文章编号:1000-5854(2026)05-0472-09

超高效液相色谱-质谱法测定染发类化妆品中 19 种禁用组分

张巧曼，　孙　菡，　张　为，　胡伟杰，　马春艳

(河北省药品医疗器械检验研究院,药品质量控制与评价技术创新中心,石家庄市精细化工重点实验室,河北 石家庄　050227)

摘　要:建立了超高效液相色谱-质谱法测定染发类化妆品中 19 种禁用组分的分析方法.样品采用体积分数 50%甲醇-0.02 mol/L 乙酸铵溶液冰浴超声提取,经 Agilent Infinitylab Poroshell 120 SB-C_{18} 色谱柱分离,以乙腈-5 mmol/L 乙酸铵溶液为流动相进行梯度洗脱,流速 0.3 mL/min,柱温 35 ℃,采用多反应监测(multiple reaction monitoring,MRM)模式同步检测 19 种染料.结果表明,溶剂绿 7、食品红 9、2-硝基对苯二胺和酸性绿 1 在 10～100 ng/mL 内线性关系良好,其余 15 种组分在 1～10 ng/mL 内线性关系良好,相关系数(R^2)均大于 0.99.在 3 种加标水平下,19 种组分的平均加标回收率为 82.4%～99.6%,相对标准偏差(relative standard deviation,RSD)为 1.2%～4.5%.该方法前处理简便,灵敏度和准确度均优于液相色谱法,适用于市售不同基质的染发类化妆品中 19 种禁用组分的检测.

关键词:染发类化妆品; 禁用组分; 超高效液相色谱-质谱法; 多反应监测

中图分类号:O 657.63　　**文献标志码**:A　　**DOI**:10.13763/j.cnki.jhebnu.nse.202603016

Determination of 19 prohibited components in hair-dyeing cosmetics by ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry

Zhang Qiaoman,　Sun Han,　Zhang Wei,　Hu Weijie,　Ma Chunyan

(Hebei Institute for Drug and Medical Device Control, Center for Innovation in Drug Quality and Evaluation Technology, Shijiazhuang Key Laboratory of Fine Chemical Industry, Shijiazhuang Hebei　050227, China)

Abstract: The analytical method for the determination of 19 prohibited components in hair-dyeing cosmetics using ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry was established. The sample was extracted with a volume fraction of 50% methanol-0.02 mol/L ammonium acetate solution using ice-bath sonication, and separated by Agilent Infinitylab Poroshell 120 SB-C_{18} chromatography column. Using acetonitrile-5 mmol/L ammonium acetate solution as the mobile phase for gradient elution, with a flow rate of 0.3 mL/min and a column temperature of 35 ℃, the 19 dyes were simultaneously detected by adopting a multi reaction monitoring (MRM) mode. The results showed that Solvent Green 7, Food Red 9, 2-nitrophenylenediamine, and acid green 1 exhibited good linear relationships at 10～100 ng/mL. The remaining 15 components showed good linear relationships among 1～10 ng/mL, with correlation coefficients (R^2) greater than 0.99. At three spiked levels, the average spiked recovery rates of 19 components were 82.4%～

收稿日期:2025-04-02; **修回日期**:2025-05-19

基金项目:河北省中医药管理局科研计划项目(2024346)

作者简介:张巧曼(1988-),女,河北石家庄人,工程师,研究方向为化妆品、保健食品及药品分析.

通信作者:马春艳(1984-),女,正高级工程师,研究方向为化妆品、保健食品及药品分析.E-mail:23578696@qq.com

胡伟杰(1982-),男,高级工程师,研究方向为化妆品、保健食品及药品分析.E-mail:huweijie121@126.com

99.6%, with the relative standard deviations (RSD) of 1.2%～4.5%. This method features simple preprocessing, higher detection sensitivity and accuracy than liquid chromatography, and is suitable for the detection of 19 prohibited components in commercially available hair-dyeing cosmetics with different matrices.

Key words: hair-dyeing cosmetics; prohibited components; ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry; multiple reaction monitoring

近年来，消费者对健康及环保要求的日益提高，推动染发剂行业向健康化和绿色化方向发展.随着生物科技和绿色化学的不断进步，无毒无害、低刺激性的染发剂逐渐成为市场主流，受到消费者青睐[1].然而，当前染发类化妆品质量安全问题频发，国家药品监督管理局多次发布通告，通报染发类化妆品存在成分与批件及标签标识不符、成分超标、批件过期、假冒伪劣等问题，加剧了消费者的购买顾虑.

《化妆品安全技术规范》(2015 年版)明确规定了染发类化妆品中的禁用着色剂与染料组分，但目前对染发类化妆品的监管主要集中于准用染发剂含量测定及标签标识一致性核查[2-3]，关于染发类化妆品中禁用组分的检测方法较为匮乏[4-6].《化妆品中对苯二胺等 32 种组分检验方法》仅包含 9 种染发剂禁用组分，难以满足全面监管需求.目前已报道研究多聚焦于准用染发剂分析[7-12].尽管杜文亚等[5]对禁用着色剂开展了相关研究，但检验方法局限于高效液相色谱法，该方法的灵敏度和准确度较低，且涉及到的着色剂种类有限.因此，建立高效、广谱的染发剂禁用组分检测方法，填补现有技术空白，成为化妆品行业亟待解决的难题.

鉴于此，本文中，笔者建立了超高效液相色谱-质谱法，实现了染发类化妆品中 19 种禁用组分的同步检测.该方法拓宽了禁用组分的检测范围，提高了检测效率；同时解决了不同极性组分同步检测时提取溶剂的筛选难题，简化了样品的处理过程.与传统高效液相色谱法相比，该方法降低了禁用组分的检出限，提高了检测灵敏度与准确度，且适用于市售不同基质染发类化妆品中 19 种禁用组分的测定，为染发类化妆品质量安全监管提供有效方法.

1 实验部分

1.1 材料与试剂

对照品：邻苯二胺(纯度 99.9%)、2-氯对亚苯基二胺硫酸盐(纯度 99.9%)、邻氨基苯酚(纯度 99.7%)、2-硝基对苯二胺(纯度 99.6%)、甲苯-3,4-二胺(纯度 99.8%)、*N*,*N*-二乙基甲苯-2,5-二胺盐酸盐(纯度 99.3%)、间苯二胺(纯度 99.9%)购自曼哈格(上海)生物科技有限公司；*N*,*N*-二乙基对苯二胺硫酸盐(纯度 98.0%)、酸性绿 1(纯度 98.6%)、酸性橙 6(纯度 98.6%)、食品红 1(纯度 96.8%)、食品红 9(纯度 87.2%)、酸性蓝 1(纯度 96.2%)、食品蓝 5(纯度 77.6%)、食品绿 3(纯度 92.0%)、酸性黄 73(纯度 99.8%)、酸性红 87(纯度 96.5%)、食品红 14(纯度 96.8%)、溶剂绿 7(纯度 92.7%)购自天津阿尔塔科技有限公司.

试剂：乙酸铵(色谱纯，维百奥(北京)生物科技有限公司)；无水乙醇(分析纯，天津市永大化学试剂有限公司)；乙腈(色谱纯，德国默克公司).

实际样品来自河北省药品医疗器械检验研究院 2024 年抽检样品.

1.2 仪器及工作条件

1.2.1 主要仪器

Aglient 1290-6495C 液相色谱-质谱联用仪(美国安捷伦科技有限公司)、XS105-DU 电子天平(瑞士梅特勒-托利多集团)、MSA225P.CE 电子天平(德国赛多利斯集团)、MS3 涡旋振荡器(德国 IKA 公司)、X1R 高速离心机(美国赛默飞世尔科技公司)、SD1500 超声仪(北京中晟铭科技有限公司).

1.2.2 色谱条件

采用 Agilent Infinitylab Poroshell 120 SB-C_{18} 色谱柱(2.1 mm×100 mm，2.7 μm)；流动相为乙腈-5 mmol/L 乙酸铵溶液；柱温 35 ℃；进样量 5 μL；梯度洗脱程序见表 1.

表 1 流动相梯度洗脱程序

Tab.1 Gradient elution program for chromatographic separation

时间/min	梯度变化/%	
	乙腈	乙酸铵溶液
0	5	95
4	5	95
11	20	80
16	70	30
17	95	5
19	95	5
19.1	5	95
23	5	95

1.2.3　质谱条件

利用电喷雾离子源及多反应监测(multiple reaction monitoring,MRM)模式;干燥气温度 200 ℃,流速 14 L/min;鞘气温度 250 ℃,流速 11 L/min;雾化气压力 241.15 kPa;喷嘴电压 500 V;毛细管电压3 000 V.

1.3　实验方法

1.3.1　标准溶液的配制

标准储备液:称取 19 种组分的标准品各 10 mg 分别置于 10 mL 容量瓶中,其中溶剂绿 7、2-氯对亚苯基二胺硫酸盐、食品红 9、2-硝基对苯二胺、酸性绿 1、酸性橙 6、食品红 1、食品绿 3、酸性红 87、酸性蓝 1、食品蓝 5、食品红 14、酸性黄 73 用超纯水溶解、定容、摇匀;间苯二胺、*N*,*N*-二乙基对苯二胺硫酸盐、邻苯二胺、邻氨基苯酚、*N*,*N*-二乙基甲苯-2,5-二胺盐酸盐、甲苯-3,4-二胺用甲醇溶解、定容、摇匀,得到 1 mg/mL 的各组分单一标准储备液.

混合标准溶液:精密量取适量 19 种单一标准储备液,转移至同一 10 mL 容量瓶中,并用溶剂 A(*V*(体积分数 50%甲醇):*V*(0.02 mol/L 乙酸铵溶液)=1∶1)溶解、定容,得到混合标准溶液,其中溶剂绿 7、食品红 9、2-硝基对苯二胺、酸性绿 1 的质量浓度为1 000 ng/mL,其余 15 种组分的质量浓度为 100 ng/mL,临用现配.

系列标准工作液:分别精密量取混合标准溶液 0.1、0.3、0.5、0.7、1.0 mL,置于不同 10 mL 容量瓶中,用溶剂 A 定容至刻度、摇匀,得到系列梯度标准工作液,临用现配.

1.3.2　染发剂样品溶液的配制

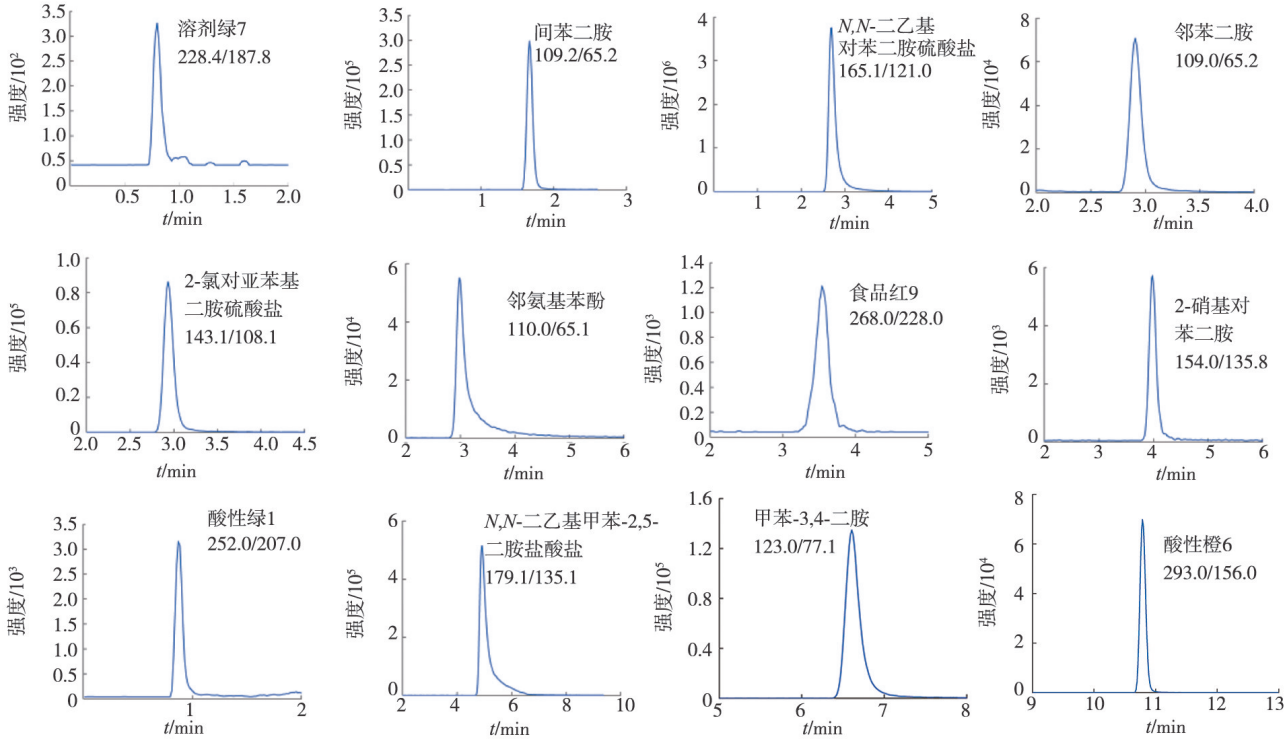
称取染发类化妆品的染发剂(通常标注为 1 剂或 A 剂)样品 0.5 g(精确至0.000 1 g),置于 10 mL 具塞比色管中,加入溶剂 A 约 8 mL,涡旋振荡 30 s,使样品与提取溶剂混合均匀后,冰浴超声提取 15 min,再用溶剂 A 定容至刻度,摇匀后静置,取上清液经 0.22 μm 滤膜过滤,滤液即为待测样品溶液.

1.3.3　空白样品溶液的配制

取空白样品,按照 1.3.2 染发剂样品溶液的配制步骤进行操作,得到空白样品溶液.

1.3.4　专属性实验

量取 1.0 mL 空白样品溶液,加入 0.05 mL 混合标准溶液,混匀后,按照 1.2.2 与 1.2.3 的仪器条件进样分析,结果如图 1 所示.可以看到,19 种待测组分均得到清晰的色谱图,且每种组分均能有效分离,表明空白基质对待测组分无明显干扰.



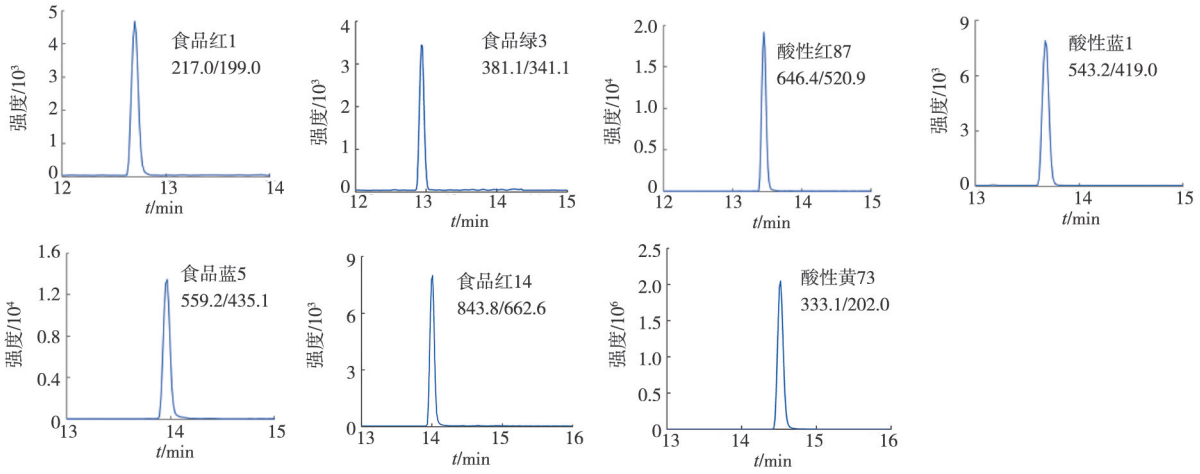


图 1　混合标准溶液中 19 种组分的多反应监测色谱图

Fig.1　MRM chromatograms of 19 components in mixed standard solution

2　结果与讨论

2.1　质谱条件优化

将各单组分标准储备液分别注入液相色谱-质谱仪进行分析.结果表明,R1、R7、R9、R12～R18 10 种组分在负离子模式下响应更高,R2～R6、R8、R10、R11、R19 9 种组分在正离子模式下响应更高.因此,本研究采用正、负离子同时采集模式.对各目标组分的母离子、子离子、去簇电压及碰撞能量进行优化,优化后的主要参数见表 2.

表 2　19 种目标组分的保留时间及主要质谱参数

Tab.2　Retention time and main mass spectrometry parameters of 19 target components

序号	目标组分	保留时间/min	离子对	去簇电压/V	碰撞能量/V	监测模式
R1	溶剂绿 7	0.798	228.4/187.8,228.4/79.8	166	16,40	负离子
R2	间苯二胺	1.664	109.2/65.2,109.2/92.1	166	22,31	正离子
R3	*N*,*N*-二乙基对苯二胺硫酸盐	2.696	165.1/121.0,165.1/136.2	166	28,21	正离子
R4	邻苯二胺	2.907	109.0/65.2,109.0/92.1	166	22,33	正离子
R5	2-氯对亚苯基二胺硫酸盐	2.935	143.1/108.1,143.1/80.1	166	25,36	正离子
R6	邻氨基苯酚	2.981	110.0/65.1,110.0/92.1	166	22,30	正离子
R7	食品红 9	3.535	268.0/228.0,268.0/206.0	166	16,28	负离子
R8	2-硝基对苯二胺	3.984	154.0/119.1,154.0/135.8	166	22,17	正离子
R9	酸性绿 1	4.142	252.0/207.0,252.0/234.8	166	20,24	负离子
R10	*N*,*N*-二乙基甲苯-2,5-二胺盐酸盐	4.916	179.1/135.1,179.1/150.0	166	23,36	正离子
R11	甲苯-3,4-二胺	6.606	123.0/77.1,123.0/106.0	166	22,37	正离子
R12	酸性橙 6	10.787	293.0/156.0,293.0/170.9	166	24,36	负离子
R13	食品红 1	12.699	217.0/199.0,217.0/170.2	166	16,20	负离子
R14	食品绿 3	12.933	381.1/341.1,381.1/170.0	166	16,32	负离子
R15	酸性红 87	13.449	646.4/520.9,646.4/443.0	166	36,32	负离子
R16	酸性蓝 1	13.672	543.2/419.0,543.2/462.8	166	40,52	负离子
R17	食品蓝 5	13.953	559.2/435.1,559.2/479.1	166	40,48	负离子
R18	食品红 14	14.011	843.8/662.6,843.8/536.9	166	40,40	负离子
R19	酸性黄 73	14.521	333.1/202.0,333.1/287.3	166	40,60	正离子

2.2 流动相的选择

流动相体系直接影响目标组分的分离效果及离子化程度.本研究首先对甲醇-水和乙腈-水 2 种流动相体系进行了考察.结果表明,乙腈-水体系的分离效果优于甲醇-水体系.在流动相中加入 H^+,可以提高正离子模式下的响应;而乙酸铵的加入则可以提高负离子模式下的响应.因此,进一步研究了不同水相(体积分数 0.1%甲酸溶液、体积分数 0.1%乙酸溶液、5 mmol/L 乙酸铵溶液)对待测组分离子化程度的影响.结果表明,溶剂绿 7 和食品红 9 在乙腈-乙酸铵体系中的响应明显高于乙腈-甲酸、乙腈-乙酸体系(图 2),且 19 种待测组分在该流动相体系中的色谱峰对称性良好、无明显拖尾、均能有效分离.因此,选择乙腈-5 mmol/L 乙酸铵溶液作为流动相.

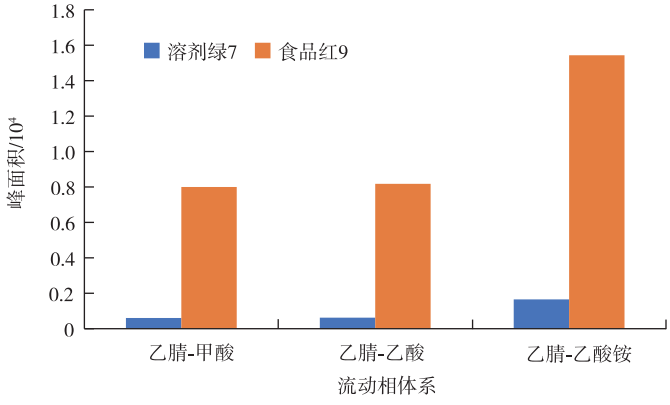


图 2 不同流动相体系下溶剂绿 7 和食品红 9 的峰面积

Fig.2 Peak areas of Solvent Green 7 and Food Red 9 under different mobile phase systems

2.3 提取溶剂的选择

19 种待测组分极性差异较大,其中 13 种组分易溶于水,6 种组分易溶于甲醇,因此选择甲醇-水体系作为样品提取溶剂,并考察了体积分数 20%甲醇-水、体积分数 50%甲醇-水、体积分数 80%甲醇-水的提取效果.由图 3 可知,3 种提取溶剂中,体积分数 50%甲醇-水对待测组分的提取效果最优,且对膏霜基质、泡泡染(水基质)类染发化妆品均具有良好的提取和溶解能力.进一步对比体积分数 50%甲醇-水和体积分数 50%甲醇-0.02 mol/L 乙酸铵溶液,发现待测组分在体积分数 50%甲醇-0.02 mol/L 乙酸铵溶液中具有更高的响应.因此,选择体积分数 50%甲醇-0.02 mol/L 乙酸铵溶液作为提取溶剂.

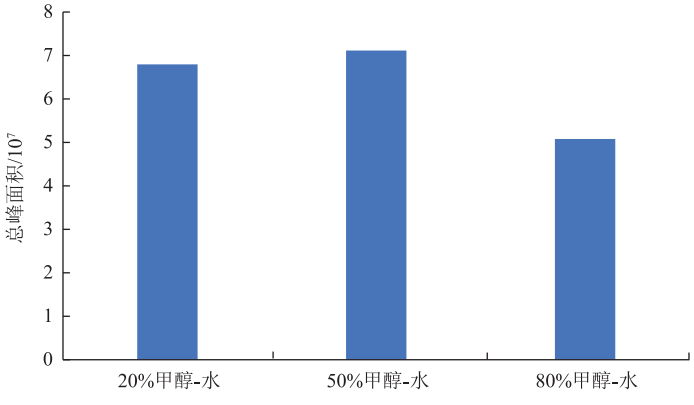


图 3 不同提取溶剂下 19 种组分的总峰面积

Fig.3 Total peak areas of 19 components under different solvent systems

2.4 提取温度的选择

氧化型染发剂对温度比较敏感,高温容易加速染发剂氧化,影响检测结果的准确性.《化妆品安全技术规范》(2015 年版)针对染发剂的提取明确采用冰浴超声方式,因此本研究采用冰浴超声进行样品提取.

2.5 线性关系、检出限与定量限

分别取系列标准工作液,按照 1.2.2 与 1.2.3 的仪器条件进行进样测定,记录峰面积(A).以标准溶液的

质量浓度(ρ,ng/mL)为横坐标,A 为纵坐标,绘制标准曲线,得到回归线性方程、相关系数(R^2),见表 3.结果表明,溶剂绿 7、食品红 9、2-硝基对苯二胺和酸性绿 1 的峰面积与质量浓度在 10～100 ng/mL 内呈良好线性关系,其余 15 种组分在 1～10 ng/mL 内线性关系良好,R^2 均大于 0.99.

取空白样品约 0.5 g,精密称定后,置于 10 mL 具塞比色管中,加入适量混合标准溶液,并逐级稀释,以定量离子色谱峰的信噪比(S/N)=3 时的浓度确定方法检出限,为 2～20 μg/kg,以 S/N=10 时的浓度确定方法定量限,为 6～60 μg/kg.该方法的灵敏度可满足日常检测需求.《化妆品安全技术规范》中液相色谱法对应的部分组分检出限均大于 7 000 μg/kg,相比之下本方法检出限降低 300 多倍.

表 3　19 种组分的检出限、定量限、线性范围、线性方程及相关系数

Tab.3　Detection limits, quantitation limits, linear ranges, linear equations and correlation coefficients of 19 components

目标组分	检出限/($\mu g \cdot kg^{-1}$)	定量限/($\mu g \cdot kg^{-1}$)	质量浓度/($ng \cdot mL^{-1}$)	线性方程	相关系数
溶剂绿 7	20	60	10～100	A=24 841ρ−32 767	0.997 8
间苯二胺	2	6	1～10	A=154 350ρ−228 342	0.993 0
N,*N*-二乙基对苯二胺硫酸盐	2	6	1～10	A=100 090ρ+599 800	0.994 8
邻苯二胺	2	6	1～10	A=57 283ρ+12 924	0.998 4
2-氯对亚苯基二胺硫酸盐	2	6	1～10	A=95 624ρ+348 903	0.999 3
邻氨基苯酚	2	6	1～10	A=332 260ρ+153 260	0.995 9
食品红 9	20	60	10～100	A=15 154ρ−4 576	0.992 6
2-硝基对苯二胺	20	60	10～100	A=21 283ρ+175 260	0.994 1
酸性绿 1	20	60	10～100	A=1 836ρ+6 869	0.998 7
N,*N*-二乙基甲苯-2,5-二胺盐酸盐	2	6	1～10	A=192 600ρ+3 831 260	0.992 9
甲苯-3,4-二胺	2	6	1～10	A=215 790ρ−189 470	0.994 8
酸性橙 6	2	6	1～10	A=228 110ρ+165 570	0.997 3
食品红 1	2	6	1～10	A=105 990ρ+1 111 300	0.998 5
食品绿 3	2	6	1～10	A=11 109ρ+37 920	0.998 7
酸性红 87	2	6	1～10	A=53 153ρ+135 040	0.999 4
酸性蓝 1	2	6	1～10	A=401 120ρ+704 520	0.999 3
食品蓝 5	2	6	1～10	A=29 835ρ+126 130	0.999 5
食品红 14	2	6	1～10	A=370 830ρ+198 680	0.998 9
酸性黄 73	2	6	1～10	A=123 840ρ+986 600	0.998 8

2.6　回收率与精密度

设计了低、中、高 3 个水平的加标回收实验,每个水平平行测定 6 份(n=6).取 18 份空白样品,分别加入不同体积的混合标准溶液后,按照样品溶液的配制步骤进行操作,注入液相色谱-质谱仪,记录 A,计算平均加标回收率和相对标准偏差(relative standard deviation,RSD),结果见表 4.19 种组分在 3 种加标水平下的平均加标回收率为 82.4%～99.6%,RSD 为 1.2%～4.5%,说明该方法的回收率与精密度良好.

表 4　19 种组分在 3 种加标水平下的回收率与精密度

Tab.4　Recoveries and precisions of 19 components at three spiked levels

目标组分	加标水平/(mg·kg^{-1})	回收率/%	相对标准偏差/%
	0.2	98.3	2.7
溶剂绿 7	0.4	99.0	3.5
	0.8	97.0	1.9
	0.02	94.0	2.7
间苯二胺	0.04	89.6	3.5
	0.08	99.5	4.2
	0.02	96.9	2.8
N,*N*-二乙基对苯二胺硫酸盐	0.04	99.6	2.3
	0.08	98.9	2.4
	0.02	96.2	3.6
邻苯二胺	0.04	97.9	1.4
	0.08	98.9	2.2
	0.02	98.2	1.9
2-氯对苯二胺硫酸盐	0.04	99.4	1.4
	0.08	99.2	2.9
	0.02	90.4	4.5
邻氨基苯酚	0.04	84.7	1.9
	0.08	87.9	1.2
	0.2	90.1	1.4
食品红 9	0.4	90.4	1.6
	0.8	94.5	1.9
	0.2	84.8	1.5
2-硝基对苯二胺	0.4	83.9	2.6
	0.8	84.9	2.6
	0.2	82.4	2.5
酸性绿 1	0.4	84.8	1.6
	0.8	89.0	1.2
	0.02	83.7	1.3
N,*N*-二乙基甲苯-2,5-二胺盐酸盐	0.04	82.9	2.1
	0.08	85.7	2.2
	0.02	90.7	2.3
甲苯-3,4-二胺	0.04	91.6	2.7
	0.08	85.5	2.3
	0.02	84.2	3.3
酸性橙 6	0.04	95.9	1.9
	0.08	94.6	2.1
	0.02	84.0	3.2
食品红 1	0.04	90.4	2.5
	0.08	91.3	2.2
	0.02	94.1	1.4
食品绿 3	0.04	95.2	4.4
	0.08	99.2	2.1

续表

目标组分	加标水平/(mg·kg^{-1})	回收率/%	相对标准偏差/%
	0.02	82.7	2.3
酸性红 87	0.04	86.8	2.5
	0.08	97.0	4.0
	0.02	88.6	2.0
酸性蓝 1	0.04	85.8	2.2
	0.08	84.0	2.1
	0.02	95.9	1.8
食品蓝 5	0.04	98.0	2.9
	0.08	83.7	1.5
	0.02	93.7	3.5
食品红 14	0.04	88.9	1.6
	0.08	88.0	2.5
	0.02	97.2	1.9
酸性黄 73	0.04	91.9	2.4
	0.08	98.9	1.7

2.7 实际样品的测定

采用所建立的分析方法对市售 28 批不同品牌的染发类化妆品(表 5)进行检测.结果显示,所有样品中均未检出 19 种目标禁用组分.鉴于本研究涉及的 19 种禁用组分多呈现红、黄、蓝、绿等较鲜艳色调,因此选取的待测样品也多为红、黄、蓝色系染发膏,避免选用黑色染发膏,以此提高实验针对性.

表 5 28 批染发类样品名称及标示颜色

Tab.5 Names and marked colors of 28 batches of hair-dyeing cosmetics

序号	名称	标示颜色	序号	名称	标示颜色
1	英涛染发膏	金栗子色	15	艾的染发膏	褐金啡
2	迪彩染发膏	香槟醇棕	16	艾的染发膏	灰金色
3	愈美染发膏	中金棕色	17	凯捷染发膏	橙红金色
4	道欣染发膏	深闷青亚麻色	18	真知丽染发膏	深闷青色
5	真知丽染发膏	蓝色	19	凯捷染发膏	蓝黑
6	愈美染发膏	炎红色	20	凯捷染发膏	金铜色
7	凯捷染发膏	巧克力色	21	愈美染发膏	中金棕色
8	景红达染发膏	金褐色	22	怡美姿染发膏	雾蓝色
9	利威丝染发霜	黄色	23	晨奕染发膏	蓝色
10	LIGUI 丽柜染发膏	炫棕色	24	韩妃染发膏	葡萄红色
11	无忧然染发霜	桃木褐棕色	25	真知丽染发膏	紫红色
12	发彩护理染发膏	金褐色	26	发彩护理染发膏	绚丽红色
13	康妆染发膏	金棕色	27	舒蒂雅染发膏	浅灰色
14	水林雅染发膏	金铜色	28	恺岚朵染发膏	蜜糖板栗

3 结 论

本研究建立了超高效液相色谱-质谱法同时测定染发类化妆品中 19 种禁用组分的分析方法.该方法样品前处理操作简便,检出限显著低于液相色谱法,准确度较高,适用于市售不同基质染发类化妆品中 19 种禁用组分的检测.该方法可填补染发类化妆品中禁用组分检测领域的技术空白,为染发类化妆品的质量监管提供有力的技术支持.

参考文献：

[1] 吴姣娇，吴志珊，尹伟成，等.199 批染发类化妆品组分情况分析[J].广东化工，2023，50(16)：169-172.DOI：10.3969/j.issn.1007-1865.2023.16.054.
Wu Jiaojiao，Wu Zhishan，Yin Weicheng，et al.Components analysis of 199 batches of hair dye cosmetics[J].Guangdong Chemical Industry，2023，50(16)：169-172.

[2] 李红英，刘杰，李世兴，等.染发类产品中染发剂的检测及结果分析[J].中国卫生检验杂志，2020，30(7)：864-868.
Li Hongying.Determination and results analysis of hair dyes in hair-dyeing cosmetics[J].Chinese Journal of Health Laboratory Technology，2020，30(7)：864-868.

[3] 王莎莎，任炼，廖雪.氧化型染发剂中 32 种染料监测结果分析[J].化工设计通讯，2021，47(4)：138-139.
Wang Shasha，Ren Lian，Liao Xue.Analysis of monitoring results of 32 dyes in oxidized hair dyes[J].Chemical Engineering Design Communications，2021，47(4)：138-139.

[4] 李丽，杨样，孙姗姗，等.高效液相色谱法测定染发剂中 4 种限用成分[J].天津化工，2022，36(3)：37-39.
Li Li，Yang Yang，Sun Shanshan，et al.Determination of 4 kinds of restricted dyestuff in hair dyes by high performance liquid chromatography[J].Tianjin Chemical Industry，2022，36(3)：37-39.

[5] 杜文亚，张晓东.高相液相色谱法检测染发类化妆品中碱性红 2 等 8 种禁用着色剂[J].香料香精化妆品，2023(4)：138-143.DOI：10.20099/j.issn.1000-4475.2022.0152.
Du Wenya，Zhang Xiaodong.Determination of 8 prohibited colorants such as basic red 2 in hair dyeing cosmetics by HPLC[J].Flavour Fragrance Cosmetics，2023(4)：138-143.

[6] 彭乃焕，黄忠亮.染发剂中 7 种禁用染料测定方法的优化[J].天津化工，2020，34(6)：33-35.
Peng Naihuan，Huang Zhongliang.Optimization of determination methods for seven prohibited dyes in hair dyes[J].Tianjin Chemical Industry，2020，34(6)：33-35.

[7] 刘芸，刘杰，黄伟，等.高效液相色谱法测定染发产品中 15 种染料成分[J].日用化学工业(中英文)，2022，52(12)：1333-1341.DOI：10.3969/j.issn.1001-1803.2022.12.011.
Liu Yun，Liu Jie，Huang Wei，et al.Determination of 15 kinds of dyestuffs in hair dyes by high performance liquid chromatography[J].China Surfactant Detergent & Cosmetics，2022，52(12)：1333-1341.

[8] 姜成君，殷帅，尹伟成，等.超高效液相色谱-静电场轨道阱高分辨质谱法筛查染发类化妆品中 10 种染料成分[J].香料香精化妆品，2023(3)：17-24.DOI：10.20099/j.issn.1000-4475.2022.0077.
Jiang Chengjun，Yin Shuai，Yin Weicheng，et al.Rapid screening of ten dyestuff in hair dye cosmetics by ultra high performance liquid chromatography-electrostatic field orbitrap high resolution mass spectrometry[J].Flavour Fragrance Cosmetics，2023(3)：17-24.

[9] 游飞明.超高效液相色谱-串联质谱法同时测定染发剂中 6 种染料[J].色谱，2015(1)：17-21.DOI：10.3724/SP.J.1123.2014.09009.
You Feiming.Simultaneous determination of six components in hair dyes by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry[J].Chinese Journal of Chromatography，2015(1)：17-21.

[10] 卢端萍，陈旭，唐雯，等.高效液相色谱法测定氧化型染发产品中 44 种染发剂的含量[J].药物分析杂志，2021，41(12)：2191-2201.DOI：10.16155/j.0254-1793.2021.12.18
Lu Duanping，Chen Xu，Tang Wen，et al.Determination of 44 kinds of dyestuffs in oxidative hair dye products by HPLC[J].Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis，2021，41(12)：2191-2201.

[11] 高瑞芳，柴格，李祥胜.高效液相色谱法测定氧化型染发产品中 47 种染发剂[J].日用化学工业(中英文)，2023，53(6)：725-732.DOI：10.3969/j.issn.2097-2806.2023.06.016.
Gao Ruifang，Chai Ge，Li Xiangsheng.Determination of 47 kinds of dyestuffs in oxidative hair dye by high performance liquid chromatography[J].China Surfactant Detergent & Cosmetics，2023，53(6)：725-732.

[12] 张静，赖俊敏，李思源，等.气相色谱-三重四极杆质谱法测定染发剂中 14 种 N-亚硝胺类化合物[J].日用化学工业(中英文)，2023，53(11)：1334-1339.DOI：10.3969/j.issn.2097-2806.2023.11.013.
Zhang Jing，Lai Junmin，Li Siyuan，et al.Determination of 14 N-nitrosamines in hair dyes using gas chromatography-tandem mass spectrometry[J].China Surfactant Detergent & Cosmetics，2023，53(11)：1334-1339.

(责任编辑　张　会)