

高效液相色谱法测定市售茶叶中 8 种人工合成色素及风险分析

郭晓雷, 刘 涛, 林兆盛, 陈振彪, 杨晶晶, 贾艳艳, 张秀芹*

(华测检测认证集团股份有限公司, 深圳 518101)

摘要: **目的** 建立高效液相色谱法测定茶叶中 8 种人工合成色素的分析方法, 利用该方法对市售茶叶进行检测分析, 以评估茶叶中人工合成色素违规应用的风险。**方法** 样品烘干揉碎后, 用 1% 氨水溶液, 超声提取, 离心, 利用 PWAX 固相萃取小柱净化, 以 pH 6~7 的水和甲醇淋洗, 5% 氨化甲醇洗脱, 吹干后用水复溶, 过 PTFE 滤膜, 以多波长上机检测。**结果** 检出限 0.1~0.3 mg/kg 之间; 线性关系良好, 相关系数均在 0.9999 以上; 8 种人工合成色素在茶叶中 5 倍检出限的添加, 平均回收率在 88.2%~95.4% 之间, 批内 RSD 在 2.8%~5.7% 之间; 利用该方法对市售的茶叶进行检测, 发现确有违规使用人工合成色素现象, 组分集中在柠檬黄、日落黄及胭脂红等, 检出浓度在 2.5~1400 mg/kg 之间。**结论** 该方法检出限低、线性良好、检测难度低、适合茶叶中人工合成色素的检测; 茶叶违规使用人工合成色素的现象需进一步评估, 适度监管, 确保茶叶的天然性。

关键词: 茶叶; 人工合成色素; 高效液相色谱法; 违规使用

Determination of 8 kinds of synthetic pigments in teas by high performance liquid chromatography and risk analysis

GUO Xiao-Lei, LIU Tao, LIN Zhao-Sheng, CHEN Zhen-Biao, YANG Jing-Jing,
JIA Yan-Yan, ZHANG Xiu-Qin*

(Centre Testing International Group Co., LTD, Shenzhen 518101, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for the determination of 8 synthetic pigments in teas by high performance liquid chromatography (HPLC) and to detect and evaluate the risk of illegal use of synthetic pigments in teas that were sold in the markets. **Methods** After the samples were dried and crushed, 1% aqueous ammonia solution was used for extraction by ultrasonic, centrifugation, and PWAX solid-phase extraction column was used for purification. Rinse with water (pH 6–7) and methanol in turn and eluted with 5% ammoniated methanol. After blow-drying, the samples were redissolved with water and passed through PTFE filters, then detected on the machine with multi wavelength. **Results** The detection limits were between 0.1 mg/kg and 0.3 mg/kg. The linear relationships were good, and the correlation coefficients were above 0.9999. The average recoveries of eight synthetic pigments in tea were between 88.2%–95.4% for 5-fold detection limit, and the in-batch RSD were between 2.8%–5.7%. The method was used to detect the commercial teas, and the illegal use of synthetic pigments were

基金项目: “一带一路”背景下欧盟食品准入制度对深圳的启示研究(20191115000240)

Fund: Supported by the Research on the Enlightenment of EU Food Access System to Shenzhen under the Background of “the Belt and Road Initiatives” (20191115000240)

*通讯作者: 张秀芹, 正高级兽医师, 主要研究方向为食品及食用农产品质量安全检测。E-mail: 13609839503@163.com

*Corresponding author: ZHANG Xiu-Qin, Ph.D, Senior Veterinarian, Center Testing International Group CO., LTD, CTI Building, No.4, Liuxian 3rd Road, Xinan Street, BaoA District, Shenzhen 518101, China. E-mail:13609839503@163.com

found. The components were tartrazine yellow, sunset yellow and carmine red, and the concentrations were 2.5–1400 mg/kg. **Conclusion** The method has low detection limit, good linearity and low detection difficulty, which is suitable for the detection of illegal use of synthetic pigments in teas. It fills the blank of the method of synthetic pigment detection in teas. The illegal use of synthetic pigments in teas needs further evaluation and proper supervision to ensure the tea is nature.

KEY WORDS: tea; synthetic pigment; high performance liquid chromatography; illegal use

1 引言

近几年, 茶叶中非法添加人工色素的情况逐渐引起消费者的关注。人工合成色素往往是以化工物质苯、甲苯、萘、蒽等为原料, 经硝化、酰化、磺化、偶氮化、还原及重氮化等有机反应合成制得, 如合成胭脂红、柠檬黄及苋菜红等^[1]。日常生活中常用的人工合成色素多为偶氮类化合物, 此类物质在人体偶氮还原酶的作用下可能分解产生芳香胺类化合物, 长期低剂量摄入也存在致突变、致癌的可能性^[2]。1968~1970 年, 前苏联曾对苋菜红这种食用色素进行了长期动物实验, 结果发现致癌率高达 22%^[3]。英、美等国的科研人员通过大量的研究发现, 多种合成色素对人体健康产生危害, 可能导致生育力下降、导致儿童慢性中毒、影响儿童智力发展、过敏、影响神经传导, 更有甚者会致畸致癌致突变等^[4-7]。根据我国食品添加剂使用标准^[8], 茶叶不得添加人工合成色素。但由于人工合成色素着色力好, 性质稳定, 价格低廉等特点^[9,10], 并可使茶汤颜色明艳亮丽, 眼观效果变好, 可使“旧茶变新茶”、“坏茶变好茶”。国家目前尚没有针对茶叶中合成色素的检测标准, 也未开展相应的项目监管, 导致一些不法商人因利益驱使而非法使用人工合成色素。

目前, 高效液相色谱法是食品中合成色素使用最多, 应用最广的一种检测分析技术^[11-14], 其次是液质方法^[15,16]。本研究通过前期研究建立了茶叶中 8 种人工合成色素的高效液相色谱检测方法, 并对从市场流通环节随机购买的 300 批茶叶进行了检测, 涉及红茶、绿茶、乌龙茶、黑茶及白茶五大类茶叶, 涵盖龙井、铁观音、普洱、正山毛尖、白毫银针、大红袍及金骏眉等 16 个市场覆盖率较高的品种, 以期政府管理部门的监管工作提供科学的依据和准确的数据基础。

2 材料与方 法

2.1 材料来源

本实验检测的 300 批茶叶均随机购买, 来源于批发市场、农贸市场、大型商超和茶叶专卖店。

2.2 仪器与试剂

LC-20AD 高效液相色谱仪(带二极管阵列检测器, 日

本岛津公司); ME204 天平(感量 0.0001 g 和 0.01 g, 瑞士 Mettler Toledo 公司); CQ250 超声波清洗器(上海超声波仪器厂); Vac Elut-20 W 固相萃取装置(美国安捷伦公司); 4-16KS 离心机(美国 Sigma 公司); IKA@VORTEX3 涡旋混合仪(德国 IKA 公司); OA-HEAT MODEL 8 多孔氮吹仪(美国 Organomation 公司)。

标准品: 柠檬黄(92.59%)、日落黄(93.7%)、胭脂红(89.8%)、苋菜红(87.05%)、赤藓红(86.0%)、新红(88.9%)、亮蓝(87.6%)和诱惑红(97.9%)(德国 Dr.Ehrenstorfer 公司)。

柠檬酸、乙酸铵、氨水(分析纯, 国药集团); 甲醇(色谱纯, 美国 FISHER 公司); PWAX 固相萃取小柱(规格 150 mg/6 mL, 天津博纳艾杰尔公司); 0.45 μm 亲水聚四氟乙烯滤膜(美国 Agela 公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 试剂的配制

柠檬酸溶液: 称取 20 g 柠檬酸, 加水至 100 mL, 溶解混匀; 5% 氨化甲醇: 取 5 mL 氨水至 95 mL 甲醇中, 混匀; 1% 氨水: 取 1 mL 氨水至 100 mL 一级实验水中, 混匀。

1 mg/mL 人工合成色素标准贮备液: 根据标准品纯度, 折算后, 称取适量(精确至 0.0001 g), 置 100 mL 容量瓶中, 用 pH=6 的水(用柠檬酸溶液调 pH 值至 6)溶解并定容; 标准贮备液经 20 倍稀释配制成浓度为 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的标准工作液, 由工作液和储备液逐级稀释成标准曲线溶液, 质量浓度为 0.05、0.1、0.5、2.0、5.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

2.3.2 样品的检测

取 1 g 茶叶(精确至 0.01 g), 于 50 mL 离心管中, 加入 15 mL 1% 氨水液, 涡旋 30 s, 于 60 $^{\circ}\text{C}$ 水浴超声提取 10 min, 5000 r/min 离心 2 min, 收集上清液, 重复提取至样液近无色, 合并上清液, 用柠檬酸溶液调 pH 值至 6。

分别用 6 mL 甲醇、6 mL pH 为 6~7 的水活化 SPE 柱, 将提取液过柱, 以 6 mL pH 为 6~7 的水、6 mL 甲醇淋洗, 抽干, 以 6 mL 5% 的氨化甲醇洗脱, 收集洗脱液, 50 $^{\circ}\text{C}$ 水浴吹干, 1 mL 水定容, 过 0.45 μm PTFE 滤膜, 上机。

液相条件: Waters C_{18} 色谱柱(250 mm \times 4.6 mm, 5 μm); 流动相: 0.02 mol/L 乙酸铵溶液, 甲醇; 梯度洗脱(见表 1); 流速 1 mL/min; 进样量 20 μL ; 柱温 30 $^{\circ}\text{C}$; 二级管阵列波长范围 400~800 nm, 根据扫描结果选择多波长检测, 检测波长分别为 430、520 和 630 nm。

表 1 梯度洗脱程序表
Table 1 Program of gradient elution

| 时间/min | 0.02 mmol/L 乙酸铵溶液/% | 甲醇/% |
|--------|---------------------|------|
| 0 | 95 | 5 |
| 4 | 65 | 35 |
| 8 | 0 | 100 |
| 11.1 | 95 | 5 |
| 20 | 95 | 5 |

3 结果与分析

3.1 线性关系

本研究建立的茶叶中的 8 种人工合成色素检出限为 0.1~0.3 mg/kg。在 0.05~5.00 $\mu\text{g/mL}$ 之间, 线性良好, 相关系数均在 0.999 以上; 8 种人工合成色素在茶叶中 5 倍检出限的平均添加回收率在 88.2%~95.4%之间, 详见表 2。

3.2 前处理过程的优化

3.2.1 提取液的优化

目前检测人工色素的国标方法 GB 5009.35-2016《食品安全国家标准 食品中合成着色剂的测定》^[17]中, 选用纯水作为提取液。本研究中提取液以水相为主, 通过加入氨水来提高提取效率^[18], 加入氨水的提取液, 8 种人工色素的回收率较纯水均有明显提高, 其中赤藓红

最为明显, 提高 53.1%, 其他 7 种组分提高 5.5%~27.3% 不等;

3.2.2 净化过程的优化

前述国标中, 以聚酰胺粉来净化提取液, 且对于含赤藓红的样品需另处理, 相对较为烦琐, 本研究选用商品化 PWAX 弱阴离子交换小柱, 过柱前对提取液进行酸化以确保合成色素以完全的阴离子形式存在^[19], 8 种组分可以一并处理, 节省检测时间; 另考虑到大多数人工色素是苯磺酸钠结构, 而赤藓红为苯甲酸结构, 其在 SPE 小柱上的保留较弱^[20], 如果选用 GB 5009.35 中的酸性淋洗液, 在淋洗时, 会将其洗脱下来。经反复实验, 最后将淋洗液改用 pH 为 6~7 的水和甲醇进行淋洗, 使赤藓红可以在净化柱中得以保留, 从而 8 种人工合成色素可以一起提取、净化。

3.2.3 洗脱液优化

国标中解析液选用乙醇-氨水-水(70:20:10, V:V:V), 由于水比例较高, 蒸至近干过程较长, 本研究经反复试验, 洗脱液选择 5% 氯化甲醇, 洗脱力强且吹干时间较短, 提高了检测效率。

3.2.4 检测波长的优化

本研究中 8 种物质的最大吸收波长^[21]分别为: 柠檬黄 430 nm、新红 528 nm、苋菜红 520 nm、胭脂红 510 nm、日落黄 490 nm、诱惑红 510 nm、赤藓红 532 nm、亮蓝 635 nm, GB 5009.35 中选用单波长 254 nm 进行检测, 各组分都有响应但都不是最大吸收。为提高目标物质响应值, 降低方法检出限, 本研究选择 430、520 和 630 nm 3 个通道进行检测, 使 8 种组分均能得到较好的响应。茶叶中 8 种人工合成色素的添加回收色谱图见图 1。

表 2 茶叶中 8 种人工色素检测方法的回收率、曲线及检出限
Table 2 Recovery rates, curves and detection limits of 8 synthetic pigments in tea

| 人工合成色素名称 | 线性范围/ $(\mu\text{g/mL})$ | 线性方程 | 相关系数 r | 检出限/ (mg/kg) | 茶叶中添加回收率/% | RSD/% |
|----------|--------------------------|----------------------|----------|-----------------------|------------|-------|
| 柠檬黄 | 0.05~5.00 | $Y=170402X-1433.04$ | 0.9999 | 0.10 | 89.8 | 3.5 |
| 日落黄 | 0.05~5.00 | $Y=58751.5X-105.084$ | 0.9999 | 0.20 | 93.4 | 2.8 |
| 胭脂红 | 0.05~5.00 | $Y=80424.7X-709.964$ | 0.9999 | 0.20 | 92.5 | 3.0 |
| 苋菜红 | 0.05~5.00 | $Y=79592.0X-504.061$ | 0.9999 | 0.20 | 93.3 | 4.6 |
| 赤藓红 | 0.05~5.00 | $Y=312896X-3704.38$ | 0.9999 | 0.30 | 88.2 | 5.7 |
| 新红 | 0.05~5.00 | $Y=96503.4X-628.579$ | 0.9999 | 0.20 | 91.6 | 4.4 |
| 亮蓝 | 0.05~5.00 | $Y=308989X-2858.78$ | 0.9999 | 0.25 | 95.4 | 3.6 |
| 诱惑红 | 0.05~5.00 | $Y=100831X-110.531$ | 0.9999 | 0.20 | 92.5 | 4.0 |

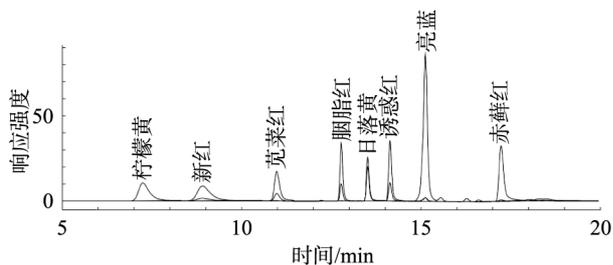


图 1 空白样品加标回收色谱图(500 µg/kg)

Fig.1 Chromatogram of blank sample recovery (500 µg/kg)

3.3 风险分析

利用本研究建立的方法, 对市场随机购买的红茶、绿茶、黑茶、白茶及乌龙茶等五大类 300 批茶叶进行 8 种人工合成色素的检测, 结果有 12 批红茶(全部为金骏眉)检出有违规添加物, 违规项目有柠檬黄、日落黄和胭脂红, 检出率分别为 4.0%、3.3%和 3.0%, 且几种组分同时使用的现象较为普遍, 检出含量在 2.5~1400 mg/kg 之间, 其中柠

檬黄的使用剂量普遍偏高。检测结果详见表 3。根据我国添加剂使用管理规定, 人工合成色素柠檬黄、日落黄及胭脂红是不得添加到茶叶中的, 柠檬黄在食品中的最大限量为 500 mg/kg, 部分茶叶中检出值远高于该值。含有 2 种组分的实际样品的检测图谱见图 2。

本次购买的茶叶样品中, 红茶共 112 批, 其中祁门红茶 32 批、英德红茶 24 批、正山小种 30 批及金骏眉 26 批(详见表 3), 只在金骏眉中检出 12 批违规添加人工合成色素, 针对金骏眉的不合格率为 46.2%。超市、农贸市场和专卖店的不合格率分别为 1.6%、3.0%和 5.8%, 一般被认为有质量保障的专卖店, 不合格比例却较高。本次检测中, 散装样品的不合格率为 5.5%, 预包装样品的不合格率为 1.2%, 可见, 预包装产品相对于散装产品, 质量相对较好。至于为什么红茶中只有金骏眉有违规添加现象, 分析原因, 可能是人工色素更容易改善金骏眉的茶汤颜色, 使其明亮艳丽, 更接近于上等茶的眼观评价标准。

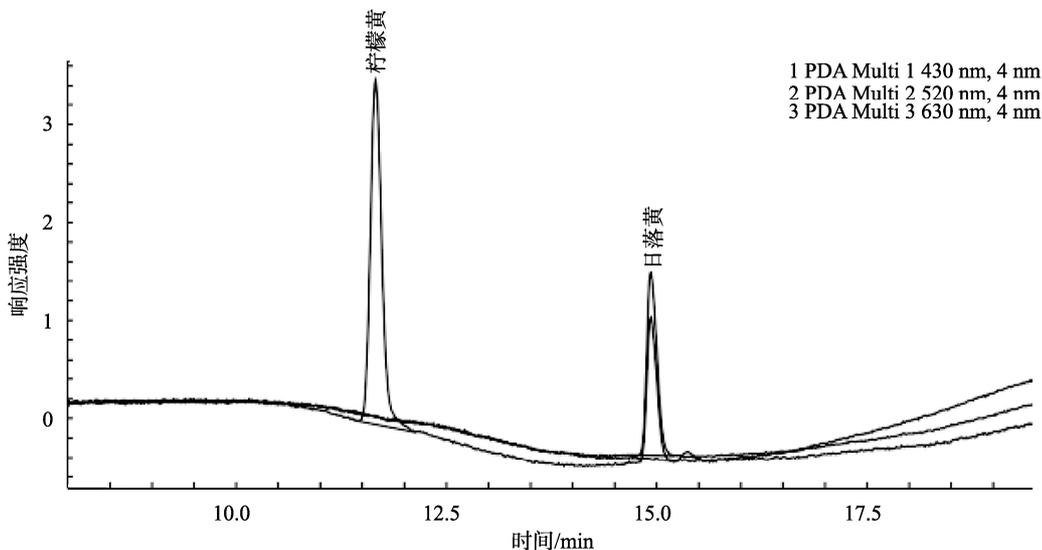


图 2 实际样品检测色谱图

Fig.2 Chromatogram of actual samples

表 3 金骏眉中人工合成色素的检测结果
Table 3 Detection results of synthetic pigments in Jinjunmei

| 序号 | 柠檬黄/(mg/kg) | 日落黄/(mg/kg) | 胭脂红/(mg/kg) | 来源 |
|----|-------------|-------------|-------------|---------|
| 1 | 76.00 | 8.800 | 2.500 | 农批市场 |
| 2 | 35.00 | 9.200 | --- | 农批市场 |
| 3 | 1300 | 56.00 | 64.00 | 农批市场 |
| 4 | 1400 | 39.00 | 45.00 | 超市(预包装) |
| 5 | 8.400 | --- | --- | 茶叶专卖店 |
| 6 | 7.100 | --- | --- | 茶叶专卖店 |
| 7 | 1300 | 58.00 | 65.00 | 茶叶专卖店 |

续表 3

| 序号 | 柠檬黄/(mg/kg) | 日落黄/(mg/kg) | 胭脂红/(mg/kg) | 来源 |
|----|-------------|-------------|-------------|-------|
| 8 | 890.0 | 26.00 | 21.00 | 茶叶专卖店 |
| 9 | 340.0 | 15.00 | 48.00 | 茶叶专卖店 |
| 10 | 210.0 | 10.00 | 31.00 | 茶叶专卖店 |
| 11 | 1100 | 14.00 | 21.00 | 茶叶专卖店 |
| 12 | 86.00 | 8.900 | 3.200 | 茶叶专卖店 |

4 结论及建议

根据我国相关规定,茶叶中不得添加人工色素,本研究建立的茶叶中人工合成色素的检测方法,检出限低、平行性好,适合禁用物质的检测。根据检测结果可看出,人工合成色素在红茶金骏眉中的违规使用确实存在,而且专卖店出售的茶叶,也发现有违禁添加人工色素的现象。建议国家尽快推出茶叶中人工合成色素的检测方法,在进一步充分评估论证后,加强监管,震慑违规添加现象,确保茶叶的天然性,让消费者放心饮用。

参考文献

- [1] 周伟娥, 凌云, 张元, 等. 食品中合成色素的前处理与检测分析方法研究[J]. 中国食品添加剂, 2015, 9: 150-152.
Zhou WE, Ling Y, Zhang Y, *et al.* Study on the method of pretreatment and detection of synthetic pigment in food [J]. Chin Food Addit, 2015, 9: 150-152.
- [2] 李巧玲, 田晶. 食用合成色素的安全性评人日及对策[J]. 食品工业, 2017, 38(11): 268-271.
Li QL, Tian J. Comments on the safety of edible synthetic pigment and its countermeasures [J]. Food Ind, 2017, 38(11): 268-271.
- [3] 李家玉, 王海滨, 林志华, 等. 合成色素的危害及其分析方法[J]. 中国园艺文摘, 2009, 25(10): 165-167.
Li JY, Wang HB, Lin ZH, *et al.* Harm of synthetic pigment and its analysis method [J]. Chin Horticult Dig, 2009, 25(10): 165-167.
- [4] 李智, 周刚. 茶叶中人工合成色素检测的常见问题及解决方案[J]. 中国食品安全, 2018, 30: 71.
Li Z, Zhou G. Common problems and solutions for the detection of artificial pigment in tea [J]. Chin Food Saf, 2018, 30: 71.
- [5] 林子健, 郑雪娜. 探究儿童食品中常见添加剂的危害[J]. 健康必读(中旬刊), 2012, 11(10): 38.
Lin ZJ, Zheng XN. Research on the harm of common additives in children's food [J]. Essent Health Read (Mid Issue), 2012, 11(10): 38.
- [6] 李鹏飞. 食品添加剂—健康的隐形杀手[J]. 商品与质量(理论研究), 2011, (3): 9.
Li PF. Food additive- Invisible killer of health [J]. Comm Qual (Theo Res), 2011, (3): 9.
- [7] 聂晶, 齐兴娟. 食用合成色素研究动态(综述)[J]. 中国食品卫生杂志, 2002, 14(1): 58-60.
Nie J, Qi XJ. Research trends of edible synthetic pigment (review) [J]. Chin J Food Hyg, 2002, 14(1): 58-60.
- [8] 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 standards-Standard for uses of food additives [S].
- [9] 奚星林, 邵仕萍, 徐娟, 等. 固相萃取高效液相色谱法同时测定食品中 12 种合成色素[J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24(3): 217-222.
Xi XL, Shao SP, Xu J, *et al.* Simultaneous determination of 12 synthetic pigments in food by high performance liquid chromatography with solid phase extraction [J]. Chin J Food Hyg, 2012, 24(3): 217-222.
- [10] Sameer ASM, Ulf T, Anne SM. Fungal polyketide azaphilone pigments as future natural food colorants? [J]. Trend Biotechnol, 2010, 28(6): 300-307.
- [11] 夏宗艳, 徐文远, 徐豪, 等. 超高压液相色谱法同时检测食品中 8 种人工合成色素[J]. 化工技术与开发, 2019, 48(1): 52-56.
Xia ZY, Xu WY, Xu H, *et al.* Simultaneous determination of 8 synthetic pigments in food by ultra-high pressure liquid chromatography [J]. Chem Technol Dev, 2019, 48(1): 52-56.
- [12] 林芳, 李涛, 王一欣, 等. 固相萃取-超高效液相色谱同时测定蜜饯中 9 种合成色素[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(2): 567-574.
Lin F, Li T, Wang YX, *et al.* Solid-phase extraction-simultaneous determination of 9 synthetic pigments in preserved fruit by ultra-high performance liquid chromatography [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(2): 567-574.
- [13] 黎星, 江丰, 王会霞, 等. 固相萃取-超高效液相色谱法测定食品中 10 种合成色素[J]. 食品工业, 2018, 39(10): 325-328.
Li X, Jiang F, Wang HX, *et al.* Determination of 10 synthetic pigments in food by solid phase extraction and ULTRA-high performance liquid chromatography [J]. Food Ind, 2018, 39(10): 325-328.
- [14] 戴玉婷, 杨晋青, 葛淑丽, 等. 固相萃取-高效液相色谱法测定饮料中的 9 种合成着色剂[J]. 食品与发酵科技, 2019, 55(2): 81-84.
Dai YT, Yang JQ, Ge SL, *et al.* Determination of 9 synthetic colorants in beverages by solid phase extraction and high Performance liquid chromatography [J]. Food Ferment Sci, 2019, 55(2): 81-84.
- [15] 林青, 林媛, 张甦, 等. 超高效液相色谱-三重串联四级杆质谱法测定乌梅中 19 种深色染色色素[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(7): 2663-2670.
Lin Q, Lin Y, Zhang S, *et al.* Determination of 19 kinds of dark dye in black plum by ultra-high performance liquid chromatography-triple tandem four-bar mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(7): 2663-2670.
- [16] Martin F, Oberson JM, Meschiari M, *et al.* Determination of 18 water-soluble artificial dyes by LC-MS in selected matrices [J]. Food Chem, 2016, 197(15): 1249-1255.
- [17] GB 5009.35-2016 食品安全国家标准 食品中合成着色剂的测定[S].

GB 5009.35-2016 National food safety standards-Determination of synthetic colorants in foods [S].

[18] 薛昆鹏, 金雪峰, 屠炳芳, 等. 改进固相萃取-高效液相色谱法同时测定食品中 7 种合成着色剂[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(23): 6219-6236.

Xue KP, Jin XF, Tu BF, *et al.* Simultaneous determination of 7 synthetic colorants in food by solid phase extraction and high performance liquid chromatography [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(23): 6219-6236.

[19] 高洁, 宁尚勇, 许志强. 固相萃取-高效液相色谱法检测食品中的非食用色素[J]. 分析实验室, 2008, 27(8): 33-35.

Gao J, Ning SY, Xu ZQ. Determination of non-edible pigments in food by solid phase extraction and high performance liquid chromatography [J]. *Anal Lab*, 2008, 27(8): 33-35.

[20] 单蕊, 高妍, 杜兰威, 等. 食品合成色素检测方法的改进[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(14): 192-197.

Shan R, Gao Y, Du LW, *et al.* Improvement of food synthetic pigment detection method [J]. *Food Res Dev*, 2019, 40(14): 192-197.

[21] 刘梅, 梁琳超, 李帅, 等. 全自动 SPE-HPLC-DAD 法测定熟肉制品中 15 种合成色素[J]. 烟台大学学报(自然科学与工程版), 2019, 32(4):

397-403.

Liu M, Liang LC, Li S, *et al.* Automatic SPE-HPLC-DAD method for the determination of 15 synthetic pigments in cooked meat products [J]. *J Yantai Univ (Nat Sci Eng Ed)*, 2019, 32(4): 397-403.

(责任编辑: 于梦娇)

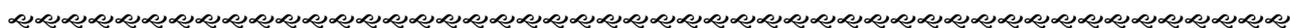
作者简介



郭晓雷, 质量中级工程师, 主要研究方向为食品及食用农产品质量与安全。
E-mail: guoxiaolei@cti-cert.com



张秀芹, 正高级兽医师, 主要研究方向为食品及食用农产品质量安全检测。
E-mail: 13609839503@163.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(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(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