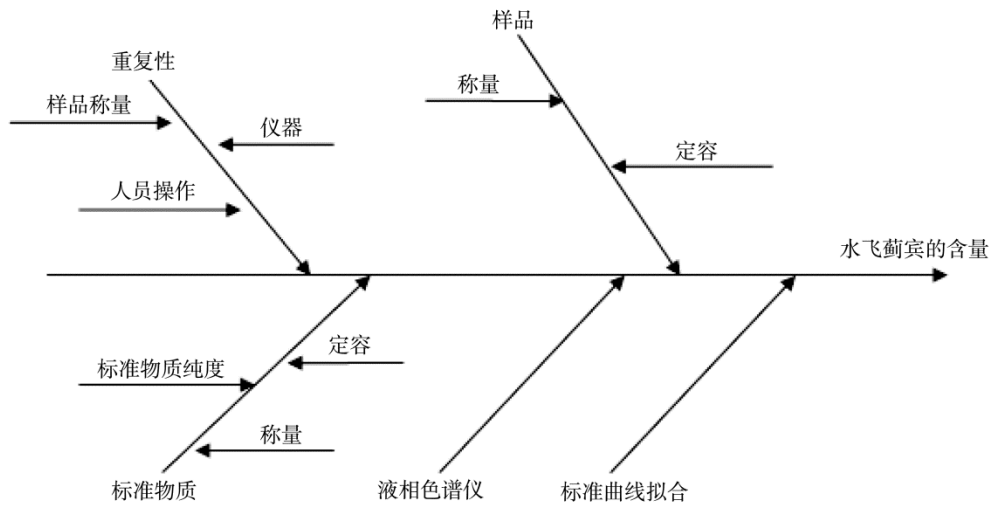


图 1 水飞蓟宾含量测定的不确定度来源

Fig.1 Sources of uncertainty in the determination of silybin content

表 1 样品中水飞蓟宾含量重复测定结果(g/100 g)  
Table 1 Results of repeated determination of silybin in samples(g/100 g)

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均值
含量	2.353	2.416	2.400	2.449	2.506	2.505	2.419	2.434	2.433	2.453	2.454	2.447	2.44

### 3.2.2 标准物质引起的标准不确定度分量 $u_{\text{rel}}(x_2)$

#### (1) 标准物质含量引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(P)$

根据水飞蓟宾标准物质证书中提供的信息以及标准品期间核查得出的结果,标准品纯度所引入的相对标准不确定度:水飞蓟宾标准品纯度为(96.3±1.0)%,按 B 类不确定度评定按均匀分布处理,包含因子为  $\sqrt{3}$ ,则  $u_{\text{rel}}(P)=1.0\%/96.3\%/\sqrt{3}=0.005994$ 。

#### (2) 标准物质称量引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(m_1)$

用电子天平进行称量,水飞蓟宾标准物质重量  $m=9.01$  mg;所用天平精度为 0.01 mg,根据天平的校准证书给出的测量结果,当  $0 \leq m \leq 0.01$  g 时,示值误差  $a$  为 0.05 mg,最大重复性误差为 0.02 mg。采用矩阵分布,包含因子为  $\sqrt{3}$ ,按 B 类不确定度评定,标准不确定度

$$u'_1=a/k=0.05/\sqrt{3}=0.0288 \text{ mg}, u'_2=a/k=0.02/\sqrt{3}=0.0115 \text{ mg}。$$

合成标准不确定度

$$u(m_1)=\sqrt{u'_1{}^2+u'_2{}^2}=\sqrt{0.0288^2+0.0115^2}=0.0310 \text{ mg}。$$

标准品称量时的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(m_1)=u(m_1)/m_1=0.0310/9.01=0.00344$ 。

#### (3) 标准溶液配制过程玻璃器具校准引入的不确定度 $u_{\text{rel}}(V_a)$

标准溶液定容过程引起的不确定度主要由 50、10 mL 单标线容量瓶(A 级), 5、3、2、1 mL 单标移液管,这些玻璃器具和室温对液体体积的影响,可导致标准溶液配制的偏差。根据最大允许误差,按均匀分布处理,包含因子  $K$  为  $\sqrt{3}$ ,计算不确定度。标准物质配制时玻璃器具校准引入的不确定度,见表 2。

表 2 标准品溶液配制时玻璃量具校准引入的不确定度  
Table 2 Uncertainties introduced by glass gauge calibration in standard solution

使用玻璃器具	最大允许误差/mL	不确定度	相对标准不确定度	使用次数
50 mL 单标容量瓶	±0.05	0.0288	0.000577	1
10 mL 单标容量瓶	±0.02	0.0115	0.00115	4
1 mL 单标移液管	±0.007	0.000404	0.000404	1
2 mL 单标移液管	±0.010	0.00577	0.00289	1
3 mL 单标移液管	±0.015	0.00866	0.00289	1
5 mL 单标移液管	±0.015	0.00866	0.00173	1

玻璃器具校准引入的标准不确定度分量

$$u_{rel}(V_a) = \sqrt{u_{rel}(V_{50})^2 + u_{rel}(V_{10})^2 + u_{rel}(V_1)^2 + u_{rel}(V_2)^2 + u_{rel}(V_3)^2 + u_{rel}(V_5)^2} = 0.00645。$$

(4) 温度变化引入的玻璃器具相对标准不确定度分量

$u_{rel}(V_{ta})$

实验室温度变化介于(20±5) °C, 乙腈的膨胀系数为  $1.24 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ , 根据最大允许误差, 按照矩形分布, 包含因子  $K = \sqrt{3}$ , 温度产生的标准不确定度  $u(V_{ti}) = V_{ti} \times 1.24 \times 10^{-3} \times 5/\sqrt{3}$ 。

相对标准不确定度  $u_{rel}(V_{ti}) = u(V_{ti})/V_{ti} = 1.24 \times 10^{-3} \times 5/\sqrt{3} = 0.00357$ ;

实验室温度变化引入的玻璃器具相对标准不确定度

分量  $u_{rel}(V_{ta}) = \sqrt{9 \times u_{rel}(V_{ti})^2} = \sqrt{9(0.00124 \times \frac{5}{\sqrt{3}})^2} = 0.0107$ ;

标准物质引入的相对标准不确定度  $u_{rel}(x_2) =$

$$\sqrt{u_{rel}(P)^2 + u_{rel}(m_1)^2 + u_{rel}(V_a)^2 + u_{rel}(V_{ta})^2} = 0.0116。$$

3.2.3 水飞蓟宾样品引起的标准不确定度  $u_{rel}(x_3)$

(1) 样品称量引起的不确定度  $u_{rel}(m_2)$

用电子天平进行称量, 水飞蓟宾试样重量  $m = 0.15 \text{ g}$ , 即 150 mg, 根据天平的校准证书给出的测量结果, 当  $0.01 \text{ g} \leq m \leq 1 \text{ g}$  时, 示值误差为 0.05 mg, 最大重复性误差为 0.02 mg。采用矩阵分布, 包含因子为  $\sqrt{3}$ , 按 B 类不确定度评定, 标准不确定度  $u'_3 = 0.05/\sqrt{3} = 0.0288 \text{ mg}$ ,  $u'_4 = 0.02/\sqrt{3} = 0.0115 \text{ mg}$ ;

合成标准不确定度:  $u(m_2) = \sqrt{u'_3{}^2 + u'_4{}^2} = \sqrt{0.0288^2 + 0.0115^2} = 0.0310 \text{ mg}$ ;

样品称量时的相对标准不确定度  $u_{rel}(m_2) = u(m_2)/m_2 = 0.0310/150 = 0.000206$ 。

(2) 样品稀释过程中玻璃器具校准引入的不确定度

$u_{rel}(V_b)$

样品前处理和稀释过程中使用了 25 mL 容量瓶, 其校准和室温对液体体积的影响, 可导致水飞蓟宾含量测定的偏差。根据最大允许误差为 ±0.03 mL, 按均匀分布处理, 包含因子  $K$  为  $\sqrt{3}$ , 计算不确定度。样品配制时玻璃器具校准引入的不确定度为 0.0173, 则合成玻璃器具校准引入的不确定度分量  $u_{rel}(V_b) = \sqrt{u_{rel}(V_{b25})^2} = 0.000692$ 。

(3) 样品稀释过程中温度变化引入的玻璃器具相对标准

不确定度  $u_{rel}(V_{tb})$

实验室温度变化介于(20±5) °C, 甲醇的膨胀系数为  $1.24 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ , 水的膨胀系数为  $2.07 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ , 根据最大允许误差, 按照矩形分布, 包含因子  $K = \sqrt{3}$ , 温度产生的标准不确定度  $u(V_{ti}) = V_{ti} \times 1.24 \times 10^{-3} \times 5/\sqrt{3}$ 。

相对标准不确定度  $u_{rel}(V_{ti}) = u(V_{ti})/V_{ti} = 1.24 \times 10^{-3} \times 5/\sqrt{3} = 0.00357$ ;

合成实验室温度变化引入的玻璃器具相对标准不确

定度分量  $u_{rel}(V_{tb}) = \sqrt{u_{rel}(V_{ti})^2} = 0.00357$ ;

标准物质及标准溶液配制引入的不确定度的合成:

$$u_{rel}(x_3) = \sqrt{u_{rel}(m_2)^2 + u_{rel}(V_b)^2 + u_{rel}(V_{tb})^2} = 0.00364。$$

3.2.4 液相色谱仪引起的不确定度  $u_{rel}(x_4)$

依据检定证书, 高效液相色谱仪的定量重复性为 1%, 包含因子  $K$  为  $\sqrt{3}$ , 按均匀分布分别处理, 由高效液相色谱仪测量偏差引入的不确定度为:  $u_{rel}(x_4) = 1\%/\sqrt{3} = 0.00577$ 。

3.2.5 标准曲线拟合引入的不确定  $u_{rel}(x_5)$

按照《中华人民共和国药典》2015 年版一部, 标准系列 5 个水飞蓟宾含量点, 实验数据见表 3。

表 3 标准曲线数据表  
Table 3 Data sheet of standard curve

标准序号	浓度/(mg/mL)	峰面积
STD1	0.01735	239.22328
STD2	0.0347	471.68036
STD3	0.05205	692.56793
STD4	0.08675	1193.18506
STD5	0.1735	2294.63892
线性方程	$Y = 13245.98441X + 10.85352$	
相关系数( $r^2$ )	0.99978	

试样系列测试管中 3 个点, 每个点做 3 个平行, 测得各管峰面积, 依据标准曲线查得各试样测试管中水飞蓟宾浓度如表 4 所示。

表 4 试样测试管中水飞蓟宾含量  
Table 4 The silybin content of sample testing tubes

	水飞蓟宾浓度/(mg/mL)			平均浓度/(mg/mL)
1	0.137672	0.136478	0.136894	
2	0.146587	0.147214	0.147446	0.14857
3	0.16109	0.162214	0.161561	

由标准曲线引起的被测量的浓度  $x$  的变化不确定可用以下公式计算

$$U(x_5) = \frac{s_R}{b} \sqrt{\frac{1}{P} + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{c})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{c})^2}};$$

式中:  $P$ -样品液测量的次数;  $n$ -标准液测量的次数;  $x_i$ -第  $i$  次测量时标准液的浓度, mg/mL;  $\bar{c}$ -标准液的平均浓度, mg/mL;  $x$ -样品测得的平均浓度, mg/mL;  $s_R$ -工作曲线标准差。

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [A_i - (a + bx_i)]^2}{n-2}}$$

式中:  $b$ -工作曲线斜率;  $a$ -工作曲线截距;  $A_i$ -第  $i$  次测量时标准液的峰面积。

$$\text{求得 } S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [A_i - (a + bx_i)]^2}{n-2}} = 14.0184;$$

$$u(x_5) = \frac{S_R}{b} \sqrt{\frac{1}{P} + \frac{1}{n} + \frac{(x-\bar{c})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{c})^2}} = 0.000876 \text{ mg/mL}。$$

标准曲线拟合引入的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(x_5) = u(x_5)/\bar{x} = 0.00590$ 。

### 3.3 合成不确定度

综上, 影响检验结果的各个因素引入的相对标准不确定度如表 5 所示。

表 5 不确定度分量表  
Table 5 The heft of uncertainty

名称	不确定度来源	类型	相对标准不确定度值
$u_{\text{rel}}(x_1)$	测定重复性	A	0.0121
$u_{\text{rel}}(x_2)$	标准物质	A&B	0.0116
$u_{\text{rel}}(x_3)$	样品	A	0.00358
$u_{\text{rel}}(x_4)$	液相色谱仪	B	0.00577
$u_{\text{rel}}(x_5)$	标准曲线拟合	A	0.00590

由表 5 数据合成总的相对标准不确定度

$$u_{\text{rel}}(x) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(x_1) + u_{\text{rel}}^2(x_2) + u_{\text{rel}}^2(x_3) + u_{\text{rel}}^2(x_4) + u_{\text{rel}}^2(x_5)} = 0.0190。$$

### 3.4 扩展不确定度 $u$

测定结果按正态分布估计, 置信水平为 95% 时, 包含因子  $k=2$ , 样品测定平均值为 2.44 g/100 g 时, 扩展不确定度  $u = u_{\text{rel}}(x) \times k \times \bar{X} = 0.0190 \times 2 \times 2.44 \text{ g/100 g} = 0.093 \text{ g/100 g}$ 。

### 3.5 不确定度报告

本次测定的水飞蓟宾定值样品益生菌粉的水飞蓟宾含量为  $(2.440 \pm 0.093) \text{ g/100 g}$

## 4 结论与讨论

本研究对高效液相色谱法测定保健品水飞蓟片中水飞蓟宾含量的不确定度进行了评定, 结果发现在测定样品中水飞蓟宾含量的不确定度因素中, 影响最大的是方法重复性和标准溶液的配制, 影响较小的是样品、液相色谱仪和标准曲线拟合所产生的不确定度。这一结果符合本实验操

作过程, 提示今后的含量检测过程中, 要多进行平行样测试, 注意高效液相色谱仪进行定期的鉴定与维护保养, 要求标准溶液的配制, 提高标准物质的称样量, 要选用高校标准级别的容量瓶, 还要对分析天平分析人员要熟练掌握样品的各项处理步骤, 以提高检测准确性。

### 参考文献

- [1] 张淑丽, 杨世海, 张海波. 水飞蓟有效成分及其提取方法研究进展[J]. 人参研究, 2012, (4): 51-54.  
Zhang SL, Yang SH, Zhang HT. Research progress of active ingredients in silibium marianum and their extraction method [J]. Ginseng Res, 2012, (4): 51-54.
- [2] 董岩, 孔春燕. 水飞蓟有效成分的提取研究[J]. 中成药, 2010, (7): 1225-1228.  
Dong Y, Kong CY. Research of active ingredients and extraction method [J]. Chin Tradit Patent Med, 2010, (7): 1225-1228.
- [3] 张立海, 慈慧. 水飞蓟素保肝的药理作用及临床应用[J]. 首都医药, 2012, (8): 47-48.  
Zhang LH, Ci H. Pharmacological action and clinical application of silymarin for liver protection [J]. Cap Med, 2012, (8): 47-48.
- [4] 谭佐祥, 于跃. 水飞蓟提取物中水飞蓟宾的含量测定[J]. 科技创新与应用, 2015, (23): 81.  
Tan ZX, Yu Y. Determination of silybin extract [J]. Technol Innov Appl, 2015, (23): 81.
- [5] 周采菊, 黄华瑞. HPLC 法测定水飞蓟素及制剂中水飞蓟宾的含量[J]. 中国药品标准, 2008, 9(3): 235-237.  
Zhou CJ, Huang HR. Determination of silybin in silymarin and its preparations by HPLC [J]. Drug Stand China, 2008, 9(3): 235-237.
- [6] 刘玉玲, 潘小红. 高效液相色谱法测定保健食品中水飞蓟素的含量[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(6): 2370-2374.  
Liu YL, Pan XH. Determination of silymarin in health food by high performance liquid chromatography [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(6): 2370-2374.
- [7] 阮洪生, 贾桂燕, 吴志军, 等. 超声辅助双水相体系提取水飞蓟中水飞蓟宾的工艺优选[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2017, 29(1): 59-63.  
Ruan HS, Jia GY, Wu ZJ, et al. Optimization of ultrasonic-assisted aqueous two-phase system extraction silymarin from *Silybum marianum* (L.) Gaertn [J]. J Heilongjiang Bayi Agric Univ, 2017, 29(1): 59-63.
- [8] 王小记, 郎美琦. 水飞蓟宾的作用机制及临床应用[J]. 陕西中医, 2014, 30(7): 58-59.  
Wang XJ, Lang MQ. Mechanism of action and clinical application of silybin [J]. Shaanxi J Tradit Chin Med, 2014, 30(7): 58-59.
- [9] Zholobenko A, Modriansky M. Silymarin and its constituents in cardiac preconditioning [J]. Fitoterapia, 2014, 97(5): 122-132.
- [10] Bosch-Barrera J, Menendez JA. Silibinin and STA3: A natural way of targeting transcription factors for cancer therapy [J]. Cancer Treat Rev, 2015, 41(6): 540-546.
- [11] 郭爱灵, 姚涛, 潘斯庆, 等. 复方葛根素水飞蓟宾固体分散体的制备及表征[J]. 中国中医药信息杂志, 2020, 27(2): 59-63.  
Guo AL, Yao Y, Pan SQ, et al. Preparation and characterization of compound puerarin silybin solid dispersions [J]. Chin J Inform Tradit Chin

- Med, 2020, 27(2): 59–63.
- [12] 温庆杰. 恩替卡韦联合水飞蓟宾药物治疗乙型肝炎肝硬化效果分析[J]. 国际感染病学, 2020, 9(1): 130–131.
- Wen QJ. Efficacy of entecavir combined with Silybin in the treatment of patients with hepatitis B cirrhosis [J]. Int Infect Dis(Electron Ed), 2020, 9(1): 130–131.
- [13] 马康, 李小佳, 崔萌萌, 等. 高效液相色谱法测定葡萄酒中苋菜红的不确定度评定[J]. 计量学报, 2015, 1(36): 102–106.
- Ma K, Li XJ, Cui MM, *et al.* Evaluation of uncertainty in the determination of amaranth in glucose wine by HPLC [J]. Acta Metrol Sin, 2015, 1(36): 102–106.
- [14] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- Chinese Pharmacopoeia Commission. Chinese pharmacopoeia [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010.
- [15] 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].
- [16] CNAS-GL006: 2019 化学分析中不确定度的评估指南[S].
- CNAS-GL006: 2019 Guidance on quantifying uncertainty in chemical analysis [S].

(责任编辑: 李磅礴)

## 作者简介



黎小兰, 主要研究方向为保健食品的质量检测。  
E-mail: 475079345@qq.com

## 食品加工工艺优化及应用研究

随之人类对自身健康的关注及生活水平的提高, 加工食品因保持其原色、原味及食品营养成分的优越性备受关注。越来越多的新工艺新方法应用于食品加工业, 尤其是多种工艺的综合利用, 对食品行业的发展起到了巨大的推动作用。

鉴于此, 本刊特别策划“食品加工工艺优化及应用研究”专题, 主要围绕加工工艺优化(提取工艺优化、配方优化、纯化优化、制备优化、响应面法优化等)、食品加工的综合利用及评价等问题展开讨论, 计划在 2021 年 2/3 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编国家食品安全风险评估中心 吴永宁 研究员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, 综述及研究论文均可。请在 2021 年 1 月 30 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, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题食品加工工艺优化及应用研究):

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者

登录-注册投稿-投稿栏目选择“2020 专题: 食品加工工艺优化及应用研究”)

邮箱投稿: E-mail: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)(备注: 食品加工工艺优化及应用研究专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部