

固相萃取-GC-MS/MS 测定化妆品中多种苯甲酸酯类和对苯甲酸酯类防腐剂的含量

王任, 吴鸳鸯, 颜琳琦, 李泽桦, 张丽媛, 严俊(浙江省食品药品检验研究院, 杭州 310052)

摘要: 目的 建立同时测定 3 种不同基质类型(水剂、乳液类和膏霜类)化妆品中苯甲酸乙酯、苯甲酸异丙酯、苯甲酸丙酯、苯甲酸苯基酯、4-羟基苯甲酸甲酯、4-羟基苯甲酸乙酯、4-羟基苯甲酸丁酯和 4-羟基苯甲酸丙酯等 8 种防腐剂的固相萃取-气相色谱-串联质谱(GC-MS/MS)方法。方法 化妆品样品经甲醇提取, 采用 HLB 固相萃取柱净化后检测, 经 VF-1301MS 毛细管柱分离, 采用选择离子监测模式(SIM)进行分析, 基质匹配标准曲线外标法定量。结果 8 种化合物在各自浓度范围内线性关系良好, 相关系数均 >0.995 , 检出限为 $0.079\sim 3.15\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 定量限为 $0.26\sim 10\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 平均回收率为 $90.9\%\sim 104.2\%$, RSD 均 $<10\%$, 应用该方法对样品进行了检验。结论 本法简单准确, 灵敏度高, 可用于市售化妆品中 8 种防腐剂的定量分析。

关键词: 气相色谱-质谱联用; 防腐剂; 固相萃取; 化妆品

中图分类号: R917

文献标志码: B

文章编号: 1007-7693(2023)01-0093-06

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2023.01.012

引用本文: 王任, 吴鸳鸯, 颜琳琦, 等. 固相萃取-GC-MS/MS 测定化妆品中多种苯甲酸酯类和对苯甲酸酯类防腐剂的含量[J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(1): 93-98.

Determination of Various Benzoate Esters and p-Benzoate Esters Preservatives in Cosmetics by SPE-GC-MS/MS

WANG Ren, WU Yuanyang, YAN Linqi, LI Zehua, ZHANG Liyuan, YAN Jun(Zhejiang Institute for Food and Drug Control, Hangzhou 310052, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To establish a gas chromatography tandem mass spectrometry(GC-MS/MS) method for simultaneous separation and determination of eight preservatives including ethyl benzoate, isopropyl benzoate, propyl benzoate, phenyl benzoate, methyl 4-hydroxybenzoate, ethyl 4-hydroxybenzoate, butyl 4-hydroxybenzoate and propyl 4-hydroxybenzoate in cosmetics with three different matrix types(water agent, lotion and cream) by solid phase extraction. **METHODS** Samples were ultrasonically extracted by methanol, then purified by HLB solid phase extraction column. Samples were separated by VF-1301MS capillary column, and analyzed by multi-reaction monitoring(SIM) detection mode. Matrix matching calibration method was used for the quantification. **RESULTS** The results showed that the eight compounds had good linear relationship in their respective concentration range, the correlation coefficient was >0.995 , the detection limit was $0.079\sim 3.15\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, the quantitative limit was $0.26\sim 10\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, and the average recovery was $90.9\%\sim 104.2\%$, RSD was less than 10% . The method was used to test the samples. **CONCLUSION** The method is simple, accurate and sensitive. It can be used for the quantitative analysis of eight preservatives in commercial cosmetics.

KEYWORDS: GC-MS/MS; preservative; solid phase extraction; cosmetics

化妆品基质富含油脂类物质、动植物提取物、蛋白质等各种营养活性成分, 是微生物的生长温床, 因此在化妆品中添加防腐剂防止微生物污染必不可少。防腐剂的不当使用是导致皮肤过敏和接触性皮炎的重要原因之一^[1-2], 所以化妆品中的防腐剂选用和含量必须以安全性为前提。《化妆品安全技术规范》(2015 年版)^[3]中对中国化妆品中允许使用的 51 项防腐剂进行了限量规定, 但只收载

了部分防腐剂的检测方法; 没有收载利用质谱法对化妆品中的防腐剂进行含量测定的方法, 仅收载了液质联用方法和气质联用方法对某些防腐剂结果进行定性确认, 以防止假阳性结果出现。近年来, 报道的测定防腐剂方法较多, 主要有高效液相色谱法^[4-5]、气相色谱法^[6]、气相色谱-质谱联用法(GC-MS/MS)^[1,7-8], 其中较多采用高效液相色谱法和气相色谱法对化妆品中防腐剂进行定量。

基金项目: 浙江省药品监管系统科技计划项目(2022038)

作者简介: 王任, 女, 硕士, 中级工程师

E-mail: mention123456@aliyun.com

虽然液相色谱法和气相色谱法的前处理简单,但目标峰和杂质峰分离度不高,而且会出现假阳性情况,后续还需质谱方法进行确认。为了提高检验结果的精密度和准确性,用 GC-MS/MS 研究化妆品复杂基质样品中防腐剂已成为一种趋势。

目前,采用 GC-MS/MS 技术同时测定化妆品中苯甲酸类和对羟基苯甲酸酯类 8 种防腐剂的方法尚未见报道。由于化妆品基质复杂,利用 GC-MS/MS 检测时易污染仪器,所以本研究选 SPE 固相萃取作为样品处理液净化方式,结合 GC-MS/MS 建立检测化妆品中苯甲酸类和对羟基苯甲酸酯类防腐剂的方法,以期为化妆品中此类防腐剂的检测与监管提供新的思路和方法。

1 试验部分

1.1 试剂与材料

4-羟基苯甲酸甲酯(Sigma 公司,批号:058K00911;含量 99%);4-羟基苯甲酸乙酯(ALDRICH 公司,批号:S67958-478;含量 99%),4-羟基苯甲酸丙酯(Dr.E 公司,批号:120479;含量 99%);4-羟基苯甲酸丁酯(FLUKA 公司,批号:50807183;含量:99%);苯甲酸乙酯(批号:Q3000015;含量:99%)、苯甲酸丙酯(批号:X7220020;含量:99%)均购自 CNW 公司;苯甲酸异丙酯(批号:L1912051;含量:99%)、苯甲酸苯基酯(批号:K1918135;含量:99%)均购自上海安谱公司;甲醇、无水乙醇、乙腈、丙酮(分析纯,国药)。

样品来源为 10 批市售儿童化妆品,包括清洁、保湿类产品,其中 3 批为水基类基质样品、3 批为乳液类基质样品和 4 批为膏霜类基质样品。

1.2 仪器与设备

GC-MS 7000 型气质联用仪(美国 Agilent 公司);HP-5 MS 石英毛细管柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm)、INNOWAX 石英毛细管柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm)和 VF-1301MS 石英毛细管柱(30 m×0.25 mm, 1 μm);Mini-Q 水纯化系统(Millipore 公司);MS205DU 电子天平(瑞士梅特勒-托利多仪器公司);MS3 漩涡振荡器(广州依科);I-14 离心机(德国 SIGMA);KQ-300DB 超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 标准溶液的配制 取对照品适量,精密称定,用甲醇溶解稀释成单标储备液:苯甲酸乙酯

62 μg·mL⁻¹, 苯甲酸异丙酯 72 μg·mL⁻¹, 苯甲酸丙酯 69 μg·mL⁻¹, 苯甲酸苯基酯 58 μg·mL⁻¹, 4-羟基苯甲酸甲酯 40 μg·mL⁻¹, 4-羟基苯甲酸乙酯 49 μg·mL⁻¹, 4-羟基苯甲酸丁酯 59 μg·mL⁻¹, 4-羟基苯甲酸丙酯 50 μg·mL⁻¹, 于-20℃保存。分别取 2.0 mL 各单标储备液,于 20 mL 量瓶中定容,配成混合对照品中间液,于-20℃保存。

1.3.2 样品前处理方法 精密称定样品 0.2 g(精确到 0.000 1 g),置于具塞比色管中,加入甲醇 8 mL,涡旋振荡 30 s,使试样与提取溶剂充分混匀,超声提取 20 min,加甲醇定容至 10 mL,摇匀,以 10 000 r·min⁻¹ 离心 5 min。精密移取 2.0 mL,过 HLB 固相萃取柱(预先用甲醇 5.0 mL,水 5.0 mL 活化),用 10.0 mL 水淋洗,8.0 mL 丙酮洗脱。收集洗脱液,40℃下氮气吹至近干,用甲醇定容至 10.0 mL,经 0.22 μm 滤膜过滤,取滤液作为待测溶液,待气相色谱-质谱联用仪测定。

1.3.3 色谱条件 色谱柱:VF-1301MS 毛细管柱(30 m×0.25 mm, 1 μm);升温程序:40℃,保持 1 min,40℃·min⁻¹ 到 80℃,保持 4 min,再以 20℃·min⁻¹ 升温到 150℃,保持 9.5 min,以 15℃·min⁻¹ 升温到 170℃,保持 12.5 min,以 10℃·min⁻¹ 升温到 260℃,保持 26.5 min;检测器温度:260℃;载气:氦气(纯度≥99.999%);载气流速:20 mL·min⁻¹;流速(恒流模式):1.0 mL·min⁻¹;进样方式:分流进样;分流比:5:1;进样量:1 μL。

1.3.4 质谱条件 进样口温度:250℃,传输线温度:270℃,离子源温度:270℃,四级杆温度:150℃;电离方式:电子轰击电离源(EI);电离能量:70 eV;溶剂延迟时间:5.0 min;扫描方式:选择离子监测(SIM)。8 种组分在色谱柱上的保留时间、定量离子和定性离子见表 1,采用分时段分别监测。

2 结果与讨论

2.1 基质效应考察

基质效应是指色谱分离时共洗脱的物质改变了待测成分的离子化效率所引起的信号的抑制或提高^[9-10]。取空白基质化妆品样品,加入一定量标准储备液,按“1.3.2”项下方法进行样品前处理,配成基质标准溶液进行分析,同时将同一浓度标准溶液直接进样分析,计算两者目标物质谱响应的比值 $ME=B/A$,其中 A 和 B 分别表示分析物在

纯溶剂和空白基质溶液中的峰面积。若 $ME > 1$ ，则表示基质对分析物的响应产生增强效应；若 $ME < 1$ 则表示基质对分析物的响应产生抑制效应；若 $ME = 1$ ，则表示不存在基质效应。结果发现 8 种目标化合物的 ME 为 0.80~0.92，8 种防腐剂均存在不同程度的基质抑制效应，其中对羟基苯甲酸酯类的基质抑制效应最小，而膏霜类基质相对于水基类基质和乳液类基质的基质抑制效应更大些，因此，本实验采用基质匹配的标准曲线，以减小基质效应的影响。

2.2 提取、净化条件优化

2.2.1 提取溶剂的选择 按“1.2.2”项下的前处理方法，分别选择甲醇、乙醇、乙腈作为提取试剂，研究对水基类基质样品的提取效果。参考文献[11-12]后考虑适用 HLB 固相萃取柱，可以有效净化样品，避免复杂基质对仪器的污染，结果见图 1。乙醇提取效率较甲醇和乙腈低，对 8 种化合物的提取效率均 $> 80\%$ 。乙腈和甲醇提取效果相近，能满足 8 种防腐剂的回收率要求，甲醇和乙腈对 8 种防腐剂的提取效率均 $> 95\%$ ，考虑到甲醇比乙腈更廉价环保，本实验选择甲醇为提取试剂。

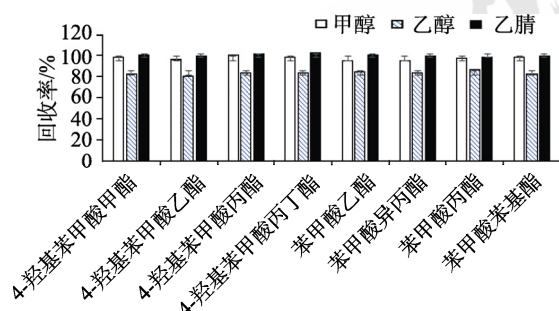


图1 不同提取剂对化妆品中 8 种防腐剂回收率的影响
Fig. 1 Effect of different extractants on the recovery of 8 preservatives in cosmetics

2.2.2 洗脱溶液体积的选择 有机溶剂丙酮溶液洗脱时，考察洗脱体积对 8 种防腐剂回收率的影响。考察的洗脱体积分别为 2, 4, 8, 10, 15 mL。结果表明，当洗脱体积为 8 mL，各防腐剂回收率均 $> 90\%$ ，随后继续加大洗脱量，回收率变化不大，所以本实验确定洗脱体积为 8 mL，结果见图 2。

2.3 质谱条件优化

2.3.1 色谱柱的选择 本方法考察 3 种不同类型的柱子对 8 种防腐剂在分离度、响应和峰形等方面进行评估比较，用于探究适合该方法检测的色谱柱。分别采用通用型 HP-5 MS 石英毛细管柱、

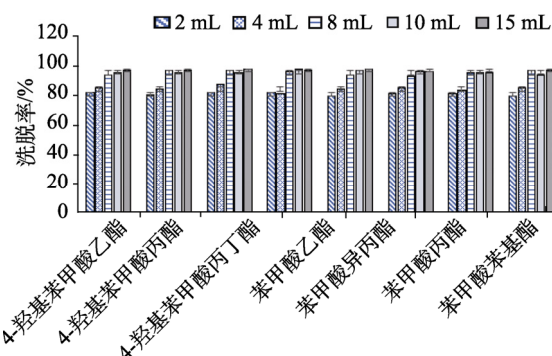


图2 洗脱体积对洗脱率的影响
Fig. 2 Effect of elution volume on elution rate

强极性 INNOWAX 石英毛细管柱和中等极性 VF-1301MS 石英毛细管柱，在相同分析条件下，对同一浓度的对照品溶液进行测定。结果显示 INNOWAX 柱对本方法中的 8 种防腐剂组分的分离效果最差。8 种防腐剂在 HP-5 MS 色谱柱和 VF-1301MS 色谱柱上均可出峰，且分离度较好，其中 HP-5 MS 柱上对羟基苯甲酸酯类峰形较宽，而 VF-1301MS 能在 22 min 内对 8 种防腐剂实现基线分离，且各峰响应值较高。VF-1301MS 是一种超低流失色谱柱，8 种防腐剂能在 VF-1301MS 柱上较好地分离，并且可以准确定量，因此，本实验选用 VF-1301MS 色谱柱对 8 种防腐剂进行分析测试，见图 3。

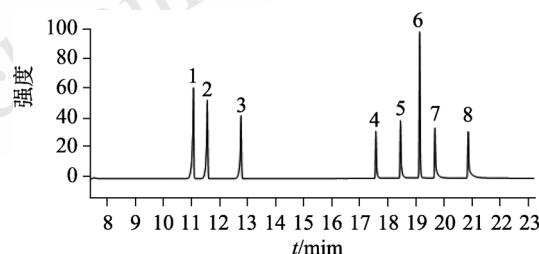


图3 8 种防腐剂混合标准溶液的 TIC 总离子流色谱图
1-苯甲酸乙酯；2-苯甲酸异丙酯；3-苯甲酸丙酯；4-4-羟基苯甲酸甲酯；5-4-羟基苯甲酸乙酯；6-苯甲酸苯基酯；7-4-羟基苯甲酸丙酯；8-4-羟基苯甲酸丁酯。

Fig. 3 TIC chromatogram of mixed standard solutions of eight preservatives

1-Ethyl benzoate; 2-isopropyl benzoate; 3-propyl benzoate; 4-methyl 4-hydroxybenzoate; 5-ethyl 4-hydroxybenzoate; 6-phenyl benzoate; 7-propyl 4-hydroxybenzoate; 8-butyl 4-hydroxybenzoate.

2.3.2 特征离子的选择 根据苯甲酸乙酯、苯甲酸异丙酯、苯甲酸丙酯、苯甲酸苯基酯、苯甲酸苯基酯、4-羟基苯甲酸甲酯、4-羟基苯甲酸乙酯、4-羟基苯甲酸丁酯和 4-羟基苯甲酸丙酯的理化性质及其分子量，参考待测化合物在 NIST 谱库中的质谱图和相关文献[7,10,13]，采用选择离子监测模式

(SIM)方式对 8 种对照品溶液进行 MS/MS 分析。其中, 根据待测化合物的分子量, 定性离子是判断目标化合物依据的选择离子, 选择其中离子丰度较强且较稳定的离子作为定量离子对目标化合物进行准确定量, 其余作为定性离子。同时为了提高各待测化合物的响应, 根据化合物的出峰时间先后进行分组检测, 按表 1 分段监测各化合物特征离子, 采用选择离子监测模式测定的 8 种防腐剂, 见图 3~4。

表 1 8 种防腐剂的保留时间、定量离子和定性离子
Tab. 1 Retention time, quantitative ions and qualitative ions of eight preservatives

时间段/ min	化合物名称	t/ min	母离子 (m/z)	定量离子 (m/z)	定性离子 (m/z)
7.5~11.2	苯甲酸乙酯	11.09	150	105	77 122 150
11.2~12.0	苯甲酸异丙酯	11.59	164	105	77 123 164
12.0~14.0	苯甲酸丙酯	12.79	164	105	164 59 77
14.0~18.0	4-羟基苯甲酸甲酯	17.59	152	121	152 93 /
18.0~23.0	苯甲酸苯基酯	19.14	198	105	77 51 198
	4-羟基苯甲酸丙酯	19.68	214	121	93 138 /
	4-羟基苯甲酸乙酯	18.45	166	121	138 166 /
	4-羟基苯甲酸丁酯	20.87	194	93	121 123 /

2.4 标准曲线、线性范围及检出限、定量限

在 3 种空白基质样品(水基类基质、乳液类基质和膏霜类)中加入对照品储备液适量, 配制不同浓度的基质对照品标准曲线溶液。以浓度为横坐标(x), 峰面积为纵坐标(y), 绘制标准曲线, 求得回归方程。另外, 以信噪比 $S/N=3$ 时的添加浓度作为本方法的最低检出限, 信噪比 $S/N=10$ 时的添加浓度作为定量下限, 结果见表 2。实验表明本方法可以对含有这 8 个化合物的样品进行定量分析。

表 2 水基类化妆品中 8 种防腐剂的线性回归方程、检出限和定量限

Tab. 2 Linear equation, limits of detection and limits of quantification of the eight preservatives in water based cosmetics

化合物名称	线性范围/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	线性方程	相关系数 r	最低检出限/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	定量下限/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
苯甲酸乙酯	0.031~6.2	$Y=1\ 540\ 660.95\ X-78\ 960.98$	0.998	0.079	0.26
苯甲酸异丙酯	0.036~7.2	$Y=1\ 180\ 599.20\ X-37\ 865.20$	1.000	0.26	0.87
苯甲酸丙酯	0.035~6.9	$Y=959\ 575.93\ X-84\ 058.05$	0.997	0.11	0.36
苯甲酸苯基酯	0.029~5.8	$Y=1\ 793\ 169.86\ X-54\ 879.94$	1.000	0.54	1.81
4-羟基苯甲酸甲酯	0.010~2.0	$Y=1\ 961\ 498.80\ X+22\ 454.58$	0.999	0.40	1.35
4-羟基苯甲酸乙酯	0.012~2.5	$Y=2\ 104\ 469.53\ X+29\ 767.93$	1.000	0.18	0.61
4-羟基苯甲酸丁酯	0.029~5.9	$Y=1\ 012\ 377.46\ X-53\ 382.92$	0.998	3.15	10
4-羟基苯甲酸丙酯	0.025~5.0	$Y=989\ 343.91\ X-1\ 701.56$	0.999	2.14	7.1

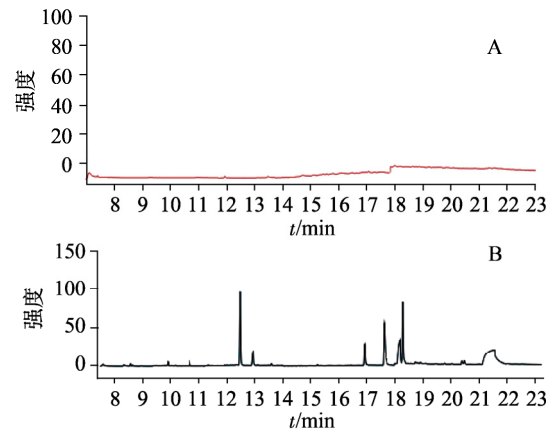


图 4 空白和水基类基质样品的 TIC 总离子流色谱图
A-空白; B-水基类基质样品。

Fig. 4 TIC chromatogram of blank and water-based matrix samples
A-blank; B-water-based matrix samples.

2.5 回收率试验

精密称取水基类基质、乳液类基质和膏霜类空白基质样品各 0.2 g 分别添加低浓度、中浓度、高浓度的 8 种防腐剂混合标准溶液, 每个水平做 3 次平行实验, 按“1.3.2”项下条件制备供试品溶液, 苯甲酸乙酯等 8 种防腐剂在不同化妆品基质中的平均回收率在 90.9%~104.2%, RSD 介于 0.47%~8.2%, 说明本方法对 8 种防腐剂有较好的回收率, 结果见表 3。结果表明, 该方法在不同添加水平均有较好的回收率和精密密度, 满足检测要求。

2.6 仪器精密密度、重复性和稳定性实验

取混合对照品中间液连续进样 6 次, 记录峰面积, 结果显示 8 种防腐剂的峰面积 RSD 为 0.55%~4.8%, 表明仪器精密密度良好。按“2.5”项下方法制备 6 份高浓度回收率样品, 进样分析, 记录峰面积, 结果显示 8 种防腐剂的峰面积 RSD 为 1.5%~5.6%, 表明方法的重复性良好。取高浓度加

表 3 8 种防腐剂在不同基质中的回收率($n=3$)

Tab. 3 Recoveries of the eight preservatives in different matrices($n=3$)

化合物	加标量/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	水基类回收率 (RSD)/%	乳液类回收率 (RSD)/%	霜膏类回收率 (RSD)/%
苯甲酸乙酯	6.2	100.6(1.4)	98.4(2.2)	98.6(1.2)
	31	99.5(3.9)	97.5(2.1)	97.0(1.1)
	248	98.2(2.7)	99.9(3.9)	98.9(5.3)
苯甲酸异丙酯	7.2	99.6(2.1)	96.3(1.2)	97.5(3.3)
	36	95.4(1.8)	93.8(1.2)	92.9(2.5)
	288	99.0(2.7)	90.9(1.6)	95.4(3.0)
苯甲酸丙酯	6.9	96.9(3.0)	98.3(5.4)	98.8(3.0)
	35	102.5(3.0)	102.8(3.2)	100.6(3.9)
	278	98.6(3.6)	99.6(1.5)	98.5(5.1)
苯甲酸苯基酯	5.8	101.5(5.3)	95.1(5.5)	94.3(3.4)
	29	95.2(4.5)	95.8(8.2)	94.4(5.5)
	232	98.8(0.47)	98.8(1.3)	101.9(3.0)
4-羟基苯甲酸 甲酯	4.0	98.8(3.3)	96.2(4.7)	97.1(2.7)
	20	96.6(2.1)	95.0(3.4)	95.4(2.1)
	99	92.8(3.7)	97.6(0.9)	98.1(2.5)
4-羟基苯甲酸 乙酯	4.9	93.7(1.4)	93.0(1.3)	91.9(1.3)
	24	97.7(4.7)	96.1(3.0)	93.0(4.4)
	122	95.4(1.9)	91.5(0.8)	94.0(2.0)
4-羟基苯甲酸 丁酯	5.9	99.2(3.0)	97.0(4.5)	96.0(4.7)
	29	97.7(3.0)	100.9(2.1)	100.2(2.7)
	235	94.6(4.6)	98.1(4.7)	96.2(2.6)
4-羟基苯甲酸 丙酯	5.0	100.9(1.6)	99.6(2.5)	97.9(2.6)
	25	97.6(3.8)	96.4(6.5)	97.0(6.5)
	200	104.2(2.9)	94.1(2.7)	96.2(2.9)

标样品于 0, 4, 8, 12 h 按“1.3.3”“1.3.4”项下仪器工作条件进行测定,记录峰面积,结果显示 8 种防腐剂的峰面积 RSD 为 2.6%~4.8%,表明方法的稳定性良好。

2.7 样品测定

将 10 批市售儿童化妆品样品按照上述处理方法和检测方法进行检测,化妆品中的苯甲酸乙酯、苯甲酸异丙酯、苯甲酸丙酯、苯甲酸苯基酯、4-羟基苯甲酸甲酯、4-羟基苯甲酸乙酯、4-羟基苯甲酸丁酯和 4-羟基苯甲酸丙酯的含量均未超过规定,见表 4。

3 结论

本研究建立了固相萃取-气相色谱/串联质谱法(GC-MS/MS)测定化妆品中苯甲酸乙酯等 8 种防腐剂的方法,实验优化了质谱条件、提取溶剂、洗脱体积等条件,同时对基质效应进行了评价。实验结果表明,所建立的方法可以满足化妆品中防腐剂含量测定的需求,同时可以排除假阳性问题,定性更为准确,对于化妆品的质量控制具有重要意义。

表 4 儿童化妆品中 8 种防腐剂的含量

Tab. 4 Contents of 8 preservatives in children's cosmetics $\text{g}\cdot(100\text{ g})^{-1}$

批号	苯甲 酸乙 酯	苯甲 酸异 丙酯	苯甲 酸丙 酯	苯甲 酸苯 基酯	4-羟基 苯甲酸 甲酯	4-羟基 苯甲酸 乙酯	4-羟基 苯甲酸 丙酯	4-羟基 苯甲酸 丁酯
BKKCBA	/	/	/	/	/	/	/	/
BKKGBC	/	/	/	/	/	/	/	/
3X1L25F1	/	/	/	/	0.095	/	/	/
BHAECAGB	/	/	/	/	0.055	/	/	/
20210329	/	/	/	/	0.19	/	0.10	/
B21D020584T	/	/	/	/	0.18	/	0.093	/
2007201	/	/	/	/	/	/	/	/
BK30Z0N025	/	/	/	/	0.19	/	0.099	/
B200804F	/	/	/	/	/	/	/	/
SK01E01B01	/	/	/	/	0.19	/	0.016	/

REFERENCES

- [1] XU Y, ZHONG J Q, ZHENG R. Determination of the contents of seventeen kinds of preservative in cosmetic by GC-MS[J]. Flavour Fragr Cosmet(香料香精化妆品), 2020, 12(6): 72-79.
- [2] FENG L, YING Y, TAN Y, et al. Determination 12 kinds of preservatives in cosmetics simultaneously by HPLC[J]. Chin J Health Laboratory Technology(中国卫生检验杂志), 2010, 20(9): 2171-2173.
- [3] FENG L, YING Y, TAN Y, et al. Determination 12 kinds of preservatives in cosmetics simultaneously by HPLC[J]. Chin J Health Lab Technol(中国卫生检验杂志), 2010, 20(9): 2171-2173.
- [4] 国家药品监督管理局. 国家食品药品监督管理总局关于发布化妆品安全技术规范(2015 年版)的公告(2015 年第 268 号)[S/OL]. (2015-12-23) [2021-11-30]. <https://www.nmpa.gov.cn/directory/web/nmpa/xxgk/ggtg/qtggtg/20151223120001986.html>.
- [5] XING H Y, SUN L, WU X, et al. Simultaneous determination of nine kinds of 4-hydroxybenzoate preservatives in cosmetics by high performance liquid chromatography[J]. Chem Anal Meter(化学分析计量), 2021, 5(30): 46-50.
- [6] LI J J, AN F, ZHU Q. Simultaneous determination of seven kinds of preservative and anti-dandruff ingredient in shampoo by HPLC[J]. Flav Frag Cosmet(香料香精化妆品), 2021, 4(2): 49-52.
- [7] TANG Y P. Simultaneous determination of eight kinds of polyhydric alcohols in cosmetics by gas chromatography[J]. Flavour Fragr Cosmet(香料香精化妆品), 2020, 3(1): 21-23, 36.
- [8] SUN J, TAN L, CAO L, et al. Determination of 25 preservatives in cosmetics by gas chromatography-tandem mass spectrometry[J]. Chin J Chromatogr(色谱), 2019, 37(3): 331-339.
- [9] LIU Y M, ZHOU C M, JIANG X. Determination of 6 Para-hydroxybenzoic acid esters in health food lycopene soft capsule by solid phase extraction-gel permeation chromatography purification-gas chromatography-mass spectrometry[J]. Chin J Heal Lab Technol(中国卫生检验杂志), 2015, 25(20): 3471-3474.

- [10] CEN C, YAN L Q, ZHOU M H. Determination of seven nitroimidazole antibiotics in acne dispelling cosmetics by QuEChERS-HPLC-MS/MS[J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2020, 37(2): 202-207.
- [11] XU W J, WANG Z G, DING K Y, et al. Detection of matrix effects of 17 carbamate pesticides in 5 vegetables by QuEChERS/LC-MS/MS method[J]. J Instrum Anal(分析测试学报), 2017, 36(1): 54-60.
- [12] LIU J Y. Simultaneous determination of 4 parabens in pickle products by solid phase extraction-gas chromatography[J]. Chin J Heal Lab Technol(中国卫生检验杂志), 2018, 28(15): 1825-1826, 1843.
- [13] CHEN D Y, FAN X, ZHANG H, et al. Determination of parahydroxybenzoate ester in edible oil by SPE-GC[J]. Chin J Heal Lab Technol(中国卫生检验杂志), 2016, 26(8): 1114-1116.

收稿日期: 2021-12-01

(本文责编: 李艳芳)

本刊 2022 年度特邀审稿专家名单

本刊 2022 年度特邀以下专家 232 人(以姓名拼音为序)审定稿件。各位审稿专家以严谨的科学作风、高超的学术造诣、对作者负责的高尚精神认真审稿, 并提出修改意见, 保证和提高了杂志的质量。编辑部全体同仁并代表广大作者、读者, 在此表示衷心的感谢!

蔡海燕	蔡 圣	蔡 宇	曹 戟	陈碧莲	陈丹菲	陈红梅	陈枢青	陈素红
陈文腾	陈 新	陈永正	陈云雨	程国华	程科军	程汝滨	戴海斌	翟科峰
董庆利	董晓武	董作军	方 罗	方伟杰	冯 瑛	冯 震	傅 力	傅旭春
甘礼社	高建青	高丽娟	葛卫红	龚行楚	郭安源	郭建军	郭建明	郭瑞臣
郭 勇	韩 博	韩 钢	韩 旻	韩 奇	何俏军	何 昱	洪燕君	侯旭奔
胡 广	胡巧红	胡 英	黄永焯	黄 真	纪志梁	贾 飞	简瞰昱	江 波
姜赛平	姜昕鹏	蒋 程	蒋剑平	蒋利和	金银秀	居 靖	李 波	李 勃
李范珠	李功华	李沛波	李清林	李绍平	李文龙	李新刚	李迎迎	李映红
李余动	梁 广	梁锦锋	梁文权	梁中洁	刘 斌	刘 睿	柳 欣	柳志强
楼 燕	卢红阳	罗文华	骆松梅	骆 翔	马忠俊	毛根祥	毛培江	苗明三
缪 静	倪韶青	潘 杰	潘利强	裴宇盛	彭丽华	彭 昕	邱利焱	邱晓燕
瞿海斌	阮 昊	邵加安	邵 蓉	申屠建中	盛 荣	施 菁	史天陆	寿 旦
寿旗扬	宋剑锋	宋沁馨	孙德清	孙慧涌	孙世光	孙晓译	覃骊兰	汤晓玲
唐 静	唐 莲	陶 林	陶巧凤	滕乐生	王晨晖	王 翀	王海钠	王 建
王建平	王金朝	王娜妮	王盼盼	王启钦	王 俏	王溶溶	王伟影	王晓颖
王新财	王泽民	王 增	王长连	王知坚	王志安	王 卓	魏 炜	魏晓红
翁勤洁	吴 斌 ¹	吴 斌 ²	吴耀东	吴永江	吴玉香	向 铮	谢 诚	谢升谷
谢升阳	辛传伟	辛洪亮	熊 山	熊 阳	徐云根	许东航	宣自学	薛伟伟
燕 茹	羊红玉	杨 波 ¹	杨 波 ³	杨 峰	杨建宏	杨江丰	杨 杰	杨 科
杨明华	杨伟峰	杨 欣	杨振中	姚建标	叶益萍	应美丹	应晓英	应 雪
应 茵	于 军	余露山	俞振伟	袁 弘	原永芳	曾茂法	曾 苏	詹金彪
张 博	张 翀	张得钧	张建永	张剑萍	张军民	张立将	张水利	张翔南
张信岳	张秀华	张 阳	张 耀	张钦雯	张志清	张尊建	章超凡	赵 晨
赵华军	赵梦丹	赵青威	赵瑞芝	赵维良	赵永星	郑 斌	郑彩虹	郑高利
郑金琪	郑小玲	周建良	周婧琪	周 萍	周 权	周双艳	周 展	周长新
朱 峰	朱 虹	朱建国	朱 炯	朱全红	朱婉萍	朱余兵		

注: ¹ 单位为浙江大学; ² 单位为上海交通大学医学院附属仁济医院; ³ 单位为浙江中医药大学。