

气相色谱-串联质谱法测定速溶茶粉中的9,10 蒽醌

龚小丽^{1*}, 胡银凤¹, 朱宏斌¹, 连增维¹, 沈春松¹, 王淑凤²

[1. 吉克检测技术(福建)有限公司, 漳州 363005; 2. 大闽食品(漳州)有限公司, 漳州 363005]

摘要: **目的** 建立气相色谱-串联质谱法(gas chromatography tandem mass spectrometry, GC-MS/MS)测定茶粉中9,10 蒽醌残留的检测方法。**方法** 样品经过丙酮-正己烷(1:4, V:V)提取, 弗罗里硅土 SPE 小柱净化, GC-MS/MS 选择离子监测模式(selective reaction monitoring, SRM)进行测定, 内标法定量。**结果** 在0.02~0.2 mg/kg 加标水平下, 9,10 蒽醌的回收率为91.2%~119.7%, 相对标准偏差(relative standard deviations, RSD)在2.14%~6.18%, 定量限(limit of quantitation, LOQ)为0.02 mg/kg。**结论** 该方法快速简便、检出限低、灵敏度高、抗干扰性强、节省有机溶剂, 适用于速溶茶粉中9,10 蒽醌检测。

关键词: 气相色谱-串联质谱法; 速溶茶粉; 蒽醌; 弗罗里硅土; 内标法

Determination of 9,10 anthraquinone in instant tea powder by gas chromatography tandem mass spectrometry

GONG Xiao-Li^{1*}, HU Yin-Feng¹, ZHU Hong-Bin¹, LIAN Zeng-Wei¹,
SHEN Chun-Song¹, WANG Shu-Feng²

[1. Jike Testing Technology (Fujian) Co., Ltd., Zhangzhou 363005, China;
2. Damin foodstuff (Zhangzhou) Co., Ltd., Zhangzhou 363005, China]

ABSTRACT: Objective To establish a method for determination of 9,10 anthraquinone in instant tea powder by gas chromatography tandem mass spectrometry (GC-MS/MS). **Methods** The samples were extracted by the mixture of acetone and hexane (1:4, V:V), purified with SPE column, and the identification was performed by GC-MS/MS in selective reaction monitoring (SRM) mode, the internal standard method was used for quantifying. **Results** The recovery of 9,10 anthraquinone (spiked 0.02–0.2 mg/kg) was in the range of 91.2%–119.7%, and the relative standard deviation (RSD) was in the range of 2.14%–6.18% with the limit of quantitation (LOQ) 0.02 mg/kg. **Conclusion** This method is suitable for determination of 9,10 anthraquinone in instant tea powder with the advantage of rapid and simple, low detection limit, high sensitivity, small amount of organic solvent and high anti-interference.

KEY WORDS: gas chromatography tandem mass spectrometry; instant tea powder; anthraquinone; florisil; internal standard method

0 引言

饮茶习俗在中国有着几千年的历史, 随着现代生活方式的转变, 饮茶的品尝方式已由原来沸水冲泡慢慢发生

了转变。近几十年来, 随着茶饮料及其他茶食品的发展, 速溶茶粉、超微茶粉等茶叶加工产品也得到飞速发展^[1]。

蒽醌曾被用作驱虫剂应用于农业方面, 目前在欧盟等国家已被禁用^[2]。至2012年欧盟初次通报蒽醌超标以

*通信作者: 龚小丽, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为农药残留检测。E-mail: 1039413542@qq.com

*Corresponding author: GONG Xiao-Li, Master, Assistant Engineer, Jike Testing Technology (Fujian) Co., Ltd., No.1, Xiaogang North Road, Longwen District, Zhangzhou 363005, China. E-mail: 1039413542@qq.com

来^[3],我国茶叶因9,10-蒽醌超标被通报数十次^[4],位居欧盟茶叶污染物超标之首。茶叶蒽醌超标的问题严重影响我国的茶叶出口,茶叶加工过程中的燃煤烟尘和纸质包装材料等都是蒽醌的污染来源^[5]。因蒽醌能损伤肝脏,是新型的致癌物^[6],欧盟等国家对茶叶中的9,10-蒽醌制定限量值为0.02 mg/kg^[7-8],而目前我国对蒽醌的最高限量并无要求。

茶叶因富含多种有机化合物,如茶多酚、咖啡因、色素、糖类、生物碱等^[9-10],给提取与净化带来了难度^[11-13]。目前茶叶中蒽醌检测方法主要有高效液相色谱法^[14]、凝胶电动毛细管色谱法^[15]、气相色谱-电子捕获检测器(electron capture detector)法^[16]和气相色谱-串联质谱法^[17-18]。而茶叶是生产加工速溶茶粉的重要原料,且目前鲜有对茶粉中9,10-蒽醌的研究。为了保证固态速溶茶粉的顺利出口,有必要对速溶茶粉中的蒽醌进行监控。气相色谱-串联质谱法因其具有高灵敏度、高准确度、抗干扰强等优点成为检测化学污染物的重要手段^[19-21]。

本研究采用丙酮-正己烷(1:4, V:V)提取,弗罗里硅土 SPE 小柱净化,气相色谱-串联质谱法(gas chromatography tandem mass spectrometry, GC-MS/MS)选择离子检测模式进行测定蒽醌含量,建立了速溶茶粉9,10-蒽醌的测定方法。同时针对蒽醌不溶于水、易溶于有机溶剂等特点,分别用乙酸乙酯、正己烷、乙酸乙酯+正己烷(1:1, V:V)、丙酮+正己烷(1:4, V:V)提取探讨提取效率,同时研究超声对提取效率的影响。此外,测定基质对蒽醌的影响,建立快速测定茶粉蒽醌的方法,该方法具有简便、快速、检出限低、节省溶剂等特点,适用于速溶茶粉中9,10-蒽醌的测定。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

SPE 弗罗里硅土小柱(1000 mg/6 mL, SiO₂ 84%, MgO 15.55%, Na₂SO₄ 0.5%, 迪马科技有限公司); 0.22 μm 有机尼龙滤膜(天津市津腾实验设备有限公司); 丙酮、正己烷、乙酸乙酯(色谱纯,德国 CNW 公司); 氯化钠(分析纯,国药集团化学试剂有限公司); 9,10-蒽醌标准品(99.29%)、蒽醌-D₈(99%) (北京坛墨质检科技有限公司); 50 mL 离心管(带聚四氟乙烯旋盖,上海安谱实验科技股份有限公司)。

1.2 仪器与设备

TSQ 8000 Evo 三重四极杆气相色谱-质谱联用仪,配 EI 源、(30 m×0.25 mm, 25 μm) TG-5MS 毛细管柱(中国 Thermo Fisher 公司); FW80 高速万能粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司); AR1140 型电子天平(0.0001 g, 美国奥豪斯公司); MS3 Basic 涡旋混匀器(德国艾卡集团); X-22R 离心机(美国贝克曼库尔特有限公司)。

1.3 标准工作溶液配制

1.3.1 蒽醌标准储备液(100 μg/mL)

称取9,10-蒽醌0.010 g(精确至0.001 g)于100 mL 容量瓶中,用丙酮定容至刻度,得100 μg/mL 的标准工作储备液,-18℃避光保存。

1.3.2 蒽醌-D₈标准储备液(100 μg/mL)

称取蒽醌-D₈0.010 g(精确至0.001 g)于100 mL 容量瓶中,用丙酮定容至刻度,得100 μg/mL 的标准工作储备液,-18℃避光保存。

1.3.3 蒽醌标准中间液(1 μg/mL)

准确移取100 μL 蒽醌标准储备液(100 μg/mL)于10 mL 容量瓶中用丙酮定容至刻度得到质量浓度为1 μg/mL 蒽醌标准中间液,0~4℃冰箱避光储存。

1.3.4 蒽醌-D₈标准中间液(2 μg/mL)

准确移取200 μL 蒽醌-D₈标准储备液(100 μg/mL)于10 mL 容量瓶中,用丙酮定容至刻度得到质量浓度为2 μg/mL 的标准中间液,0~4℃冰箱避光储存。

1.4 样品处理

1.4.1 样品提取

称取2 g(精确至0.1 g)试样于50 mL 聚四氟乙烯离心管中,加入0.2 mL 1.3.4 蒽醌-D₈标准中间液(2 μg/mL)、2 mL 一级超纯水充分润湿并浸泡30 min,加入8 mL 丙酮-正己烷溶液(1:4, V:V)涡旋振荡2 min,加入2 g 氯化钠振荡1 min,10000 r/min 离心5 min。

1.4.2 样品净化

SPE 弗罗里硅土柱先用5 mL 丙酮-正己烷溶液(1:9, V:V)活化,再用3 mL 提取液润柱,待润柱液流至近干,移取3 mL 提取液过柱,收集净化液,过0.22 μm 有机针式滤膜,用气相色谱-质谱联用仪测定。

1.5 标准溶液配制

分别移取1.3.3 蒽醌标准中间液(1 μg/mL) 25、50、100、150、200、300、500 μL 于10 mL 容量瓶中,分别各加入250 μL 1.3.4 蒽醌-D₈标准中间液(2 μg/mL),用丙酮定容至10 mL 刻度摇匀,得2.5、5.0、10.0、15.0、20.0、30.0、50.0 μg/L 系列标准工作液。

1.6 仪器工作条件

1.6.1 色谱条件

载气:高纯氦气,流速1.2 mL/min;进样方式:不分流进样;进样量:1 μL;进样口温度:270℃;升温程序:100℃保持1 min,以20℃/min 速率升温至300℃,保持10 min。

1.6.2 质谱条件

电离模式:电子轰击(electron impact, EI), 70 eV;扫描方式:选择反应监测模式(selective reaction monitor, SRM);离子源温度:280℃;传输线温度:280℃。

蒽醌和蒽醌-D₈ 保留时间、定量离子和定性离子等质谱参数见表 1。

表 1 蒽醌和蒽醌-D₈ 选择反应监测模式(SRM)参数
Table 1 SRM information of 9,10-anthraquinone and anthraquinone-D₈

化合物	保留时间/min	离子对	碰撞能/eV
蒽醌	8.78	208.1/152.1	22
		208.1/180.1	8
		180.1/152.1	10
		216.1/160.1	24
蒽醌-D ₈	8.78	216.1/188.1	10
		188.1/160.2	10

2 结果与分析

2.1 提取溶剂的影响

选择常用并且毒性较小的 4 种有机溶剂乙酸乙酯、正己烷、丙酮+正己烷(1:4, V:V)、正己烷+乙酸乙酯(1:1, V:V)作为提取溶剂,称取 2 g 空白的茶粉基质样品,加入 60 μL 质量浓度为 1 μg/mL 蒽醌标准中间液(即蒽醌加标质量浓度为 0.03 mg/kg),上述 4 种溶剂按照 1.4 的步骤进行提取、净化、上机测定($n=2$),不同提取溶剂对应的平均测定值和加标回收率见表 2。

表 2 不同溶剂蒽醌的加标回收率
Table 2 Recovery rates of anthraquinone in different solvents

溶剂	添加量/(mg/kg)	平均测定值/(mg/kg)	平均回收率/%
乙酸乙酯	0.03	0.0238	79.3
正己烷	0.03	0.326	108.6
丙酮+正己烷(1:4, V:V)	0.03	0.290	96.7
正己烷+乙酸乙酯(1:4, V:V)	0.03	0.279	93.0

根据加标回收结果可以得出,提取效果较好的是丙酮+正己烷(1:4, V:V)和正己烷,因丙酮+正己烷(1:4, V:V)的平均加标回收率更接近 100%,因此选择丙酮+正己烷(1:4, V:V)作为蒽醌最优提取溶剂。

2.2 超声的影响

为验证超声对茶粉中蒽醌的影响,分别选取 2 组 4 个不同编号的蒽醌阳性样品($n=2$),其中 1 组完全按照 1.4 的步骤进行样品提取、净化后上机测定蒽醌含量;另外 1 组样品提取步骤按照 1.4.1 至步骤“加入 8 mL 丙酮-正己烷溶液(1:4, V:V)涡旋振荡 2 min”后,用超声波超声 20 min,加

入 2 g 氯化钠振荡 1 min, 10000 r/min 离心 5 min, 样品按照 1.4.2 净化后上机测定蒽醌含量。两组的蒽醌测定平均值见表 3。

表 3 样品经超声与未超声蒽醌测定结果的比较
Table 3 Comparison of determination results of anthraquinone between ultrasonic and non-ultrasonic samples

样品编号	超声结果/(mg/kg)	未超声结果/(mg/kg)
1#	0.0216	0.0214
2#	0.0259	0.0266
3#	0.0235	0.0216
4#	0.0273	0.0265

表 3 显示,超声与未超声结果差值都 < 10%,因此认为超声对茶粉中蒽醌提取效率无显著影响。

2.3 基质效应的影响

由于质谱在电离时受到脂类、色素等各种有机物的影响,有时这些基质对待测物的离子具有增强或抑制作用,影响方法准确性。本研究使用内标法,以基质标样和空白溶剂做标准曲线,用标准曲线的斜率来考察基质对 9,10 蒽醌的影响,即用空白的茶粉基质和丙酮+正己烷(1:4, V:V)分别配制 2.5、5、10、20、40、80 μg/L 的蒽醌标准溶液,绘制标准曲线,标准曲线方程为: $Y=0.01704X+0.01263$ ($r^2=0.9977$, 纯溶剂)、 $Y=0.01869X+0.08628$ ($r^2=0.9976$, 茶粉基质),其中 X 为标准溶液的质量浓度, Y 为标准溶液的响应峰面积,由此可得斜率比为 0.91,一般以 1 为参考,当基质增强或抑制小于 20%时认为基质效应的影响可以忽略,因此认为由茶叶引起的基质效应不明显。

2.4 方法的检出限和精密度

选取空白的茶粉基质,按照 1.4 的处理方法,对茶粉中 9,10 蒽醌加标回收率进行考察,表 4 显示在添加 0.02、0.1、0.5 mg/kg 水平下($n=6$),该方法的回收率范围为 91.2%~119.7%,RSDs 在 2.14%~6.18%之间,回收率和精密度均符合农药残留检测的要求。根据最低加标水平,本方法的定量限 LOQ 为 0.02 mg/kg,满足欧盟茶叶中蒽醌限量要求(< 0.02 mg/kg)。

表 4 蒽醌的加标回收和相对标准偏差
Table 4 Recovery rates and relative standard deviations (RSDs) of anthraquinone

样品	加标水平/(mg/kg)	回收率/%	RSD/%
茶粉	0.02	91.2~115.6	2.14
	0.1	93.1~99.3	6.18
	0.5	96.7~119.7	3.22

2.5 样品的测定

随机抽取市售的20份茶粉,其中包含6份乌龙茶粉、4份白茶粉、3份绿茶粉、3份红茶粉、4份花草茶粉,按照1.4的方法进行检测,其中蒽醌检出3份,检出率为15%,检出值为 $< \text{LOQ} \sim 0.032 \text{ mg/kg}$,表明茶粉中蒽醌确有检出,该方法可用于我国茶粉中蒽醌含量的检测。

3 结 论

本研究以丙酮+正己烷(1:4, V:V)为提取溶剂,佛罗里硅土柱进行净化,气相色谱-质谱联用仪快速检测茶粉中9,10蒽醌含量。该方法具有快速简便、节省溶剂、检出限低、精确度高、抗干扰性强等特点,适用于茶粉中蒽醌的检测。

参考文献

- [1] 王军. 速溶茶粉在茶饮料中应用的新趋势[J]. 中外食品, 2005, (12): 48-49.
WANG J. A new trend in the application of instant tea powder in tea drinks [J]. Glob Food Ind, 2005, (12): 48-49.
- [2] 谢文, 黄超群, 陈丽, 等. 同位素稀释气相色谱-气相色谱质谱/质谱法测定茶叶中蒽醌残留量[J]. 分析试验室, 2017, 36(2): 177-181.
XIE W, HUANG CQ, CHEN L, *et al.* Determination of anthraquinone residues in tea samples by isotope dilution-gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Anal Lab, 2017, 36(2): 177-181.
- [3] 童小麟, 陈建民. 我国出口欧盟茶叶农药残留超标通报的分析与应对[J]. 检验检疫学刊, 2015, (1): 16-18.
TONG XL, CHEN JM. Analysis and countermeasures of the excessive pesticide residues notification of the tea from China export to the EU [J]. J Inspect Quar, 2015, (1): 16-18.
- [4] 朱凤玲. 2014 年欧美日通报我国不合格茶叶信息汇总[J]. 中国茶叶, 2015, 37(2): 27-28.
ZHU FL. Summary of unqualified tea in China notified by Europe, America and Japan in 2014 [J]. China Tea, 2015, 37(2): 27-28.
- [5] 周利. 茶叶中蒽醌污染物来源评价及残留控制技术[J]. 中国茶叶, 2018, (2): 35.
ZHOU L. Study on the source evaluation and residual control of anthraquinone contaminants in tea [J]. China Tea, 2018, (2): 35.
- [6] 高慧, 汪洋, 邢燕, 等. 茶叶中蒽醌的内标-气相色谱-串联质谱法测定[J]. 食品研究与开发, 2019, (12): 212-218.
GAO H, WANG Y, XING Y, *et al.* Determination of anthraquinone in tea by internal standard-gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Food Res Dev, 2019, (12): 212-218.
- [7] 毛雪丹. 第 64 次世界贸易组织/动植物卫生检疫委员会例会[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(1): 135-136.
MAO XD. The 64th regular meeting of the world trade organization/animal and plant health and quarantine committee [J]. Chin J Food Hyg, 2016, 28(1): 135-136.
- [8] (EU) No 1146/2014 amending Annexes II, III, IV and V to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for anthraquinone, benfluralin, bentazone, bromoxynil, chlorothalonil, famoxadone, imazamox [S].
- [9] 王雪. 气相色谱法测定茶叶中多种有机磷农药残留量[J]. 现代农业科技, 2019, (15): 111-112.
WANG X. Determination of organophosphorus pesticide multi-residues in tea by gas chromatography [J]. Mod Agric Sci Technol, 2019, (15): 111-112.
- [10] 杨萍. 茶叶中咖啡因对有机磷类农药残留测定的影响[J]. 福建茶叶, 2020, (42): 4-5.
YANG P. Effect of caffeine in tea on the determination of organophosphate pesticide residues [J]. Tea Fujian, 2020, (42): 4-5.
- [11] 贾玮, 黄峻榕, 凌云, 等. 高效液相色谱-串联质谱法同时测定茶叶中290种农药残留组分[J]. 分析测试学报, 2013, 32(1): 9-22.
JIA W, HUANG JR, LING Y, *et al.* Determination of 290 pesticide residues in tea by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Instrum Anal, 2013, 32(1): 9-22.
- [12] 石勤艳, 姚颖辉, 侯义德, 等. 气相色谱法测定保康茶叶中有机氯农药残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(1): 158-164.
SHI QY, YAO YH, HOU YD, *et al.* Determination of organochlorine pesticide residues in Baokang tea samples by gas chromatography [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(1): 158-164.
- [13] 刘妍慧, 于常红, 刘岩, 等. 基质固相分散萃取-高效液相色谱串联质谱法(HPLC-MS-MS)同时测定茶叶中11种农药的残留量[J]. 茶叶科学, 2014, 34(3): 271-278.
LIU YH, YU CH, LIU Y, *et al.* Simultaneous determination of 11 kinds of pesticide residues in tea by HPLC-MS-MS [J]. J Tea Sci, 2014, 34(3): 271-278.
- [14] 郭升平. 高效液相色谱测定蒽醌[J]. 精细石油化工, 1996, (1): 59-60.
GUO SP. Anthraquinone analysis by high performance liquid chromatography [J]. Special Petrochem, 1996, (1): 59-60.
- [15] 纪松岗, 柴逸峰, 吴玉田, 等. 超临界流体萃取-胶束电动毛细管色谱法分离测定大黄中蒽醌类组分的含量[J]. 分析化学研究简报, 1998, 26(11): 138-139.
JI SG, CHAI YF, WU YT, *et al.* Separation and determination of anthraquinones in rhubarb by supercritical fluid extraction and micellar electrokinetic capillary chromatography [J]. Chin J Anal Chem, 1998, 26(11): 138-139.
- [16] PITOI MM, ARIYANI M, KOESMAWATI TA, *et al.* Preliminary study for 9,10-anthraquinone residue analysis in tea-based functional beverage: GC-ECD optimization and method development [J]. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci, 2019, 277(1): 12-20.
- [17] 柴芸彬. GPC 净化联合 GC-MS-MS 检测茶叶中的蒽醌[J]. 广州化工, 2015, 43(4): 128-130.
CHAI YB. Determination of anthraquinone in tea by GPC clean up with GC-MS-MS [J]. Guangzhou Chem Ind Technol, 2015, 43(4): 128-130.
- [18] 何正和, 魏斌, 魏云计, 等. 气相色谱-串联质谱法快速测定茶叶中的蒽醌[J]. 化学分析计量, 2017, 26(3): 18-21.
HE ZH, WEI B, WEI YJ, *et al.* Determination of anthraquinone in tea by GC-MS-MS [J]. Chem Anal Meter, 2017, 26(3): 18-21.
- [19] 沈伟健, 余可垚, 桂茜雯, 等. 分散固相萃取-气相色谱-串联质谱法测定蔬菜中107种农药的残留量[J]. 色谱, 2009, 27(4): 391-400.
SHEN WJ, YU KY, GUI QW, *et al.* Determination of 107 pesticide residues in vegetables using off-line dispersive solid-phase extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr,

- 2009, 27(4): 391–400.
- [20] 许天钧, 苏建峰. 气相色谱法和气相色谱-质谱法测定大蒜中甲基嘧啶磷和乙基嘧啶磷残留量[J]. 理化检验(化学分册), 2019, 55(4): 457–462.
- XU TY, SU JF. Determination of methyl-pyrimithate and ethyl-pyrimithate in garlic by gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry [J]. Phys Test Chem Anal Part B, 2019, 55(4): 457–462.
- [21] 颜鸿飞, 王美玲, 陈红, 等. 固相萃取-气相色谱-串联质谱法测定茶叶中 9 种农药残留量[J]. 化学分析计量, 2016, 25(6): 62–66.
- YAN HF, WANG ML, CHEN H, *et al.* Determination of nine pesticides residues in tea by solid phase extraction and gas chromatography-tandem

mass spectrometry [J]. Chem Anal Meter, 2016, 25(6): 62–66.

(责任编辑: 张晓寒)

作者简介

龚小丽, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为农药残留检测。
E-mail: 1039413542@qq.com

“食品化学性风险及安全控制研究”专题征稿函

《食品安全质量检测学报》(半月刊)创刊于 2010 年, 是全国首本专注于食品安全与质量领域研究与开发的学术期刊, 连续入选中国科技核心期刊库、中国知网学术期刊网络出版总库、万方数据库等, 以及国际上英国 CABI、英国 FSTA、俄罗斯 AJ 等知名专业文献索引系统。在 2020 版《中国学术期刊影响因子年报(自然科学与工程技术-2020 版)》中的复合影响因子为 1.347, 质量水平和学术影响力增幅显著, 获得专家学者一致好评。目前为中国科技核心期刊。

农作物在生长过程中可能受到外来化学物质的污染, 包括环境中的污染物、生长过程中使用的农药和肥料等; 食物在从农场到餐桌的过程中经过加工也可能会发生一系列衍生性反应, 产生新的有害物质; 另外, 不法商贩的非法添加和成品的包装污染也会给食品带来化学性风险。由此可见, 加强宣传, 普及科学知识, 实施食品安全战略, 让全民参与到维护食品安全中来, 全面提升食品质量安全刻不容缓。

鉴于此, 本刊特别策划“食品化学性风险及安全控制研究”专题, 主要围绕食品化学性危害; 食品化学性风险、安全; (环境污染物、天然动植物毒素、食品供应链过程产生的污染和人为使用的非法物质等。)等或您认为本领域有意义问题展开讨论, 计划在 2021 年 3/4 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 3 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(注明专题食品化学性风险及安全控制研究):

网站: 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“2021 专题: 食品化学性风险及安全控制研究”)

邮箱投稿: E-mail: jfoods@126.com(备注: 食品化学性风险及安全控制研究专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部