

实验技术与方法

盐析辅助-高效液相色谱快速测定糕点中的禁用色素喹啉黄

孙珊珊,王明栋,赵慧男,郑文静,薛霞,胡梅,王骏,刘艳明,张艳侠

(山东省食品药品检验研究院,山东省食品药品安全检测工程技术研究中心,山东 济南 250101)

摘要:目的 建立糕点中禁用色素喹啉黄的盐析辅助-高效液相色谱法快速测定方法。方法 样品经40%甲醇-氯化钠-水体系提取,亚铁氰化钾-乙酸锌溶液沉淀蛋白,以甲醇-0.02 mol/L 乙酸铵溶液为流动相梯度洗脱,X-Bridge C₁₈色谱柱(150 mm×4.6 mm,3.5 μm)分离,二极管阵列检测器检测,外标法定量。结果 喹啉黄在0.4~40.0 μg/mL浓度范围内线性关系良好,相关系数(*r*)大于0.999,方法检出限(*S/N*=3)为1.25 mg/kg,定量限(*S/N*=10)为5.0 mg/kg。在5.0、10.0和50.0 mg/kg三个浓度下,方法的平均回收率在89.18%~110.10%之间,相对标准偏差为2.83%~8.65%。结论 该方法快速、准确、重现性好,适用于糕点中的禁用色素喹啉黄的快速定性、定量分析。

关键词:糕点;喹啉黄;高效液相色谱法;盐析;禁用色素

中图分类号:R155

文献标识码:A

文章编号:1004-8456(2023)02-0198-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2023.02.008

Determination of banned pigment quinoline yellow in pastries by salting out assisted-high performance liquid chromatographySUN Shanshan, WANG Mingdong, ZHAO Huinan, ZHENG Wenjing, XUE Xia, HU Mei,
WANG Jun, LIU Yanming, ZHANG Yanxia(Shandong Institute for Food and Drug Control, Shandong Research Center of Engineering and
Technology for Safety Inspection of Food and Drug, Shandong Ji'nan 250101, China)

Abstract: Objective To develop an analytical method for fast determination of banned pigment quinoline yellow in pastries by salting out assisted-high performance liquid chromatography. **Methods** The sample was extracted with 40% methanol-sodium chloride-water, precipitated with potassium ferrocyanide-zinc acetate solution, eluted with mobile phase of methanol-0.02 mol/L ammonium acetate solution, separated by X-Bridge C₁₈ column (150 mm×4.6 mm, 3.5 μm), and detected with diode array detector by external standard method. **Results** The method showed good linearity (*r*>0.999) in the range of 0.4-40.0 μg/mL. The limit of detection (*S/N*=3) was 1.25 mg/kg and the limit of quantification (*S/N*=10) was 5.0 mg/kg. The average recoveries of three different concentrations level at 5.0, 10.0 and 50.0 mg/kg ranged from 89.18% to 110.10%, with relative standard deviation in the range of 2.83%-8.65%. **Conclusion** The method was convenient, accurate and reproducible, and it was suitable for qualitative and quantitative analysis of banned pigment quinoline yellow in pastries.

Key words: Pastries; quinoline yellow; high performance liquid chromatography; salting out; banned pigment

喹啉黄(Quinoline yellow, QY)是一种水溶性偶氮类人工合成色素,为2-(2-喹啉基)-茛满基-1,3-二酮单磺酸钠盐(QYNa)和2-(2-喹啉基)-茛满基-1,3-

二酮二磺酸二钠盐(QYNa₂)的混合物^[1],结构如图1。喹啉黄色泽鲜艳、价格低廉,常作为着色剂用于食品、药物和化妆品等领域^[2]。研究表明,喹啉黄具有遗传毒性,会造成儿童出现极度活跃、兴奋、冲动、注意力不集中、自我控制能力较差以及神经病等行为^[3]。目前,喹啉黄在美国、日本及英国^[4]等地被禁止用于食品着色,在中国仅限在预调酒中添加,且最大使用量不超过0.1 g/L^[5]。糕点是人们最常食用的食品之一,使用合成着色剂可提高其色泽同时降低生产原材料的成本,但违规添加禁限用色素会影响消费者的身体健康^[6]。糕点中除喹啉黄外9种

收稿日期:2021-12-30

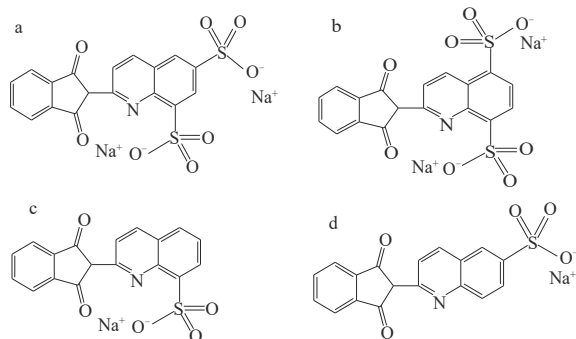
作者简介:孙珊珊 女 工程师 研究方向为食品安全分析与风险预警 E-mail:sun33.2004@163.com

通信作者:刘艳明 女 研究员 研究方向为食品安全分析与研究 E-mail:msymliu@163.com

张艳侠 女 高级工程师 研究方法为食品安全分析与风险预警 E-mail:zyx5560@126.com

刘艳明和张艳侠为共同通信作者

有机食用合成色素可用于糕点上彩装^[5],其中柠檬黄、胭脂红、日落黄还可用于含有馅料的糕点的食品馅料中,其余情况均不允许添加使用。因此,对糕点中禁用喹啉黄的准确测定具有重要意义。



注:a:QYN₂ I ;b:QYN₂ II 为喹啉黄二钠盐的两种同分异构体;
c:QYNa I ;d:QYNa II 为喹啉黄单钠盐的两种同分异构体

图1 喹啉黄的化学结构图

Figure 1 Chemical structure diagram of quinoline yellow

目前,关于糕点中喹啉黄的检测研究很少,现行标准也未涵盖糕点食品。国内外用于喹啉黄的检测方法主要有分光光度法^[7-8]、电化学法^[9-10]、液相色谱法^[11-13]和高效液相串联质谱法^[14-16]等。分光光度法和电化学方法灵敏度和选择性不高。高效液相色谱-质谱法虽然具有高选择性、高灵敏度的优势,但其仪器复杂、成本较高。高效液相色谱法由于仪器普及率高、准确性好、灵敏度高等特点被广泛应用,是在色素检测应用中最广泛的一种方法。色素类常用的前处理方法有固相萃取小柱法、聚酰胺吸附法和超声直接提取法等。固相萃取柱法和聚酰胺吸附法处理的样品,杂质干扰峰少,色谱峰基质干净,净化效果好,但是操作较为复杂,实验周期较长,实验效率较低。超声提取法操作简单、成本低廉,大大缩短了分析时间,适用于大批量样品的定量检测,但也存在净化困难及干扰色谱分析问题。因此,十分有必要建立一种能有效解决高脂肪、高蛋白糕点样品中喹啉黄的批量提取及净化的检测方法。

本文针对糕点中高糖、高蛋白质、高脂肪等基质较复杂的特点,重点优化了有机溶剂-盐析提取体系对喹啉黄的提取效果,希望建立简便、高效、准确性好的糕点中禁用色素喹啉黄的高效液相色谱-盐析法快速测定方法,为相关标准制定及产品质量监管提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 主要仪器与试剂

岛津 LC-20A 液相色谱仪(配备光电二极管阵

列紫外可见光检测器);XBridge C₁₈ 色谱柱(150 mm×4.6 mm, 3.5 μm 和 250 mm×4.6 mm, 5 μm, 美国 Waters 公司);Titank C₁₈ 色谱柱(150 mm×4.6 mm, 3 μm, 广州菲罗门科学仪器有限公司);AB204-S 型电子天平(梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司);SB-800DTD 型超声波清洗器(宁波新芝生物科技股份有限公司);3-18K 型冷冻离心机(德国 SIGMA 离心机有限公司);Milli-Q 超纯水制备器(德国默克集团);涡旋混合器(德国 IKA 公司)。

标准品:喹啉黄(纯度 90.2%, 德国 Dr. Ehrenstorfer GmbH);甲醇(色谱纯, 美国 Supelco 公司)、乙腈(色谱纯, 霍尼韦尔贸易(上海)有限公司)、乙酸铵(色谱纯, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司);冰乙酸、氨水、氯化钠、乙酸锌、亚铁氰化钾(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司);实验用糕点样品均为市售。

1.2 方法

1.2.1 标准溶液的配制

准确称取 10.00 mg(精确至 0.01 mg)喹啉黄标准品于 10 mL 容量瓶中,用水溶解并定容,配制成 1 000 μg/mL 的标准储备液。将上述标准储备液用水逐级稀释成 0.4、1.0、2.0、4.0、10.0、20.0、40.0 μg/mL 的标准系列工作液,置于 4 °C 冰箱中避光贮存。

1.2.2 样品前处理过程

称取 2.00 g 样品(准确至 0.01 g)于 25 mL 离心管中,加入 10 mL 水,涡旋混匀,超声提取 10 min。取出,分别加入 1 mL 亚铁氰化钾溶液和 1 mL 乙酸锌溶液,混匀,再加入 10 mL 甲醇,加入 0.5 g 氯化钠,充分混合均匀,超声提取 5 min,用水定容至 25 mL,8 000 r/min(相对离心力为 6 654×g)离心 5 min。上清液经 0.45 μm 微孔滤膜过滤后,待液相色谱测定。

1.2.3 色谱条件

色谱柱 Waters® XBridge (150 mm×4.6 mm, 3.5 μm)。流动相:A 为甲醇,B 为 0.02 mol/L 乙酸铵溶液;采用梯度洗脱程序,梯度条件见表 1。流速 0.8 mL/min;进样体积 10 μL;检测波长 415 nm;柱温 35 °C。

表 1 HPLC 梯度洗脱程序

Table 1 Gradient elution program for HPLC separation

时间/min	流动相 A/%	流动相 B/%
0	10	90
5.0	10	90
20.0	90	10
23.0	10	90
28.0	10	90

2 结果

2.1 色谱条件考察

喹啉黄主要成分为 2-(2-喹啉基)-茚满基-1,3-二酮磺酸钠盐混合物,喹啉黄结构中含有磺酸根基团,适合用反相色谱分离,又因其磺酸基个数和取代位置的差异,导致它们在反相色谱柱上的保留能力存在差异。含有两个磺酸根基团的喹啉黄二钠盐极性强于喹啉黄单钠盐,根据相似相容原理,反相色谱极性保留弱。结合图 1 分析可知, QYNa₂ I、QYNa₂ II 极性差异相对较大,更易分离, QYNa I、QYNa II 极性差异相对较小,不易分离。需通过考察色谱柱、流动相和检测波长获得合适色谱分离条件。

2.1.1 色谱柱的选择

为使喹啉黄不同结构组分达到最佳的分离效果,考察了三种反相色谱柱: XBridge C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm) 色谱柱、XBridge C₁₈(150 mm×4.6 mm, 3.5 μm) 色谱柱与 Titank C₁₈(150 mm×4.6 mm, 3 μm) 色谱柱的分离效果。结果显示,喹啉黄各组分在三种 C₁₈ 色谱柱上能有效保留,在相同的色谱条件下 XBridge C₁₈(250 mm) 出峰时间较晚,分析时间延长, Titank C₁₈(150 mm) 对目标物保留较强, QYNa I 和 QYNa II 不易分离。最终选择 XBridge C₁₈(150 mm×4.6 mm, 3.5 μm) 色谱柱,喹啉黄各组分能快速、有效分离。

2.1.2 流动相的选择及优化

乙酸铵溶液的存在可以促进目标物的保留和分离,改善峰形,本文对比了相同条件下甲醇-20 mmol/L 乙酸铵水溶液和乙腈-20 mmol/L 乙酸铵水溶液对目标物分离情况。结果表明,在甲醇-20 mmol/L 乙酸铵水溶液作流动相时喹啉黄四种成分得到更好的分离度。流动相中甲醇初始比例大时,流动相的极性小,洗脱能力较强, QYNa₂ I、QYNa₂ II 出峰时间早,分离效果差。兼顾到合适的保留时间和良好的色谱峰形,最终选择甲醇初始比例为 10%,优化的梯度洗脱条件见表 1,喹啉黄四种成分均得到了良好分离。

2.1.3 检测波长的选择

经色谱分离后,由二极管阵列检测器扫描得紫外吸收光谱,喹啉黄的四个组分在 410~420 nm 有最大吸收。综合考虑选择 415 nm 作为检测波长,目标吸收峰均较大,可获得较高的灵敏度,干扰少,特异性好。在优化的色谱条件下,喹啉黄的 4 个色谱峰有效分离(图 2)。

2.2 样品前处理方法的优化

2.2.1 提取溶剂的考察

偶氮类喹啉黄色素主要成分为喹啉黄磺酸钠

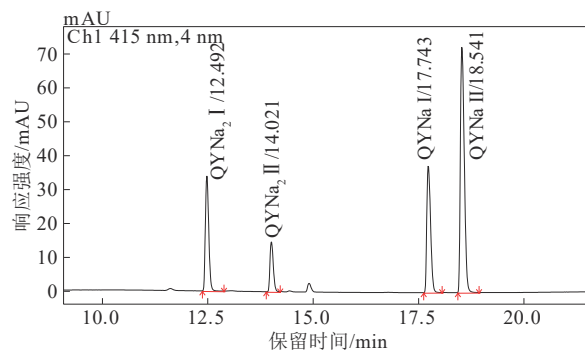


图2 喹啉黄标准溶液(1 μg/mL)色谱图

Figure 2 The standard solution chromatogram of the QY (1 μg/mL)

盐,易溶于水,常见提取喹啉黄的溶剂主要为水。糕点样品基质复杂,糖、脂肪、蛋白质等成分含量高,直接用水进行提取呈悬浊液,很难得到澄清的提取液,不仅干扰目标物定性定量,对色谱系统损伤也较大。所以选择提取剂时需要有一定比例的有机试剂加入。

乙腈和甲醇等有机溶剂极性中等,且可以起到沉淀蛋白的作用。比较相同条件下不同的提取溶剂:甲醇-水溶液、乙腈-水溶液与乙醇-水溶液(有机溶剂均为 10 mL)对糕点基质中喹啉黄的提取效果。结果发现,作为质子溶剂的甲醇-水和乙醇-水较乙腈-水体系提取效果更好,其中乙醇-水作为提取溶剂对极性最大的 QYNa₂ I 回收率低,选择甲醇-水溶液对喹啉黄提取。提取溶剂中的水可以增强有机溶剂在样品中的渗透能力,进一步考察甲醇-水体系不同比例的提取液对喹啉黄提取效率的影响,结果见图 3。40% 甲醇水作提取试剂时,喹啉黄四种结构组分均得到理想的加标回收率。根据相似相容原理,提取溶剂中甲醇比例低时不利于喹啉黄一钠盐的提取,随着甲醇比例的提高,80% 以上甲醇水提取剂极性变小,不利于极性高的喹啉黄二钠盐的提取。因此选择 40% 甲醇水体系作为提取溶剂。

2.2.2 提取溶剂 pH 的考察

因喹啉黄结构中带有强水溶性、强酸性的磺酸

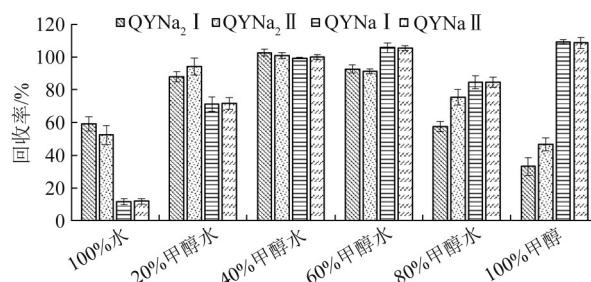


图3 不同比例甲醇水对喹啉黄提取回收率的影响

Figure 3 Effect of different Methanol-water ratios on extraction recoveries of the QY

基团,是水溶的酸性化合物,因不同糕点基质 pH 的影响,其提取效率受到影响,通过调节 pH 改变其存在状态,提高其在溶剂中的溶解。本实验考察了提取溶剂在不同 pH(用乙酸或氨水调 pH 为 3、5、7、9)对喹啉黄提取影响。图 4 表明,提取溶剂在 pH3 时回收率略偏低,pH7 时喹啉黄的提取回收率均达到 90% 以上。本实验用提取溶剂甲醇和水为中性,因此提取过程中无需添加甲酸或氨水调节 pH。

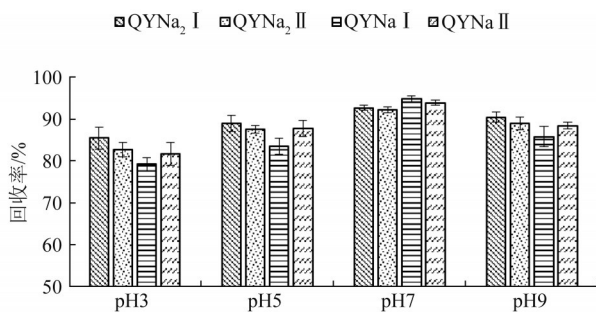


图 4 提取溶剂不同 pH 对喹啉黄提取回收率的影响

Figure 4 Effect of different pH of extraction solvent on extraction recoveries of the QY

2.2.3 沉淀净化条件的选择

由于糕点基质复杂,特别是蛋白质干扰严重,沉淀蛋白降低其干扰目标物,是检测的一个关键点。大比例的有机试剂可以一定程度的沉淀蛋白,但提取液仍不澄清。为进一步提高净化效果,考察了乙酸锌-亚铁氰化钾溶液、氢氧化钠-硫酸锌溶液两种不同沉淀剂的沉淀效果。图 5 结果显示,两种沉淀剂均可以使处理液澄清,对喹啉黄的提取回收率均达到 90% 以上,乙酸锌-亚铁氰化钾得到更理想的加标回收率,水系蛋白沉淀剂亚铁氰化钾和乙酸锌均为中性盐,亚铁氰化钾和乙酸锌沉淀蛋白质是一种盐析反应。由于蛋白质是一种胶体,乙酸锌与亚铁氰化钾反应生成的氰亚铁酸锌沉淀能够挟走或吸附干扰物质,且这两种中性盐除蛋白能力强。所以,最终选择乙酸锌-亚铁氰化钾作为沉淀剂。

2.2.4 盐析对喹啉黄提取的影响

少量中性盐离子会增加蛋白质分子表面的电荷,对蛋白质的溶解度有显著影响。本次试验针对糕点中的基质,考察氯化钠盐析对喹啉黄提取的影响。提取过程中在沉淀前、定容前、定容后分别加入 0.5 g 氯化钠和不加氯化钠对喹啉黄的回收率对比(图 6),结果表明加入氯化钠可有效提高喹啉黄提取效率,原因可能是提取液加入一定量氯化钠后,形成甲醇-水-盐析萃取体系,合成着色剂不会随蛋白质去除而损失,使蛋白质发生沉淀析出溶液,可以显著提高色素在有机相中的溶解度,有利于极

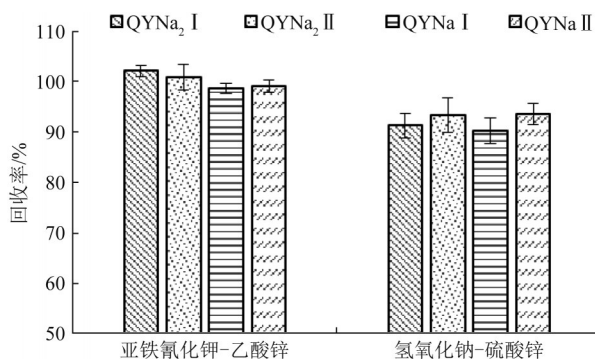


图 5 不同沉淀剂对喹啉黄提取回收率的影响

Figure 5 Effect of different precipitants on extraction recoveries of the QY

性色素喹啉黄的析出和提取。喹啉黄提取回收率在提取过程中不同时间加入氯化钠对其影响差异不大,本文选择定容前加入 0.5 g 氯化钠。

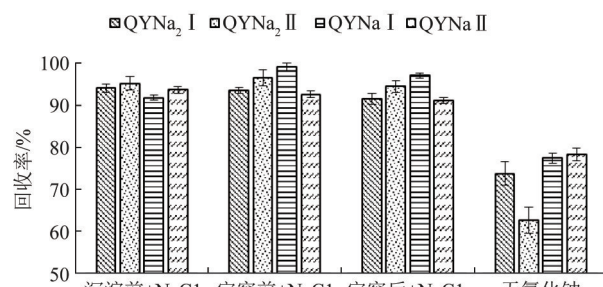


图 6 氯化钠盐析对喹啉黄提取回收率的影响

Figure 6 Effect of sodium chloride salting-out on extraction recoveries of the QY

2.3 方法学验证

2.3.1 线性关系与检出限

将浓度分别为 0.4、1.0、2.0、4.0、10.0、20.0、40.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的标准系列工作液注入液相色谱仪,按仪器设定的条件进行测定。将系列标准工作溶液按浓度从低到高的顺序,按 1.2.3 液相色谱条件进行测定,以峰面积(Y)对其质量浓度(X)作标准曲线。采用空白基质加标的方法,以喹啉黄中含量最小的 QYNa₂ II 作为参考峰,其信噪比 $S/N=10$ 得到目标物的定量限(Limit of quantification, LOQ),以信噪比 $S/N=3$ 得到目标物的检出限(Limit of detection, LOD)。结果表明,方法的 LOD 为 1.25 mg/kg、LOQ 为 5.0 mg/kg。

合成着色剂喹啉黄主要为喹啉黄磺酸钠盐,用其全部色谱峰面积之和定量。在本色谱条件喹啉黄含量以 QYNa₂ I、QYNa₂ II、QYNa I、QYNa II 的总和计,本方法把 4 个峰设为一组,由分析软件进行组校准定量计算。同峰面积归一化法^[15](分别定量后再加和)的计算方式的测定结果是一致的,在实际检验中组校准更直接、更便捷,可根据液相色谱分析软件条件选择合适的计算方法。

表2 喹啉黄4种结构的回归方程、相关系数(r)、LOD及LOQTable 2 Linear equations, linearity range, r , LOD and LOQ of 4 kind structure of QY

化合物名称	回归方程	相关系数(r)	LOD/(mg/kg)	LOQ/(mg/kg)
QYNa ₂ I	$y=97\ 064.0x+505.470$	0.999 9		
QYNa ₂ II	$y=97\ 151.9x+152.465$	0.999 9		
QYNa I	$y=97\ 656.0x+384.928$	0.999 9	—	—
QYNa II	$y=97\ 271.9x+908.614$	0.999 9		
QY(组校准)	$y=97\ 064.0x+505.470$	0.999 9	1.25	5.0

2.3.2 回收率与精密度

向空白样品中分别进行低(5 mg/kg)、中(10 mg/kg)、高(50 mg/kg)三水平的加标,每种加标样品平行测定6份,考察方法的回收率与精密度。方法的平均回收率在89.18%~110.10%之间,RSD<8.65%,符合GB/T 27404—2008《实验室质量控制规范 食品理化检验》中检验方法确认对回收率和精密度的要求,具体数据见表3。

表3 喹啉黄的回收率和精密度($n=6$)Table 3 Recovery and relative standard deviation of QY ($n=6$)

试验号	5 mg/kg		10 mg/kg		50 mg/kg	
	回收率/%	RSD/%	回收率/%	RSD/%	回收率/%	RSD/%
1	89.18		100.20		103.17	
2	90.90		102.10		102.43	
3	110.10	8.65	96.95	4.07	97.13	2.83
4	104.29		96.60		97.99	
5	92.38		91.05		99.21	
6	94.40		94.55		96.41	

2.4 实际样品测定

采用该方法对市售20批次糕点样品(10批次蛋糕,10批次面包)进行检测,受样品量及采样地等条件限制,均未检出喹啉黄。

3 结论

本文通过优化仪器条件以及前处理条件,建立了糕点中禁用色素喹啉黄的盐析辅助-高效液相色谱定性定量方法。本方法重点优化了有机溶剂-盐析直接提取的前处理体系,操作简便快速,分离效果好,准确度和精密度均符合要求,适用于糕点中的喹啉黄快速测定,能够更好地为此类产品的市场监管提供服务。

参考文献

- [1] 孙小杰,宋佳,尹华涛.喹啉黄中各组分的定性及定量研究[J].化学分析计量,2015,24(3):55-58.
SUN X J, SONG J, YIN H T. Qualitative and quantitative method of components in quinoline yellow [J]. Chemical Analysis and Meterage, 2015, 24(3): 55-58.
- [2] FU L, ZHENG Y H, WANG A W, et al. Sensitive determination of quinoline yellow using poly (diallyldimethylammonium chloride) functionalized reduced graphene oxide modified grassy carbon electrode[J]. Food Chemistry, 2015, 181: 127-132.
- [3] GAO Y Q, WANG M L, YANG X B, et al. Rapid detection of

- quinoline yellow in soft drinks using polypyrrole/single-walled carbon nanotubes composites modified glass carbon electrode [J]. Journal of Electroanalytical Chemistry, 2014, 735: 84-89.
- [4] SHAHABADI N, MAGHSUDI M, ROUHANI S. Study on the interaction of food colourant quinoline yellow with bovine serum albumin by spectroscopic techniques [J]. Food Chemistry, 2012, 135(3): 1836-1841.
- [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品添加剂使用标准:GB 2760—2014[S].北京:中国标准出版社,2015.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National food safety standard- Standards for uses of food additives: GB 2760—2014 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [6] 李明晖.高效液相色谱法同时测定糕点中6种合成着色剂[J].现代商贸工业,2018,39(33):185-187.
LI M H. Study on simultaneous determination of six kinds of colorants in pastries by HPLC [J]. Modern Business Trade Industry, 2018, 39(33): 185-187.
- [7] 赵丽.偏最小二乘法-分光光度法同时检测6种合成色素的研究[J].福建分析测试,2015,24(5):13-17.
ZHAO L. A study on simultaneous determination of six synthetic colorants by partial least squares-spectrophotometric method [J]. Fujian Analysis & Testing, 2015, 24(5): 13-17.
- [8] OZGUR M U, KOYUNCU I. The simultaneous determination of quinoline yellow (E-104) and sunset yellow (E-110) in syrups and tablets by second derivative spectrophotometry [J]. Turkish Journal of Chemistry, 2002, 26: 501-508.
- [9] 邓培红,王淳之,唐清,等. MnO₂纳米棒-石墨烯复合物修饰乙炔黑电极灵敏检测饮料中的喹啉黄[J].衡阳师范学院学报,2019,40(6):46-51.
DENG P H, WANG C Z, TANG Q, et al. Sensitive detection of quinoline yellow in beverages using acetylene black electrode modified with MnO₂ nanorods-graphene composite [J]. Journal of Hengyang Normal University, 2019, 40(6): 46-51.
- [10] ZHANG S H, SHI Z, WANG J S. Sensitive and rapid determination of quinoline yellow in drinks using polyvinylpyrrolidone-modified electrode [J]. Food Chemistry, 2015, 173: 449-453.
- [11] BONAN S, FEDRIZZI G, MENOTTA S, et al. Simultaneous determination of synthetic dyes in foodstuffs and beverages by high-performance liquid chromatography coupled with diode-array detector [J]. Dyes and Pigments, 2013, 99(1): 36-40.
- [12] 杨勇,罗奕,吴琳琳,等. HPLC-DAD法测定馒头中喹啉黄、食用绿S和亮绿3种色素含量的研究[J].粮油食品科技,2015,23(6):71-75.
YANG Y, LUO Y, WU L L, et al. Study on determination of 3 kinds of pigment content of yellow, green S and bright green in

- steamed bread by HPLC-DAD method[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2015, 23(6): 71-75.
- [13] 高家敏, 钮正睿, 李红霞, 等. 高效液相色谱法测定饮料中12种水溶性合成着色剂[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(1): 135-140.
- GAO J M, NIU Z R, LI H X, et al. Determination of 12 kinds of water-soluble synthetic colorants in drinks by high performance liquid chromatography [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2019, 10(1): 135-140.
- [14] 郑娟梅, 莫紫梅, 王警, 等. 液相色谱-串联质谱法同时检测糕点中31种食品添加剂[J]. 中国食品添加剂, 2021, 32(4): 70-80.
- ZHENG J M, MO Z M, WANG J, et al. Simultaneous determination of 31 food additives in pastries with liquid performance chromatography-tandem mass spectrometry [J]. China Food Additives, 2021, 32(4): 70-80.
- [15] 孙小杰, 胡文彦, 凌睿. 固相萃取—液质联用法测定酒、糖果、巧克力中的喹啉黄[J]. 中国食品添加剂, 2015(12): 154-157.
- SUN X J, HU W Y, LING R. Detection of quinoline yellow in wine, candies and chocolate by solid phase extraction-liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. China Food Additives, 2015(12): 154-157.
- [16] 马晓燕, 朱顺达, 肖海龙, 等. 液相色谱-串联质谱法测定食品中喹啉黄、酸性绿S和专利蓝V[J]. 中国食品学报, 2012, 12(4): 182-186.
- MA X Y, ZHU S D, XIAO H L, et al. Determination of quinoline yellow, green S and patent blue V in foods by performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2012, 12(4): 182-186.

[上接第189页]

著作或编著:[序号] 主要责任者. 文献题名[文献类型标志]. 其他责任者. 版本项(版次为第一版的不用标明). 出版地:出版者,出版年:起页-止页.

举例 图书:[3] 吴阶平,裘法祖,黄家驷. 外科学[M]. 4版. 北京:人民卫生出版社, 1979: 82-93.

译著:[4] ZIEGLER E E, FILER L J. 现代营养学[M]. 闻之梅,陈君石,译. 7版. 北京:人民卫生出版社, 1998: 126-129.

著作中的析出文献:[序号] 析出文献主要责任者. 析出文献题名[文献类型标志]//原文献主要责任者. 原文献题名. 版本项. 出版地:出版者,出版年:析出文献起页-止页.

举例 [5] 白书农. 植物开花研究[M] // 李承森. 植物科学进展. 北京:高等教育出版社, 1998: 146-163.

会议文献中的析出文献:[序号]析出文献主要责任者. 析出文献题名[文献类型标志/文献载体标志]//会议文献主要责任者. 会议文献题名:其他题名信息. 出版地:出版者,出版年:析出文献起页-止页[引用日期]获取和访问路径.

举例 [6] 董家祥,关仲英,王兆奎,等. 重症肝炎的综合基础治疗[C]//张定凤. 第三届全国病毒性肝炎专题学术会议论文汇编,南宁,1984. 北京:人民卫生出版社, 1985: 203-212.

科技报告:著录格式同著作或编著.

举例 [7] World Health Organization. Factors regulating the immune response: report of WHO Scientific Group [R]. Geneva:WHO,1970:1-74.

法令、条例:[序号]主要责任者. 题名[文献类型标志]. 公布日期.

举例 [8] 中华人民共和国全国人民代表大会. 中华人民共和国著作权法[A]. 2012-03-31.

标准:[序号]主要责任者. 标准名称:标准编号[文献类型标志]. 出版地:出版者,出版年.

举例 [9] 全国文献工作标准化技术委员会第七分委员会. 科学技术期刊编排格式:GB / T 3179—1992 [S]. 北京:中国标准出版社,1992.

电子文献:[序号]主要责任者. 题名[文献类型标志 / 文献载体标志]. 出版地:出版者,出版年(更新或修改日期) [引用日期]. 获取和访问路径.

举例 [10] 肖钰. 出版业信息迈入快道 [EB/OL]. (2001-12-19) [2002-04-15]. <http://www.creader.com/news/20011219/200112190019.html>.

专利文献:[序号]专利申请者. 题名:专利国别,专利号[P]. 公告或公开日期.

3 声明

本刊已进入中国所有主要期刊数据库,本刊所付稿酬已包含这些数据库的稿酬。编辑部对来稿将作文字性修改,若涉及内容修改会与作者商榷。编辑部收到稿件后,于3个月内通知处理意见。投稿6个月后如未收到修稿或录用通知,作者可自行处理稿件,所收稿件纸质版概不退还。来稿一经采用,即收取版面费,按规定向作者支付稿酬,并赠送杂志。

4 投稿

投稿请登录《中国食品卫生杂志》网站 <http://www.zgspws.com>,并同时邮寄单位介绍信和稿件纸版1份(需第一作者、通信作者和副高以上作者签名)。来稿中应有清楚完整的作者通信地址、联系电话和E-mail地址。编辑部地址:北京市朝阳区广渠路37号院2号楼802室《中国食品卫生杂志》编辑部 邮政编码:100021 电话:010-52165596 E-mail:spws462@163.com