

# 液相色谱-串联质谱法测定鳗鱼中甲苯咪唑含量的 不确定度评定

张信仁\*, 唐庆强, 张 云

(三明出入境检验检疫局, 三明 365000)

**摘要:** **目的** 探讨液相色谱-串联质谱法(LC-MS/MS)测定鳗鱼中甲苯咪唑含量的不确定度评价方法。**方法** 根据 JJF1059.1-2012《测量不确定度的评定与表示》, 参考《化学分析中不确定度的评定的评估指南》及《实用测量不确定度评定》等相关理论, 对测定过程中甲苯咪唑含量、样品定容体积、样品称量质量、称量样品稀释、样品重复性等引入的不确定度分量进行评定, 评定鳗鱼中甲苯咪唑残留量测定的不确定度。**结果** 测定结果合成不确定度为  $1.6 \times 10^{-4}$  mg/kg, 扩展不确定度为  $3.2 \times 10^{-4}$  mg/kg。**结论** 建立的不确定度评定方法适用于 LC-MS/MS 法测定鳗鱼中甲苯咪唑残留量的不确定度评定。

**关键词:** 鳗鱼; 甲苯咪唑; 残留量; 测定; 不确定度

## Uncertainty analysis on determination of the content of mebendazole in eel by liquid chromatography-mass spectrometry/mass spectrometry

ZHANG Xin-Ren\*, TANG Qing-Qiang, ZHANG Yun

(Sanming Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Sanming 365000, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the method that uncertainty evaluation of the determination of mebendazole content in eel by liquid chromatography-mass spectrometry/mass spectrometry (LC/MS/MS). **Methods** Based on JJF 1059.1-2012 *Evaluation and expression of uncertainty in measurement, Guidance on evaluating the uncertainty in chemical analysis* and *The practical measurement uncertainty evaluation* and other related theory, the uncertainty component that content of mebendazole, constant volume, mass, and the diluent and repetition for the sample were evaluated in the process of determination. Then uncertainty measurement of mebendazole residues in eel was evaluated. **Results** The results showed that the combined uncertainty of mebendazole residues in eel was  $1.6 \times 10^{-4}$  mg/kg, the expanded uncertainty was  $3.2 \times 10^{-4}$  mg/kg. **Conclusion** This uncertainty evaluation method is suitable for determination of mebendazole residues in eel by LC-MS/MS.

**KEY WORDS:** eel; mebendazole; residue; measurement; uncertainty

基金项目: 福建出入境检验检疫局科技计划项目(FK2013-015)

**Fund:** Supported by Fujian Entry-Exit Inspection and Quarantine Technology Projects Fund (FK2013-015)

\*通讯作者: 张信仁, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量安全控制和管理, 药残检测。E-mail: smzhxr@126.com

\*Corresponding author: ZHANG Xin-Ren, Senior Engineer, Sanming Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Inspection and Quarantine Building, DonQian Road, Meilie District, Sanming, 365000, Fujian, P.R.China. E-mail: smzhxr@126.com

## 1 引言

测量不确定度是测量不确定性的一种度量,是表征合理的赋予被测量值的分散性、是与测量结果相联系的参数、是评定测量水平的指标、是判定测量结果可靠程度的依据,对检测实验室测量结果的质量评价越来越重要。ISO等7个国际组织于1993年联合发布《测量不确定度表示指南》, (简称GUM), ISO/IEC 17025-2005明确规定,检测实验室应具有并应用评定测量不确定度的程序<sup>[1]</sup>。

甲苯咪唑既是一种人用药,也是一种兽用药,适合作为控制动物及鱼体消化道寄生虫病的药物。在水产养殖的过程中常会用来杀死水产当中的环虫类。甲苯咪唑是苯并咪唑的衍生物,是苯并咪唑类广谱抗原虫、蠕虫药,是抗寄生虫的合成药物,其安全性受到极大关注。国内外对甲苯咪唑的残留均提出限量要求,日本肯定列表规定是20 μg/kg。我国鳊鱼产品主要出口日本,因此,鳊鱼中甲苯咪唑含量检测结果的不确定度评定尤为重要。一方面可以明确地评判测量结果是否符合限量标准,另一方面可以了解导致测量数据离散的原因,为正确评价和使用检测数据提供科学依据。本研究根据《测量不确定度的评定与表示》<sup>[2]</sup>,《化学分析中不确定度的评定的评估指南》<sup>[3]</sup>及《实用测量不确定度评定》<sup>[4]</sup>等相关理论,分析鳊鱼中甲苯咪唑残留量测定过程的不确定度因素,评定鳊鱼中甲苯咪唑残留量测定的不确定度。

## 2 材料与方法

### 2.1 试剂与仪器

甲苯咪唑标准品(纯度99.5%±1.0%,德国DR公司);乙酸乙酯(纯度99.5%,西陇化工股份公司);正己烷(纯度95.0%,西陇化工股份公司)均为分析纯试剂,乙腈、甲醇(纯度99.9%,德国默克公司)均为色谱纯级试剂。

API3200液质联用仪, 带电喷雾离子源(ESI源), 正离子监测模式(美国AB Sciex公司); 电子天平(I级, 分辨率为0.0001 g, 最大允许误差为±0.05 mg, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司)。

### 2.2 测定方法

依据标准: GB/T 22955-2008 河豚鱼、鳊鱼和烤鳊中苯并咪唑类药物残留量的测定 液相色谱-质谱/

### 质谱法

方法原理: 试样在碱性条件下以乙酸乙酯提取、离心、浓缩后, 残渣以乙腈-盐酸(0.1 mol/L)溶液溶解, 正己烷脱脂, 经混合型强阳离子固相萃取柱(MCX)净化, 样品溶液供液相色谱-串联质谱仪检测, 外标峰面积法定量。

#### 2.2.1 样品测定

称取2.0 g样品(精确到0.01 g)加入20 mL乙酸乙酯、0.15 mL 50% 氢氧化钾(KOH)溶液、1 mL 1% 2,6-二叔丁基对甲酚(butylated hydroxytoluene, BHT)溶液, 超声振荡5 min, 均质30 s, 离心5 min, 上清液转鸡心瓶, 重复一次, 合并提取液, 38 °C旋蒸, 浓缩至干; 残渣用1.5 mL乙腈溶解, 加1.5 mL 0.1 mol/L盐酸溶液混匀, 加5 mL正己烷脱脂(重复一次), 离心5 min, 去除正己烷层, 再加入3.0 mL 0.1 mol/L盐酸溶液混匀, 过MCX柱, (柱子要用甲醇及0.1 mol/L盐酸溶液活化)。用15 mL 10%氨水乙腈溶液洗脱, 38 °C旋蒸、浓缩至干, 最后残渣用0.5 mL乙腈洗脱, 加1.5 mL 0.025 mol/L乙酸铵溶液混匀, 吸取100 μL该液, 加入1900 μL乙腈:水(V:V=1:4), 混匀后过0.22 μm有机滤膜, 待测。

#### 2.2.2 数学模型

$$\text{测量结果计算公式为: } X = c \times \frac{V}{m} \times k \quad (1)$$

其中:

$X$  - 样品中甲苯咪唑的含量, μg/kg;

$c$  - 由标准曲线得出的样液中甲苯咪唑的浓度, ng/mL;

$V$  - 样品定容体积, mL;

$m$  - 样品质量, g。

$k$ —稀释倍数

测量不确定度数学模型同(1)

#### 2.2.3 不确定度来源分析

从测定过程和数学模型可以看出, 影响鳊鱼中甲苯咪唑含量的不确定度分量有: 样品溶液中甲苯咪唑含量的不确定度  $u_{\text{rel}}(c_{\text{标}})$ ; 样品定容体积的不确定度  $u_{\text{rel}}(V)$ ; 样品称量质量的不确定度  $u_{\text{rel}}(m)$ ; 样品稀释引入的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(\text{dil})$ ; 样品重复性分析的不确定度  $u_{\text{rel}}(\text{rep})$ 。由于上述几项不确定度分量相互独立, 因此其传播定律为:

$$u_{\text{rel}}^2(c) = u_{\text{rel}}^2(c_{\text{标}}) + u_{\text{rel}}^2(V) + u_{\text{rel}}^2(m) + u_{\text{rel}}^2(\text{dil}) + u_{\text{rel}}^2(\text{rep}) \quad (2)$$

样品溶液中实际甲苯咪唑含量的不确定度与标准曲线变动性的不确定度、甲苯咪唑标准溶液和配置

标准工作溶液的不确定度、仪器波动性等有关。样品定容体积的不确定度与定容用容量瓶体积的不确定度、定容变动性的不确定度等有关。样品称量质量的不确定度与天平准确性和称量过程变动性有关。样品稀释引入的相对标准不确定度与移液器和移液管引入的不确定度有关。样品重复性分析的不确定度指同一个样品在重复条件下进行多次测量产生的不确定度。

本实验采用外标法定量, 不确定度来源除了上述几项, 实验中应考虑温度对不确定度产生的影响, 但是由于本实验是在接近 20 °C 的条件下完成的, 经测算温度条件对不确定度产生的影响很小, 所以不考虑温度条件对不确定度产生的影响。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 不确定度各分量计算

##### 3.1.1 甲苯咪唑的浓度引入的相对标准不确定度 $u_{rel}(c_{标})$ 的计算

样液中甲苯咪唑的浓度由标准曲线求得, 引入的相对不确定度包含标准使用液配制过程中的不确定度  $u(c_{标配})$  和标准工作曲线的不确定度  $u(c_{曲线})$ 。

##### (1) 标准使用液配制过程中相对标准不确定度 $u(c_{标配})$

标准使用液配制: 用十万分之一的天平, 称取甲苯咪唑标准物质 0.0100 g, 用色谱级甲醇溶解并定容于 100 mL 容量瓶中, 配得浓度为 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的标准储备液; 用 1 mL 移液器吸取 1.0 mL 该储备液, 用甲醇定容至 100 mL, 配得浓度为 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的标准使用液。

标准使用液配制过程中相对不确定度主要影响因素有: 标准品相对不确定度  $u_{1rel}(c_{标配})$ , 称量标准品所使用的天平引起的相对不确定度  $u_{2rel}(c_{标配})$ ; 配制标准使用液时所用 1 mL 移液器引入的相对不确定度  $u_{3rel}(c_{标配})$ ; 配制标准使用液时所用 100 mL A 级单标容量瓶引入的相对不确定度  $u_{4rel}(c_{标配})$ 。标准使用液配制过程中相对不确定度  $u_{rel}(c_{标配})$  的数学模型为:

$$u_{rel}(c_{标配}) = \sqrt{\sum_{i=1}^4 u_{rel}^2(c_{标配})} \quad (3)$$

在甲苯咪唑标准品证书上查得其纯度为 (99.5 $\pm$ 1.0)%。在 99.5% 置信区间内, 包含因子  $k=2$ 。甲苯咪唑标准品纯度引入的相对不确定度为:

$$u_{1rel}(c_{标}) = \frac{1.0\%}{2 \times 99.5\%} = 0.005$$

称量标准品所用的天平, 其仪器计量校准证书上给出扩展不确定度  $U=0.3 \text{ mg}$ ,  $k=2$ 。标准称样量为 0.0101 g。则称量标准品时天平引入的相对不确定度为:

$$u_{2rel}(c_{标}) = \frac{0.0003}{2 \times 0.0101} = 0.015$$

根据 1 mL 移液器计量校准证书标明其扩展不确定度为  $U=0.4 \mu\text{L}$ , ( $k=2$ ), 则:

$$u_{3rel}(c_{标配}) = \frac{0.0004}{2 \times 1.00} = 0.0002$$

根据 A 级 100 mL 容量瓶计量检定证书, 100 mL 容量瓶(A 级), 20 °C 最大允许误差为  $\pm 0.10 \text{ mL}$ , 按均匀分布,  $k=\sqrt{3}$ , 则 100 mL 容量瓶(A 级)的标准不确定度为:  $\frac{0.10}{\sqrt{3}} = 5.8 \times 10^{-2}$ , 合成 100 mL 容量瓶(A 级,

使用 2 次)的相对标准不确定度为:

$$u_{4rel}(c_{标}) = \frac{\sqrt{2 \times 0.058^2}}{100} = 8.2 \times 10^{-4}$$

综合以上, 标准使用液配制过程中相对不确定度  $u_{rel}(c_{标配})$  根据公式(3)

$$u_{rel}(c_{标配}) = \sqrt{\sum_{i=1}^4 u_{rel}^2(c_{标配})} =$$

$$\sqrt{0.005^2 + 0.015^2 + 0.0002^2 + 0.00082^2} = 0.016$$

##### (2) 标准工作曲线引入的不确定度 $u(c_{曲线})$

标准工作曲线 10、20、50、100、200 ng/mL, 配制方法为:

200.0 ng/mL: 用 2 mL 移液管吸取 2.0 mL 浓度为 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的标准使用液, 用流动相定容至 10 mL;

100.0 ng/mL: 用 1 mL 移液器吸取 1.0 mL 浓度为 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的标准使用液, 用流动相定容至 10 mL;

50.0 ng/mL: 用 1 mL 移液器吸取 0.5 mL 浓度为 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的标准使用液, 用流动相定容至 10 mL;

20.0 ng/mL: 用 1 mL 移液器吸取 0.2 mL 浓度为 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的标准使用液, 用流动相定容至 10 mL;

10.0 ng/mL: 用 1 mL 移液器吸取 0.1 mL 浓度为 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的标准使用液, 用流动相定容至 10 mL;

配制标准工作曲线引入的不确定度主要有: 配制标准工作曲线时用到的 1 mL 移液器、2 mL 移液管引入的不确定度  $u(1c_{曲线})$  和 10 mL 容量瓶(A 级)引入的不确定度  $u(2c_{曲线})$ 。根据计量校准证书标示: 2 mL 移液管, A 级, 最大允许误差为  $\pm 0.010 \text{ mL}$ , 按均匀分

布,  $k=\sqrt{3}$ ; 1 mL 移液器计量校准证书扩展不确定度为  $U=0.4 \mu\text{L}$  ( $k=2$ ), 各浓度对应不确定度为:

$$200.0 \text{ ng/mL}: \frac{0.010}{2 \times \sqrt{3}} = 0.0029$$

$$100.0 \text{ ng/mL}: \frac{0.0004}{2 \times 1.00} = 0.0002$$

$$50.0 \text{ ng/mL}: \frac{0.0004}{2 \times 0.50} = 0.0004$$

$$20.0 \text{ ng/mL}: \frac{0.0004}{2 \times 0.20} = 0.001$$

$$10.0 \text{ ng/mL}: \frac{0.0004}{2 \times 0.10} = 0.002$$

标准工作曲线由 1、2 mL 移液器引入的不确定度  $u(1c_{\text{曲线}})$

$$u(1c_{\text{曲线}}) = \sqrt{0.0029^2 \times 0.0002^2 + 0.0004^2 + 0.001^2 + 0.002^2} = 0.0037$$

10 mL 容量瓶(A 级)引入的相对不确定度: 根据 JJG 196-2006 规定<sup>[5]</sup>, 10 mL 容量瓶(A 级), 20 °C 最大允许误差为  $\pm 0.015 \text{ mL}$ , 按均匀分布,  $k=\sqrt{3}$ , 则 10 mL 容量瓶(A 级)的标准不确定度为:  $\frac{0.015}{\sqrt{3}} = 8.7 \times 10^{-3}$ ,

10 mL 容量瓶(A 级)使用 5 次:

$$u(2c_{\text{曲线}}) = \frac{\sqrt{5 \times 0.0087^2}}{10} = 0.0019$$

甲苯咪唑标准工作曲线引入的不确定度合成

$$u(c_{\text{曲线}}) = \sqrt{u^2(1c_{\text{曲线}}) + u^2(2c_{\text{曲线}})} = \sqrt{0.0037^2 + 0.0019^2} = 0.0042$$

甲苯咪唑的浓度引入的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(c_{\text{样}})$  为:

$$u_{\text{rel}}(c_{\text{样}}) = \sqrt{u^2 \text{rel}(c_{\text{标}}) + u^2(c_{\text{曲线}})} = \sqrt{0.016^2 + 0.0042^2} = 0.017$$

3.1.2 称样引入的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(m)$

本实验中鳗鱼样品称样量为 2.00 g, 称样天平的扩展不确定度  $U = 0.6 \text{ mg}$  ( $k=2$ )。则称样天平所引入的相对标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(m) = \frac{0.6 \times 10^{-3}}{2 \times 2.00} = 1.5 \times 10^{-4}$$

3.1.3 样品定容引入的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(V)$

净化后的样液经旋转蒸发至干后, 用 1 mL 移液器吸取 0.5 mL 乙腈洗脱, 用 2 mL 移液管加 1.5 mL 0.025 mol/L 乙酸铵溶液混匀定容, 因此样品定容引入的相对标准不确定度主要来源于 1 mL 移液器  $u_{\text{rel}}(v1)$  和 2 mL 移液管  $u_{\text{rel}}(v2)$  引入的不确定度。

$$u_{\text{rel}}(v1) = \frac{0.0004}{2 \times 0.50} = 0.0004$$

$$u_{\text{rel}}(v2) = \frac{0.010}{1.5 \times \sqrt{3}} = 0.0038$$

$$u_{\text{rel}}(V) = \sqrt{u^2(v1) + u^2(v2)} = \sqrt{0.0004^2 + 0.0038^2} = 0.0038$$

3.1.4 样品稀释过程引入的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(dil)$

在试样定容后, 用 1 mL 移液器吸取 100  $\mu\text{L}$  该定容液, 用 2 mL 移液管加入 1900  $\mu\text{L}$  乙腈:水( $V:V=1:4$ )混匀后过 0.22  $\mu\text{m}$  滤膜, 待测。因此, 稀释过程引入的不确定度主要来源于 1 mL 移液器  $u_{\text{rel}}(dil1)$  和 2 mL 移液管  $u_{\text{rel}}(dil2)$  引入的不确定度。

$$u_{\text{rel}}(dil1) = \frac{0.0004}{2 \times 0.10} = 0.0002$$

$$u_{\text{rel}}(dil2) = \frac{0.010}{1.9 \times \sqrt{3}} = 0.003$$

$$u_{\text{rel}}(dil) = \sqrt{u^2(dil1) + u^2(dil2)} = \sqrt{0.0002^2 + 0.003^2} = 0.0036$$

3.1.5 重复测量引入的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(rep)$

重复测量引入的不确定度主要由样品溶液重复进样引入, 对鳗鱼样品根据本检测方法进行重复测量 6 次, 测试结果分别为 0.0083、0.0081、0.0079、0.0080、0.0083、0.0079 mg/kg, 则其平均值  $\bar{X} = 0.0081 \text{ mg/kg}$ , 标准差  $S(\bar{X}) = 1.84 \times 10^{-4} \text{ mg/kg}$ ,  $RSD = \frac{s(\bar{X})}{\bar{X}} \times 100 = 2.27\%$

$$\text{则: } u_{\text{rel}}(rep) = \frac{RSD}{\sqrt{n}} = \frac{0.0227}{\sqrt{6}} = 0.0093$$

## 3.2 合成不确定度和扩展不确定度

### 3.2.1 合成不确定度

把上述各值代入(2)式, 甲苯咪唑测量结果的合成相对标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(c) = [u^2_{\text{rel}}(c_{\text{标}}) + u^2_{\text{rel}}(V) + u^2_{\text{rel}}(m) + u^2_{\text{rel}}(dil) + u^2_{\text{rel}}(rep)]^{1/2} = \sqrt{0.017^2 \times 0.0038^2 + 0.00015^2 + 0.0036^2 + 0.0093^2} = 0.02$$

$$\text{合成不确定度为: } u(c) = u_{\text{rel}}(c) \times \bar{X} = 1.6 \times 10^{-4}$$

### 3.2.2 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ , 其扩展不确定度为:  $U = 2 \times 1.6 \times 10^{-4} = 0.00032 \text{ mg/kg}$

## 4 结论

本文结合检验方法和实际操作情况, 按照 GB/T 22955-2008 标准, 采用 LC-MS/MS 法测定鳗鱼中甲苯咪唑含量, 根据测量不确定度的评定理论<sup>[2-9]</sup>, 参

考其他同行对水产品中药物残留进行的不确定度评价和分析<sup>[10-15]</sup>, 分析整个测定过程的不确定度来源及其对测量结果的影响, 通过建立有效数学模型, 对各种不确定度分量进行定量, 利用相对标准不确定度进行分布计算和整体合成, 为 LC-MS/MS 法测量不确定度评价方法提供参考模式。

由不确定度评定过程可知, 影响鳗鱼中甲苯咪唑含量测量不确定度的主要来源为标准系列溶液的配制、标准工作曲线的变动性以及样品重复分析产生的不确定度。因此, 在日常检测中必须准确配置标准工作溶液, 检测过程中必须保持仪器的最佳工作状态, 测量过程还要注意样品的平行性问题, 如称样量尽可能一致、定容体积尽量缩小偏差、实验环境尽量保持一致以及适当增加测量样品的次数来剔除一些不合理的测量数据等。

#### 参考文献

- [1] ISO/IEC 17025-2005 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories [S].
- [2] 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].
- [3] 中国实验室国家认可委员会. 化学分析中不确定度的评估指南[M]. 北京: 中国计量出版社, 2002 .  
China National Approval Committee Lab. Evaluation of uncertainty in chemical analysis guide [M]. Beijing: China metrology publishing house, 2002.
- [4] 倪育才. 实用测量不确定度评定[M]. 北京: 中国计量出版社, 2004 .  
Ni YC. Practical measurement uncertainty evaluation [M]. Beijing: China Metrology Publishing House, 2004.
- [5] GJJ196-2006 常用玻璃量具检定规程[S].  
GJJ 196-2006 commonly used measuring glass verification regulations [S].
- [6] 曹宏燕. 分析测试中测量不确定度及评定 第一部分 测量不确定度概述[J]. 冶金分析, 2005, 24(1): 77-81.  
Cao HY. The analysis of uncertainty of measurement in testing and evaluation the first part of measurement uncertainty overview [J]. J Metall Anal, 2005, 24(1): 77-81
- [7] 曹宏燕. 分析测试中测量不确定度及评定 第二部分 测量不确定度评定的基本方法[J]. 冶金分析, 2005, 25(2): 84-87  
Cao HY. The analysis of uncertainty of measurement in testing and evaluation the second part of the basic method of measurement uncertainty evaluation [J]. J Metall Anal, 2005, 25(2): 84-87.
- [8] 曹宏燕. 分析测试中测量不确定度及评定 第三部分 分析测试中主要不确定度分量的评定[J]. 冶金分析, 2005, 25 (3) : 82-87.  
Cao HY. The analysis of uncertainty of measurement in testing and evaluation In the third part analysis the main evaluation of uncertainty components [J]. J Metall Anal, 2005, 25(3) : 82-87.
- [9] 魏吴. 化学分析中不确定度的评估指南[M]. 北京: 中国计量出版社, 2002 .  
Wei W. Evaluation of uncertainty in chemical analysis guide [M]. Beijing: China Metrology Publishing House, 2002.
- [10] 李娜, 马修水, 李桂华. 测量不确定度及测量不确定度评定综述[J]. 安徽电子信息职业技术学院学报, 2008, (3): 52-53 .  
Li N, Ma XS, Li GH. Measurement uncertainty and measurement uncertainty evaluation [J]. J Anhui Tech Coll Electron Inform, 2008, (3): 52-53.
- [11] 曹爱英, 吴成业, 刘海新. 水产品中甲苯咪唑测定方法的研究 [J]. 上海海洋大学学报, 2009,18(1): 72-76.  
Cao AY, Wu CY, Liu HX. The study of the determination method of mebendazole in aquatic products [J]. J Ocean Univ Shanghai, 2009, 18 (1): 72-76.
- [12] 魏博娟, 吴成业, 钱卓真, 等. 液质联用法测定水产品中喹诺酮类药物残留量不确定度的评定 [J]. 南方水产科学, 2012, 8 (3): 59-64.  
Wei BJ, Wu CY, Qian ZZ, *et al.* Liquid mass determination of quinolones residues in aquatic products of uncertainty evaluation [J]. J Southern Aquat Sci, 2012, 8(3): 59-64.
- [13] 曹爱英, 张园, 赵春晖, 等. 液质联用法测定水产品中泰乐霉素含量不确定度评价[J]. 中国渔业质量与标准, 2013, 3(4): 21-24.  
Cao AY, Zhang Y, Zhao CH, *et al.* Uncertainty evaluation for determination of tylosin residue in aquatic products by HPLC-MS/MS [J]. Chin Fish Qual Stand, 2013, 3(4): 21-24.
- [14] 何太喜, 段兵, 张文. 液相色谱-串联质谱法测定鳗鱼肉中硝基咪唑类药物代谢物残留量不确定度分析[J]. 分析试验室 2009, 28(12): 281-284.  
He TX, Duan B, Zhang W. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry determination of nitrofurans drug metabolite residues in eel meat uncertainty analysis [J]. J Anal Lab, 2009, 28(12): 281-284.
- [15] 常晨阳, 王碧生, 方成俊, 等. LC-MS/MS 法测定动物源食品

中呋喃西林代谢物不确定度的评定[J]. 现代农业科技, 2014, (12): 274, 276

Chang CY, Wang BS, Fang CJ, *et al.* Uncertainty evaluate of determining furacilin metabolites in animal origin food by LC-MS/MS [J]. Mod Agric Sci Technol, 2014, (12): 274, 276

(责任编辑: 李振飞)

## 作者简介



张信仁, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量安全控制和管理, 药残检测。  
E-mail: smzhxr@126.com

---

## “食品绿色加工”专题征稿

营养与健康的概念随着人们生活水平的提高越发受到消费者的重视, 消费者在关注食品的感官与风味的同时更加注重食品的营养和安全, 结合人们逐渐增强的环保意识, 在食品的加工过程中, 在保证食品的功能、质量、成本的同时, 综合考虑环境影响、食品安全和资源利用效率的现代加工模式成为了研究热点。

鉴于此, 本刊特别策划了“**食品绿色加工**”专题, 由**江南大学的杨瑞金教授**担任专题主编。杨教授现任江南大学食品学院教授、博士生导师、食品酶学方向学科带头人。同时兼任江南大学中国食品产业发展战略研究中副主任、江苏省高校青蓝工程中青年学术带头人、国家发展改革委员会产业司轻纺工业专家、中国农学会农产品贮藏加工分会理事、中国食品科学技术学会非热加工分会副理事长。本专题主要围绕**食品生物加工和食品物理加工**等方面或者您认为在食品绿色加工方面有意义的内容进行论述, 计划在**2015年6月**出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊编辑部及**杨瑞金教授**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、实验报告、研究论文均可, 请通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)

E-mail: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)

《食品安全质量检测学报》编辑部