

超高效液相色谱-串联质谱法测定食品及保健食品中硝苯地平、去氢硝苯地平和去氢亚硝基硝苯地平含量

马春艳, 段 琼, 封淑华*

(河北省药品医疗器械检验研究院, 石家庄 050200)

摘 要: **目的** 建立超高效液相色谱-串联质谱法(ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry, UPLC-MS/MS)测定食品及保健食品中非法添加的硝苯地平及其降解产物去氢硝苯地平和去氢亚硝基硝苯地平含量的分析方法。**方法** 样品用甲醇超声提取, 经 Waters Atlantis T₃ 色谱柱(2.1 mm×100 mm, 3 μm)分离, 以 0.1%(V/V)甲酸水溶液-甲醇作为流动相, 进行梯度洗脱。在正离子扫描条件下, 采用多反应监测(multiple reaction monitoring, MRM)模式监测。**结果** 硝苯地平、去氢硝苯地平和去氢亚硝基硝苯地平的浓度在 2~100 ng/mL 范围内与峰面积线性均良好, 相关系数(*r*)均在 0.99 以上。硝苯地平、去氢硝苯地平, 去氢亚硝基硝苯地平在糖果、袋泡茶、奶粉、胶囊、颗粒、饮料等 6 种基质中 50、125、1250 μg/kg 3 个水平下的加标回收率为 76.3%~106.1%, 相对标准偏差均未超过 10%(*n*=6)。**结论** 本方法简单、快速、灵敏度高, 可满足食品及保健食品市场的监管和检验需求。

关键词: 保健食品; 硝苯地平; 非法添加剂; 去氢硝苯地平; 去氢亚硝基硝苯地平; 超高效液相色谱-串联质谱法

Determination of nifedipine, dehydronifedipine and dehydronitroso nifedipine in food and health food by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry

MA Chun-Yan, DUAN Qiong, FENG Shu-Hua*

(Hebei Institute for Drug and Medical Device Control, Shijiazhuang 050200, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for the determination of nifedipine and its degradation products deshydronifedipine and deshydronitroso nifedipine content in food and health food by ultra performance liquid chromatography tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS). **Methods** Samples were extracted with methanol under ultrasonic condition, and separated on Waters Atlantis T₃ chromatographic column (2.1 mm×100 mm, 3 μm). Gradient elution was carried out with 0.1% (V/V) formic acid aqueous solution and methanol as mobile phase. The determination was conducted in positive electrospray ionization mode under multiple reaction monitoring (MRM)

基金项目: 河北省食品药品监督管理局重点科技项目(ZD2014006)

Fund: Supported by the Key Scientific and Technological Projects of Hebei Food and Drug Administration (ZD2014006)

*通讯作者: 封淑华, 主任药师, 主要研究方向为保健食品和药品质量研究。E-mail: shuhua08@sina.com

*Corresponding author: FENG Shu-Hua, Chief Pharmacist, Hebei Institute for Drug and Medical Device Control, Shijiazhuang 050200, China. E-mail: shuhua08@sina.com

mode. **Results** The linearity of difedipine, dehydronifedipine and dehydronitroso nifedipine were good in the range of 2-100 ng/mL, with correlation coefficients (r) all above 0.99. The recoveries of all components were 76.3%-106.1% with the relative standard deviations (RSDs) no more than 10% ($n=6$) at 3 spiked levels 50, 125 and 1250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in candy, tea, milk powder, capsule, granule and drinks. **Conclusion** This method is specific, easy, fast, accuracy and sensitive, which can meet the needs of supervision and inspection of illegal added drugs in food and health products market.

KEY WORDS: health food; nifedipine; illegal additives; dehydronifedipine; dehydronitroso nifedipine; ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry

1 引言

随着我国人民生活水平日益提高,保健食品作为一种能够改善特定人群机体调节功能的食品,被越来越多的人购买、食用,以期增进身体健康,改善亚健康状态。市场中声称有辅助降血压类的食品及保健食品琳琅满目,为达到快速降压的“奇效”,更有部分不法商家在所谓的保健食品中添加化学药物^[1-7],为消费者带来诸多隐患,不仅仅损害了消费者的利益,同时更加严重的损害了健康。

对于声称有辅助降血压类食品及保健食品中可能存在的非法添加状况,2009 年国家食品药品监督管理局颁布的《药品检验补充检验方法和检验项目批准件》中针对阿替洛尔、盐酸可乐定、氢氯噻嗪、卡托普利、哌唑嗪、利血平、硝苯地平等 7 种化学药品建立了薄层色谱法、液相色谱法和高效液相色谱-质谱联用法的筛查和验证方法。在 2014 年,又发布了氨氯地平、硝苯地平、尼群地平、尼莫地平、尼索地平和非洛地平 6 种化学药品的监督检验方法。

在河北省药品医疗器械检验研究院近 10 年的保健食品、食品、中药等的非法添加药物监测工作中发现,某些不法分子为躲避已报道的非法添加药物成分,除了非法添加市场上常见的化学药品外,还在食品或保健食品中加入化学药品的衍生物或结构修饰物^[8-12],目前降压类非法添加的文献报道的都是针对市场上常见的化学药品,而针对其降解产物的检验研究却相对较少。

硝苯地平是治疗高血压的一线化学药物,由于其对光极不稳定,保存不当会发生降解而生成降解产物^[13-16],当被非法添加在食品或保健食品中时,可能会导致漏检。本研究参考《中国药典》^[17](2015 年版)第四部 9001“原料药物与制剂稳定性试验指导原则”对硝苯地平的降解产物进行了考察,同时建立了食品及保健食品中硝苯地平及其 2 种光降解产物去氢硝苯地平和去氢亚硝基硝苯地平的超高效液相色谱-三重四极杆质谱法的含量测定方法,该方法简便、有效,可满足此类药物的快检筛查,为市场监管部门和公安机关打击不法分子采用非法添加硝苯地平及其光解产物等性质恶劣的行为提

供了技术支持。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

AB QTRAP 6500 超高效液相色谱-三重四极杆质谱联用仪(配 ESI 离子源,美国 ABSciex 公司); Nexera UHPLC LC-30A 液相色谱仪(日本岛津公司); KH-800KDE 超声波清洗器(昆山超声仪器有限公司)。

对照品硝苯地平、去氢硝苯地平、去氢亚硝基硝苯地平(纯度均 > 99%, 中国食品药品检定研究院); 甲醇、甲酸(色谱纯, 美国 Fisher 公司); 实验用水为超纯水。

2.2 实验方法

2.2.1 溶液配制

标准储备液: 分别精密称取硝苯地平、去氢硝苯地平、去氢亚硝基硝苯地平标准品各 10 mg, 分别置于 10 mL 容量瓶中, 用甲醇溶解并稀释至刻度, 摇匀, 制成浓度为 1 mg/mL 标准储备液, -20 °C 保存。

混合标准工作溶液: 分别准确吸取上述各标准储备液 0.1 mL, 置于同一 100 mL 容量瓶中, 用甲醇稀释至刻度, 摇匀, 制成 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的混合标准中间液。分别准确吸取混合标准中间液适量, 用甲醇稀释, 摇匀, 作为系列标准工作溶液, 浓度依次为 2、5、10、50、100 ng/mL, 临用新制或依仪器响应情况配制适当浓度的混合标准工作溶液。或根据需要采用空白基质提取液, 配制适当浓度的基质混合标准工作溶液。

2.2.2 样品前处理

取样品适量, 称取 1 g(精确至 0.0001 g), 置于 25 mL 容量瓶中, 加入甲醇 20 mL, 振摇, 超声提取(工作功率: 800 W, 工作频率: 40 kHz)30 min, 放冷, 加甲醇定容至刻度, 摇匀, 用滤膜过滤, 取续滤液, 可根据实际浓度适当稀释至线性范围内, 供液相色谱-质谱联用仪分析。

2.2.3 液相色谱-串联质谱条件

(1)液相色谱条件

色谱柱: Waters Atlantis T₃(2.1 mm×100 mm, 3 μm); 流动相: 0.1%甲酸水溶液(A)-甲醇(B); 流速: 0.3 mL/min; 进样体积: 1 μL ; 柱温: 40 °C。液相色谱梯度洗脱程序: 0~

4.0 min, 30%~70% B; 4.0~6.0 min, 70% B; 6.0~6.1 min, 70%~30% B; 6.1~8.0 min, 30% B。

(2)质谱条件

离子源: 电喷雾离子化源(electron spray ionization,

ESI); 正离子扫描, GS1: 55 psi; GS2: 55 psi; CUR GAS: 35 psi; 离子源温度: 500 ℃; 电喷雾电压: 5500 V。监测模式: 多反应监测(multiple reaction monitoring, MRM)。定性离子对、定量离子对及其他质谱参数见表 1。

表 1 硝苯地平、去氢硝苯地平、去氢亚硝基硝苯地平的质谱参数
Table 1 Chromatogram parameters of nifedipine, dehydronifedipine and dehydronitroso nifedipine

编号	化合物名称	电离方式	母离子(m/z)	子离子(m/z)	碰撞能量/V	去簇电压/V	保留时间/min
1	硝苯地平	ESI+	347.1	254.1*	25	80	5.38
				195.1	35	80	
2	去氢硝苯地平	ESI+	345.1	284.1*	38	80	4.92
				268.1	38	80	
3	去氢亚硝基硝苯地平	ESI+	329.1	284.1*	28	80	5.16
				268.1	30	80	

注: *为定量离子。

2.2.4 硝苯地平强光照射实验

取浓度为 1 mg/mL 的硝苯地平对照品溶液放置于有日光灯的光照箱中, 于照度为 4500 lx 的条件下, 0、1、2、4、8、24 h 取溶液适量, 稀释后注入液相色谱-串联质谱联用仪测定。

3 结果与分析

3.1 硝苯地平光降解产物分析

在光照强度为 4500 lx 条件下, 以光照时间为横坐标, 以峰面积百分比为纵坐标绘制变化趋势图。光降解变化趋势见图 1。通过趋势图可以明显发现, 随着光照时间的变化, 硝苯地平逐渐发生降解, 光照 1 h, 硝苯地平即降解 50%, 光照 4 h 后硝苯地平基本降解完全。光降解产物有去氢亚硝基硝苯地平 and 去氢硝苯地平, 其中去氢亚硝基硝苯地平为主要的降解产物, 去氢亚硝基硝苯地平 and 去氢硝苯地平变化显著, 在光照 2~4 h 后逐渐达到平稳。硝苯地平在光照的作用下, 发生光化学歧化反应, 分子结构中的二氢吡啶环被氧化为吡啶环, 降解为二氢吡啶芳构化和硝基转化成亚硝基 2 种产物。硝苯地平的光降解途径见图 2。

3.2 质谱条件优化

分别将硝苯地平、去氢硝苯地平、去氢亚硝基硝苯地平的标准储备溶液用甲醇稀释至 10 ng/mL 的对照溶液, 采用针泵进样方式, 对各个化合物的母离子进行扫描, 得到合适的雾化气、离子化温度、去簇电压参考值, 再通过离子扫描方式确定丰度相对较高的碎片作为二级离子, 响应最高的化合物为定量离子, 其次为定性离子, 最后分别优化定量离子和定性离子的碰撞电压, 优化结果见“2.2.3”。

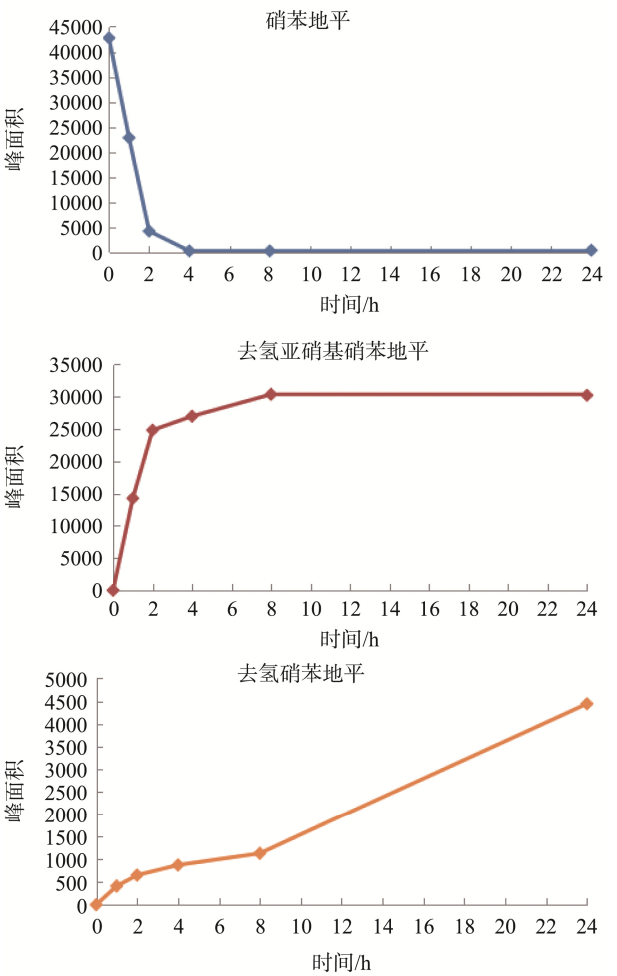


图 1 硝苯地平及其降解产物随时间变化趋势
Fig.1 Trend of nifedipine and its degradation products with time

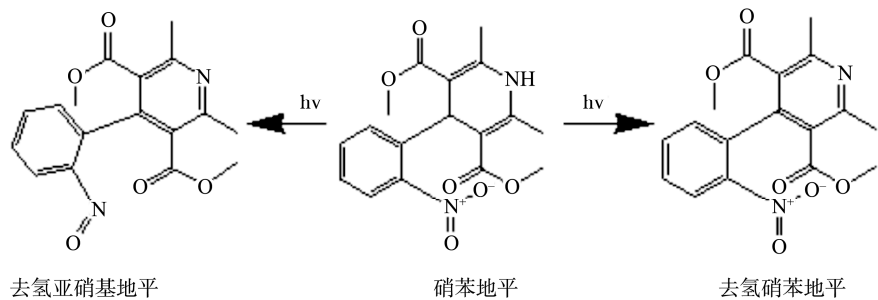


图 2 硝苯地平的光降解途径
Fig.2 Photo degradation pathway of nifedipine

3.3 流动相的选择

本研究考察了(10 mmol/L 乙酸铵-0.1%甲酸)水溶液-乙腈、10 mmol/L 乙酸铵-乙腈、0.1%甲酸水溶液-乙腈、(10 mmol/L 乙酸铵-0.1%甲酸)水溶液-甲醇、10 mmol/L 乙酸铵-甲醇、0.1%甲酸水溶液-甲醇等 6 种体系作为流动相,观察硝苯地平及其光降解产物的分离度和不同基质干扰物质的影响。酸性条件可以提高 $[M+H]^+$ 的响应,而乙酸铵的加入对系统影响并不明显,考虑流动相配制省时省力,及基质中干扰成分的影响,0.1%甲酸水溶液-甲醇系统作为流动相时,各个组分分离度良好,响应强度高,能满足定性定量测定要求,同时在基质中的干扰成分与被测组分有良好分离,见图 3。

3.4 前处理条件优化

对糖果、袋泡茶、奶粉、胶囊、颗粒、饮料等 6 种基质中硝苯地平及其光降解产物的提取溶剂种类、提取溶剂体积、提取时间等提取条件进行了优化,最终采用甲醇作为提取溶剂,提取体积为 25 mL,进行超声提取 30 min。在此前处理条件下,本研究还对基质干扰情况进行了考察,

糖果、袋泡茶、奶粉、胶囊、颗粒、饮料等 6 种基质的空白基质不干扰测定。以糖果空白基质溶液和加标溶液图示为例进行考察,空白基质不干扰测定。见图 4。

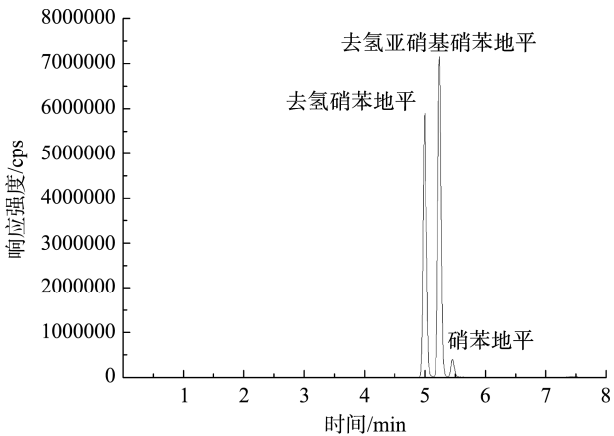


图 3 3 种化合物标准品的总离子流色谱图
Fig.3 Total ions chromatograph diagrams of the 3 compound standards

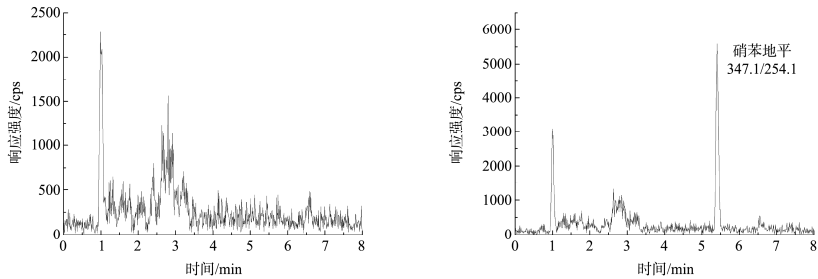
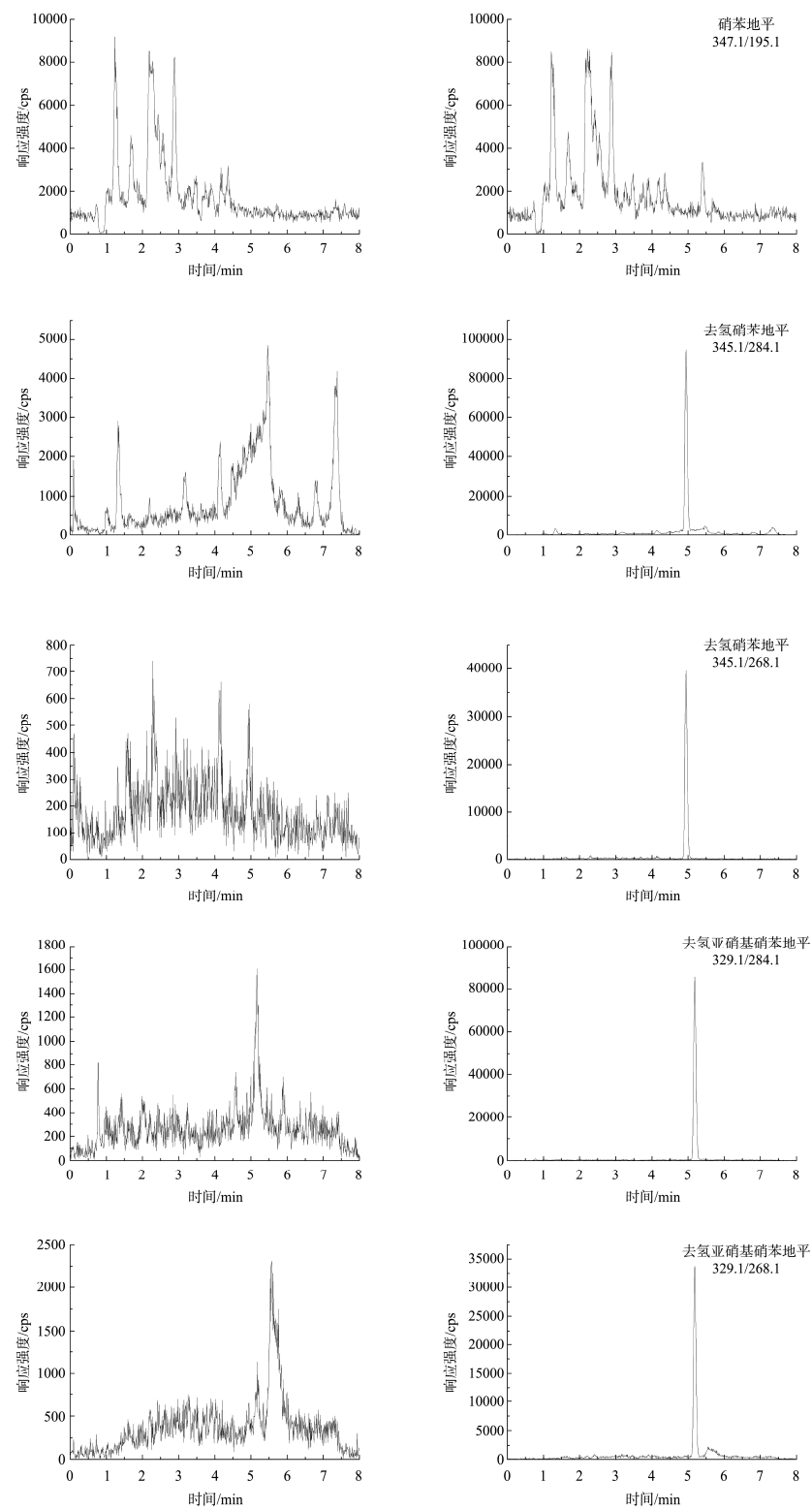


图 4 糖果空白基质溶液和加标溶液图
Fig.4 Blank matrix solution and spiked solution diagram of candy



续图 4 糖果空白基质溶液和加标溶液图
Fig.4 Blank matrix solution and spiked solution diagram of candy

3.5 线性范围、检出限与定量限

分别精密吸取混合标准工作溶液，注入液相色谱-串联质谱联用仪，记录峰面积。以进样浓度(ng/mL)为横坐标，

以峰面积为纵坐标，绘制标准工作曲线，线性方程及相关系数见表 2。结果表明硝苯地平、去氢硝苯地平、去氢亚硝基硝苯地平在 2~100 ng/mL 范围内与峰面积线性关系良

好。在不同基质中分别精密加入混合标准工作液,按照前处理方法制备检出限及定量限溶液,以 3 倍噪声计算检出限,10 倍噪声计算定量限,综合考虑各种基质,硝苯地平、去氢硝苯地平、去氢亚硝基硝苯地平的检出限为 25 μg/kg,定量限为 50 μg/kg。满足检测的要求。

3.6 回收率及精密度

准确称取 1.0 g 糖果、袋泡茶、奶粉、胶囊、颗粒、饮料 6 种空白基质各 18 份,分别精密加入高、中、低 3 个浓度混合标准中间液各 6 份,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.2.3”项下方法进样,计算回收率和精密度,结果硝苯地平、去氢硝苯地平、去氢亚硝基硝苯地平在糖果、袋泡茶、奶粉、胶囊、颗粒、饮料等 6 种

基质中 50、125、1250 μg/kg 3 个水平下的加标回收率为 76.3%~106.1%,相对标准偏差 (relative standard deviation, RSD)差均未超过 10%(n=6),结果见表 3。

表 2 硝苯地平、去氢硝苯地平、去氢亚硝基硝苯地平的线性方程、相关系数

Table 2 Linear equations and correlation coefficients of difedipine, dehydronifedipine and dehydronitroso nifedipine		
名称	线性方程	相关系数
硝苯地平	$Y=13188.52794X-2562.93725$	0.99993
去氢硝苯地平	$Y=2.33995e^5X+3.55081e^4$	0.99987
去氢亚硝基硝苯地平	$Y=3.23061e^5X+6.19644e^4$	0.99987

表 3 6 种基质的回收率和精密度(n=6)
Table 3 Recoveries and RSDs of 6 kinds of matrix (n=6)

基质	加标浓度/(μg/kg)	硝苯地平		去氢硝苯地平		去氢亚硝基硝苯地平	
		回收率/%	RSD/%	回收率/%	RSD/%	回收率/%	RSD/%
糖果	50	105.1	3.9	92.2	3.7	81.4	2.0
袋泡茶		105.7	3.2	93.2	8.6	79.1	1.7
奶粉		92.2	3.0	87.2	0.9	80.6	0.8
胶囊		106.1	1.7	97.6	8.5	80.2	2.2
颗粒		105.1	3.9	94.2	5.1	76.3	2.0
饮料		99.3	3.1	90.9	1.0	84.7	1.0
糖果	125	98.3	3.4	91.5	1.2	89.3	1.0
袋泡茶		94.4	3.1	92.6	4.9	80.1	3.0
奶粉		100.2	4.7	99.7	2.9	96.0	3.9
胶囊		97.9	2.3	93.6	2.7	85.3	1.2
颗粒		98.3	3.4	91.5	1.2	83.3	1.0
饮料		89.7	1.4	96.9	0.9	96.6	0.6
糖果	1250	90.0	3.8	88.4	1.2	87.4	1.1
袋泡茶		95.6	1.4	92.6	0.5	89.8	0.5
奶粉		82.5	2.0	92.8	0.7	89.7	0.6
胶囊		97.6	8.5	90.6	0.7	90.3	1.0
颗粒		88.2	2.2	88.4	1.2	87.4	1.1
饮料		82.9	1.6	93.5	1.1	88.1	0.3

3.7 稳定性

由于硝苯地平的光不稳定性,实验全部在避光环境下进行,且溶液配制于棕色瓶中。在避光环境下,考察溶液的稳定性,取浓度为 10 ng/mL 的混合标准工作溶液和加标样品溶液于室温下放置,分别在 0、1、2、4、8 h 进行测定,记录色谱图,硝苯地平在 8 h 内 RSD 值为

5.7%,去氢硝苯地平 and 去氢亚硝基硝苯地平的 RSD 值在 2.0%之内。

3.8 样品测定

采用本方法测定了 27 份市售的宣称具有降血压功能的食品及具有辅助降血压功能的保健食品,经检验,其中 1 份宣传具有降血压功能的食品中检出了硝苯地平 and 去氢

亚硝基硝苯地平, 含量分别为 36.33、0.55 mg/g。

4 结 论

硝苯地平见光易分解, 本研究考察了光降解产物的变化趋势, 并利用超高效液相色谱-三重四极杆质谱联用仪在定量方面的优势, 建立了食品及保健食品中硝苯地平及光降解产物去氢硝苯地平 and 去氢亚硝基硝苯地平的含量测定方法。本方法前处理快速、简便、回收率高, 仪器分析过程仅需要 8 min, 具有良好的适用性, 可满足日常监管及检测需要。本研究是对现行国家补充检验方法的完善和补充, 有力打击了食品及保健食品中非法添加行为, 为食品及保健食品的质量及安全性提供了技术支撑。

参考文献

- [1] 赵孔祥, 柴铭骏, 宋旭, 等. 液相色谱-四极杆-静电轨道阱高分辨质谱法测定保健食品中降压类药物[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(11): 3481–3487.
Zhao KX, Chai JM, Song X, *et al.* Determination of antihypertensive drugs in health food by liquid chromatography-quadrupole-electrostatic orbit rap-high resolution mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(11): 3481–3487.
- [2] 龙凌云, 王伟姣, 姜成君, 等. UPLC-MS/MS 法测定保健食品中非法添加 37 种降压类化学药的研究[J]. 中南药学, 2019, 17(10): 1690–1695.
Long LY, Wang WJ, Jiang CJ, *et al.* Rapid determination of 37 anti-hypertension chemicals illegally added into health food by UPLC-MS/MS [J]. Central South Pharm, 2019, 17(10): 1690–1695.
- [3] 王超, 祝波, 杨钊. RRLC-MS/MS 法同时测定保健食品中 31 种降糖、降压、降血脂类非法添加化学药物[J]. 中国药师, 2019, 22(10): 1946–1950.
Wang C, Zhu B, Yang Z. Determination of 31 anti-diabetic, anti-hypertensive and anti-hyperlipemia compounds illegally added to health foods by RRLC-MS/MS [J]. Chin Pharm, 2019, 22(10): 1946–1950.
- [4] 徐文峰, 金鹏飞, 徐硕, 等. 超高效液相色谱-四极杆串联飞行时间质谱定性定量检测保健食品及中成药中非法添加的 25 种降压类化合物[J]. 药物分析杂志, 2019, 39(7): 1295–1301.
Xu WF, Jin PF, Xu S, *et al.* Qualitative and quantitative analysis of 25 hypotensive compounds in health care foods and traditional Chinese medicines using ultra performance liquid chromatography-quadrupole-time-of-flight mass spectrometry [J]. Chin J Pharm Anal, 2019, 39(7): 1295–1301.
- [5] 黄柳倩, 寿林均, 胡磊, 等. HPLC-MS/MS 法同时测定三高(高血糖、高血脂、高血压)人群用保健食品中添加剂的 45 个化学药物[J]. 药物分析杂志, 2019, 39(3): 484–495.
Huang LQ, Shou LJ, Hu L, *et al.* Simultaneous determination of 45 addition chemical drugs in hyperglycemic, hyperlipidemic and hypertensive people's health foods by HPLC-MS/MS [J]. Chin J Pharm Anal, 2019, 39(3): 484–495.
- [6] 陈国权, 雷毅. 高效液相色谱法测定降压类健康产品中的 6 种二氢吡啶类成分[J]. 理化检验-化学分册, 2016, 52(7): 770–773.
Chen GQ, Lei Y. Determination of six dihydropyridines in antihypertensive health products by HPLC [J]. Phys Test Chem Anal Part B, 2016, 52(7): 770–773.
- [7] 马春艳, 封淑华, 冯丽, 等. 降压类中成药及保健食品中非法添加氯沙坦的定性定量检测方法研究[J]. 中国药业, 2016, 25(12): 64–68.
Ma CY, Feng SH, Feng L, *et al.* Qualitative and quantitative method study of losartan illegally added into antihypertensive traditional Chinese medicine and health food [J]. Chin Pharm, 2016, 25(12): 64–68.
- [8] 申国华, 刘晓普, 董培智, 等. 中成药中非法添加他达拉非新型衍生物的检测及结构鉴定[J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(2): 192–196.
Shen GH, Liu XP, Dong PZ, *et al.* Detection and characterize of a novel tadalafil derivatives added illegally into traditional Chinese medicines [J]. Chin J Mod Appl Pharm, 2020, 37(2): 192–196.
- [9] 马春艳, 段琼, 封淑华. 一种新型 PDE-5 抑制剂衍生物的发现及结构鉴定[J]. 分析测试学报, 2016, 35(5): 551–556.
Ma CY, Duan Q, Feng SH. Discovery and structure identification of a new phosphodiesterase-5 inhibitor derivative [J]. J Instrum Anal, 2016, 35(5): 551–556.
- [10] 冯睿, 于泓, 孙健, 等. 一种新型他达拉非衍生物的分离和鉴定[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(7): 2710–2714.
Feng R, Yu H, Sun J, *et al.* Isolation and identification of a new type of tadalafil analogue [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(7): 2710–2714.
- [11] 周建良, 周哲, 陈碧莲, 等. UHPLC/LTQ Orbitrap MS 法解析一种未知西地那非衍生物[J]. 质谱学报, 2016, 37(5): 422–430.
Zhou JL, Zhou Z, Chen BL, *et al.* Identification of an unknown derivative of sildenafil by UHPLC/LTQ orbitrap MS [J]. J Chin Mass Spectr Soc, 2016, 37(5): 422–430.
- [12] 李涛, 袁磊, 王建山, 等. 超高效液相色谱-三重四极杆/复合线性离子阱质谱法快速筛查和鉴定保健食品中非法添加的新型西地那非类衍生物[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(10): 3991–3996.
Li T, Yuan L, Wang JS, *et al.* Screening and identification of sildenafil analogues illegally added in healthy foods by ultra performance liquid chromatography-triple quadrupole linear/ion trap of mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(10): 3991–3996.
- [13] 谢升谷, 张丽娟, 陈悦, 等. 不同辅料对硝苯地平缓释片光稳定性影响研究[J]. 中国现代应用药学, 2017, 34(11): 1557–1559.
Xie SG, Zhang LJ, Chen Y, *et al.* Effects of different excipients on the photo-stability of nifedipine sustained-release tablets [J]. Chin J Mod Appl Pharm, 2017, 34(11): 1557–1559.
- [14] 张玲玉, 王静, 周立新, 等. 影响 1,4-二氢吡啶类药物溶液稳定性的关键因素[J]. 中国药学杂志, 2017, 52(11): 978–980.
Zhang LY, Wang J, Zhou LX, *et al.* Key influencing factors of stability of 1,4-dihydropyridine drug solutions [J]. Chin Pharm J, 2017, 52(11): 978–980.
- [15] 陈雪飞, 侯翔宇, 陈笑艳, 等. LC-MS/MS 法测定人血浆中硝苯地平 and 去氢硝苯地平[J]. 药科学报, 2019, 54(2): 360–365.
Chen XF, Hou XY, Chen XY, *et al.* Rapid and simultaneous determination

of nifedipine and dehydronifedipine in human plasma by LC-MS/MS [J].

Acta Pharm Sinic, 2019, 54(2): 360–365.

- [16] 朱培曦, 丁丽霞, 何佳佳, 等. 高效液相色谱-四极杆飞行时间质谱法快速鉴定硝苯地平原料药中杂质[J]. 色谱, 2012, 30(10): 1026–1030.

Zhu PX, Ding LX, He JJ, et al. Rapid characterization of impurities in the bulk drug of nifedipine by high performance liquid chromatogram phy-quadrupole-time-of-flight mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr, 2012, 30(10): 1026–1030.

- [17] 国家药典委员会. 中国药典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.

National Pharmacopoeia Committee. Chinese pharmacopoeia [M]. Beijing: China Pharmaceutical Science and Technology Press, 2015.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



马春艳, 高级工程师, 主要研究方向为保健食品质量研究。

E-mail: 23578696@qq.com



封淑华, 主任药师, 主要研究方向为保健食品和药品质量研究。

E-mail: shuhua08@sina.com

“生物毒素研究”专题征稿函

随着社会经济的发展, 人民越来越关注食品的安全问题。在日常生活中, 食物中毒事件时有发生。在食品安全事件中, 生物毒素中毒事件占一定比例。生物毒素是生物体内所产生的有毒代谢产物, 包括微生物毒素、植物毒素、动物毒素和海洋毒素。生物毒素不仅对消费者的健康造成危害, 还会对养殖业、种植业、畜牧水产业等行业造成巨大的经济损失。因此, 关注食品中生物毒素的安全, 是一项具有重大经济意义和科学意义的事情。

鉴于此, 本刊特别策划“生物毒素研究”专题。专题将围绕生物毒素的产生与调控机制、生物毒素的快速检测与筛查技术、生物毒素的脱毒方法与机制、生物毒素的毒理研究与风险评估、生物毒素的标准物质研发、生物毒素型药物的开发研究等问题展开讨论, 计划在 2021 年 1~2 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及编辑部全体成员特别邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 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 2020 年 12 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(注明专题生物毒素研究):

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-投稿选择“专题: 生物毒素研究”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsq@126.com(备注: 生物毒素研究专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部