

# UPLC-MS/MS 法快速测定降脂宁颗粒中 4 种化合物的含量

刘慢<sup>1</sup>, 余文洁<sup>1</sup>, 赵新娜<sup>2</sup>, 陈昱安<sup>1</sup>, 赵阆<sup>1</sup>, 张晓凡<sup>1,3</sup>

(1.黄河科技学院 河南省纳米复合材料与应用重点实验室, 郑州 450052;

2.河南省环境监测中心, 郑州 450004; 3.东莞理工学院 材料科学与工程学院, 广东 东莞 523808)

**摘要:**建立采用超高效液相色谱-串联质谱联用仪(ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry, UPLC-MS/MS)同时快速高效测定降脂宁颗粒中的金丝桃苷、二苯乙烯苷、荷叶碱、橙黄决明素含量的方法.采用 Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub> (2.1 mm×50 mm, 1.7 μm) 色谱柱;流动相是 0.05% (体积分数)的甲酸水溶液和 0.05% (体积分数)的甲酸-乙腈;流速 0.3 mL/min;柱温 40 °C, 进样量 5 μL;检测时间 5 min.电喷雾(electrospray ionization, ESI)离子源, 正离子扫描, 多反应监测模式(multiple reaction monitoring, MRM).在所设的色谱条件下, 5 min内能定量分析出降脂宁颗粒中 4 种成分, 该 4 种化合物在考察范围内呈良好的线性关系( $r \geq 0.993 6$ ).精密度、稳定性和重复性考察符合分析要求, 相对标准偏差(relative standard deviation, RSD) ≤ 4.0%.加标回收率和 RSD 分别在 98.0%~126.9%和 0.3%~2.4%范围内.该分析方法简便、快速, 灵敏度比较高, 专属性强, 能在 5 min内同时测定降脂宁颗粒中的 4 种化合物含量, 可以为降脂宁颗粒的生产与质量控制提供参考.

**关键词:**超高效液相色谱-串联质谱法;降脂宁颗粒;快速检测;多反应监测模式

**中图分类号:**O657.63

**文献标志码:**A

随着人们生活水平的提高, 高脂血症逐渐呈现出低龄化、高发病率的趋势, 因此对应治疗高脂血的药物研究也越来越多.其中, 中药复方降脂制剂因其具有毒副作用小、安全性相对较高等优点备受欢迎<sup>[1]</sup>.降脂宁颗粒是由山楂(去核)、决明子、荷叶、制首乌等 4 味中草药构成的中草药复方制剂(收录在《部颁标准中药成方制剂第十三册》), 能够起到降低血脂和软化血管的作用, 临床主要用于治疗心律不齐和高脂血症<sup>[2]</sup>.这 4 种中药除了对高脂血症均有一定的作用之外, 还具有保护肝脏的功效.在实验上, 对降脂宁颗粒的成分含量的测定常用的方法有高效液相色谱法(High Performance Liquid Chromatography, HPLC)和薄层色谱法<sup>[3-5]</sup>.但是, HPLC 法背景干扰较大, 灵敏度低, 检出限比较高, 检测时间较长, 所需要的样品的量也比较多, 样品的前处理比较繁琐<sup>[6-8]</sup>.而薄层色谱法则存在着定量准确度不高, 操作复杂, 可重复性差的缺点.近年来, 针对这些技术存在的缺点, 超高效液相色谱-质谱(UPLC-MS/MS)法结合了液相的强大的分离性与质谱的结构定量测定性能的优势, 为复杂成分特别是中草药成分的分析及其定量测定提供了更加高效、简便的分析方法, 已有研究表明, UPLC-MS/MS 凭借其灵敏度高、专一性强等优点, 已成为近年来农药残留, 代谢组学分析以及中药成分分析等快速检测分析的重要手段<sup>[9-15]</sup>.

本实验主要使用了超高效液相串联质谱法(UPLC-MS/MS), 实现了 5 min 内高效、准确地检测降脂宁颗粒中的金丝桃苷, 二苯乙烯苷, 荷叶碱和橙黄决明素等 4 种化合物的含量, 且所需样品量少, 前处理简单易操作, 可为降脂宁颗粒的生产质量控制提供参考.

**收稿日期:**2019-07-04; **修回日期:**2020-05-11.

**基金项目:**国家自然科学基金(51602120); 东莞理工学院科研启动专项经费项目(GC300501-126).

**作者简介(通信作者):**张晓凡(1987-), 女, 河南安阳人, 东莞理工学院讲师, 博士, 主要从事材料制备、电催化、光电化学性能及界面反应的动力学研究等, E-mail: xiaofanzhang@aliyun.com.

## 1 仪器与试剂

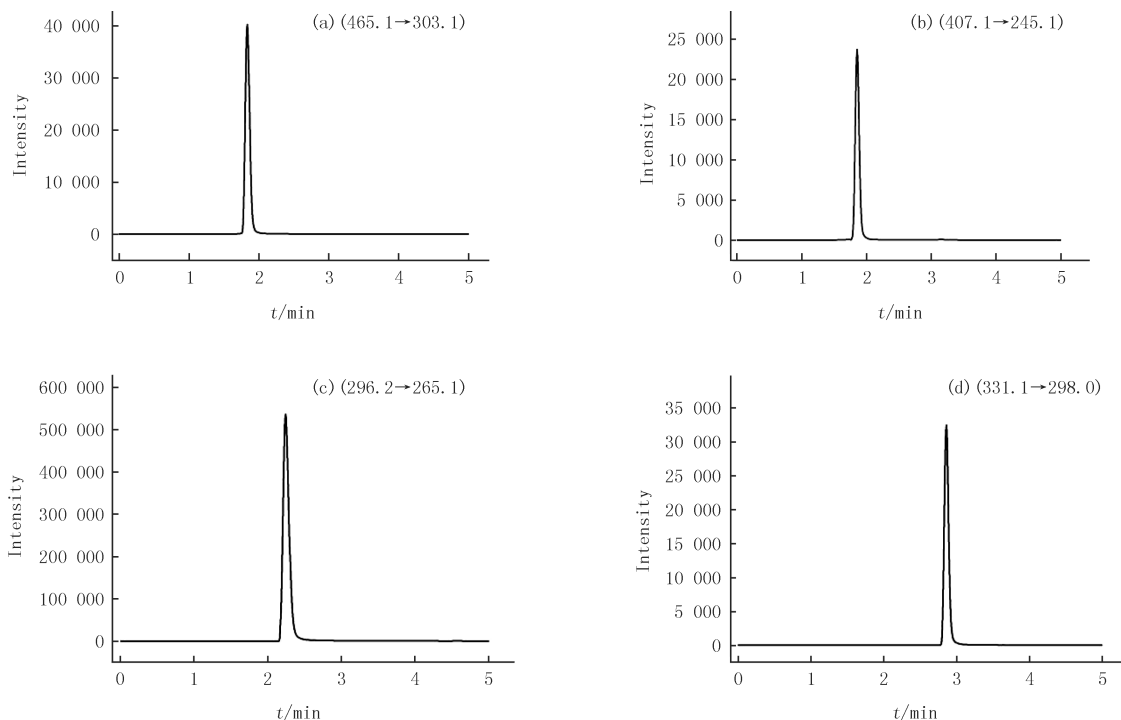
Agilent 1290/6420 超高效液相色谱串联质谱联用仪, 色谱柱 (Agilent Eclipse Plus C18 2.1 mm × 50 mm, 1.7 μm), 移液枪 (美国瑞宁), 十万分之一电子分析天平 (北京赛多利斯科学仪器有限公司), 甲醇、乙腈 (质谱纯, Thermofisher 公司), 甲酸 (上海阿拉丁生化科技股份有限公司, UPLC-MS, 99%), 水为超纯水 (科尔顿 (中国) 有限公司), 标准品: 金丝桃苷 (批号: O0807AS) 和二苯乙烯苷 (批号: N1103AS) 均购于大连美仑生物技术有限公司, 荷叶碱 (批号: H-042-170222) 购于成都瑞芬思生物科技有限公司, 橙黄决明素 (批号: PS000217) 购于成都普思生物科技有限公司, 各标准品的纯度均大于 98%。不同批次不同厂家的降脂宁颗粒样品购于郑州各药店, 样品批号分别为: 04171011, 20180502, 20170703, 180906。

## 2 实验与结果

### 2.1 分析条件

色谱条件: Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub> (2.1 mm × 50 mm, 1.7 μm) 色谱柱, 流动相 A: 0.05% (体积分数) 的甲酸水溶液, B: 0.05% (体积分数) 的甲酸-乙腈, 梯度洗脱: 0.0~0.2 min, 流动相 B 10%; 0.2~3.2 min, 流动相 B 10%~90%; 3.2~4.2 min, 流动相 B 90%; 4.2~4.5 min, 流动相 B 90%~10%; 4.5~5.0 min 流动相 B 10%, 流速 0.3 mL/min, 进样量 5 μL, 柱温箱 40 °C。

质谱条件: 电喷雾离子源 (ESI), 采用正离子扫描, 多反应监测模式 (MRM), 毛细管电压 4.0 kV, 脱溶剂气体是 N<sub>2</sub>, 流速为 12 L/min, 离子化温度为 345 °C, 碰撞气是氮气, 各个分析物的质谱检测参数见表 1, 提取的各分析物的离子流色谱见图 1。



(a) 金丝桃苷, (b) 二苯乙烯苷, (c) 荷叶碱, (d) 橙黄决明素。

图1 4个分析物的多反应监测提取离子流图

Fig.1 MRM chromatograms of the four analytes

表 1 4个分析物的 UPLC-MS/MS 检测参数

Tab.1 UPLC-MS/MS parameters for four compounds

化合物	保留时间 $t_R$ /min	离子化模式	定量离子对	碎裂电压/V	碰撞能量/eV
金丝桃苷	1.816	ESI(+)	465.1→303.1	110	10
二苯乙烯苷	1.834	ESI(+)	407.1→245.1	110	10
荷叶碱	2.224	ESI(+)	296.2→265.1	110	15
橙黄决明素	2.831	ESI(+)	331.1→298.0	105	25

## 2.2 溶液的制备

### 2.2.1 混合对照品溶液的制备

分别取金丝桃苷、二苯乙烯苷、荷叶碱、橙黄决明素标准品 2.0 mg 于 10 mL 的棕色容量瓶中,用 75% (体积分数)的甲醇进行溶解并定容,摇匀,即可得 0.2 mg/mL 的标准溶液.再分别精确移取 0.2 mg/mL 的金丝桃苷,二苯乙烯苷,荷叶碱,橙黄决明素标准溶液 0.50 mL、0.75 mL、0.50 mL、0.50 mL 于 50 mL 的容量瓶中,用 75% 的甲醇定容,摇匀,可制得混合对照品溶液,储备液应注意全程避光.其中 4 种化合物的质量浓度分别为:金丝桃苷 2.0  $\mu\text{g/mL}$ ,二苯乙烯苷 3.0  $\mu\text{g/mL}$ ,荷叶碱 2.0  $\mu\text{g/mL}$ ,橙黄决明素 2.0  $\mu\text{g/mL}$ .

### 2.2.2 供试品溶液的制备

称取降脂宁颗粒 5.0 g,用研钵研制成粉末状,准确称取 100.0 mg 到 20 mL 的棕色样品瓶中,再加入 75% 的甲醇 5 mL,准确称其质量,随后超声 5 min,超声过程中尽量保持温度不变,再用 75% 甲醇补足减少的质量,静置 10 min,再用 0.45  $\mu\text{m}$  的微孔滤膜进行过滤,滤液即为供试品溶液,制备过程中注意避光保存.

## 2.3 方法验证和考察

### 2.3.1 线性关系以及检出限和定量限

取混合对照品溶液,将混合对照品定为 200% 的溶液,用 75% 甲醇逐渐稀释,配制不同百分数的对照品溶液按照本文“2.1”的分析方法检测.再以化合物的浓度为 X 轴,每个化合物的定量离子的峰面积为 Y 轴作标准曲线,得到每个化合物的线性回归方程和线性关系,当信噪比  $S/N=3$  得该化合物的检出限,信噪比  $S/N=10$  得该化合物的定量限,如表 2,结果显示每个化合物在相应的线性范围内线性关系较好.

表 2 线性回归方程与线性关系以及检出限,定量限

Tab.2 Liner equation, liner range, limit of detection (LOD) and limit of quantitation (LOQ) of four compounds

化合物	线性方程	$r$	检出限/( $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	定量限/( $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	线性范围/( $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ )
金丝桃苷	$Y=88.34X-1250$	0.998 9	4.0	10.0	10.0~2000.0
二苯乙烯苷	$Y=34.61X+774.34$	0.999 1	2.2	7.2	15.0~3000.0
荷叶碱	$Y=1423.3X+153724$	0.993 6	0.2	0.5	10.0~2000.0
橙黄决明素	$Y=69.95X+1892.9$	0.999 1	1.0	2.6	10.0~2000.0

### 2.3.2 精密度试验

取混合对照品中 100% 的样品,按照本文“2.1”分析方法连续进样 6 次,计算 4 个化合物的定量离子的峰面积的 RSD ( $n=6$ ).最终的结果显示:金丝桃苷、二苯乙烯苷、荷叶碱、橙黄决明素的峰面积 RSD 分别为 0.3%、0.4%、0.2%、1.9%,表明该方法的精密度良好.

### 2.3.3 重复性试验

取同一批次的样品(批号:20180502)按照“2.2.2”项的方法制备 6 份供试品,再按照“2.1”项下的分析方法进行检测,实验结果显示:金丝桃苷、二苯乙烯苷、荷叶碱、橙黄决明素含量的 RSD 分别为 0.6%、1.3%、1.9%、1.8%,以上数据表明该方法的重复性良好.

### 2.3.4 稳定性试验

取相同批次的样品(批号:20180502),按“2.2.2”项下条件制备供试品溶液,分别于 0 h、2 h、4 h、8 h、12 h、24 h 进样进行测定,进样量为 5  $\mu\text{L}$ ,按照“2.1”项下条件测定,金丝桃苷、二苯乙烯苷、荷叶碱、橙黄决明素稳定性的 RSD 分别为 3.7%、4.0%、1.9%、3.0%.该数据表明供试品的稳定性在 24 h 内稳定性良好.

### 2.3.5 加标回收率试验

取同一批次的样品(批号:20180502)6份,约100.0 mg,精密称定,按“2.2.2”项下方法制备样品6份,再向样品中均加入50%的对照品溶液,按照“2.1”项下分析方法测定,计算金丝桃苷、二苯乙烯苷、荷叶碱、橙黄决明素的回收率,结果见表3。金丝桃苷、二苯乙烯苷、荷叶碱、橙黄决明素的加标回收率分别为:126.9%、98.0%、101.0%、100.8%,RSD分别为:2.4%、1.5%、0.3%、1.2%。表明该实验的加样回收率良好。

表3 4种化合物的加标回收率的结果

Tab.3 The results of recovery of four compounds

成分	测得量/ng	样品中量/ng	理论量/ng	回收率/%	RSD/%
金丝桃苷	313.47±9.69	190.56	100.00	126.9	2.4
二苯乙烯苷	249.38±3.87	103.56	150.00	98.0	1.5
荷叶碱	102.36±0.51	1.87	100.00	101.0	0.3
橙黄决明素	117.26±2.22	17.01	100.00	100.8	1.2

### 2.3.6 样品的测定

取4个不同批次的样品100.0 mg各3份,准确称量,按照“2.2.2”项下制备供试品溶液,再按照“2.1”项下的分析方法进行检测,算出样品中各成分的含量(如表4)。

表4 样品含量测定结果( $n=3$ )

Tab.4 Contents of samples( $n=3$ )

					$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$				
样品批号	金丝桃苷	二苯乙烯苷	荷叶碱	橙黄决明素	样品批号	金丝桃苷	二苯乙烯苷	荷叶碱	橙黄决明素
20170703	49.64	15.59	18.94	2.22	04171011	35.26	19.70	39.41	2.26
20180502	46.78	25.80	0.40	4.15	180906	312.89	232.51	50.09	8.81

## 3 讨论

### 3.1 样品保存条件的选择

文献报道二苯乙烯苷的水溶液在光照条件下不稳定,会由反式二苯乙烯苷转化成顺式二苯乙烯苷<sup>[15-16]</sup>。在实验过程中,配制的混标样品,在自然光中暴露一段时间后,按照“2.1”项下的分析方法检测,在色谱中会出现新的峰,该化合物和二苯乙烯苷分子离子峰和碎片峰相同,且极性变大,进一步确认二苯乙烯苷在光照的条件下不稳定,故该实验中的储备液和样品均需要避光保存。

### 3.2 测试条件的选择

本实验前期采用高效液相色谱检测,金丝桃苷和二苯乙烯苷的极性比较相近,分离度和灵敏度均比较低,且样品背景干扰比较大,因此选择专一性比较强,灵敏度比较高的LC-MS/MS的MRM模式进行定量检测,并对该检测方法的质谱条件进行优化,通过对比发现金丝桃苷,二苯乙烯苷,荷叶碱和橙黄决明素都在正离子的模式下,质谱信号较强。通过子离子扫描寻找每个化合物的碎片离子,并优化了MRM检测模式下每个化合物的碎裂电压和碰撞能量,保证被检测化合物都有最高的质谱相应信号。

### 3.3 样品处理条件的优化

在处理样品时,分别从溶剂的比例、溶剂的体积以及超声的时间上进行优化。分别用50%、75%的甲醇水溶液和甲醇对样品溶解,检测结果表明:75%的甲醇做溶剂时,4个化合物的峰面积达到最大值。再以75%的溶剂处理样品,设置超声时间分别为5 min、10 min、20 min、30 min、40 min。结果表明:不同的超声时间,4个化合物的峰面积几乎没有变化。再分别用75%的甲醇2 mL、5 mL、10 mL、15 mL筛选溶剂的用量,检测结果表明:当100.0 mg粉末样品,用5 mL以上的75%的甲醇溶解,色谱峰面积均无明显变化。

## 4 结论

该实验采用超高效液相色谱-串联质谱联用仪(UPLC-MS/MS)同时快速检测降脂宁颗粒中的金丝桃苷,二苯乙烯苷,橙黄决明素和荷叶碱中4种成分的含量。该方法具有灵敏度高、专一性强、快速、高效等优

点,且线性关系、精密度和加标回收率都比较好.同时该分析方法检测所需的样品量少,前处理比较简单.从样品的检测结果分析,不同厂家的降脂宁颗粒的4种成分的含量差别比较大,该方法可以为降脂宁颗粒的生产质量控制提供参考.

### 参 考 文 献

- [1] 刘敏.基于反相高效液相色谱法的降脂类中药复方制剂的质量控制研究及降脂宁颗粒指纹图谱的研究[D].石家庄:河北医科大学,2015.  
LIU M.Studies on the quality control about Lipid-lowering class of Chinese herbal drugs compound preparations by RP-HPLC and the HPLC Fingerprint of Jiangzhining granules[D].Shijiazhuang:Hebei Medical University,2015.
- [2] 国家药典委员会.中华人民共和国卫生部标准:中药成方制剂:第十三册 WS3-B-2549-97[S].北京:人民卫生出版社,1997:116.
- [3] 徐冬艳,刘斌,姜艳艳.HPLC法测定降脂宁调脂抗氧化有效部位中金丝桃苷和异槲皮苷含量[J].药物分析杂志,2011,31(7):1260-1262.  
XU D Y,LIU B,JIANG Y Y.HPLC quantitative determination of hyperin and isoquercitrin in lipid-regulation and anti-oxidation effective fraction of Jiangzhining[J].Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis,2011,31(7):1260-1262.
- [4] 曹娟,王福刚,刘克,等.降脂宁有效部位中芪多酚和金丝桃苷的含量测定[J].医学导报,2016,35(5):518-520.  
CAO J,WANG F G,LIU K,et al.Determination of SBGC and Hyperin in the Effective Fraction of Jiangzhining[J].Herald of Medicine,2016,35(5):518-520.
- [5] 莫冬.降脂宁颗粒薄层鉴别研究[J].亚太传统医药,2014,10(12):29-31.  
MO D.Identification Research of Thin Layer in Jiangzhining Granules[J].Asia-Pacific Traditional Medicine,2014,10(12):29-31.
- [6] 林瑞红,黄顺旺,曹明成.HPLC法测定降脂宁胶囊中槲皮素的含量[J].中国药房,2008,19(9):687-688.  
LIN R H,HUANG S W,CAO M C.Determination of Quercetin in Jiangzhining Capsules by HPLC[J].China Pharmacy,2008,19(9):687-688.
- [7] 刘敏,贾海红,高飞萌,等.降脂宁颗粒的 HPLC 指纹图谱[J].中国医药工业杂志,2016,47(6):767-770.  
LIU M,JIA H H,GAO F M,et al.HPLC Fingerprints of Jiangzhining Granules[J].Chinese Journal of Pharmaceuticals,2016,47(6):767-770.
- [8] 许文清,魏学涛,马青青,等.小儿豉翘清热颗粒 HPLC-PDA 指纹图谱的建立及有效成分含量测定[J].河南师范大学学报(自然科学版),2018,46(4):60-66.  
XU W Q,WEI X T,MA Q Q,et al.HPLC-PAD fingerprint of Xiaoer Chiqiao Qingre Granules and determination of functional components[J].Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition),2018,46(4):60-66.
- [9] FU Y L,LI W K,FLARAKOS J.Highly selective and sensitive LC-MS/MS quantification of a therapeutic protein in human serum using immunoaffinity capture enrichment[J].Journal of Chromatography B,2018,1100:83-90.
- [10] 邵艳妮,吴献,樊李明,等.UPLC-MS/MS法同时测定泽泻药材中16个成分[J].药物分析杂志,2018,38(8):1337-1350.  
TAI Y N,WU X,FAN L M,et al.Simultaneous determination of sixteen components in Alismatis Rhizoma by UPLC-MS/MS[J].Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis,2018,38(8):1337-1350.
- [11] 黄旭东,王琳玲,秦咏九,等.液相色谱-质谱联用同时测定宁泌泰胶囊中没食子酸、盐酸小檗碱、盐酸巴马汀、连翘苷的含量[J].药物分析杂志,2018,38(6):979-985.  
HUANG X D,WANG L L,QIN Y J,et al.Determination of the content of gallic acid,berberine hydrochloride,palmatine hydrochloride and forsyth in Ningmitai capsules by LC-MS[J].Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis,2018,38(6):979-985.
- [12] YAO M,ZHANG H J,CHONG S,et al.A rapid and sensitive LC/MS/MS assay for quantitative determination of digoxin in rat plasma [J].Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis,2003,32:1189-1197.
- [13] 张艳丽,杨雁芸,白志尧,等.UPLC-MS/MS法同时测定党参中7种核苷的含量[J].中国医药科学,2018,8(13):68-71.  
ZHANG Y L,YANG Y Y,BAI Z Y,et al.Simultaneous determination of seven nucleosides in Codonopsis pilosula by UPLC-MS/MS[J].China Medicine and Pharmacy,2018,8(13):68-71.
- [14] 闫凯,徐艳梅,徐敬朴,等.UPLC-MS/MS法测定积雪草中7种有效成分的含量[J].中国临床药理学杂志,2017,33(19):1949-1953.  
YAN K,XU Y M,XU J P,et al.Determination of seven active components in Centellaasiatica by UPLC-MS/MS[J].The Chinese Journal of Clinical Pharmacology,2017,33(19):1949-1953.
- [15] 刘冰洁,李青,张西军,等.液质联用法测定联用阿兹夫定前后人尿液中依非韦伦浓度[J].河南师范大学学报(自然科学版),2020,48(2):80-86.  
LIU B J,LI Q,ZHANG X J,et al.Determination of efavirenz in healthy volunteer's urine before and after co-administration with azvudine by HPLC-MS/MS[J].Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition),2020,48(2):80-86.
- [16] 郭志辉,韩丽,杨明,等.制何首乌中二苯乙烯苷对光和热的不稳定性[J].中成药,2014,36(11):2280-2285.  
GUO Z Y,HAN L,YANG M,et al.Light and heat instability of stilbene glucoside in prepared Polygoni multiflora Radix[J].Chinese Traditional Patent Medicine,2014,36(11):2280-2285.

## Rapid determination of four components in Jiangzhining granules by UPLC-MS/MS

Liu Man<sup>1</sup>, Yu Wenjie<sup>1</sup>, Zhao Xinna<sup>2</sup>, Chen Yuan<sup>1</sup>, Zhao Tian<sup>1</sup>, Zhang Xiaofan<sup>1,3</sup>

(1.Henan Key Laboratory of Nanocomposites and Applications,Huanghe Science and Technology College, Zhengzhou 450052,China;2.Henan Environment Monitoring Center,Zhengzhou 450004,China;

3.School of Materials Science and Engineering,Dongguan University of Technology,Dongguan 523808,China)

**Abstract:** Developing a rapid and sensitive method for determining Hyperoside, Tetrahydroxystilbene glucoside, Nuciferine and Aurantio-obtusin in Jiangzhining granules with ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry(UPLC-MS/MS). The four components of Jiangzhining granules were separated into Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub> column (2.1 mm×50 mm, 1.7 μm) using 0.05% (volume fraction) formic acid-water(A) and 0.05% (volume fraction) formic acid-Acetonitrile(B) as the mobile phase with gradient elution. The flow rate was 0.3 mL/min and the column temperature was set at 40 °C. The injection volume was 5 μL, and analysis time was 5 min. The method we used is Electron Spray Ionization(ESI) with positive ion scanning and multiple reaction monitoring(MRM) mode for quantification. Under the optimized chromatographic conditions, four components of the Jiangzhining granules were quantitative analysis within 5 min, and showed a good linear relationship in the range of the study( $r \geq 0.9936$ ). It is worth noting that the RSDs of precision, stability and repeatability tests were all no more than 4.0%. The recoveries of four components ranged from 98.0% to 126.9% and RSDs were between 0.3%-2.4%. This method was simple, rapid, specific and accurate within 5 min for the determination of four components in Jiangzhining granules. The current method can be used for the quality control of Jiangzhining granules.

**Keywords:** UPLC-MS/MS; Jiangzhining granules; rapid determination; multiple reaction monitoring

[责任编辑 赵晓华 陈留院]

(上接第 36 页)

## The prospect theory based intuitionistic fuzzy three-way decisions model

Xue Zhan'ao, Pang Wenli, Yao Shouqian, Fan Lilin

(College of Computer and Information Engineering;

Engineering Lab of Intelligence Business and Internet of Things, Henan Province, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

**Abstract:** Aiming at the problems of the three-way decisions model construction in the intuitionistic fuzzy environment and considering the threshold changes caused by different risk preferences of decision makers, the prospect theory based intuitionistic fuzzy three-way decisions model is proposed. Firstly, a new method for calculating the probability of intuitionistic fuzzy events is given, and its related properties are proved. Then, Intuitionistic Fuzzy Probability Measure(IFPM) is used to calculate the ideal reference points, and according to relationships between the prospect mean value of ideal reference points and comprehensive prospect value of domain objects, the three-way decisions rules are given under the intuitionistic fuzzy information table. Finally, in order to reduce redundant information of the boundary, the object in the boundary domain is secondary divided. At the same time, the related algorithm is given, and the validity of the model is validated by an example.

**Keywords:** prospect theory; IFPM; intuitionistic fuzzy entropy; intuitionistic fuzzy three-way decisions

[责任编辑 陈留院 赵晓华]