

# 不同方法检测食品中对羟基苯甲酸酯类防腐剂

刘 星<sup>1</sup>, 谢 鹏<sup>2</sup>, 廖夏云<sup>3</sup>, 邓玉秀<sup>1</sup>, 冯 婷<sup>1</sup>, 陈宁周<sup>1</sup>, 杨 黎<sup>1\*</sup>

(1. 广西-东盟食品检验检测中心, 南宁 530021; 2. 广西食品药品检验所, 南宁 530021;  
3. 广西中医药大学药学院, 南宁 530021)

**摘 要:** **目的** 建立高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)检测对羟基苯甲酸酯类防腐剂的方法。**方法** 采用高效液相色谱法对样品中对羟基苯甲酸酯类进行测定, 并比较此方法与标准中规定的气相色谱(gas chromatography, GC)法之间的差异。**结果** 气相色谱法和液相色谱法测定对羟基苯甲酸酯类线性范围均良好, 气相色谱法加标回收率在 82.3%~111.3%之间, 相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)在 1.8%~5.2%之间, 高效液相色谱法加标回收率在 85.4%~107.0%之间, RSD 在 0.2%~0.6%之间, 且高效液相色谱法中对羟基苯甲酸甲酯类的检出限分别为 0.04、0.06、0.09、0.16 mg/kg, 定量限分别为 0.1、0.2、0.3、0.5 mg/kg, 均低于气相色谱法的检出限和定量限。**结论** HPLC 法具有简单快速、灵敏度高等优点, 能够满足饮料类食品检测及安全的需要, 为防腐剂的检测提供了实用的技术手段。

**关键词:** 高效液相色谱法; 气相色谱法; 防腐剂; 对羟基苯甲酸酯

## Determination of paraben preservatives in food by different methods

LIU Xing<sup>1</sup>, XIE Peng<sup>2</sup>, LIAO Xia-Yun<sup>3</sup>, DENG Yu-Xiu<sup>1</sup>, FENG Ting<sup>1</sup>, CHEN Ning-Zhou<sup>1</sup>, YANG Li<sup>1\*</sup>

(1. Guangxi-Asean Food Inspection Center, Nanning 530021, China; 2. Guangxi Institute for Food and Drug Control, Nanning 530021, China; 3. College of Pharmacy, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530021, China)

**ABSTRACT: Objective** To establish a method for the determination of p-hydroxybenzoic acid ester preservatives by high performance liquid chromatography (HPLC). **Methods** HPLC method was used to determine paraben, and was compared with the gas chromatography (GC) method specified in the standard. **Results** The linear range of paraben was good by GC and HPLC. The standard recovery rate of GC ranged from 82.3% to 111.3% with the RSD of 1.8% to 5.2%. While the standard recovery rate of HPLC ranged from 85.4% to 107.0% with the RSD of 0.2% to 0.6%. The detection limits of paraben in HPLC were 0.04, 0.06, 0.09, 0.16 mg/kg, and the quantitative limits were 0.1, 0.2, 0.3, 0.5 mg/kg, which were all lower than those of GC. **Conclusion** The determination of paraben by HPLC has the advantages of simple, fast and high sensitivity, which can meet the needs of food detection and safety, and provides practical technical means for the detection of preservatives.

**KEY WORDS:** high performance liquid chromatography; gas chromatography; preservatives; paraben

基金项目: 广西-东盟食品药品安全检验检测中心 2019 年科研项目(KY201904)

Fund: Supported by Guangxi-Asean Food and Drug Safety Inspection and Testing Center 2019 Research Project (KY201904)

\*通讯作者: 杨黎, 硕士研究生, 主管药师, 主要研究方向为食品质量与安全。E-mail: 419827485@qq.com

\*Corresponding author: YANG Li, Master, Pharmacist, Guangxi-Asean Food Inspection Center, Nanning 530021, China. E-mail: 419827485@qq.com

## 1 引言

食品安全一直是人们关心的热点问题。随着食品行业的快速发展, 食品添加剂超限量使用问题日益突出<sup>[1,2]</sup>。长期食用含非法添加剂的食物会危害健康, 例如长期低剂量摄入偶氮类合成色素存在着使人致畸、致癌的可能性, 会影响儿童智力发育; 长期摄入过量的防腐剂, 可能会在一定程度上抑制人体骨骼生长, 造成肾脏、肝脏损伤; 大量摄入甜味剂可能会引起血小板减少, 容易导致急性大出血等<sup>[3-7]</sup>。本实验选择市售橙汁饮料作为样品, 其保存一般包括冻藏、冷藏、防腐剂, 但冻藏冷藏成本较高, 市售橙汁大多以添加防腐剂, 以抑制耐热霉菌孢子、酵母菌和耐热乳酸菌, 延长其保存期<sup>[8,9]</sup>。对羟基苯甲酸酯类是橙汁中常添加的一类防腐剂。对羟基苯甲酸酯类又叫尼泊金酯, 是 1924 年发现的一种抗菌物, 1932 年作为食品防腐剂使用, 其用量少、安全性好, 且具有广泛的抑菌作用及稳定性, 能在较宽的 pH 值 (4~8) 内及在较长时间内起到很好的抗菌作用<sup>[10,11]</sup>。GB 2760-2014《食品添加剂使用标准》<sup>[12]</sup>规定的安全添加范围内的食品级防腐剂不会导致安全问题, 但是如果使用量超出规定的安全范围, 则可能影响消费者的健康。因此, 严格控制食品中对羟基苯甲酸酯类防腐剂的添加量, 对防止食品安全事故具有重要意义。

GB 5009.31-2016《食品中对羟基苯甲酸酯类的测定》<sup>[13]</sup>对食品中对羟基苯甲酸酯类的检测采用气相色谱法, 其方法的前处理过程复杂, 样品基质的影响较大, 检测效率不高, 因此, 开发一种可快速、准确和高灵敏度检测对羟基苯甲酸酯类防腐剂的方法十分必要。本文旨在相应标准的基础上, 采用高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)对市售橙汁样品中对羟基苯甲酸酯类进行测定, 比较此方法与标准规定方法之间的差异, 以期简化并提高对羟基苯甲酸酯类防腐剂的检测效率提供理论和实践参考。

## 2 材料与方法

### 2.1 仪器与试剂

GC-2010plus 气相色谱系统, 配有氢火焰离子化检测器(日本岛津公司); Waters e2695 高效液相色谱系统, 配有二级阵列管检测器(美国 Waters 公司); BUCHI R-100 旋转蒸发仪(瑞士布琦公司)。

对羟基苯甲酸甲酯(含量 99.9%)、对羟基苯甲酸乙酯(含量 99.8%)、对羟基苯甲酸丙酯(含量 98.0%)(美国 Stanford Chemicals 公司); 对羟基苯甲酸丁酯(含量 99.8%)(德国 Dr.Ehrenstyofer GmbH 公司); 乙酸铵(分析纯)、乙腈(色谱纯)(美国 Merck 公司)。

### 2.2 实验方法

#### 2.2.1 溶液配制

对羟基苯甲酸酯类标准储备液(1 mg/mL): 准确称

取对羟基苯甲酸甲酯、对羟基苯甲酸乙酯、对羟基苯甲酸丙酯、对羟基苯甲酸丁酯标准物质, 分别置于 50 mL 容量瓶中, 用无水乙醇溶解并定容, 摇匀即得对羟基苯甲酸酯类标准品储备液。储备液浓度分别为: 对羟基苯甲酸甲酯 1.0918 mg/mL、对羟基苯甲酸乙酯 1.1080 mg/mL、对羟基苯甲酸丙酯 1.8179 mg/mL、对羟基苯甲酸丁酯 1.1041 mg/mL。

对羟基苯甲酸酯类标准使用液(200  $\mu$ g/mL): 分别准确吸取标准储备液 10.0 mL 于 50 mL 容量瓶中, 用无水乙醇稀释, 定容至刻度, 摇匀即得对羟基苯甲酸酯类标准品使用液。

对羟基苯甲酸酯类标准工作液 1~6 分别准确吸取标准使用液 0.2、0.5、1.0、2.5、5.0、10.0 mL 分别置于 10 mL 容量瓶中, 用无水乙醇稀释并定容, 摇匀即得浓度为 4、10、20、50、100、200  $\mu$ g/mL 的标准工作液 1~6。

#### 2.2.2 样品前处理

##### (1) 气相色谱样品前处理

精确称取 5 g 试样于小烧杯中, 并转移至 125 mL 分液漏斗中, 用 10 mL 饱和氯化钠溶液分次洗涤小烧杯, 合并洗涤液于 125 mL 分液漏斗, 加入 1 mL 盐酸酸化, 摇匀, 分别以 75、50、50 mL 无水乙醚提取 3 次, 每次 2 min, 放置片刻, 弃去水层, 合并乙醚层, 于 250 mL 分液漏斗中, 加入 10 mL 饱和氯化钠溶液洗涤 1 次, 再分别以碳酸氢钠溶液 30、30、30 mL 洗涤 3 次, 弃去水层。用滤纸吸去漏斗颈部水分, 将有机层经过无水硫酸钠(约 20 g)滤入浓缩瓶中, 再旋转蒸发仪上浓缩至近干, 用氮气除去残留溶剂, 准确加入 2.0 mL 无水乙醇溶解残留物, 供气相色谱用。

##### (2) 液相色谱样品前处理

精密称取 5 g 混匀样品, 置于 50 mL 具塞离心管中, 20% 甲醇 20 mL, 加入 2 mL 亚铁氰化钾, 混匀, 再加入 2 mL 乙酸锌溶液混匀, 超声提取 10 min, 5000 r/min 离心 10 min, 将水相转移至 50 mL 容量瓶中, 于残渣中加 20% 甲醇 20 mL, 涡旋混匀后超声 10 min, 于 5000 r/min 离心 10 min, 将水相转移至同一 50 mL 容量瓶中, 并用水定容至刻度, 混匀。取上清液经 0.22  $\mu$ m 滤膜过滤, 滤液待上机分析。

#### 2.2.3 色谱条件

##### (1) 气相色谱条件

色谱柱: DB-5MS UI (30 m $\times$ 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m), Agilent; 载气: N<sub>2</sub>; 分流比 10:1; 流速: 30 cm/s; 进样量: 1  $\mu$ L; 柱温: 初始温度 100  $^{\circ}$ C, 保持 1 min, 以 10  $^{\circ}$ C/min 升至 170  $^{\circ}$ C, 以 30  $^{\circ}$ C/min 升至 170  $^{\circ}$ C, 保持 4 min。

##### (2) 高效液相色谱条件

色谱柱: Symmetry Shield TMRP18 (4.6 mm $\times$ 250 mm, 5  $\mu$ m), Waters; 流动相: 20 mmol/L 乙酸铵: 乙腈=55%: 45%; 流速: 1.000 mL/min; 柱温: (30 $\pm$ 5)  $^{\circ}$ C; 进样量: 10  $\mu$ L; 波长: 254 nm。

#### 2.2.4 计算公式

回收率(%)=(测得量-样品原有量)/标准品加入量 $\times$ 100%;

检出限(mg/kg)=3×标准品加入量/(取样量×信噪比);

定量限(mg/kg)=10×标准品加入量/(取样量×信噪比);

试样中对羟基苯甲酸含量(mg/kg)=(对羟基苯甲酸酯类的浓度×稀释倍数)/取样量。

### 3 结果与分析

#### 3.1 色谱图谱

采用 2.2.3 的色谱条件进行气相色谱和高效液相色谱分析,对羟基苯甲酸甲酯、对羟基苯甲酸乙酯、对羟基苯甲酸丙酯、对羟基苯甲酸丁酯均完全分离,其峰型良好,空白溶剂无干扰,结果见图 1、图 2。

#### 3.2 色谱图谱线性关系

##### 3.2.1 气相色谱标准曲线

将不同浓度的对羟基苯甲酸酯类标准溶液 1~6 分别加入气相色谱仪中,以浓度为横坐标,峰面积为纵坐标绘制标准曲线。在 4~200  $\mu\text{g/mL}$  的线性范围内,计算各成分的回归方程,结果见表 1。通过气相色谱分析,本方法在配制的各浓度范围内线性关系均良好,相关系数均大于 0.998,符合对羟基苯甲酸酯类的测定要求。

##### 3.2.2 高效液相色谱标准曲线

将不同浓度的对羟基苯甲酸酯类标准溶液 1~6 分别加入高效液相色谱仪中,以浓度为横坐标,峰面积为纵坐标绘制标准曲线。在 4~200  $\mu\text{g/mL}$  的线性范围内,计算各成分的回归方程,结果见表 2。通过高效液相色谱分析可知,在配制的各浓度范围内线性关系均良好,相关系数均大于 0.999,符合对羟基苯甲酸酯类的测定要求,且与气相色谱法中的结果比较,线性相关程度更好。

#### 3.3 检出限和定量限

##### 3.3.1 气相色谱标准检出限和定量限

称取样品 5 g,加入 1.0 mL 标准工作液 (4  $\mu\text{g/mL}$ ),按照 2.2.2 进行处理,作为检出限和定量限试液进行检测。把检出限和定量限试液加入气相色谱仪,以 3 倍信噪比计算目标组分的检出限,以 10 倍信噪比计算目标组分的定量限,结果见表 3。气相色谱法中对羟基苯甲酸甲酯、对羟基苯甲酸乙酯、对羟基苯甲酸丙酯、对羟基苯甲酸丁酯的检出限分别为 0.37、0.34、0.33、0.35 mg/kg,均低于食品安全国家标准 GB 5009.31-2016<sup>[13]</sup>中规定的 0.6 mg/kg。其定量限分别为 1.2、1.1、1.1、1.2 mg/kg,均低于国家标准规定的 2.0 mg/kg。

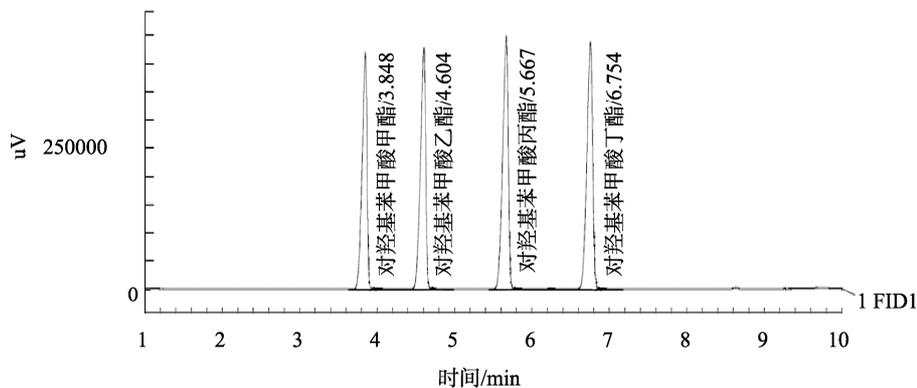


图 1 气相色谱图

Fig.1 Gas chromatogram

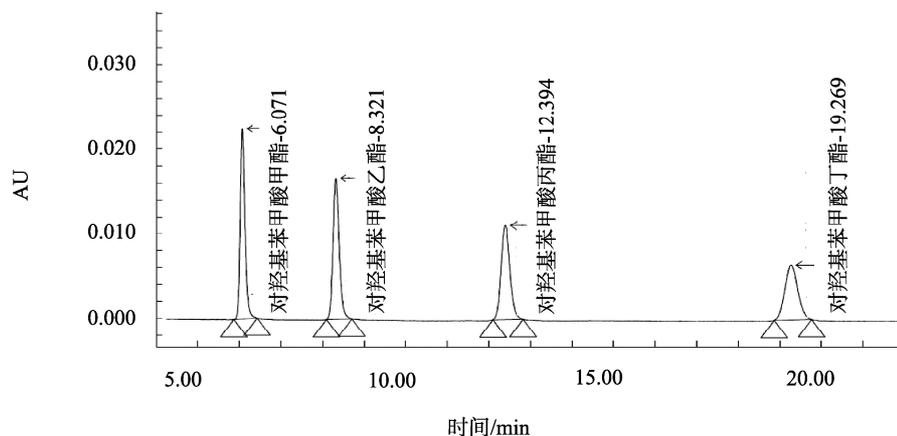


图 2 高效液相色谱图

Fig.2 High performance liquid chromatogram

表 1 气相色谱各成分线性关系和相关系数

Table 1 Linear relations and correlation coefficients in GC

名称	线性方程	相关系数 $r$
对羟基苯甲酸甲酯	$Y=8572.3X-21857$	0.9987
对羟基苯甲酸乙酯	$Y=9123.8X-20265$	0.9985
对羟基苯甲酸丙酯	$Y=10287X-24010$	0.9986
对羟基苯甲酸丁酯	$Y=10197X-22318$	0.9986

表 2 高效液相色谱各成分线性关系和相关系数

Table 2 Linear relations and correlation coefficients in HPLC

名称	线性方程	相关系数 $r$
对羟基苯甲酸甲酯	$Y=41462X-15126$	0.9998
对羟基苯甲酸乙酯	$Y=39778X-18188$	0.9998
对羟基苯甲酸丙酯	$Y=38667X-22961$	0.9998
对羟基苯甲酸丁酯	$Y=34040X-27919$	0.9999

表 3 气相色谱各成分检出限和定量限结果

Table 3 Detection limits and quantification limits in GC

名称	取样量/g	添加量/ $\mu\text{g}$	信噪比 $S/N$	检出限/(mg/kg)	定量限/(mg/kg)
对羟基苯甲酸甲酯	5	4.367	7.08	0.37	1.2
对羟基苯甲酸乙酯	5	4.423	7.81	0.34	1.1
对羟基苯甲酸丙酯	5	4.363	8.00	0.33	1.1
对羟基苯甲酸丁酯	5	4.416	7.58	0.35	1.2

表 4 高效液相色谱各成分检出限和定量限结果

Table 4 Detection limits and quantification limits in HPLC

名称	取样量/g	添加量/ $\mu\text{g}$	信噪比 $S/N$	检出限/(mg/kg)	定量限/(mg/kg)
对羟基苯甲酸甲酯	2.5	5.459	151.94	0.04	0.1
对羟基苯甲酸乙酯	2.5	5.529	111.81	0.06	0.2
对羟基苯甲酸丙酯	2.5	5.454	73.64	0.09	0.3
对羟基苯甲酸丁酯	2.5	5.521	40.71	0.16	0.5

### 3.3.2 高效液相色谱检出限和定量限

称取样品 2.5 g, 加入 0.5 mL 标准工作液 (10  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ), 按照 2.2.2 进行处理, 作为检出限和定量限试液进行检测。把检出限和定量限试液加入高效液相色谱, 以 3 倍信噪比计算目标组分的检出限, 以 10 倍信噪比计算目标组分的定量限, 结果见表 4。高效液相色谱法中对羟基苯甲酸甲酯、对羟基苯甲酸乙酯、对羟基苯甲酸丙酯、对羟基苯甲酸丁酯的检出限分别为 0.04、0.06、0.09、0.16 mg/kg; 定量限分别为 0.1、0.2、0.3、0.5 mg/kg。该方法的检出限和定量限均符合国家标准, 且其检出限和定量限均低于气相色谱法所测值。

## 3.4 回收率实验

### 3.4.1 气相色谱标准回收率

称取样品 12 份, 每份 5 g, 3 份加入标准工作液 6 (200  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 0.10 mL 作为低水平加标回收, 3 份加入 0.40 mL 作为中水平加标回收, 6 份加入 0.80 mL 作为高水平加标回收。按照 2.2.2 进行处理, 作为回收率试液进行检测。用气相色谱对空白基质中添加不同浓度的分析物进行回收率实验, 结果显示, 加标浓度从低到高分别为: 对羟基苯甲酸甲酯回收率值为 92.6%、111.3%、97.2%, 相对标

准偏差(relative standard deviation, RSD)值分别为 5.2%、3.8%、2.0%; 对羟基苯甲酸乙酯回收率值为 82.3%、102.0%、93.1%, RSD 值分别为 4.2%、3.3%、1.8%; 对羟基苯甲酸丙酯回收率值为 86.0%、99.4%、89.1%, RSD 值分别为 4.1%、3.2%、1.9%; 对羟基苯甲酸丁酯回收率值为 91.8%、101.6%、89.1%, RSD 值分别为 2.6%、4.3%、2.2%。结果显示, 气相色谱法中对羟基苯甲酸酯类的回收率在 82.3%~111.3%之间, RSD 在 1.8%~5.2%之间, 均满足实验要求。

### 3.4.2 高效液相色谱回收率

称取样品 12 份, 每份 2.5 g, 3 份加入标准工作液 6 (200  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 0.5 mL 作为低水平加标回收, 3 份加入 1 mL 作为中水平加标回收, 6 份加入 2.5 mL 作为高水平加标回收。按照 2.2.2 进行处理, 作为回收率试液进行检测。用高效液相色谱对空白基质中添加不同浓度的分析物进行回收率实验, 结果显示, 加标浓度从低到高分别为: 对羟基苯甲酸甲酯回收率值为 106.2%、100.1%、97.5%, RSD 值分别为 0.3%、0.4%、0.2%; 对羟基苯甲酸乙酯回收率值为 107.0%、99.1%、96.5%, RSD 值分别为 0.5%、0.3%、0.2%; 对羟基苯甲酸丙酯回收率值为 106.7%、94.6%、95.5%, RSD 值分

别为 0.3%、0.4%、0.2%；对羟基苯甲酸丁酯回收率值为 104.0%、85.4%、94.9%，RSD 值分别为 0.6%、0.6%、0.3%。结果显示，高效液相色谱法中对羟基苯甲酸酯类的回收率 85.4%~107.0%之间，RSD 在 0.2%~0.6%之间，均满足实验要求。

### 3.5 试样测定

将前处理好的样品分别加入气相色谱仪和高效液相色谱仪中，保留时间定性，得到相应峰面积，根据标准曲线计算待测液中组分浓度；试样响应值若超出标准曲线线性范围，气相色谱样品用无水乙醇稀释，高效液相色谱样品用 20%甲醇稀释再进样分析。结果显示，该样品在气相色谱法和高效液相色谱法中均未检出对羟基苯甲酸酯类物质，即说明该样品中无该类防腐剂。

## 4 结 论

食品添加剂的主要检测技术有紫外-可见分光光度法<sup>[14]</sup>、气相色谱法<sup>[15]</sup>、液相色谱法<sup>[16,17]</sup>、液相-质谱联用法<sup>[18,19]</sup>、气质联用法<sup>[20-22]</sup>等。本文探讨了通过高效液相色谱法检测果汁饮料中对羟基苯甲酸甲酯、对羟基苯甲酸乙酯、对羟基苯甲酸丙酯、对羟基苯甲酸丁酯 4 种对羟基苯甲酸酯类防腐剂的含量。样品用 20%甲醇提取，离心后过 0.22 μm 滤膜过滤，与国家标准推荐的气相色谱法相比，液相法前处理过程快捷简便，且有机试剂使用量少，环保节约，减少了化学试剂对人体潜在的健康危害，大大简化了样品的提取步骤，高效快捷。两种方法所得的工作曲线线性相关系数都在 0.99 以上，检出限、定量限与加标回收率均符合食品安全国家标准 GB 5009.31-2016<sup>[13]</sup>中规定的值，且高效液相色谱法的检出限和定量限低于气相色谱法。综上所述，本方法具有简单快速、灵敏度高优点，能够满足饮料类食品检测及安全的需要，可作为饮料类食品中对羟基苯甲酸酯类防腐剂的检测的方法，为防腐剂的检测提供了实用的技术手段。

### 参考文献

- [1] 吴文清. 浅谈食品添加剂对食品安全的影响[J]. 现代食品, 2018, (24): 59-62.  
Wu WQ. The Influence of food additives on food safety [J]. Mod Food, 2018, (24): 59-62.
- [2] 吴慧. 探讨食品添加剂对食品安全的影响[J]. 现代食品, 2019, (12): 142-144.  
Wu H. Study on the influence of food additives on food safety [J]. Mod Food, 2019, (12): 142-144.
- [3] Zygler A, Wasik A, Namięśnik J, *et al.* Analytical methodologies for determination of artificial sweeteners in foodstuffs [J]. Trends Anal Chem, 2009, 28(9): 1082-1102.
- [4] Wang X, Wang S, Cai Z, *et al.* The latest developments and applications of mass spectrometry in food-safety and quality analysis [J]. Trends Anal Chem, 2013, 52: 170-185.
- [5] 陈鑫. 液相色谱串联质谱法同时测定饮料和糕点中安赛蜜、糖精钠、甜蜜素[J]. 质量技术监督研究, 2014, (1): 10-13.  
Chen X. Simultaneous determination of acesulfame, saccharin sodium and sodium cyclamate in beverage and cakes by liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. Qual Tech Superv Res, 2014, (1): 10-13.
- [6] Amin KA, Hameid HA, Elsttar AH, *et al.* Effect of food azo dyes tartrazine and carmoisine on biochemical parameters related to renal, hepatic function and oxidative stress biomarkers in young male rats [J]. Food Chem Toxicol, 2010, 48(10): 2994-2999.
- [7] 曾凯, 罗明标, 唐俊, 等. 改进 QuEChERS-液质联用法测定食品中 6 种非食用色素[J]. 现代化工, 2017, 37(11): 198-201.  
Zeng K, Luo MB, Tang J, *et al.* Simultaneous determination of six inedible pigments in food by improved QuEChERS-UPLC-MS/MS method [J]. Mod Chem Ind, 2017, 37(11): 198-201.
- [8] 关怀. 控制果汁及果汁饮料中腐败菌的非加热法[J]. 国外医学(卫生学分册), 2002, 29(3): 182-185.  
Guan H. Non-heating method for the control of putrefying bacteria in fruit juice and fruit juice drinks [J]. Foreign Med (Hyg), 2002, 29(3): 182-185.
- [9] Ekanem JO, Ekanem OO. The effect of natural and artificial preservatives and storage temperature on the pH and microbial load of freshly produced apple (*Malus domestica*) juice [J]. Agro-Science, 2018, 18(1): 16-21.
- [10] 宋思园, 黄锦波. 优化气相色谱法测定酱油中对羟基苯甲酸酯类含量的方法[J]. 中国食品添加剂, 2019, 30(10): 141-147.  
Song SY, Huang JB. Method for determining the content of parabens in soy sauce by optimized gas chromatography [J]. China Food Addit, 2019, 30(10): 141-147.
- [11] Chiesa LM, Pavlovic R, Panseri S, *et al.* Evaluation of parabens and their metabolites in fish and fish products: a comprehensive analytical approach using LC-HRMS [J]. Food Addit Contam Part A-Chem Anal Control Exposure Risk Assessment, 2018, 35(12): 2400-2413.
- [12] 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 the use of food additives [S].
- [13] GB 5009.31-2016 食品安全国家标准 食品中对羟基苯甲酸酯类的测定[S].  
GB 5009.31-2016 National food safety standard-Standard for the determination of paraben [S].
- [14] 张美娜. 分光光度法在食品添加剂测定中的应用[J]. 粮食科技与经济, 2018, 43(9): 54-56.  
Zhang MN. Application of spectrophotometry in the determination of food additives [J]. Grain Sci Technol Econ, 2018, 43(9): 54-56.
- [15] 程春梅, 苏建国. 气相色谱内标法测定蜜饯中的甜蜜素含量[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(5): 182-185.  
Chen CM, Su JG. Determination of sodium cyclamate in candied fruit by gas chromatography with internal standard method [J]. Food Res Dev, 2019, 40(5): 182-185.
- [16] 袁磊, 林芳, 张丽, 等. HPLC 法同时检测食品中苯甲酸、山梨酸、糖精钠及安赛蜜[J]. 食品科学技术学报, 2017, 35(4): 72-79.  
Yang L, Lin F, Zhang L, *et al.* Simultaneous determination of benzoic acid, sorbic acid, saccharin sodium and acesulfame in food by HPLC [J]. J Food Sci Technol, 2017, 35(4): 72-79.
- [17] Cerongarcia MC, Gonzalezlopez CV, Camachorodriguez J, *et al.* Maximizing carotenoid extraction from microalgae used as food additives

and determined by liquid chromatography (HPLC) [J]. Food Chem, 2018, 257: 316–324.

[18] 王警, 郑娟梅, 王海波, 等. 高效液相色谱-串联质谱法同时测定饮料中 54 种食品添加剂[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(6): 1909–1919.

Wang J, Zheng JM, Wang HB, *et al.* Simultaneous determination of 54 food additives in beverages by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(6): 1909–1919.

[19] Carlos KS, Treblin M, De Jager LS, *et al.* Comparison and optimization of three commercial methods with an LC-MS/MS method for the determination of sulfites in food and beverages [J]. Food Chem, 2019, 286: 537–540.

[20] 王李平, 汤逊尤, 张志军, 等. 响应面优化-气相色谱质谱联用测定食品中山梨酸、苯甲酸和肉桂酸[J]. 分析实验室, 2018, 37(9): 1020–1024.

Wang LP, Tang XY, Zhang ZJ, *et al.* GC-MS determination of sorbic acid, benzoic acid and cinnamic acid from foodstuff with response surface methodology [J]. Chin J Anal Lab, 2018, 37(9): 1020–1024.

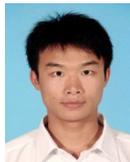
[21] Lopez P, Van Sisseren M, De Marco S, *et al.* A straightforward method to determine flavouring substances in food by GC-MS [J]. Food Chem, 2015,

174: 407–416.

[22] Wang J, Hang Y, Yan T, *et al.* Qualitative analysis of flavors and fragrances added to tea by using GC-MS [J]. J Sep Sci, 2018, 41(3): 648–656.

(责任编辑: 王 欣)

### 作者简介



刘 星, 工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。  
E-mail: 328698976@qq.com



杨 黎, 主管药师, 主要研究方向为食品质量与安全。  
E-mail: 419827485@qq.com



## “农兽药残留研究与检测”专题征稿函

食用农产品中农药、兽药残留问题是国内外广泛关注的课题。本刊特组织“农兽药残留研究与检测”专题, 征集的稿件主要围绕农兽药残留标准制定与风险评估、农兽药的代谢与迁移转化、农兽药残留样品前处理方法、农兽药残留检测技术与应用、农兽药残留现场检测技术、农兽药残留市场监测与结果分析等或者您认为与本专题相关有意义的领域。该专题计划在 2020 年 11~12 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及编辑部全体成员特别邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 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 2020 年 10 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, 再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题农兽药残留研究与检测):

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-投稿选择“专题: 农兽药残留研究与检测”)

邮箱投稿: E-mail: [jfoodsqa@126.com](mailto:jfoodsqa@126.com)(备注: 农兽药残留研究与检测专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部