基于一测多评法测定槐角炭中的 6 个成分及其质量评价

何自会，刘 沫，任俊璇，欧阳丹薇*
（中国医药工业研究总院，上海医药工业研究院有限公司，创新药物与制药工艺国家重点实验室，上海 201203）

摘要：建立了一测多评（QAMS）法同时测定槐角炭（**1**）中 6 个成分［染料木素（**2**）、山柰酚 -3-*O*- 芸香糖苷（**3**）、山柰酚 -3-*O*-β-D- 槐糖苷（**4**）、槐角苷（**5**）、槐属双苷（**6**）、山柰酚 -3-*O*-（2″-*O*-β-D- 葡萄糖基）-β-D- 芸香糖苷（**7**）］的含量。采用 UPLC 法，以 **5** 为内参物，计算 **2**、**3**、**4**、**6**、**7** 的相对校正因子，并比较外标法和 QAMS 法测定各成分含量的差异，采用化学模式识别对 15 批 **1** 进行质量评价。结果显示，QAMS 法和外标法测定结果无显著性差异（RSD<2%）。聚类分析（HCA）和正交偏最小二乘法 - 判别分析（OPLS-DA）结果显示，15 批 **1** 可以聚为 3 类，差异主要表现在 **2**、**3** 的含量上，并且不同厂家、不同产地之间成分含量差异较大。建立的 QAMS 法准确、可行，为 **1** 的质量控制研究提供参考。

关键词：槐角炭；含量测定；一测多评；相对校正因子
中图分类号：R917 **文献标志码：**A **文章编号：**1001-8255(2022)12-1769-06
DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2022.12.013

Determination of Six Components and Quality Evaluation of Charred *Sophora Japonica* Based on Quantitative Analysis of Multi-components by Single Marker

HE Zihui, LIU Mo, REN Junxuan, OUYANG Danwei*
(*State Key Lab. of New Drug and Pharmaceutical Process, Shanghai Institute of Pharmaceutical Industry Co., Ltd., China State Institute of Pharmaceutical Industry, Shanghai 201203*)

ABSTRACT: A quantitative analysis of multi-components by single marker (QAMS) method was established for the simultaneous determination of six components, namely genistein(**2**), kaempferol-3-*O*-rutinoside(**3**), kaempferol-3-*O*-β-D-sophoroside(**4**), sophoricoside(**5**), sophorobioside(**6**), kaempferol-3-*O*-(2″-*O*-β-D-glucopyranosyl)-β-D-rutinoside(**7**), in charred *Sophora japonica*(**1**). The relative correction factors of **2**, **3**, **4**, **6**, and **7** were calculated by UPLC method with **5** as the internal reference. The external standard method and QAMS method were compared to determine the differences in the contents of each component, and chemical pattern recognition was used to evaluate the quality of fifteen batches of **1**. The results showed that there was no significant difference between the QAMS method and the external standard method(RSD<2%). The results of hierarchical cluster analysis(HCA) and orthogonal partial least square-discriminant analysis(OPLS-DA) showed that fifteen batches of **1** could be clustered into three classes. The difference was mainly manifested in the contents of **2** and **3**, and the contents of ingredients varied greatly between different manufacturers and origins. The established QAMS method was accurate and feasible, which provided a reference for the quality control of **1**.

Key Words: charred *Sophora japonica*; content determination; quantitative analysis of multi-components by single marker; relative correction factor

槐角为豆科植物槐（*Sophora japonica* L.）的干燥成熟果实，具有清热泻火、凉血止血的功效[1]。槐角历代本草记载有生用或炒用、烧灰存性等，现代生制品并用[2]。槐角炭（charred *Sophora japonica*，**1**）为槐角的制炭炮制品，亦为传统的止血药。**1** 炒炭后寒性大减，长于收敛止血，常用于肠热便血、痔肿出血等症[1]。黄酮类化合物是槐角及 **1** 中止血的主要活性成分，包括山柰酚及其苷类、

收稿日期：2022-03-14
作者简介：何自会(1995—)，女，硕士，专业方向：生药学。
通信作者：欧阳丹薇(1981—)，女，研究员，从事药效物质基础研究和中药质量控制研究。
E-mail：ouyangdanwei@163.com

染料木素（genistein，**2**）及其苷类等黄酮和异黄酮化合物[2—4]。但是，目前关于**1**的质量研究较少，且**1**的炮制规范多数无含量测定项，尚无法全面反映**1**的总体特征[5—9]。

一测多评（quantitative analysis of multi-components by single marker，QAMS）法已广泛应用于定量分析中药的多指标成分，具有检测成本低、检测时间短等优点[10—11]。本研究建立了基于超高效液相色谱（UPLC）的QAMS法，能同时、快速地测定**1**中的黄酮类及异黄酮类成分，即**2**、山柰酚-3-*O*-芸香糖苷（kaempferol-3-*O*-rutinoside，**3**）、山柰酚-3-*O*-β-D-槐糖苷（kaempferol-3-*O*-β-D-sophoroside，**4**）、槐角苷（sophoricoside，**5**）、槐属双苷（sophorobioside，**6**）和山柰酚-3-*O*-（2″-*O*-β-D-葡萄糖基）-β-D-芸香糖苷［kaempferol-3-*O*-（2″-*O*-β-D-glucopyranosyl）-β-D-rutinoside，**7**］，其中**2**、**5**、**6**为以染料木素为母核的异黄酮类化合物，**3**、**4**、**7**为以山柰酚为母核的黄酮类化合物。同时运用聚类分析（hierarchical cluster analysis，HCA）和正交偏最小二乘法-判别分析（orthogonal partial least square-discriminant analysis，OPLS-DA）化学计量法对15批**1**的含量测定结果进行分析，以期为**1**的质量控制研究提供参考。

1　仪器与试药

Vanquish型超高效液相色谱仪（美国Thermo Fisher Scientific公司）；Acquity™ H-class型HPLC仪（美国Waters公司）；MS105DU型分析天平（瑞士Mettler Toledo公司）。

2对照品（含量≥98%，批号ST00650120）和**6**对照品（含量≥98%，批号ST82950105）均购于上海诗丹德生物技术有限公司；**3**对照品（含量≥98%，批号21082025）、**4**对照品（含量≥98%，批号21070121）和**7**对照品（含量≥98%，批号21081031）均购于上海同田生物技术有限公司；**5**对照品（中国食品药品检定研究院，含量99.6%，批号111695-201703）；甲醇为色谱纯，其余试剂均为分析纯，水为超纯水。

5批槐角饮片收集自山东平邑（批号分别为20191101、20191102、20191103、20191104、20191105）；另5批槐角分别购于天津达仁堂中药饮片有限公司（产地为山东，批号200601）、广东天诚中药饮片有限公司（产地为河南，批号200601）、康美药业股份有限公司（产地为河北，批号210100881）、上海康桥中药饮片有限公司（产地为河北，批号190718）和四川敬心中药饮片有限公司（产地为四川，批号201106）；以上药材经中国医药工业研究总院吴彤研究员鉴定为豆科植物槐的干燥成熟果实，分别照上海市中药饮片炮制规范“清炒至外焦黑，内黄褐色”制备**1**[6]，并编号为hjt1～hjt10；另购5批市售**1**，分别来源于上海康桥中药饮片有限公司（产地为河北，批号201009）、四川敬心中药饮片有限公司（产地为四川，批号210324）、中国亳州中药材专业市场（产地为四川，批号20210719）、河北康安药行（产地为河北，批号20210720）、亳州康美中药城（产地为河南，批号20210721），并分别编号为hjt11～hjt15，购买的hjt11～hjt15未写明依据的炮制规范，经性状鉴定符合上海市中药饮片炮制规范。

2　方法与结果

2.1　色谱条件

色谱柱　Waters Acquity CSH C_{18}柱（2.1 mm×150 mm，1.7 μm），流动相A为0.05%甲酸溶液，B为甲醇，梯度洗脱（0—9 min，A 90%—80%；9—27 min，A 80%—60%；27—30 min，A 60%；30—39 min，A 60%—40%；39—42 min，A 40%；42—48 min，A 40%—20%；48—50 min，A 20%；50—50.1 min，A 20%—90%；50.1—65 min，A 90%）；检测波长　280 nm；流速　0.15 ml/min；柱温　35 ℃；进样量　1 μl。

2.2　溶液配制

2～**7**对照品溶液：取**2**～**7**对照品适量，用甲醇配制成**2**～**7**质量浓度分别为1.029、0.984、0.982、1.006、0.998、0.994 mg/ml的**2**～**7**对照品溶液。

混合对照品溶液：分别取**2**～**7**对照品溶液适量，用甲醇配制成含**2**～**7**分别为39.1、49.2、147.3、201.2、199.5、49.69 μg/ml的混合对照品溶液。

供试品溶液：精密称取**1**粉末约0.1 g，置50 ml锥形瓶中，加入70%甲醇25 ml，精密称定，超声（250 W，40 kHz）处理30 min后，用70%甲

醇补足减失的质量，摇匀，经 0.22 μm 微孔滤膜过滤，即得。

2.3 方法学考察

2.3.1 系统适用性试验

精密吸取“**2.2**”项下混合对照品溶液和供试品溶液各 1 μl，按“**2.1**”项下色谱条件进样测定。结果见图 1，混合对照品溶液与供试品溶液在相应保留时间下有相应峰，6 个待测成分峰形良好，各相邻色谱峰分离度大于 1.5。

2.3.2 线性试验、检测限和定量限

分别量取“**2.2**”项下 **4**、**5**、**6** 对照品溶液各 0.1、0.2、0.5、1、2、4 ml，分别置 10 ml 量瓶中，加入 70%甲醇定容，作为系列浓度线性试验溶液；取“**2.2**”项下 **2**、**3**、**7** 对照品溶液各 1、2、2 ml，分别置 10 ml 量瓶中用 70%甲醇定容得系列溶液Ⅰ，分别取系列溶液Ⅰ 0.25、0.5、1、2.5、5 ml，置 10 ml 量瓶中，加入 70%甲醇定容，将其及系列溶液Ⅰ一起作为系列浓度线性试验溶液。取上述线性试验溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析，以峰面积（*A*）为纵坐标，质量浓度（*c*）为横坐标，进行线性回归。结果见表 1，**2** ～ **7** 在相应浓度范围内线性良好。

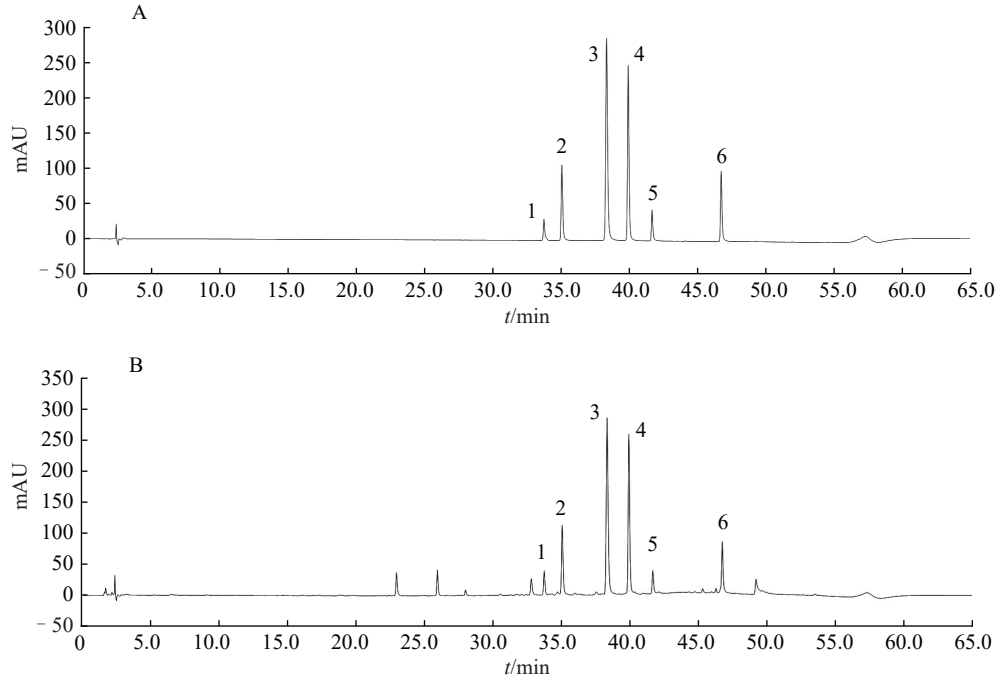
取各成分峰高信噪比（*S*/*N*）为 3 时的浓度为检测限（LOD），取各成分峰高 *S*/*N* 为 10 时的浓度为定量限（LOQ）。结果见表 1。

2.3.3 精密度试验

精密吸取“**2.2**”项下混合对照品溶液，按“**2.1**”项下色谱条件重复测定 6 次，记录色谱图，并计算得 **2**、**3**、**4**、**5**、**6**、**7** 峰面积 RSD（*n*=6）分别为 1.03%、1.18%、1.08%、1.09%、1.08%、1.07%，均小于 2%，表明仪器精密度良好。

2.3.4 重复性试验

取同一批号 **1**（hjt2）6 份，精密称定，按“**2.2**”项下方法平行制备供试品溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析并记录色谱图，按外标法计算 **2**、**3**、**4**、**5**、**6**、**7** 平均含量分别为 8.09、8.68、33.23、46.99、45.82、12.42 mg/g，RSD（*n*=6）分别为 1.68%、



A—对照品溶液，B—供试品溶液。

1—**7**；2—**4**；3—**5**；4—**6**；5—**3**；6—**2**。

图 1 典型色谱图

Fig.1 Typical Chromatograms

表 1　6 种成分的线性试验结果、检测限和定量限

Tab.1　Results of Linearity Test, LODs and LOQs for Six Components

化合物	回归方程	R^2	线性范围/(μg·ml^{-1})	LOQ/(μg·ml^{-1})	LOD/(μg·ml^{-1})
2	A=285.04c+0.123 4	0.999 0	2.573～102.9	0.772	0.257
3	A=101.62c－0.155 1	0.999 5	4.920～196.8	1.476	0.492
4	A=87.86c－0.208 5	0.999 7	9.820～392.8	2.946	0.982
5	A=177.03c－0.268 3	0.999 9	10.06～402.4	3.018	0.654
6	A=140.23c－0.238 4	0.999 9	9.98～399.1	2.993	0.998
7	A=67.914c－0.073 5	0.999 0	4.969～198.7	1.491	0.497

1.50%、1.24%、2.02%、1.47%、1.15%，均小于 2%，表明该方法重复性良好。

2.3.5　中间精密度试验

取同一批号 **1**（hjt2），根据中间精密度测定要求，由不同人员于不同日内按照重复性试验测定方法测定 6 次，按外标法计算 **2**、**3**、**4**、**5**、**6**、**7** 平均含量分别为 8.14、8.74、33.67、47.35、46.08、12.48 mg/g，RSD（n=12）分别为 1.32%、1.19%、1.60%、1.61%、1.17%、0.92%，均小于 2%，表明该方法中间精密度良好。

2.3.6　稳定性试验

取“**2.2**”项下混合对照品溶液和供试品溶液（hjt2），分别于 0、1、2、4、8、12、16、24、48 h，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析并记录色谱图。计算得 **2**、**3**、**4**、**5**、**6**、**7** 峰面积 RSD（n=9）分别为 1.07%、1.98%、2.57%、1.66%、1.68%、2.03%，表明供试品溶液在 48 h 内稳定性良好。

2.3.7　加样回收率试验

取已知含量的同一批 **1** 样品（hjt2）粉末 9 份，每份约 0.05 g，精密称定，分别精密加入“**2.2**”项下 **2** ～ **7** 对照品溶液适量（高、中、低浓度各 3 份），按“**2.2**”项下供试品溶液配制方法平行制备，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析，记录色谱图并计算平均加样回收率和 RSD。结果显示，**2**、**3**、**4**、**5**、**6**、**7** 的平均加样回收率（n=9）分别为 104.5%、105.2%、107.8%、106.5%、110.6%、101.0%，RSD 分别为 4.05%、3.77%、4.07%、3.15%、4.17%、3.28%，表明该方法准确度良好。

2.4　相对校正因子（$f_{k/s}$）计算

精密吸取“**2.2**”项下混合对照品溶液 0.5、1、1.5、2、2.5、3 μl，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析，记录各色谱峰的峰面积。根据 $f_{k/s}$ 计算公式[12]，以 **5** 为内参物，分别计算 **2**、**3**、**4**、**6**、**7** 的 $f_{k/s}$。结果显示，**2**、**3**、**4**、**6**、**7** 的 $f_{k/s}$ 均值（n=6）分别为 0.709、2.055、2.365、1.412、2.849，RSD 分别为 0.79%、1.58%、0.99%、0.20%、0.52%。

2.5　$f_{k/s}$ 耐用性评价

考察了不同流动相初始比例（5%甲醇、10%甲醇和 15%甲醇）、不同体积流量（0.12、0.15、0.18 ml/min）、不同柱温（30、35、40 ℃）、不同色谱柱［Waters Acquity CSH C_{18} 柱（2.1 mm×150 mm，1.7 μm）、Thermo Hypersil Gold 柱（2.1 mm×100 mm，1.9 μm）、Waters Acquity BEH C_{18} 柱（2.1 mm×100 mm，1.7 μm）和 Waters ACQUITY HSS T_3 柱（2.1 mm×150 mm，1.8 μm）］、不同仪器（Waters ACQUITY H-Class 超高效液相色谱仪和 Thermo Scientific Vanquish 超高效液相色谱仪）对 $f_{k/s}$ 的影响。结果显示，**2**、**3**、**4**、**6**、**7** 的 $f_{k/s}$ 的 RSD 均小于 5%，表明方法耐用性良好。

2.6　QAMS 法和外标法含量测定结果比较

取 15 批 **1** 样品，按“**2.2**”项下方法制得供试品溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进样测定，记录色谱图和峰面积。分别采用 QAMS 法和外标法计算各成分含量，测定结果见表 2。2 种方法得到的各成分含量无显著性差异，RSD 均小于 2.0%，表明建立的 QAMS 法在 **1** 的成分检测中适用性良好。

2.7　基于 QAMS 结果评价 **1** 的质量

2.7.1　聚类分析（HCA）

将以 QAMS 测得的 15 批 **1** 的 6 个化学成分含量作为变量，导入 SPSS 18.0 软件，HCA 结果见图 2。当平方欧氏距离为 20 时，15 批 **1** 可以聚为两类，其中 hjt1 ～ hjt5 以及市售 **1** hjt12、hjt13 和 hjt15 聚

为第一类，其余聚为第二类。两类样品成分含量的差异可能缘于产地和生长环境的不同。当平方欧氏距离为 10 ～ 15 时，15 批样品聚为三类。其中 hjt1 ～ hjt5 是由山东平邑的优质槐角饮片制得的 **1**，各成分含量较高，聚为一类；而购自其他产地的槐角饮片制成的 **1** hjt6 ～ hjt10，含量相对较低，聚为一类；市售 **1** 中产自四川的 hjt12 和 hjt13 聚为一类，可能是由于炮制工艺的差别。

2.7.2 正交偏最小二乘法 - 判别分析（OPLS-DA）

将测定的 15 批 **1** 中的 6 个化学成分含量作为变量，导入 SIMCA 13.0 软件进行有监督模式的 OPLS-DA。结果见图 3，15 批 **1** 被分为 3 类，与 HCA 结果一致。15 批 **1** 中 **2**、**3** 的含量波动较大，是主要差异性成分。产地为河北的 4 批 **1**（hjt8、hjt9、hjt11、hjt14）中各成分含量相对其他产地槐角较低，其中 **3** 和 **2** 平均含量（*n*=4）分别为 5.30、2.59 mg/g，产地为四川的 **1**（hjt10、hjt12、hjt13）中二者平均含量（*n*=3）分别为 8.64、2.58 mg/g，产地为河南的 **1**（hjt7、hjt15）中二者平均含量（*n*=2）分别为 10.63、7.80 mg/g，产地为山东的 **1**（hjt1 ～ hjt6）中二者平均含量（*n*=6）分别为 9.59、7.21 mg/g。

3 讨论

在建立提取方法时，前期试验考察了不同提取溶剂、不同提取浓度以及不同提取时间的提取效率，

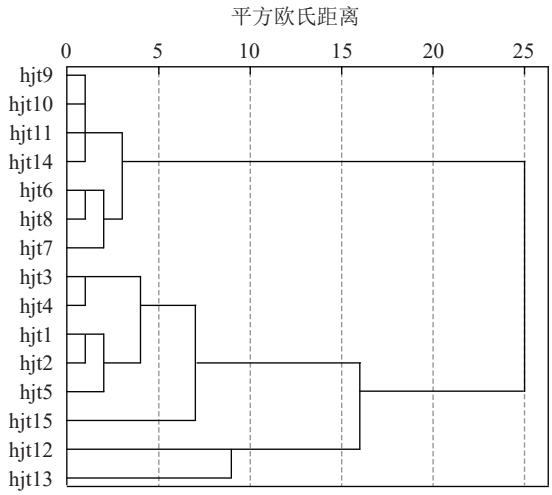


图 2 15 批 1 的聚类分析

Fig.2 Hierarchical Cluster Analysis for Fifteen Batches of **1**

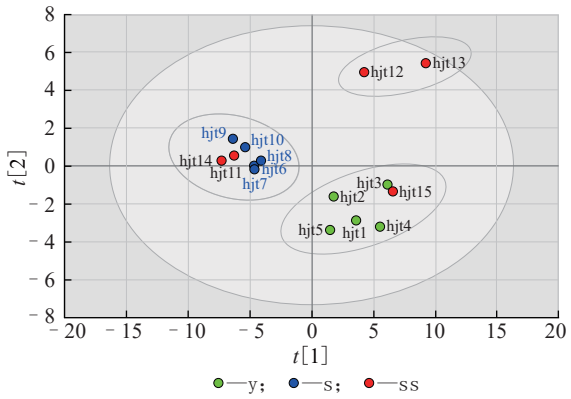
以各待测成分含量为评价指标，最终确定 **1** 的最优提取方法为采用 70% 甲醇超声提取 30 min。

QAMS 法既节约对照品，又能同步测定中药多指标成分，体现中药的整体性，实现了更高的质控要求。本研究建立了以含量较高、性质稳定、价廉易得的 **5** 为参照物，同时测定 **1** 中 6 种黄酮及异黄酮类成分含量的 QAMS 法，与外标法含量测定结果相比，无显著性差异，所测结果的 RSD 均小于 2.0%。15 批 **1** 中 **2**、**3**、**4**、**5**、**6**、**7** 的含量分别为

表 2 外标法和 QAMS 法的检测结果比较 /（mg·g^{-1}）

Tab.2 Comparison of Detection Results Between External Standard Method and QAMS Method/（mg·g^{-1}）

1 批号	**5**	**2**			**3**			**4**			**6**			**7**		
		外标法	QAMS	RSD/%	外标法	QAMS	RSD/%	外标法	QAMS	RSD/%	外标法	QAMS	RSD/%	外标法	QAMS	RSD/%
hjt1	41.53	8.07	7.98	0.73	10.34	10.33	0.08	35.03	34.82	0.43	50.43	49.88	0.77	13.00	12.79	1.17
hjt2	43.54	7.96	7.88	0.73	8.82	8.81	0.05	32.10	31.90	0.43	43.63	43.16	0.77	12.74	12.53	1.17
hjt3	46.73	6.82	6.75	0.73	10.93	10.92	0.04	43.78	43.51	0.43	53.18	52.61	0.77	15.65	15.40	1.17
hjt4	39.86	10.5	10.40	0.73	10.69	10.68	0.04	42.20	41.94	0.43	52.68	52.11	0.77	14.65	14.41	1.17
hjt5	37.18	7.58	7.49	0.80	11.98	11.99	0.05	28.79	28.64	0.39	46.00	45.52	0.73	12.50	12.21	1.65
hjt6	32.20	2.35	2.33	0.80	4.77	4.77	0.05	22.66	22.53	0.39	32.51	32.18	0.73	12.56	12.27	1.65
hjt7	39.14	5.24	5.18	0.80	5.84	5.85	0.05	18.65	18.55	0.39	28.98	28.69	0.73	11.16	10.90	1.65
hjt8	35.97	1.99	1.97	0.80	4.51	4.51	0.05	24.91	24.78	0.39	33.15	32.81	0.73	10.39	10.15	1.65
hjt9	32.47	2.67	2.64	0.64	6.57	6.56	0.13	23.37	23.22	0.48	21.77	21.53	0.77	11.03	10.81	1.44
hjt10	32.67	3.60	3.57	0.64	8.11	8.10	0.13	26.31	26.14	0.48	22.91	22.66	0.77	10.37	10.17	1.44
hjt11	27.55	1.49	1.48	0.68	6.08	5.98	1.16	25.14	24.68	1.30	25.57	25.27	0.83	10.26	10.09	1.16
hjt12	44.42	1.72	1.70	0.68	10.26	10.09	1.16	54.62	53.62	1.30	38.96	38.51	0.83	20.36	20.03	1.16
hjt13	59.81	2.41	2.38	0.68	7.54	7.42	1.16	57.65	56.60	1.30	53.12	52.50	0.83	23.89	23.48	1.16
hjt14	32.10	4.21	4.17	0.68	4.04	3.97	1.16	19.15	18.80	1.30	22.32	22.06	0.83	9.39	9.24	1.16
hjt15	57.15	10.35	10.25	0.68	15.41	15.16	1.16	33.70	33.08	1.30	49.54	48.96	0.83	16.70	16.43	1.16



y－收集的生槐角自制 **1**；s－市售的生槐角自制 **1**；ss－市售 **1**。*t*[1]－第一变量；*t*[2]－第二变量。

图 3　15 批 1 的 OPLS-DA 分析

Fig.3　OPLS-DA for Fifteen Batches of **1**

1.48 ～ 10.40、3.97 ～ 15.16、18.55 ～ 56.60、27.55 ～ 59.81、21.53 ～ 52.61 和 9.24 ～ 23.48 mg/g。

采用 HCA 和 OPLS-DA 法对 15 批 **1** 进行质量评价，结果显示 15 批 **1** 可聚为 3 类，6 种成分含量差异较大，除了药材产地、生长环境的差别，炮制工艺也可能是导致差异的原因之一。

综上所述，本研究建立的 QAMS 法快速、简便、准确，可为 **1** 饮片的质量控制及临床合理应用提供科学依据。

参考文献：

[1]　叶定江, 张世臣, 吴　皓. 中药炮制学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011.

[2]　徐兴楠, 笔雪艳, 宁　夏, 等. 中药槐角有效成分、药理作用及炮制历史研究进展[J]. 亚太传统医药, 2021, **17**(11): 206-212.

[3]　FENG C, JIN S, XIA X X, *et al*. Effective bioconversion of sophoricoside to genistein from *Fructus Sophorae* using immobilized *Aspergillus niger* and *Yeast* [J]. *World J Microbiol Biotechnol*, 2015, **31**(1): 187.

[4]　胡玉霞, 余世春, 王圣男, 等. 凉血止血中药的研究进展[J]. 现代中药研究与实践, 2014, **28**(2): 66-69.

[5]　吉林省药品监督管理局. 吉林省中药饮片炮制规范 第一册[S]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2020: 218.

[6]　上海市卫生局. 上海市中药饮片炮制规范[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2007: 291.

[7]　江苏省药品监督管理局. 江苏省中药饮片炮制规范第二册[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2020.

[8]　安徽省药品监督管理局. 安徽省中药饮片炮制规范[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2019: 314.

[9]　云南省食品药品监督管理局. 云南省中药饮片标准 第二册[S]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2005: 170.

[10]　李文兵, 邢　冷, 胡昌江, 等. 一测多评法同时测定枇杷叶标准汤剂中3种绿原酸[J]. 中成药, 2022, **44**(1): 202-205.

[11]　GAO L. Study on quality evaluation of garidi-5 by fingerprint combined with quantitative analysis of multi-components by single marker(QAMS) [J]. *Chem Pap*, 2021, **76**(1): 545-555.

[12]　吕晓霞, 陈宗良, 陈桂茜, 等. 一测多评法在仙灵骨葆胶囊中多成分检测的应用研究[J]. 中草药, 2016, **47**(24): 4374-4378.