指纹图谱结合一测多评法评价文冠木药材的质量Δ

李　珍[1*]，杨　洋[1#]，徐萌杰[2]，金一荻[1]（1.鄂尔多斯市检验检测中心，内蒙古 鄂尔多斯　017010；2.鄂尔多斯市疾病防控中心，内蒙古 鄂尔多斯　017010）

中图分类号　R917　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408（2022）18-2245-05
DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2022.18.14

摘　要　目的　建立文冠木药材的指纹图谱和黄酮类成分的含量测定方法，对该药材质量进行评价。**方法**　采用高效液相色谱（HPLC）法，以表没食子儿茶素峰为参照，采用《中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2004A版）》绘制11批文冠木药材（编号S1～S11）的指纹图谱，进行相似度评价，确定共有峰，并进行聚类分析和主成分分析。以表没食子儿茶素为参照物，采用一测多评法测定16批文冠木药材（编号S1～S16）中没食子儿茶素、儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、花旗松素、杨梅素的含量，并与外标一点法、标准曲线法检测结果进行比较。**结果**　11批文冠木药材中共有15个共有峰，相似度分别为0.910～1.000；指认出没食子儿茶素（峰1）、表没食子儿茶素（峰2）、儿茶素（峰3）、表儿茶素（峰5）、二氢杨梅素（峰6）、花旗松素（峰14）、杨梅素（峰15）。聚类分析结果显示，S5～S7、S9为一类，S8、S11为一类，S10为一类，S1～S4为一类。主成分分析结果显示，3个主成分的累计方差贡献率为99.24%；S5～S7为一类，S8～S11一类，S3、S4为一类，S1、S2为一类。除杨梅素和部分批次（S12、S14～S16）儿茶素外，3种含量测定方法测得16批药材中没食子儿茶素、儿茶素（剩余批次）、表儿茶素、二氢杨梅素、花旗松素含量的RSD均小于4%（n=3）。**结论**　所建HPLC指纹图谱和含量测定方法可用于文冠木药材的质量控制；一测多评法可用于测定其中没食子儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、花旗松素的含量。

关键词　文冠木；黄酮类成分；指纹图谱；一测多评法；高效液相色谱法

Application of fingerprint combined with quantitative analysis of multi-components by single marker in quality evaluation of *Xanthoceras sorbifolia*

LI Zhen[1], YANG Yang[1], XU Mengjie[2], JIN Yidi[1] (1. Ordos Center for Inspecting & Testing, Inner Mongolia Ordos 017010, China; 2. Ordos Municipal Center for Disease Control and Prevention, Inner Mongolia Ordos 017010, China)

ABSTRACT OBJECTIVE To establish the fingerprints of *Xanthoceras sorbifolia* and determine the contents of flavonoids. **METHODS** HPLC was adopted. Using epigallocatechin as reference, the fingerprints of 11 batches (No. S1-S11) of *X. sorbifolia* were drawn with *Similarity Evaluation System of Chromatographic Fingerprints of TCM* (2004A edition). The similarity evaluation was conducted, the common peaks were also confirmed. Cluster analysis (CA) and principal component analysis (PCA) were also performed. Epigallocatechin was selected as internal reference, and quantitative analysis of multi-components by single marker (QAMS) was used to determine the contents of gallocatechin, catechin, epicatechin, dihydromyricetin, taxifolin and myricetin in 16 batches (No. S1-S16) of *X. sorbifolia*. The results were compared with the results of one point external standard method and standard curve method. **RESULTS** There were 15 common peaks in 11 batches of *X. sorbifolia*, and the similarity of them were 0.910-1.000. A total of 7 common peaks were identified, i.e. galliccatechin (peak 1), epigallocatechin (peak 2), catechin (peak 3), epicatechin (peak 5), dihydromyricetin (peak 6), taxifolin (peak 14) and myricetin (peak 15). The results of CA showed that S5-S7 and S9 were clustered into one category, S8 and S11 were clustered into one category, S10 were clustered into one category, S1-S4 were clustered into one category. The results of PCA showed that accumulative variance contribution rate of 3 principal components was 99.24%; S5-S7 were clustered into one category, S8-S11 were clustered into one category, S3 and S4 were clustered into one category, S1 and S2 were clustered into one category. With the exception of myricetin and a partial batches (S12, S14-S16) of catechin, the RSDs measured by the three methods for galliccatechin, catechin (remaining batches), epicatechin, dihydromyricetin and taxifolin in 16 batches of *X. sorbifolia* were less than 4% (n=3). **CONCLUSIONS** The established HPLC fingerprint and the method for content determination can be used for the quality control of *X. sorbifolia*. QAMS method can be used for the content determination of galliccatechin, epicatechin, dihydromyricetin and taxifolin.

KEYWORDS　*Xanthoceras sorbifolia*; flavonoids; fingerprint; quantitative analysis of multi-components by single marker; HPLC

Δ**基金项目**　鄂尔多斯市科技计划项目（No.2019-501）

＊**第一作者**　副主任中药师，硕士。研究方向：中蒙药材品种、质量控制以及资源开发利用。电话：0477-8580563。E-mail：lizhen733@163.com

＃**通信作者**　高级工程师，博士。研究方向：中蒙药材品种、质量控制以及资源开发利用。电话：0477-8580563。E-mail：yangyangsea@126.com

文冠木的蒙药名为“森登”，为无患子科植物文冠木*Xanthoceras sorbifolia* Bunge茎杆或枝条的干燥木部，是蒙、藏医常用药材。该药味甘、涩、微苦，性动、凉、燥，具有燥“协日乌素”、消肿、清热、止痛之功效[1]。文冠木含有大量的黄酮类、三萜类、酚酸类等成分[2]，其中没食子儿茶素、表没食子儿茶素、杨梅素、二氢杨梅素、表儿茶素、儿茶素、花旗松素等黄酮类成分是其主要化学成分[3—4]。现代药理学研究表明，上述黄酮类成分具有抗炎、保护胃黏膜等活性[5—6]。在临床实践中，文冠木常以单方或复方的形式用于风湿性关节炎、皮肤风湿病等疾病的治疗[3,7—9]。

《内蒙古蒙药材标准》仅对文冠木的性状和显微鉴别进行了规定[10]，难以全面反映其内在和整体质量，也无法评价不同产地药材间的差异。蒙药成分复杂，疗效是多种成分共同作用的结果，故学者将研究重点放到了基于多种活性成分含量测定的质量控制方面[11—12]。然而，多指标的定量测定受限于对照品种类多、获取难度大。一测多评（quantitative analysis of multi-components by single marker，QAMS）法能以单一对照品同时测定多种成分的含量，指纹图谱可较好地对民族药进行整体评价，二者有机结合可有助于评价民族药的整体质量，具有较高的实用性和经济性[13—14]。基于此，本研究拟建立文冠木的高效液相色谱（HPLC）指纹图谱，并以表没食子儿茶素（对照品易获得且价格适中）为参照物采用QAMS法同时测定药材中没食子儿茶素、儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、花旗松素、杨梅素的含量，以期为该药材的质量评价提供参考。

1 材料

1.1 主要仪器

本研究所用主要仪器有1260型HPLC仪（美国Agilent公司）、AL201-IC型电子天平[梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司]、KQ5200DE型数控超声波清洗器（昆山市超声仪器有限公司）等。

1.2 主要药品与试剂

没食子儿茶素对照品（批号M27FB114096，纯度≥98%）、表没食子儿茶素对照品（批号K22N9R75650，纯度≥98%）、杨梅素对照品（批号YM0311YA13，纯度≥98%）、二氢杨梅素对照品（批号Y26D10K106736，纯度≥98%）均购自上海源叶生物科技有限公司；表儿茶素对照品（批号110878-201703，纯度99.7%）、儿茶素对照品（批号110877-202005，纯度95.1%）、花旗松素对照品（批号110816-201102，纯度98.9%）、槲皮苷对照品（批号111538-201105，纯度92.7%）均购自中国食品药品检定研究院；乙腈、磷酸均为色谱纯，其余试剂均为分析纯，水为超纯水。

文冠木药材（编号S1～S11用于指纹图谱，编号S1～S16用于含量测定）经内蒙古民族大学蒙医药学院拉喜那木吉拉教授鉴定为无患子科植物文冠木*X. sorbifolia* Bunge茎杆或枝条的干燥木部，其具体来源信息见表1。

表1 文冠木药材样品的来源信息

样品编号	产地	批号	来源
S1、S2	内蒙古阿拉善盟	A21041703、A21041704	内蒙古阿嘎如蒙药有限责任公司
S3、S4、S12	河北安国市	C21062103、C20112813、C22052011	安国润德药业有限公司
S5～S7	内蒙古呼和浩特市	H20092101、H20092102、H20092103	自采
S8～S11	内蒙古通辽市	T21090901、T21070801、T21070802、T21070803	自采
S13、S14	山西大同市	S22022601、S22022602	自采
S15、S16	陕西榆林市	S22031901、S22031902	自采

2 方法与结果

2.1 色谱条件

以Agilent 5TC C_{18}（250 mm×4.6 mm，5 μm）为色谱柱，以乙腈（A）-0.1%磷酸溶液（B）为流动相进行梯度洗脱（0～15 min，5%A～12%A；15～25 min，12%A～18%A；25～40 min，18%A～35%A；40～45 min，35%A；45～46 min，35%A～5%A；46～52 min，5%A）；流速为1.0 mL/min；柱温为30 ℃；检测波长为210 nm；进样量为2 μL。

2.2 溶液的制备

2.2.1 混合对照品溶液 分别精密称取没食子儿茶素、表没食子儿茶素、杨梅素、二氢杨梅素、表儿茶素、儿茶素、花旗松素、槲皮苷对照品适量，加甲醇溶解并稀释，制成上述成分质量浓度分别为72.4、68.8、107.2、89.6、69.6、106.8、99.6、90.4 μg/mL的混合对照品溶液，再取10 mL置于50 mL量瓶中，加甲醇稀释至刻度，得混合对照品溶液Ⅰ。分别精密称取除槲皮苷外的其余7种对照品适量，同法制成质量浓度分别为1 007.4、1 012.4、1 015.7、1 022.8、1 020.2、1 014.6、1 015.1 μg/mL的混合对照品溶液Ⅱ。

2.2.2 供试品溶液 取文冠木药材粉末（过40目筛，下同）约0.5 g，精密称定，加75%乙醇100 mL、稀盐酸1 mL，称定质量，加热回流30 min，冷却至室温后，再次称定质量，用75%乙醇补足减失的质量，摇匀，过滤，取续滤液，经0.45 μm微孔滤膜过滤，即得。

2.3 HPLC指纹图谱的建立

2.3.1 精密度试验 取“2.2.2”项下供试品溶液（编号S3），按“2.1”项下色谱条件连续进样测定6次，记录峰面积。以表没食子儿茶素峰（峰形好且峰面积相对较大）为参照，计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果显示，各共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD均小于3%（n=6），说明方法精密度良好。

2.3.2 稳定性试验 取“2.2.2”项下供试品溶液（编号S3），分别于4 ℃下放置0、2、4、8、12、24 h时按“2.1”项下色谱条件进样测定，记录峰面积。以表没食子儿茶素峰

为参照，计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果显示，各共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD均小于3%（n=6），表明供试品溶液在4 ℃下放置24 h内稳定。

2.3.3　重复性试验　取文冠木样品（编号S3），共6份，各约0.5 g，精密称定，按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.1”项下色谱条件进样测定，记录峰面积。以表没食子儿茶素峰为参照，计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果显示，各共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD均小于3%（n=6），说明方法重复性良好。

2.3.4　指纹图谱建立及相似度评价　分别取11批文冠木样品（编号S1～S11），按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.1”项下色谱条件进样测定，记录色谱图并将色谱信息导入《中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2004A版）》，以S1样品图谱（色谱信息相对丰富）为参照，经多点校正、全峰匹配后，得11批样品的对照指纹图谱（R）和叠加指纹图谱（图1）。通过比对混合对照品溶液Ⅰ的色谱图（图2），共指认了7个成分，其中峰1为没食子儿茶素，峰2为表没食子儿茶素，峰3为儿茶素，峰5为表儿茶素，峰6为二氢杨梅素，峰14为花旗松素，峰15为杨梅素（虽有文献指出文冠木药材中含有槲皮苷[11]，但本文并未指认出该成分）。11批样品指纹图谱与对照指纹图谱的相似度分别为1.000、0.999、0.998、0.998、0.912、0.923、0.928、0.919、0.957、0.926、0.910，均大于0.9。

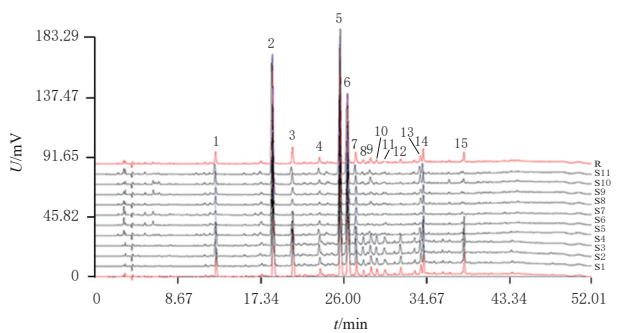
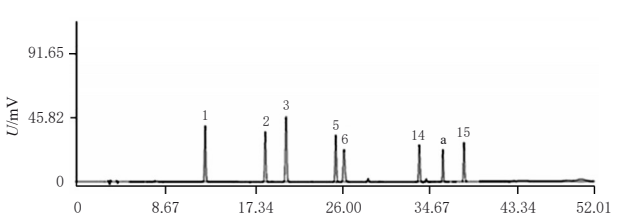


图1　11批文冠木样品的对照指纹图谱（R）和叠加指纹图谱



1：没食子儿茶素；2：表没食子儿茶素；3：儿茶素；5：表儿茶素；6：二氢杨梅素；14：花旗松素；15：杨梅素；a：未指认成分（槲皮苷）

图2　混合对照品溶液Ⅰ的色谱图

2.4　聚类分析

以7个已指认共有峰峰面积与取样量的比值为变量，以夹角余弦为距离，采用SPSS 28.0软件对11批文冠木样品进行聚类分析，结果（图3）显示，当以距离2为判别条件时，11批文冠木被分为4类，S5～S7、S9为一类，S8、S11为一类，S10为一类，S1～S4为一类。

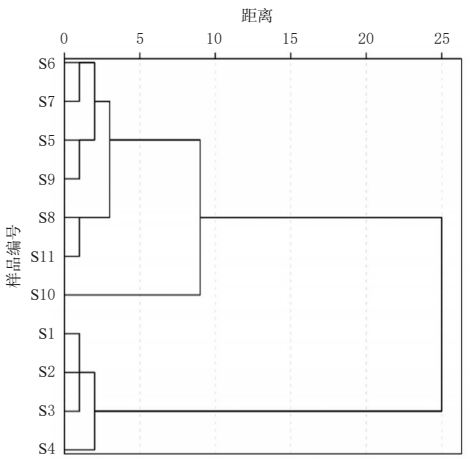


图3　11批文冠木样品的聚类分析树状图

2.5　主成分分析

将11批文冠木中7个已指认共有峰的峰面积导入SPSS 28.0软件，经标准化处理后进行主成分分析。本研究提取对应特征值排名前3位的主成分，其累计方差贡献率达99.24%，提示其包含了大部分的色谱信息。这3个主成分的特征值分别为6.438、0.399、0.110，方差贡献率分别为91.97%、5.70%、1.57%。以这3个主成分为坐标系构建得分图（图4），结果显示，11批文冠木可分为4类，S5～S7为一类，S8～S11一类，S3、S4为一类，S1、S2为一类。

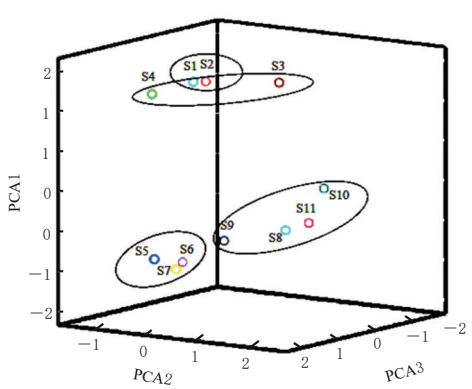


图4　11批文冠木样品的主成分分析得分图

2.6　黄酮类成分定量分析的方法学考察

采用同一HPLC法测定文冠木中没食子儿茶素等7种已指认黄酮类成分的含量。方法学考察内容如下：

2.6.1　专属性考察　取“2.2.1”项下混合对照品溶液Ⅰ、“2.2.2”项下供试品溶液（编号S8）和空白溶剂（甲醇）各适量，按“2.1”项下色谱条件进样测定并记录色谱图（图略）。结果显示，上述7种成分色谱峰与相邻色谱峰的分

离度均大于3，理论板数均大于50 000，空白溶剂对测定无干扰，说明方法专属性良好。

2.6.2　线性关系考察　分别精密吸取“2.2.1”项下混合对照品溶液Ⅱ 0.25、0.5、1、2、3、4、8 mL，置于100 mL量瓶中，加甲醇稀释至刻度，摇匀，配制成各成分质量浓度均分别约为2.5、5、10、20、30、40、80 μg/mL的线性溶液，按“2.1”项下色谱条件进样测定，记录峰面积，以待测成分质量浓度为横坐标（X）、峰面积平均积分值为纵坐标（Y）进行线性回归，结果见表2。

表2　没食子儿茶素等7种待测成分的回归方程与线性范围

待测成分	回归方程	r	线性范围/(μg/mL)
没食子儿茶素	Y=0.011 5X−0.099 3	0.999 9	2.518 5～80.592 0
表没食子儿茶素	Y=0.012 0X+0.556 4	0.999 9	2.531 0～80.992 0
儿茶素	Y=0.008 7X−0.422 2	0.999 9	2.539 3～81.256 0
表儿茶素	Y=0.013 5X−0.463 8	0.999 9	2.557 0～81.824 0
二氢杨梅素	Y=0.015 8X−1.984 0	0.999 8	2.550 5～81.616 0
花旗松素	Y=0.016 7X−0.225 9	0.999 9	2.536 5～81.168 0
杨梅素	Y=0.015 1X+2.588 5	0.999 6	2.537 8～81.208 0

2.6.3　精密度、重复性、稳定性试验　取同一批文冠木样品（编号S3），按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，重复进样6次考察方法精密度；平行制备供试品溶液6份，考察方法重复性；于4 ℃下放置12 h，考察稳定性。结果显示，精密度、重复性、稳定性试验的RSD均小于3%。

2.6.4　加样回收率试验　取已知含量的文冠木样品（编号S3），共9份，每份约0.25 g，精密称定，加入“2.2.1”项下混合对照品溶液Ⅱ适量（加入量与已知量的质量比约为1∶0.5、1∶1、1∶1.5），用75%乙醇定容至100 mL，按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.1”项下色谱条件进样测定，记录峰面积并计算加样回收率。结果显示，没食子儿茶素、表没食子儿茶素、儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、花旗松素、杨梅素的平均加样回收率分别为100.84%、98.25%、100.61%、98.69%、101.67%、100.28%、103.25%，RSD均小于2%（n=9）。

2.7　黄酮类成分定量分析QAMS法的建立

2.7.1　相对校正因子的确定　吸取“2.6.2”项下各成分质量浓度均约为20 μg/mL的线性溶液，按“2.1”项下色谱条件分别进样1、2、4、6、8 μL，每个进样量平行6次，记录峰面积并按下式分别计算不同进样量下没食子儿茶素（A）、儿茶素（B）、表儿茶素（C）、二氢杨梅素（E）、花旗松素（F）和杨梅素（G）相对于参照物表没食子儿茶素（D）的相对校正因子（$f_{s/j}$）：$f_{s/j}=f_s/f_j=(A_s/c_s)/(A_j/c_j)$（式中，$f_{s/j}$为参照物s对待测成分j的校正因子，$A_s$为参照物s的峰面积，$c_s$为参照物s的质量浓度，$A_j$为某待测成分j的峰面积，$c_j$为某待测成分j的质量浓度），结果见表3。

2.7.2　不同色谱柱对相对校正因子的影响　考察不同色谱柱[Agilent 5TC C_{18}（250 mm×4.6 mm，5 μm）、Tnature C_{18}（250 mm×4.6 mm，5 μm）、Shim-pack GIST C_{18}（250 mm×4.6 mm，5 μm）]对没食子儿茶素等6种待测成分相对校正因子的影响，结果显示，在不同色谱柱条件下，各成分相对校正因子的RSD均小于2%（n=3），提示色谱柱的变化对各成分相对校正因子的影响不明显。

表3　各成分的相对校正因子（n=6）

进样量/μL	$f_{D/A}$	$f_{D/B}$	$f_{D/C}$	$f_{D/E}$	$f_{D/F}$	$f_{D/G}$
1	0.968	1.046	1.061	1.464	1.898	3.047
2	0.974	1.061	1.069	1.501	1.927	3.096
4	0.984	1.077	1.084	1.555	1.957	3.176
6	1.000	1.099	1.102	1.600	1.984	3.242
8	0.995	1.096	1.098	1.602	1.960	3.238
平均值	0.984	1.076	1.083	1.544	1.945	3.160
RSD/%	1.38	2.11	1.64	3.95	1.71	2.74

2.7.3　不同温度对相对校正因子的影响　考察不同柱温（25、30、35 ℃）对没食子儿茶素等6种待测成分相对校正因子的影响，结果显示，在不同柱温条件下，各成分相对校正因子的RSD均小于2%（n=3），提示温度的变化对各成分相对校正因子的影响不明显。

2.8　黄酮类成分不同定量方法测定结果的比较

称取16批文冠木样品（编号S1～S16），分别按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.1”项下色谱条件进样测定，记录峰面积，分别采用标准曲线法、QAMS法、外标一点（one point external standard method，ESM）法测定文冠木中没食子儿茶素、儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、花旗松素、杨梅素的含量并进行比较。结果（表4）显示，除杨梅素（RSD为11.16%～27.27%）和部分批次的儿茶素（S12、S14～S16样品的RSD为4.36%～9.12%）外，其余成分3种方法的测定结果基本一致（RSD均小于4%）。

3　讨论

3.1　指纹图谱分析

本研究建立了11批文冠木药材的HPLC指纹图谱，确定了15个共有峰，并指认了其中7个成分；各批样品指纹图谱与对照指纹图谱的相似度为0.910～1.000，其中内蒙古阿拉善和河北安国市产药材的相似度均较高（为0.998～1.000），与内蒙古呼和浩特市、通辽市产药材的差异性较大；此外，通辽市产药材的相似度为0.910～0.957，跨度较大，提示同一产地的药材可能存在一定差异。

3.2　聚类分析与主成分分析

聚类分析的结果基本呈现产地规律性，S5～S7批文冠木药材均来自内蒙古呼和浩特市，S8、S11批文冠木药材均来自内蒙古通辽市，S1、S2批文冠木药材均来自内蒙古阿拉善盟，S3、S4批文冠木药材均来自河北安国市，说明不同产地的文冠木药材具有一定的差异性，但个别产地的药材也具有一定的相似性，这与相似度评价的结果基本一致。

主成分分析的分类情况与文冠木的产地分布基本

表4　16批文冠木样品中6种成分的含量测定结果

编号	没食子儿茶素				儿茶素				表儿茶素				二氢杨梅素				花旗松素				杨梅素			
	标准曲线法/(mg/g)	QAMS/(mg/g)	ESM/(mg/g)	RSD/%	标准曲线法/(mg/g)	QAMS/(mg/g)	ESM/(mg/g)	RSD/%	标准曲线法/(mg/g)	QAMS/(mg/g)	ESM/(mg/g)	RSD/%	标准曲线法/(mg/g)	QAMS/(mg/g)	ESM/(mg/g)	RSD/%	标准曲线法/(mg/g)	QAMS/(mg/g)	ESM/(mg/g)	RSD/%	标准曲线法/(mg/g)	QAMS/(mg/g)	ESM/(mg/g)	RSD/%
S1	1.17	1.19	1.17	0.98	2.99	3.01	2.97	0.67	14.17	14.18	14.17	0.04	13.28	13.26	13.29	0.12	1.23	1.22	1.23	0.47	3.19	4.18	3.18	16.34
S2	1.10	1.11	1.10	0.52	2.85	2.86	2.84	0.35	13.99	13.98	13.97	0.07	13.77	13.78	13.77	0.04	1.31	1.29	1.31	0.89	3.45	4.68	3.48	18.13
S3	0.98	0.99	0.98	0.59	2.37	2.38	2.36	0.42	13.97	13.98	13.95	0.11	13.31	13.31	13.33	0.09	1.45	1.44	1.45	0.40	2.85	3.67	2.85	15.16
S4	1.43	1.44	1.43	0.40	2.61	2.63	2.61	0.44	15.66	15.68	15.66	0.07	14.28	14.29	14.28	0.04	1.26	1.26	1.27	0.46	3.49	4.90	3.48	20.65
S5	0.43	0.44	0.44	1.32	0.58	0.60	0.58	1.97	4.43	4.40	4.43	0.39	1.21	1.23	1.21	0.95	0.34	0.33	0.34	1.71	–	–	–	/
S6	0.19	0.18	0.18	3.15	0.36	0.37	0.36	1.59	3.60	3.59	3.61	0.28	0.97	0.98	0.97	0.59	0.28	0.27	0.28	2.09	0.36	0.43	0.31	16.44
S7	0.21	0.22	0.22	2.66	0.31	0.32	0.31	1.84	3.12	3.10	3.12	0.37	1.17	1.18	1.17	0.49	0.23	0.22	0.22	2.59	–	–	–	/
S8	0.51	0.51	0.50	1.14	0.42	0.44	0.42	2.71	3.54	3.51	3.54	0.49	6.04	6.05	6.03	0.17	0.79	0.79	0.80	0.73	0.24	0.32	0.23	18.73
S9	0.38	0.37	0.37	1.55	0.54	0.55	0.53	1.85	4.55	4.53	4.56	0.34	3.44	3.35	3.44	1.52	0.54	0.53	0.54	1.08	0.18	0.25	0.18	19.88
S10	0.78	0.78	0.77	0.74	0.77	0.80	0.77	2.22	5.82	5.81	5.85	0.36	10.05	10.07	10.05	0.11	1.11	1.09	1.11	1.05	0.51	0.74	0.53	21.47
S11	0.47	0.48	0.47	1.22	0.56	0.58	0.56	2.04	5.04	5.00	5.04	0.46	7.23	7.23	7.22	0.08	0.86	0.85	0.86	0.67	0.26	0.35	0.25	19.21
S12	1.37	1.37	1.36	0.42	0.09	0.08	0.09	6.66	8.54	8.52	8.51	0.18	9.48	9.48	9.49	0.06	0.51	0.52	0.50	1.96	0.66	0.79	0.65	11.16
S13	2.97	2.96	2.95	0.34	0.25	0.24	0.24	2.37	18.48	18.51	18.49	0.08	14.68	14.70	14.69	0.07	0.83	0.86	0.85	1.80	3.35	4.96	3.34	24.01
S14	0.35	0.36	0.36	1.62	0.07	0.06	0.06	9.12	4.99	5.00	4.98	0.20	1.57	1.56	1.58	0.64	–	–	–	/	–	–	–	/
S15	1.21	1.22	1.20	0.83	0.24	0.23	0.22	4.35	13.99	13.97	14.00	0.11	12.02	12.03	12.03	0.05	1.32	1.30	1.32	0.88	2.79	3.54	2.79	14.24
S16	0.99	0.98	1.00	1.01	0.23	0.24	0.22	4.35	11.68	11.65	11.67	0.13	10.55	10.52	10.55	0.16	1.33	1.31	1.32	0.76	2.49	3.87	2.47	27.27

－：未检出；/：未计算RSD或计算无意义

吻合：S5～S7批文冠木药材均来自内蒙古呼和浩特市，S8～S11批文冠木药材均来自内蒙古通辽市，S1、S2批文冠木药材均来自内蒙古阿拉善盟，S3、S4批文冠木药材均来自河北安国市。该结果与聚类分析结果有所不同，这可能与两种分析方法所采用的变量不同有关。

3.3　含量测定结果分析

中药、民族药成分复杂，具有多成分和多靶点特点，仅用一种成分无法全面表征其质量的优劣，而多成分检测因对照品不易获得、成本高，溶液配制耗时长、产生废液多等不足而导致检测成本攀升。本研究以表没食子儿茶素为参照物建立了QAMS法，同时分析了其与ESM法、标准曲线法检测结果的差异。结果显示，除杨梅素和部分批次的儿茶素外，其余成分含量的RSD均在4%以内，基本实现了以单一对照品同时测定文冠木药材中没食子儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素和花旗松素的含量。但值得注意的是，因不同方法测定结果差异较大，有效成分儿茶素、杨梅素不宜采用QAMS法检测。

综上所述，所建HPLC指纹图谱和含量测定方法可行，结合化学模式识别分析可用于文冠木药材的质量控制；QAMS法可用于测定其中没食子儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、花旗松素的含量。

参考文献

[1] 蒙古学百科全书编辑委员会医学编辑委员会.蒙古学百科全书:医学[M].呼和浩特:内蒙古人民出版社,2002:606.

[2] 孟河吉日嘎拉,萨其儿.蒙药文冠木的研究进展[J].中国民族医药杂志,2014,20(11):40-42.

[3] 杨倩,王晓琴,丁艳霞.文冠木化学成分的研究[J].中成药,2020,42(8):2062-2066.

[4] 阿拉木斯,孟克吉日嘎拉,李建良,等.不同生长期蒙药文冠木质量分析[J].中国药学杂志,2021,56(12):997-1004.

[5] QI S,YAN S K,LU H,et al. Protiective action of the flavonoid from *Xanthoceras sorbifolia* Bunge in gastric ulcer prevention induced by ethanol in rats[J]. Word J Pharm Pharm Sci,2014,3(11):2278-2297.

[6] SEHRAWAT R,NAGATSU A. New flavonoids from seed skin of *Xanthoceras sorbifolia*[J].J Med Plant Res,2011,5(6):1034-1036.

[7] 其日格尔,韩晓静,布和巴特尔,等.蒙、藏药文冠木的研究进展[J].内蒙古民族大学学报(自然科学版),2021,36(1):89-92.

[8] 苏日塔拉图,于佳琦,王曦烨,等.HPLC-DAD法同时测定蒙药森登-4汤散中7种抗风湿活性成分的含量[J].中国药房,2019,30(2):221-225.

[9] 路橦,王侠,李佳鸿,等.UPLC-QTOF-MS法同时测定春季文冠果叶中11种黄酮类化合物的含量[J].沈阳药科大学学报,2021,38(2):147-154.

[10] 内蒙古自治区卫生厅.内蒙古蒙药材标准[S].赤峰:内蒙古科学技术出版社,1987:381-382.

[11] 刘宏,王焕芸,马岚,等.HPLC波长转换法同时测定蒙药文冠木中5种成分的含量[J].中国现代应用药学,2020,37(24):2996-2999.

[12] 王晓琴,杨倩,丁艳霞.反相高效液相色谱法同时测定文冠木中6个活性成分的含量[J].中药新药与临床药理,2020,31(4):464-468.

[13] 梁慧,潘晓君,杨文惠,等.基于UPLC指纹图谱和一测多评法的虎杖药材质量评价[J].中国药房,2021,32(15):1842-1848.

[14] 高喜梅,池玉梅,张雯,等.指纹图谱结合一测多评法评价酸橙枳实质量的研究[J].中草药,2020,51(9):2548-2556.

（收稿日期：2022-01-25　修回日期：2022-08-08）

（编辑：张元媛）