一叶萩药材质量控制方法研究Δ

张　静*，孟灵旭，张洪涛，朱正华，孟相俊，张啸环#（长春中医药大学药学院，长春　130117）

中图分类号　R917；R284.1　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408（2023）05-0560-05
DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2023.05.09

摘　要　目的　建立一叶萩药材的质量控制方法。**方法**　参照2020年版《中国药典》（四部）方法对一叶萩药材进行显微鉴别和薄层色谱（TLC）鉴别，并测定药材中的水分、总灰分及酸不溶性灰分、醇溶性浸出物；采用高效液相色谱（HPLC）法测定药材中一叶萩碱的含量。**结果**　一叶萩药材的粉末呈灰绿色，气孔、花粉粒、草酸钙簇晶、导管等显微特征明显。TLC鉴别结果显示，16批药材样品的供试品色谱中，在与一叶萩碱、芦丁、槲皮素对照品及一叶萩对照药材色谱相应的位置上分别显相同颜色的斑点。16批药材样品的水分、总灰分、酸不溶性灰分、醇溶性浸出物的平均质量分数分别为9.26%、6.96%、1.17%、28.89%。一叶萩碱进样量在0.052 4～0.524 0 μg范围内与峰面积成良好的线性关系（R^2=0.999 8）；精密度、重复性、稳定性（24 h）试验的RSD均小于3%（n为6或7）；平均加样回收率为97.47%，RSD为1.63%（n=6）。16批药材样品中的一叶萩碱含量为1.003～6.872 mg/g。**结论**　建立了一叶萩药材的质量控制方法，并初步拟定该药材中水分、总灰分及酸不溶性灰分分别不得过12.0%、9.0%、2.0%，醇溶性浸出物不得少于20%，一叶萩碱含量不得低于1.00 mg/g。

关键词　一叶萩；质量控制；显微鉴别；薄层色谱法；高效液相色谱法；一叶萩碱

Study on quality control method of *Flueggea suffruticosa*

ZHANG Jing, MENG Lingxu, ZHANG Hongtao, ZHU Zhenghua, MENG Xiangjun, ZHANG Xiaohuan (College of Pharmacy, Changchun University of Chinese Medicine, Changchun 130117, China)

ABSTRACT　OBJECTIVE To establish the quality control method of *Flueggea suffruticosa*. **METHODS** The microscopical identification and thin layer chromatography (TLC) of *F. suffruticosa* were carried out, and the mass fractions of moisture, total ash, acid-insoluble ash and alcohol-soluble extracts in *F. suffruticosa* were measured based on the 2020 version of *Chinese Pharmacopoeia* (part Ⅳ). The content of securinine in medicinal materials was determined by high performance liquid chromatography. **RESULTS** The powder of *F. suffruticosa* was gray-green, with obvious microscopic characteristics such as pores, pollen grains, calcium oxalate cluster crystals, ducts. The results of TLC identification showed that in the chromatograms of 16 batches of medicinal samples, the same color spots were found on the corresponding positions of the chromatograms of securinine, rutin, quercetin and *F. suffruticosa* control. The average mass fractions of moisture, total ash, acid-insoluble ash and alcohol-soluble extracts in 16 batches of medicinal materials were 9.26%, 6.96%, 1.17% and 28.89%, respectively. The injection volume of securinine in the range of 0.052 4-0.524 0 μg had a good linear relationship with the peak area (R^2=0.999 8). RSDs of precision, repeatability and stability (24 h) test were all less than 3% (n=6 or 7). The average recovery of sample was 97.47%, RSD was 1.63% (n=6). The content of securinine in 16 batches of medicinal materials was 1.003-6.872 mg/g. **CONCLUSIONS** The quality control method of *F. suffruticosa* is established, and the mass fractions of moisture, total ash and acid-insoluble ash should not exceed 12.0%, 9.0% and 2.0%, respectively; the alcohol-soluble extract should not be less than 20%, and the content of securinine should not be less than 1.00 mg/g.

KEYWORDS　*Flueggea suffruticosa*; quality control; microscopic identification; thin layer chromatography; high performance liquid chromatography; securinine

一叶萩为大戟科白饭树属植物一叶萩*Flueggea suffruticosa*（Pall.）Baill.的干燥叶或带花叶的嫩枝，为我国民间常用草药，分布广泛，药用资源丰富。该药具有祛风活血、益肾强筋的功能，常用于治疗风湿腰痛、四肢麻木、阳痿、小儿疳积、面神经麻痹、小儿麻痹症后遗症等[1-2]。现代药理学研究表明，一叶萩可以作用于中枢神经系统，并具有抗肿瘤、抗病毒以及治疗再生障碍性贫血等多种药理作用[3]。

目前一叶萩被收载于1986年版《吉林省中药炮制标准》和1986年版《浙江省中药炮制规范》。以上标准形成

Δ **基金项目**　吉林省中药材标准及中药饮片炮制规范项目（No. JLYC-2020-034）

＊**第一作者**　硕士研究生。研究方向：中药炮制技术及科学内涵。E-mail：1042354491@qq.com

通信作者　教授，硕士生导师。研究方向：中药炮制技术及科学内涵。E-mail：619787310@qq.com

较早，只记载了一叶萩的名称、来源及性状描述，没有质量控制项目，已不适应目前对中药质量控制的相关要求。一叶萩主要含有生物碱类、黄酮及其苷类、岩白菜素类、酚酸类及鞣质等多种化学成分[4]。其中一叶萩型生物碱类化合物为其主要化学成分，其主要单体成分为一叶萩碱。一叶萩碱主要作用于中枢神经，能增加大脑、脊髓、肝、肾、骨骼肌的耗氧量[5-6]，具有中枢神经系统兴奋活性，该活性与一叶萩可治疗小儿麻痹后遗症及神经麻痹等作用相关[7]。芦丁和槲皮素是黄酮类代表成分，可用于防治高血压及作为动脉硬化的辅助治疗剂，具有抗氧化、抗炎等作用[3]。基于此，本研究对一叶萩药材进行了显微鉴别，水分、总灰分、酸不溶性灰分和浸出物测定，采用薄层色谱（thin layer chromatography，TLC）法定性鉴别了药材中的一叶萩碱、芦丁和槲皮素，并采用高效液相色谱（high pressure chromatography，HPLC）法测定了一叶萩碱的含量，旨在为完善该药材的质量标准提供参考依据。

1　材料

1.1　主要仪器

本研究所用的主要仪器有LC-2030型HPLC仪（日本Shimadzu公司）、CX43型生物显微镜（日本Olympus公司）、AB2665S型十万分之一电子分析天平（瑞士Mettler Toledo公司）、Q-250型超声波清洗器（昆山市超声仪器有限公司）。

1.2　主要药材与试剂

一叶萩碱对照品（批号R04J9F6290）、芦丁对照品（批号M09HB177693）、槲皮素对照品（批号100081-201610）均购自上海源叶生物科技有限公司，纯度均大于98%；硅胶G薄层板购自青岛海洋化工有限公司；三乙胺、乙腈为色谱纯，其余试剂均为分析纯，水为超纯水。16批一叶萩药材样品均采集于吉林省（表1），经长春中医药大学药学院翁丽丽教授鉴定均为大戟科白饭树属植物一叶萩*F. suffruticosa*（Pall.）Baill的干燥叶或带花叶的嫩枝。将药材晾干后粉碎，过二号和三号筛，备用。其中，批号为2021060807（编号YYQ-7）的一叶萩药材（带花叶嫩枝）经基原鉴定、干燥后作为对照药材。

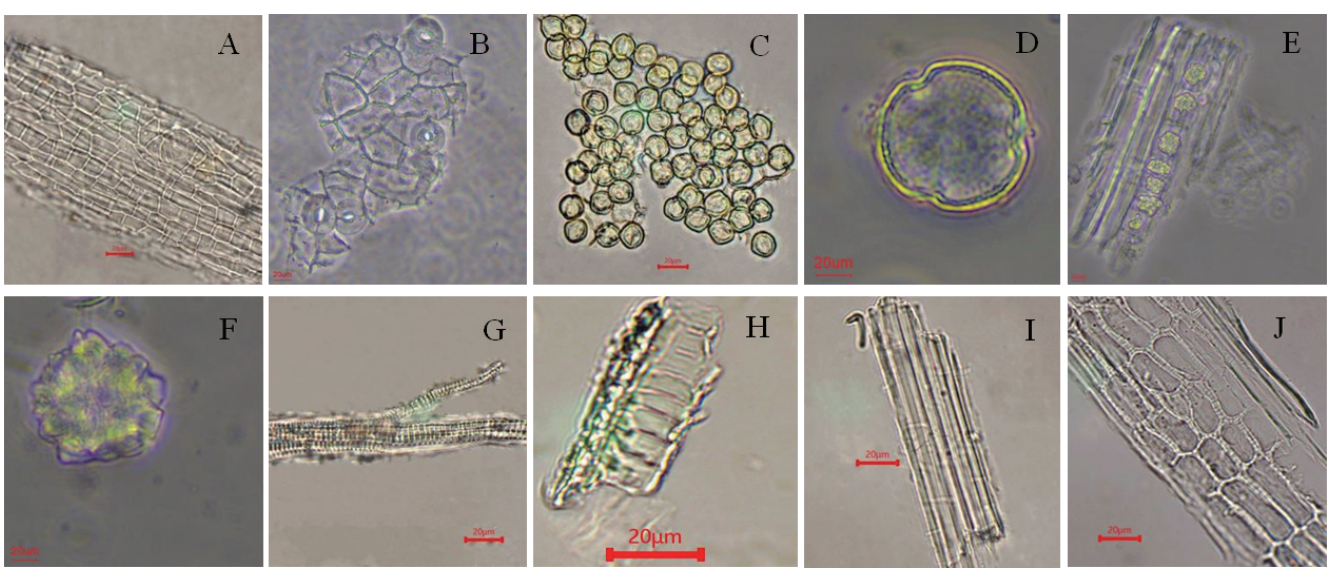
表1　16批一叶萩药材样品信息

编号	批号	产地/采集地	采集时间
YYQ-1	2020091201	通化市东昌区环通乡	2020年9月
YYQ-2	2020091202	通化市通化县二密镇	2020年9月
YYQ-3	2020081003	通化市东昌区金厂镇	2020年8月
YYQ-4	2020081004	通化市通化县光华镇	2020年8月
YYQ-5	2020081005	通化市二道江区桃园	2020年8月
YYQ-6	2021060806	通化市柳河县驼腰岭镇	2021年6月
YYQ-7	2021060807	通化市柳河县驼腰岭镇	2021年6月
YYQ-8	2021062708	磐石市烟筒山镇望海楼山	2021年6月
YYQ-9	2021062509	长春市双阳区山河镇羊圈村于家街屯东山	2021年6月
YYQ-10	2021070110	白山市浑江区河口六队白山至临江铁路边	2021年7月
YYQ-11	2021071411	桦甸市水泥厂后山	2021年7月
YYQ-12	2021071412	桦甸市八道河子镇八道河子村西崴子屯	2021年7月
YYQ-13	2021072013	白山市临江市大栗子镇北山头路边	2021年7月
YYQ-14	2021072014	白山市临江市花山镇青沟子村东侧铁路边	2021年7月
YYQ-15	2021072115	白山市浑江区河口六队白山至临江铁路边	2021年7月
YYQ-16	2021072116	通化市辉南县金川镇大烟筒屯北侧路边	2021年7月

2　方法与结果

2.1　显微鉴别

一叶萩药材粉末（过五号筛）呈灰绿色，叶表皮细胞呈多角形、类方形及长方形；气孔为不定式，副卫细胞4～7个；草酸钙簇晶直径5～20 μm，常排列成行；导管为螺纹、环纹、网纹和具缘纹孔导管，直径5～40 μm。带花叶嫩枝的花粉粒呈类球形，直径约15 μm，有3个萌发孔；纤维多成束，直径约10 μm；木薄壁细胞呈类方形或长方形，壁木化增厚。一叶萩药材的显微鉴别图见图1。

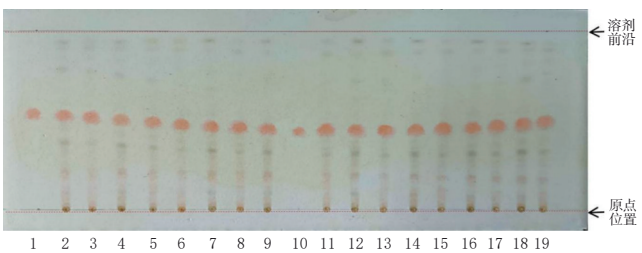


A：叶表皮细胞；B：气孔；C～D：花粉粒；E～F：草酸钙簇晶；G～H：导管；I：纤维；J：木薄壁细胞

图1　一叶萩药材的显微鉴别图（编号YYQ-7）

2.2 TLC鉴别

2.2.1 一叶萩碱的TLC鉴别 参考文献[8—9]，取16批一叶萩药材粉末（过二号筛）各1 g，加浓氨水10 mL浸泡1 h，加三氯甲烷20 mL，静置3 h，超声（功率150 W，频率40 kHz，下同）30 min，滤过，滤液蒸干，残渣加无水乙醇1 mL溶解，作为供试品溶液。再取一叶萩对照药材适量，同法制得对照药材溶液。另取一叶萩碱对照品适量，加无水乙醇配制成质量浓度为1 mg/mL的对照品溶液。按照2020年版《中国药典》（四部）中的TLC法[10]，取上述供试品溶液、对照药材溶液和一叶萩碱对照品溶液各4 μL，点于同一硅胶G薄层板上，用三氯甲烷-石油醚-乙醇（9∶9∶1，*V*/*V*/*V*）为展开剂，展开，取出，晾干，用改良的碘化铋钾溶液喷雾显色。结果显示，供试品溶液色谱在与对照药材及一叶萩碱对照品色谱相应的位置上，显相同颜色的斑点。一叶萩碱的TLC鉴别图见图2。

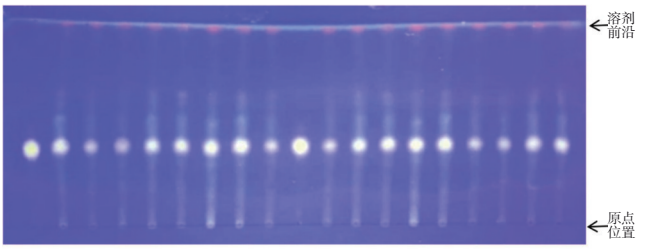


1、10：一叶萩碱对照品；2：一叶萩对照药材；3～9、11～19：一叶萩药材样品

图2 一叶萩碱的TLC鉴别图

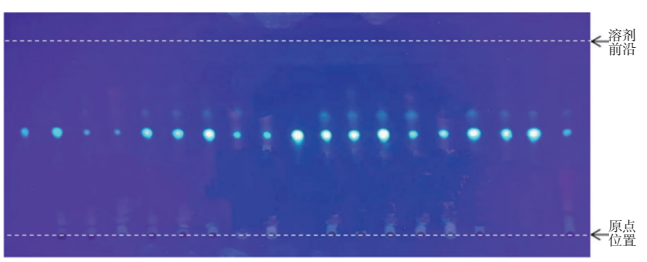
2.2.2 芦丁的TLC鉴别 参考文献[11]，取16批一叶萩药材粉末（过二号筛）各2 g，置具塞锥形瓶中，加入20 mL石油醚后静置1 h，过滤，收集滤渣，加60%甲醇溶液30 mL，超声30 min，过滤，即得供试品溶液。再取一叶萩对照药材适量，同法制得对照药材溶液。另取芦丁对照品适量，加甲醇制成质量浓度为1 mg/mL的对照品溶液。按照2020年版《中国药典》（四部）中的TLC法[10]，取上述供试品溶液、对照药材溶液和芦丁对照品溶液各2 μL，点于同一硅胶G薄层板上，以乙酸乙酯-甲酸-水（8∶1∶1，*V*/*V*/*V*）为展开剂，展开，取出，晾干，喷以1%三氯化铝乙醇溶液，在365 nm波长紫外灯下观察。结果显示，供试品溶液色谱在与对照药材及芦丁对照品色谱相应的位置上，显相同颜色的荧光斑点。芦丁的TLC鉴别图见图3。

2.2.3 槲皮素的TLC鉴别 参考文献[12]，取16批一叶萩药材粉末（过二号筛）各1 g，置具塞锥形瓶中，加甲醇-25%盐酸（4∶1，*V*/*V*）溶液15 mL，超声提取60 min，过滤，即得供试品溶液。再取一叶萩对照药材适量，同法制得对照药材溶液。另取槲皮素对照品适量，加甲醇制成质量浓度为0.2 mg/mL的对照品溶液。按照2020年版《中国药典》（四部）中的TLC法[10]，取上述供试品溶液、对照药材溶液和槲皮素对照品溶液各2 μL，点于同一硅胶G薄层板上，以乙酸乙酯-甲酸-甲苯（2∶1∶5，*V*/*V*/*V*）为展开剂，展开，取出，晾干，喷以3%三氯化铝乙醇溶液，在365 nm波长紫外灯下观察。结果显示，供试品溶液色谱在与对照药材及槲皮素对照品色谱相应的位置上，显相同颜色的荧光斑点。槲皮素的TLC鉴别图见图4。



1、10：芦丁对照品；2：一叶萩对照药材；3～9、11～19：一叶萩药材样品

图3 芦丁的TLC鉴别图



1、10：槲皮素对照品；2：一叶萩对照药材；3～9、11～19：一叶萩药材样品

图4 槲皮素的TLC鉴别图

2.3 水分、总灰分及酸不溶性灰分的测定

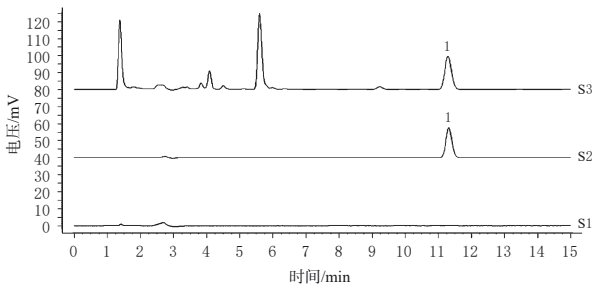
按照2020年版《中国药典》（四部）“通则0832”项下“烘干法”和“通则2302”项下方法测定一叶萩药材样品中的水分、总灰分及酸不溶性灰分[10]。结果显示，16批一叶萩药材样品中的水分质量分数为7.65%～10.35%，平均值为9.26%；总灰分质量分数为5.67%～8.29%，平均值为6.96%；酸不溶性灰分质量分数为0.61%～1.98%，平均值为1.17%。以平均值上浮20%为大致标准，初步拟定一叶萩药材中的水分不得过12.0%，总灰分不得过9.0%，酸不溶性灰分不得过2.0%。

2.4 浸出物测定

取一叶萩药材样品粉末（过二号筛），用70%乙醇作为提取溶剂，按照2020年版《中国药典》（四部）“通则2201”项下“热浸法”进行测定[10]。结果显示，16批一叶萩药材样品中醇溶性浸出物的质量分数在22.77%～37.24%之间，平均值为28.89%。以平均值下调20%为大致标准，初步拟定一叶萩药材中醇溶性浸出物不得少于20.0%。

2.5 一叶萩碱的含量测定

2.5.1 色谱条件 色谱柱为Waters XBridge C_{18}(4.6 mm×250 mm,5 μm),流动相为乙腈-0.01%三乙胺(30∶70,*V*/*V*),流速为1.0 mL/min,检测波长为255 nm,柱温为30 ℃,进样量为10 μL。在此色谱条件下,供试品溶液中一叶萩碱的分离度良好,不受其他成分干扰。HPLC图见图5。



S1:空白对照;S2:一叶萩碱对照品溶液;S3:供试品溶液(编号YYQ-7);1:一叶萩碱

图5 一叶萩碱含量测定的HPLC图

2.5.2 对照品溶液的制备 取一叶萩碱对照品适量,精密称定,加无水乙醇充分溶解,配制成质量浓度为26.2 μg/mL的对照品溶液。

2.5.3 供试品溶液的制备 参考文献[13],取一叶萩药材粉末(过三号筛)约1 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入氨水1 mL,再精密加入三氯甲烷50 mL,密塞,称定质量,静置12 h,超声30 min,再称定质量,用三氯甲烷补足减失的质量,滤过;精密量取续滤液10 mL,置蒸发皿中蒸干,残渣加无水乙醇溶解并转移至25 mL容量瓶中,加无水乙醇定容,摇匀,进样前过0.22 μm微孔滤膜,即得。

2.5.4 线性关系考察 精密吸取“2.5.2”项下对照品溶液2、4、6、8、12、16、20 μL,注入HPLC仪中,按“2.5.1”项下色谱条件测定峰面积。以峰面积为纵坐标(*Y*)、进样量为横坐标(*X*)进行线性回归,得回归方程为$Y=4.000\,0\times10^{6}X-7.959\,2\times10^{3}$($R^2=0.999\,8$)。结果显示,一叶萩碱的进样量在0.052 4~0.524 0 μg范围内与峰面积成良好的线性关系。

2.5.5 重复性试验 取同批一叶萩药材样品(编号YYQ-7)6份,每份约1 g,精密称定,按“2.5.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.5.1”项下色谱条件进样测定,以外标法计算样品中一叶萩碱的含量。结果显示,一叶萩碱的平均含量为3.017 mg/g,RSD为2.13%($n=6$),表明该方法重复性良好。

2.5.6 精密度试验 精密吸取一叶萩碱对照品溶液10 μL,按“2.5.1”项下色谱条件重复进样测定6次,计算峰面积。结果显示,峰面积的RSD为0.50%($n=6$),表明仪器精密度良好。

2.5.7 稳定性试验 取一叶萩药材样品(编号YYQ-7)1 g,精密称定,按“2.5.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.5.1”项下色谱条件在制备后0、4、6、8、10、12、24 h分别进样测定,计算峰面积。结果显示,峰面积的RSD为0.98%($n=7$),表明供试品溶液在室温下24 h内稳定性良好。

2.5.8 加样回收率试验 取15.13 mg一叶萩碱对照品,置于500 mL容量瓶中,加三氯甲烷溶解并定容,即得质量浓度为0.030 26 mg/mL的对照品溶液。取一叶萩药材样品(编号YYQ-7)6份,每份约0.5 g,精密称定,分别精密加入上述对照品溶液(质量浓度为0.030 26 mg/mL)50 mL,按“2.5.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.5.1”项下色谱条件进样测定,计算加样回收率,结果见表2。由表2可知,一叶萩碱的平均加样回收率为97.47%,RSD为1.63%($n=6$),表明该方法准确度良好。

表2 加样回收率试验结果($n=6$)

取样量/g	样品含量/mg	加标量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
0.506 2	1.524	1.513	2.980	96.24	97.47	1.63
0.503 8	1.517	1.513	3.012	98.83		
0.500 7	1.508	1.513	3.019	99.90		
0.502 6	1.513	1.513	2.979	96.85		
0.501 2	1.509	1.513	2.981	97.27		
0.500 3	1.506	1.513	2.955	95.75		

2.5.9 样品含量测定 取16批一叶萩药材样品粉末(过三号筛),每份约1 g,精密称定,按“2.5.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.5.1”项下色谱条件进样测定,以外标法计算样品中一叶萩碱的含量,每批样品平行测定3次,取平均值,结果见表3。由表3可知,16批样品中一叶萩碱的含量在1.003~6.872 mg/g之间。考虑到质量标准制定的适用性和药材来源的差异性,本研究以略低于一叶萩碱含量最低值设限,初步拟定本品中一叶萩碱含量不得低于1.00 mg/g。

表3 16批一叶萩药材样品中一叶萩碱的含量测定结果($n=3$,mg/g)

编号	批号	一叶萩碱含量	编号	批号	一叶萩碱含量
YYQ-1	2020091201	2.024	YYQ-9	2021062509	1.029
YYQ-2	2020091202	2.959	YYQ-10	2021070110	5.470
YYQ-3	2020081003	6.872	YYQ-11	2021071411	3.406
YYQ-4	2020081004	1.818	YYQ-12	2021071412	2.979
YYQ-5	2020081005	2.572	YYQ-13	2021072013	1.538
YYQ-6	2021060806	4.560	YYQ-14	2021072014	1.493
YYQ-7	2021060807	3.017	YYQ-15	2021072115	1.003
YYQ-8	2021062708	3.797	YYQ-16	2021072116	3.056

3 讨论

3.1 TLC鉴别条件的选择

在一叶萩碱的TLC鉴别中,笔者前期考察了静置时间(1、2、3 h)、点样量(2、3、4 μL)对鉴别结果的影响,结果显示当样品静置3 h、点样量为4 μL时,所得色谱图分离度较好、比移值(Rf值)适宜、斑点清晰。在芦丁的

TLC鉴别中，笔者前期考察了不同提取溶剂（60%乙醇、60%甲醇）对鉴别结果的影响，结果显示以60%甲醇超声提取样品，所得色谱图分离度较好、Rf值适宜。在槲皮素的TLC鉴别中，笔者前期以乙酸乙酯-甲苯-甲酸-水（17∶0.8∶2∶2，*V*/*V*/*V*/*V*）作为展开剂，结果显示色谱图具有严重拖尾现象，且Rf值较大；后将展开剂改为乙酸乙酯-甲酸-甲苯（2∶1∶5，*V*/*V*/*V*），所得色谱图斑点清晰、分离度较好、Rf值适宜。此外，笔者还考察了样品在不同温度、不同湿度、不同厂家薄层板下的展开效果，发现与本研究上述结果并无明显差别，表明该方法耐用性较好。

3.2 浸出物测定方法和浸出溶剂体积分数的确定

一叶萩中的主要化学成分为生物碱类、黄酮类、酚酸类以及微量元素，大部分是醇溶性成分。以有效成分溶出度高、杂质溶出度低为原则，本研究按照2020年版《中国药典》（四部）“通则2201”浸出物测定法[10]，考察了不同浸出方法（冷浸法、热浸法）和不同体积分数浸出溶剂（50%乙醇、60%乙醇、70%乙醇、95%乙醇）的浸出物测定结果。结果表明，采用热浸法测出的浸出物质量分数较高；随着乙醇体积分数的增加，浸出物质量分数逐渐降低，虽然采用50%乙醇和60%乙醇作为浸出溶剂时的浸出物质量分数较高，但过滤时间较长、操作困难，影响了结果的准确性，故经综合考虑，最终选用70%乙醇作为浸出溶剂。

3.3 定量检测

3.3.1 HPLC条件的选择 取一叶萩碱对照品溶液，用紫外分光光度计进行全波长扫描，结果显示其在255 nm波长处有较强吸收，基线较平稳，分离度较好，且测定不受杂质干扰，故本研究最终选择255 nm作为检测波长。同时，本研究前期考察了不同流动相（乙腈-水、乙腈-0.1%磷酸、乙腈-0.01%三乙胺）及不同流动相比例（40∶60、30∶70、20∶80，*V*/*V*）对色谱峰峰形的影响，结果发现采用乙腈-0.01%三乙胺（30∶70，*V*/*V*）作为流动相，一叶萩碱色谱峰的峰形对称、分离度较好，且能够防止拖尾[14]。此外，本研究还对不同柱温（25、30、35 ℃）、不同色谱柱（Waters XBridge C_{18}、Agilent TC-C_{18}、Hypersil ODS C_{18}）、不同流速（0.8、1.0、1.2 mL/min）进行了考察，结果显示采用文中色谱条件，所得结果更稳定可靠。

3.3.2 供试品溶液制备条件的选择 本研究分别考察了不同氨水加入量（0.5、1、2 mL）、不同溶剂量（25、50、100 mL）、不同静置时间（0、12 h）、不同超声提取时间（20、30、40 min）对一叶萩药材样品中一叶萩碱含量的影响。结果显示，供试品溶液的最佳制备方法是加入1 mL氨水，精密加入50 mL三氯甲烷，静置12 h，超声提取30 min。

综上所述，本研究对一叶萩药材进行了显微、TLC鉴别，水分、总灰分及酸不溶性灰分、醇溶性浸出物测定，对药材中主要化学成分一叶萩碱的含量进行了测定，并初步拟定了各指标的限度标准，可为该药材的质量控制和质量标准制定提供依据，有利于推动一叶萩药材资源的开发和利用。

参考文献

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志：第四十四卷第一分册[M]. 北京：科学出版社，2004：69-70.

[2] 南京中医药大学. 中药大辞典[M]. 2版. 上海：上海科学技术出版社，2006：2.

[3] 陆小娟. 叶底珠叶化学成分的研究[D]. 长春：吉林大学，2010.

[4] CHIRKIN E，ATKATLIAN W，PORÉE F H. The *Securinega* alkaloids[J]. Alkaloids Chem Biol，2015，74：1-120.

[5] 吴海燕，周金云. 一叶萩的化学成分研究[J]. 中国中药杂志，2004，29(6)：535-537.

[6] RAJ D，LUCZKIEWICZ M. *Securinega suffruticosa*[J]. Fitoterapia，2008，79(6)：419-427.

[7] 谢秋杰. 一叶萩枝叶的生物碱类成分研究[D]. 广州：暨南大学，2019.

[8] 吕海花，李雪晴，王冉冉，等. 叶底珠各部位中一叶萩碱和别一叶萩碱的含量测定[J]. 山东科学，2016，29(2)：9-13.

[9] 伍朝贇，章育中. 一叶萩及一叶萩碱片中一叶萩碱测定方法的研究[J]. 中草药，1982，13(6)：19-23.

[10] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：四部[S]. 2020年版. 北京：中国医药科技出版社，2020：59，114-115，232，234.

[11] 高林晓，石慧丽，文冬冬，等. 高效液相色谱法同时测定刺三加叶中芦丁和没食子酸含量[J]. 理化检验：化学分册，2021，57(4)：339-343.

[12] 胡英婕. TLC定性鉴别红景天中的槲皮素[J]. 化学工程与装备，2020(9)：231-232.

[13] 王小明，郑鸿雁. 一叶萩碱的提取工艺优化[J]. 农产食品科技，2011(3)：6-11.

[14] 张丹，王昌利，卜雕雕，等. 高效液相色谱法同时测定延胡索中5种生物碱含量的方法学研究[J]. 中南药学，2018，16(12)：1759-1762.

（收稿日期：2022-09-09 修回日期：2023-02-06）

（编辑：胡晓霖）