

液相色谱-串联质谱法测定婴儿乳粉中的 抗坏血酸棕榈酸酯

邹芸¹, 张雷², 郝存显², 刘贝², 张后兵², 宁莘稀², 唐柏彬^{2*}

(1. 重庆市市政环卫监测中心, 重庆 401121; 2. 重庆海关技术中心, 重庆 400020)

摘要: **目的** 建立液相色谱-串联质谱法(liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)快速检测婴儿乳粉中抗坏血酸棕榈酸酯含量的方法。**方法** 样品经 0.1%草酸乙醇溶液提取, 提取液用乙二胺-N-丙基硅烷(primary secondary amine, PSA)净化后经 C₁₈ 柱分离, 三重四极杆串联质谱检测。**结果** 抗坏血酸棕榈酸酯在 0.02~0.5 µg/mL 浓度范围内与峰面积呈良好的线性关系, 相关系数(r^2)为 0.9996, 检出限(S/N=3)为 0.03 mg/kg, 定量限(S/N=10)为 0.10 mg/kg。当添加浓度水平为 0.5、1.0 和 10.0 mg/kg 时, 平均回收率为 90.0%~104.1%, 相对标准偏差(relative standard deviations, RSDs, $n=6$)为 1.5%~2.7%。**结论** 本方法操作简便、快速、灵敏度高, 能够满足婴儿乳粉中抗坏血酸棕榈酸酯的检测要求。

关键词: 抗坏血酸棕榈酸酯; 液相色谱-串联质谱法; 婴儿乳粉

Determination of ascorbyl palmitate in infant formula milk powder by liquid chromatography-tandem mass spectrometry

ZOU Yun¹, ZHANG Lei², XI Cun-Xian², LIU Bei², ZHANG Hou-Bing²,
NING Xin-Xi², TANG Bo-Bin^{2*}

(1. Chongqing Municipal & Environmental Sanitation Monitoring Department, Chongqing 401121, China;
2. The Technology Center of Chongqing Customs, Chongqing 400020, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for rapid detection of ascorbyl palmitate in infant milk powder by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). **Methods** The sample was extracted with 0.1% oxalic acid ethanol solution, and the extract was purified with ethylenediamine-N-propyl silane (primary secondary amine, PSA) and separated by a C₁₈ column, and detected by a triple quadrupole tandem mass spectrometry. **Results** Ascorbyl palmitate had a good linear relationship with the peak area in the concentration range of 0.02–0.5 µg/mL, and the correlation coefficient (r^2) was 0.9996. The limit of detection (LOD) (S/N=3) was 0.03 mg/kg, and the limit of quantitation (LOQ) (S/N=10) was 0.10 mg/kg. The mean recoveries at spiked levels of 0.5, 1.0 and 10.0 mg/kg were 90.0%–104.1%, with the relative standard deviations (RSDs) of 1.5%–2.7% ($n=6$). **Conclusion** This method is simple, rapid and sensitive, and can meet the requirements of detecting ascorbic palmitate in infant milk powder.

KEY WORDS: ascorbyl palmitate; liquid chromatography-tandem mass spectrometry; infant formula milk powder

基金项目: “十三五”国家重点研发计划专项(2016YFD0401105)

Fund: Supported by the China National Key R&D Program during the 13th Five-year Plan Period (2016YFD0401105)

*通信作者: 唐柏彬, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全与检测。E-mail: 75525294@qq.com

*Corresponding author: TANG Bo-Bin, Senior Engineer, The Technology Center of Chongqing Customs, Chongqing 400020, China. E-mail: 75525294@qq.com

0 引言

抗坏血酸棕榈酸酯(ascorbyl palmitate, AP)是由棕榈酸与抗坏血酸酯化而得,易溶于乙醇。它是一种抗氧化剂,同时也可以作为机体组织内的维C源^[1],被世界卫生组织与食品添加剂委员会定为具有营养性、无毒、高效、使用安全的抗氧化剂^[2],也是GB 2760-2014《食品添加剂使用标准》中唯一允许用于婴儿配方食品中的抗氧化剂,最大使用量为50 mg/kg(以脂肪中抗坏血酸计)^[3],换算为婴儿乳粉中抗坏血酸棕榈酸酯的最大使用量,约为20 mg/kg左右。

抗坏血酸棕榈酸酯的分析检测方法有2,6-二氯酚靛酚滴定法^[4]、碘滴定法^[5]、分光光度法^[5-6]、薄层法^[7-8]、流动注射分析法^[9],操作烦琐且特异性不强,易出现假阳性结果;液相色谱法具有快速分离、定性定量准确等优点,方法的检出限在2~5 mg/kg^[10-14],与限量标准几乎处于同一水平。液相色谱-串联质谱(liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)技术的特点是灵敏度高、准确度高和分辨率强,因而被广泛应用于食品中添加剂的检测^[15]。但应用液相色谱-串联质谱法测定婴儿乳粉中的抗坏血酸棕榈酸酯的研究相对较少。

本研究建立液相色谱-串联质谱法测定婴儿乳粉中的抗坏血酸棕榈酸酯的含量,有效监控婴儿乳粉中抗坏血酸棕榈酸酯的使用情况,为相关监测单位的日常监管工作提供方法参考。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

LC-30A 超高效液相色谱仪(日本岛津公司); API 4000 QTRAP 三重四极杆质谱仪(配电喷雾离子源,美国AB SCIEX公司); 3-30k 离心机(德国Sigma公司); XH-B 旋涡混匀器(江苏康健医疗用品有限公司); KQ-500E 超声波提取机(江苏昆山市超声仪器有限公司); FD115 干燥箱(德国Binder公司); MSE 125P、BS224S 电子天平(德国赛多利斯公司)。

抗坏血酸棕榈酸酯标准品(纯度99.2%,德国Dr. Ehrenstorfer公司); 甲醇、乙醇、乙腈、乙酸铵和甲酸(色谱纯,美国Tedia公司); 氨水、乙醚、石油醚、草酸、无水硫酸镁[分析纯,重庆川东化工(集团)有限公司]; C₁₈粉、PSA(美国安捷伦公司); 0.22 μm 有机滤膜(尼龙,天津津滕公司); 实验室用水为超纯水(德国默克公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 溶液配制

抗坏血酸棕榈酸酯标准储备液:准确称取25.20 mg 抗坏血酸棕榈酸酯标准品,用乙醇(含0.1%草酸)溶液溶解

并稀释至50 mL,配置成500 mg/L的标准储备液,转移至棕色储液瓶中,4℃保存。

乙醇(含0.1%草酸)溶液:称取0.1 g草酸,用乙醇溶解并稀释至100 mL。

2 mmol/L 乙酸铵溶液(含0.1%甲酸):称取0.154 g 乙酸铵,加入约100 mL水溶解,再加入1 mL 甲酸,用水稀释至1000 mL。

1.2.2 样品前处理

(1)采样和试样制备

抽取有代表性的样品,实验前应充分振摇或搅拌均匀,取样后应立即密封避光保存。

(2)提取

准确称取1 g(精确至0.001 g)样品于50 mL离心管中,加入10 mL乙醇(含0.1%草酸)溶液,超声提取10 min,离心,将上清液转移至25 mL容量瓶中,残渣用提取液重复提取1次,合并提取液并定容至刻度,混匀,取1 mL样液,加入盛有0.05 g PSA、0.20 g 无水硫酸镁的玻璃试管中,涡旋混合30 s,离心后取上清液过0.22 μm有机滤膜,供液相色谱-串联质谱仪测定。

1.2.3 液相色谱-串联质谱条件

(1)液相色谱条件

色谱柱:Shimadzu VP-ODS C₁₈柱(150.0 mm×2.0 mm, 5.0 μm); 柱温:40℃; 流速:0.3 mL/min; 进样量:10 μL; 流动相:A为甲醇,B为2 mmol/L 乙酸铵溶液(含0.1%甲酸); 梯度洗脱程序:0~1 min, 70%A; 1~1.5 min, 70%A~100%A; 1.5~4.0 min, 100%A; 4.0~4.5 min, 100%A~70%A; 4.5~6.0 min, 70%A。每次梯度洗脱前70%A平衡2 min。

(2)质谱条件

离子源:电喷雾离子源(electron spray ionization, ESI), 负离子模式; 电喷雾电压(ion spray voltage, IS): -4500 V; 离子源温度(temperature, TEM): 550℃; 帘气压力(ion source gas 1, GS1): 40 psi; 雾化气压力(ion source gas 2, GS2): 60 psi; 监测模式:多反应监测模式(multiple reaction monitoring, MRM)。

2 结果与分析

2.1 检测条件的优化

2.1.1 质谱条件优化

以流动注射的方式将1 mg/L的抗坏血酸棕榈酸酯标准溶液注入液相色谱-串联质谱仪中,在负离子模式下进行一级质谱和二级碎片离子扫描。抗坏血酸棕榈酸酯具有多个羟基,极易去质子形成负离子,一级质谱扫描得到分子离子峰[M-H]⁻为 $m/z=413.4$ 。在二级质谱碰撞中待测物的酯键极易断裂,扫描得到 $m/z=157.0$ 和 $m/z=255.2$ 2个响应较高的碎片离子。最后在多反应监测模式下对413.4/157.0

和 413.4/255.2 2 个离子对的去簇电压、碰撞能量、碰撞室入口电压和碰撞室出口电压等参数进行优化, 质谱参数优化结果见表 1。

2.1.2 流动相的选择

抗坏血酸棕榈酸酯为羟基酸性化合物, 低 pH 值流动相有助于抑制羟基电离从而获得良好的色谱峰形。文献报道采用甲醇-甲酸水^[10]、甲醇+乙腈-磷酸^[11]、乙腈-磷酸^[12]、甲醇-草酸^[13]、甲醇+乙腈-磷酸(pH 3.0)^[14]、甲醇-磷酸二氢钾(pH 3.5)^[15]等酸性流动相进行分离。LC-MS/MS 分析应尽量使用难挥发的盐和酸, 因此本研究采用甲醇、乙腈与 2 mmol/L 乙酸铵溶液(含 0.1%甲酸)作为流动相, 比较目标物的响应值和色谱峰峰形。结果表明采用甲醇和 2 mmol/L 乙酸铵溶液(含 0.1%甲酸)流动相体系进行梯度洗脱能够取得对称、尖锐的色谱峰。

2.2 前处理条件优化

2.2.1 提取条件优化

抗坏血酸棕榈酸酯对温度、光线和碱性环境敏感, 研究表明它在柠檬酸和抗坏血酸甲醇溶液中可稳定 7 h^[14], 在 0.1%草酸乙醇中稳定时长可达 20 h 以上^[13]。本研究采用 0.1%草酸乙醇溶液作为提取溶剂, 运用正交实验比较了不同溶剂体积(5、10、15 mL)、超声提取时间(10、20、

30 min)和提取次数(1、2、3 次)对提取效率的影响。正交实验直观分析结果见表 2, 结果表明对提取效果的影响为提取次数 > 溶剂体积 > 提取时间, 最佳提取组合为 A2B1C2, 即采用 10 mL 提取剂超声提取 2 次, 每次 10 min, 验证得到 1 mg/kg 水平的加标回收率为 99.6%。

2.2.2 净化条件的优化

样品提取液中含有的蛋白质、脂肪和糖类等, 直接测定会污染仪器、影响检测。固相萃取、凝胶色谱等净化手段过程复杂、耗时较长, 容易造成待测物的降解。QuEChERS 净化快速、简单且有效, PSA 可有效吸附脂肪酸、碳水化合物等极性杂质, C₁₈ 可以进一步吸附少量脂肪等非极性杂质^[16], 可用于样品的快速净化。本研究取 1 mL 提取液, 比较了 PSA、C₁₈ 和无水硫酸镁用量对回收率的影响。不同配比 PSA/C₁₈/无水硫酸镁净化的回收率如图 1 所示, 结果显示 C₁₈ 对待测物具有很强的吸附作用, 因此研究中仅使用 PSA 和无水硫酸镁。当添加 0.05 g PSA、0.15 g 或 0.20 g 无水硫酸镁净化后的平均回收率分别为 106.8%和 102.6%, 过量的 PSA 和无水硫酸镁会导致回收率降低。因此实本研究取 1 mL 样品提取液, 加入 0.05 g PSA 和 0.20 g 无水硫酸镁涡旋 30 s 进行净化。

表 1 抗坏血酸棕榈酸酯质谱参数
Table 1 Parameters of mass spectrometry of ascorbic palmitate

母离子 (m/z)	子离子 (m/z)	驻留时间/ms	去簇电压/V	碰撞室入口电压/V	碰撞室出口电压/V	碰撞电压/V
413.4	157.0*	200	-90	-8.9	-6.1	-34.2
	255.2	200	-90	-8.9	-6.1	-24.7

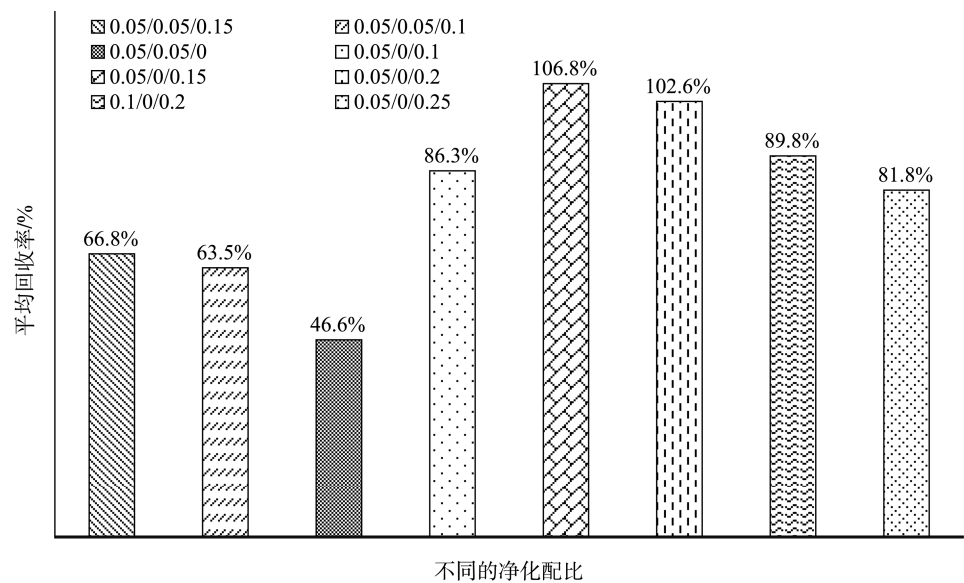
注: *为定量离子。

表 2 正交实验结果
Table 2 Results of orthogonal experiment

实验号	因素			回收率均值 /%
	A 溶剂体积	B 提取时间	C 提取次数	
1	1	1	1	67.7
2	2	2	2	98.2
3	3	3	3	87.2
4	1	2	3	85.7
5	2	3	1	60.3
6	3	1	2	87.6
7	1	3	2	85.1
8	2	1	3	95.7
9	3	2	1	50.3
K ₁	238.5	251.0	178.3	

表 2(续)

实验号	因素			回收率均值 /%
	A 溶剂体积	B 提取时间	C 提取次数	
K ₂	254.2	234.2	270.9	
K ₃	225.1	232.6	268.6	
$\bar{K}_1$	79.5	83.7	59.4	
$\bar{K}_2$	84.7	78.1	90.3	
$\bar{K}_3$	75.0	77.5	89.5	
极差 R	9.7	6.1	30.9	
主次顺序	C > A > B			
优水平	A2	B1	C2	
优组合	A2B1C2			



注：图例配比依次为 PSA/C₁₈/无水硫酸镁。

图 1 不同物料比净化的回收率

Fig.1 Recoveries of using different material feeding ratios

2.3 基质效应、线性范围、检出限和定量限

基质效应是质谱分析中影响分析方法灵敏度和准确度等的关键因素^[17]，也可以间接的反应方法的净化效果。本研究采用基质标准溶液与溶剂标准溶液曲线方程斜率比进行基质效应评价^[18]，计算公式如式(1)。

$$ME = (\frac{S_m}{S_s} - 1) \times 100 \tag{1}$$

其中，S_m 和 S_s 分别表示基质标准曲线和溶剂标准曲线的斜率。分别以溶剂和空白基质溶液配制浓度为 20、50、100、200 和 500 μg/L 溶剂标准溶液和基质标准溶液，用 LC-MS/MS 测定并绘制线性方程。获得基质标准溶液的校准曲线方程为 Y=11899X+10502、相关系数(r²=0.9996)，溶剂标准溶液的校准曲线方程为 Y=15017X+11470、相关系数(r²=0.9999)。计算得本方法的 ME=-20.8%，具有中等基质抑制效应^[17]。为获得准确的定量分析结果，实验采用基质曲线进行定量分析。以基质标准溶液 S/N=3 计算得方法的检出限为 0.03 mg/kg，S/N=10 计算得方法的定量限为 0.10 mg/kg。

2.4 回收率及精密度实验

本研究在 0.5、1.0 和 10.0 mg/kg 3 个浓度水平上进行添加回收实验，每个水平重复做 6 次。称取经检测不含抗坏血酸棕榈酸酯的市售样品，加入标准溶液并混匀，静置 5 min 后按照样品的前处理方法进行测定，计算添加回收率、精密度。实验结果详见表 3，3 个加标水平的平均回收率为 90.0%~104.1%，相对标准偏差(relative standard deviations, RSD, n=6)为 1.5%~2.7%。空白试样和加标样品的色谱图见图 2、图 3。

2.5 实际样品测定

目前市场上婴儿乳粉品牌众多，本研究随机选取了 10 个品牌的样品按照所建立的方法测定样品中抗坏血酸棕榈酸酯的含量，同时按照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》第三法^[19]测定脂肪的含量。所检样品中有 2 个样品检出抗坏血酸棕榈酸酯，含量分别为 5.3 mg/kg 和 11.1 mg/kg，脂肪含量分别为 25.5 g/100 g 和 24.1 g/100 g，换算为脂肪中抗坏血酸的含量为 8.8 mg/kg 和 19.6 mg/kg，产品符合 GB 2760—2014 限量要求。

表 3 加标样品回收率和精密度(n=6)
Table 3 Recoveries and precisions in spiked samples (n=6)

添加水平/(mg/kg)	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
0.5	94.2、86.1、89.5、80.3、97.2、93.0	90.0	2.7
1.0	98.7、105.8、100.6、108、102.5、109	104.1	1.5
10	95.6、92.3、90.5、103.3、97.8、99.2	96.4	1.7

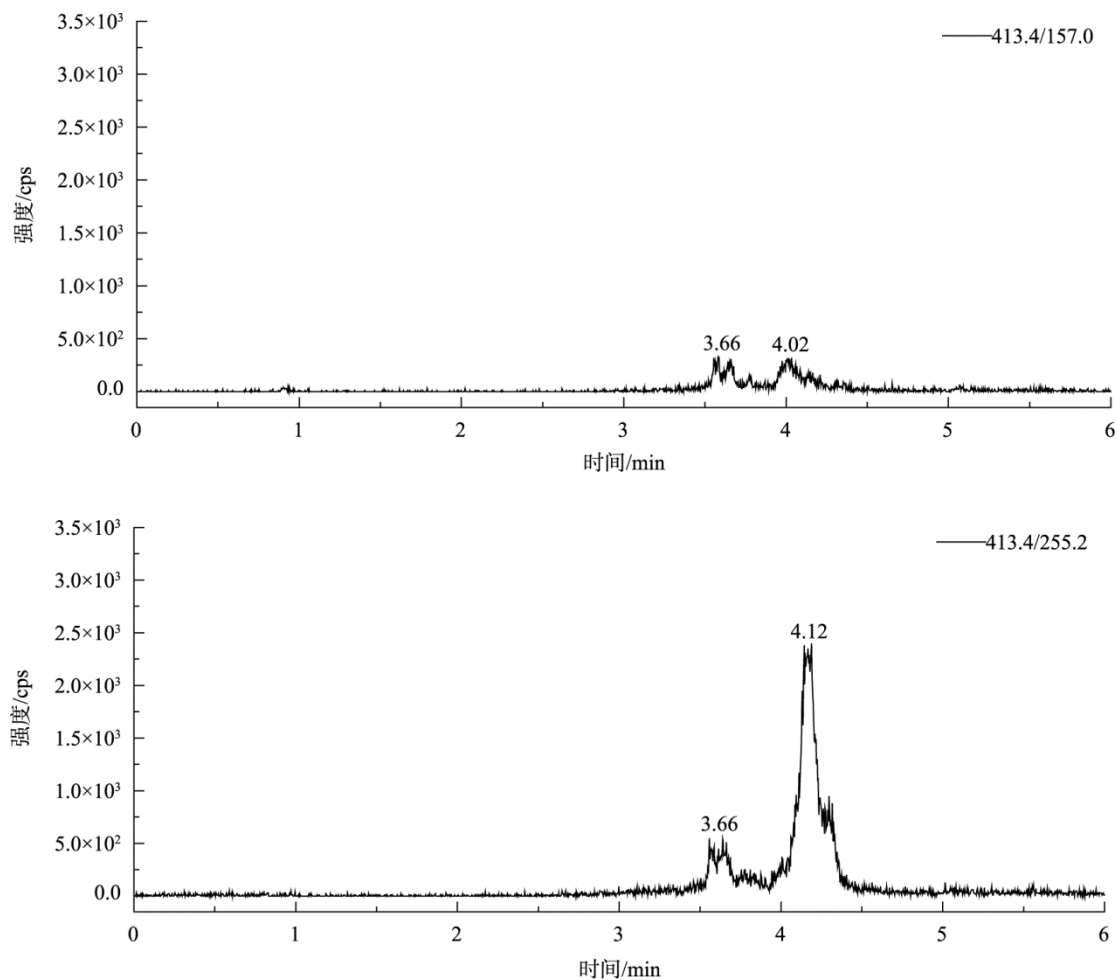


图 2 空白样品多反应监测色谱图

Fig.2 Chromatograms of blank sample in MRM mode

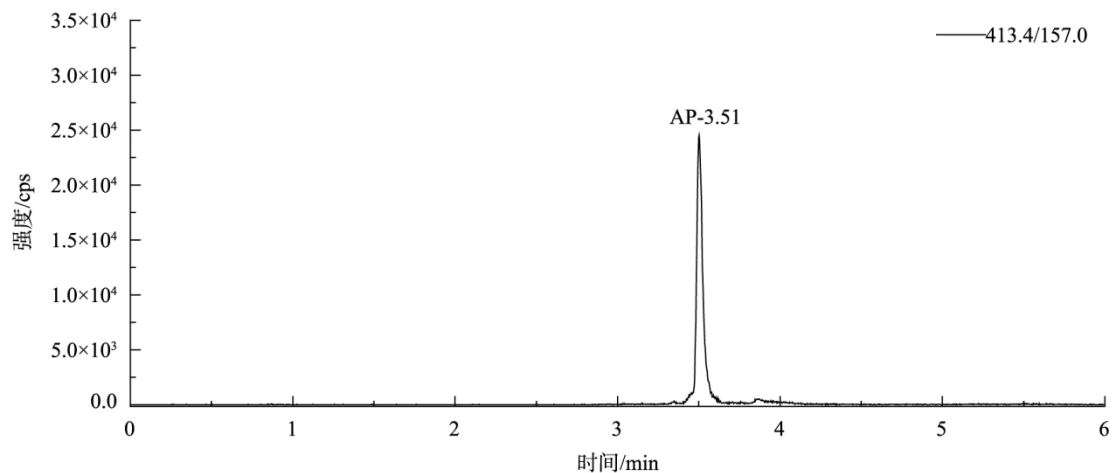


图 3 空白样品加标(1.0 mg/kg)多反应监测色谱图

Fig.3 Chromatograms of sample spiked with standard (1.0 mg/kg) in MRM mode

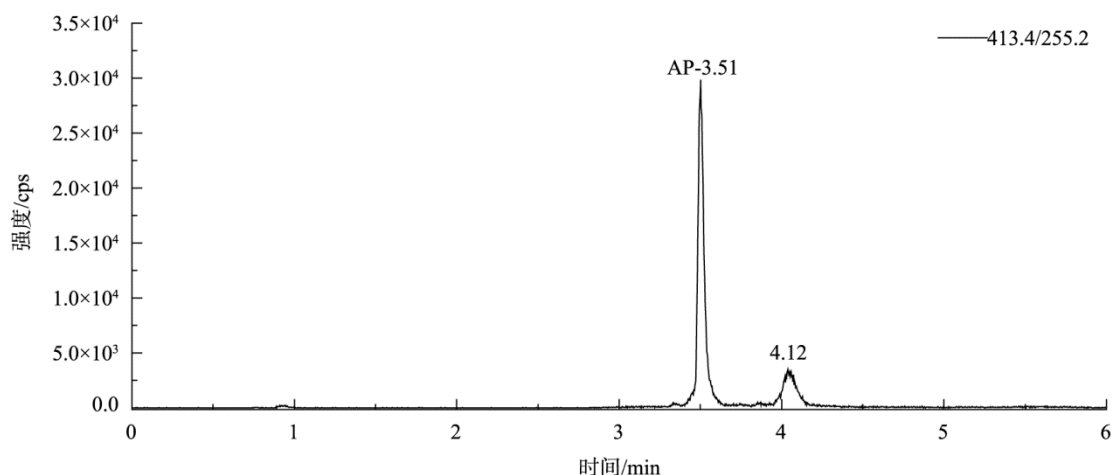


图3(续) 空白样品加标(1.0 mg/kg)多反应监测色谱图

Fig.3 Chromatograms of sample spiked with standard (1.0 mg/kg) in MRM mode

3 结 论

本研究通过对质谱、色谱条件的考察及优化,建立了抗坏血酸棕榈酸酯的液相色谱-串联质谱分析方法。优化了样品提取和净化条件,确立以含有0.1%草酸的乙醇溶液作为提取剂,超声提取2次,提取液采用PSA净化后用液相色谱-串联质谱法测定,以基质标准曲线定量分析。方法前处理过程简单、结果准确可靠,回收率、精密度和检出限均满足婴儿乳粉中抗坏血酸棕榈酸酯的检测要求。

参考文献

- [1] 詹沛鑫. 抗坏血酸棕榈酸酯可为机体组织内的维C源[J]. 食品研究与开发, 1987, (3): 47-48.
ZHAN PX. Ascorbylpalmitate can be a source of vitamin C in tissues [J]. Food Res Dev, 1987, (3): 47-48.
- [2] 林富强, 陈永恒, 何松. L-抗坏血酸棕榈酸酯在配方乳品中的应用[J]. 现代食品科技, 2010, 26(10): 1114-1116.
LIN FQ, CHEN YH, HE S. Application of L-ascorbylpalmitate in formula milk [J]. Mod Food Sci Technol, 2010, 26(10): 1114-1116.
- [3] 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 standard-Standard for uses of food additives [S].
- [4] 黄少强, 刘志同. 食用油中L-抗坏血酸棕榈酸酯含量测定方法研究[J]. 中国粮油学报, 2006, (2): 121-123.
HUANG SQ, Liu ZT. A determination method of L-ascorbylpalmitate in edible oil [J]. J Chin Cereals Oils Ass, 2006, (2): 121-123.
- [5] 高嘉明, 龚晓咏, 陈楚莹. 抗坏血酸棕榈酸酯测定方法的比较[J]. 现代食品, 2020, (13): 154-157.
GAO JM, GONG XY, CHEN CY. Comparison of determination methods of ascorbyl palmitate [J]. Mod Food, 2020, (13): 154-157.
- [6] 汤鲁宏, 张浩. 硅钨兰分光光度法测定微量L-抗坏血酸棕榈酸酯[J]. 食品科学, 1999, (11): 3-5.
TANG LH, ZHANG H. Spectrophotometric determination of trace L-ascorbyl palmitate by silicomolybdenum blue [J]. Food Sci, 1999, (11): 3-5.
- [7] 胡波年, 谢华林, 胡汉祥, 等. 化妆品中L-抗坏血酸棕榈酸酯的薄层色谱分析[J]. 武汉理工大学学报, 2004, (11): 39-41, 49.
HU BN, XIE HL, HU HX, et al. The determination of L-ascorbylpalmitate in cosmetic by thin layer chromatography fluorometry [J]. J Wuhan Univ Technol, 2004, (11): 39-41, 49.
- [8] 汤鲁宏, 孙云飞, 张浩. 薄层扫描法测定L-抗坏血酸棕榈酸酯[J]. 食品工业科技, 1999, (5): 3-5.
TANG LH, SUN YF, ZHANG H. The determination of L-ascorbylpalmitate with thin-layer chromatography [J]. Food Ind Technol, 1999, (5): 3-5.
- [9] BURATTI S, COSIO MS, BENEDETTI S, et al. Determination of ascorbyl 6-palmitate in food matrices by amperometric flow injection analysis [J]. Analyst, 2001, 126(8): 1466-1468.
- [10] 何小庆. HPLC-ELSD法测定L-抗坏血酸棕榈酸酯[J]. 饮料工业, 2018, 21(2): 24-26.
HE XQ. Determination of L-ascorbylpalmitate by HPLC-ELSD [J]. Bever Ind, 2018, 21(2): 24-26.
- [11] 陆志芸, 张辉, 赵敏, 等. 高效液相色谱法测定食品中抗坏血酸棕榈酸酯[J]. 理化检验(化学分册), 2010, 46(8): 869-871.
LU ZY, ZHANG H, ZHAO M, et al. HPLC determination of ascorbylpalmitate in foods [J]. Phys Test Chem Anal Part B, 2010, 46(8): 869-871.
- [12] 杨云, 郭长虹, 李鑫宇. HPLC法同时测定化妆品中3-O-乙基抗坏血酸和抗坏血酸棕榈酸酯[J]. 日用化学品科学, 2017, 40(1): 31-34.
YANG Y, GUO CH, LI XY. Simultaneous determination of 3-O-ethyl-ascorbic acid and ascorbylpalmitate in cosmetics by HPLC [J]. Deterg Cosmet, 2017, 40(1): 31-34.
- [13] 杜淑霞, 徐丽, 廖延智, 等. HPLC法快速测定乳粉中VC棕榈酸酯的含量[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(13): 84-86.
DU SX, XU L, LIAO YZ, et al. Rapid determination of content of ascorbylpalmitate in milk powder by HPLC [J]. Food Res Dev, 2015, 36(13): 84-86.
- [14] PERRIN C, MEYER L. Simultaneous determination of ascorbylpalmitate and nine phenolic antioxidants [J]. J Am Oil Chem Soc, 2003, 80(2): 3-5.

- 115–118.
- [15] 米建萍, 徐远金, 朱平川, 等. 液质联用技术在滥用食品添加剂及食品中违法添加物测定中的应用及研究进展[J]. 基因组学与应用生物学, 2015, 34(7): 1579–1586.
- MI JP, XU YJ, ZHU PC, *et al.* Application and research progress of high performance liquid chromatography-mass spectrometry in determination of the abuse of food additives and illegal additives [J]. *Genom Appl Biol*, 2015, 34(7): 1579–1586.
- [16] 刘胜男, 卫星, 巩卫东. QuEChERS 方法在检测分析中的应用研究进展[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(10): 133–136.
- LIU SN, WEI X, GONG WD. Research progress of QuEChERS method and its application [J]. *Food Res Dev*, 2013, 34(10): 133–136.
- [17] TAYLOR PJ. Matrix effects: The achilles heel of quantitative high-performance liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry [J]. *Clin Biochem*, 2005, 38(4): 328–334.
- [18] RAJSKI L, LOZANO A, UCLÉS A, *et al.* Determination of pesticide residues in high oil vegetal commodities by using various multi-residue methods and clean-ups followed by liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. *J Chromatogr A*, 2013, 1304(16): 109–120.

[19] GB 5009.6—2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S].

GB 5009.6—2016 National food safety standard-Determination of fat in foods [S].

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



邹 芸, 高级工程师, 主要研究方向为环境卫生与食品安全。

E-mail: 43521410@qq.com



唐彬彬, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全与检测。

E-mail: 75525294@qq.com

“饮料品质控制及检测分析”专题征稿函

饮料工业是我国食品工业的重要组成部分, 与人民物质生活息息相关。近年来, 随着人们物质生活水平的不断提高, 对饮料的品质要求也在不断提升, 好喝与安全已经成为一种潮流与时尚。

近年来的塑化剂风波、勾兑门、农残门、致癌门等诸多事件或多或少地困扰着饮料行业发展, 饮料品质安全问题越来越得到社会和广大消费者的关注。

鉴于此, 本刊特别策划“饮料品质控制及检测分析”专题, 主要围绕饮料产业发展现状、饮料加工过程中质量控制与品质安全管理、饮料质量检测标准、饮料中有毒有害物质的检测方法、饮料包装材料等或您认为本领域有意义问题展开讨论, 计划在 2021 年 4/5 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 研究员和专题主编北京市营养源研究所 许洪高 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 2 月 28 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(注明专题饮料品质控制及检测分析):

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: 饮料品质控制及检测分析”)

邮箱投稿: E-mail: jfoods@126.com(备注: 饮料品质控制及检测分析专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部