doi:10.3969/j.issn.1006－4931.2021.12.019

祛喘胶囊质量标准研究

王 婧

（江苏省连云港市食品药品检验检测中心，江苏 连云港 222000）

摘要：目的 建立祛喘胶囊的质量标准。**方法** 采用薄层色谱法对方中白芷、黄芪、炙甘草进行定性鉴别；采用高效液相色谱法测定欧前胡素、异欧前胡素的含量，色谱柱为 Shiseido Capcell PAK C_{18} 柱（250 mm×4.6 mm，5 μm），流动相为甲醇－水（75∶25，*V*/*V*），检测波长为 249 nm，流速为 1.0 mL/min，柱温为 25 ℃，进样量为 10 μL；采用高效液相色谱法测定木兰脂素的含量，色谱柱、流速、进样量、柱温不变，流动相为甲醇－水（40∶60，*V*/*V*），检测波长为 278 nm。**结果** 白芷、黄芪、炙甘草的薄层色谱斑点清晰，分离度好，阴性对照无干扰。欧前胡素、异欧前胡素和木兰脂素的质量浓度分别在 2.096～41.910 μg/mL、2.086～41.710 μg/mL、4.156～83.130 μg/mL（*r* 均为 0.999 9）范围内与峰面积线性关系良好；精密度、稳定性、重复性试验的 *RSD* 均小于 2.0%，平均加样回收率分别为 101.38%，100.98%，98.12%，*RSD* 分别为 0.83%，1.29%，1.49%（*n*＝9）。**结论** 所建立的标准可用于祛喘胶囊的质量控制。

关键词：祛喘胶囊；质量标准；薄层色谱法；高效液相色谱法

中图分类号：R932；R284.1；R286.0 **文献标志码：**A **文章编号：**1006－4931(2021)12－0071－05

Quality Standard of Quchuan Capsules

WANG Jing

（*Lianyungang Center for Food and Drug Control*, *Lianyungang*, *Jiangsu*, *China* 222000）

Abstract: Objective To establish a quality standard of Quchuan Capsules. **Methods** Thin－layer chromatography（TLC）method was used for the qualitative identification of *Angelicae Dahuricae Radix*, *Astragali Radix*, *Glycyrrhizae Radix* et *Rhizoma Preparata* cum Melle in Quchuan Capsules. High－performance liquid chromatography（HPLC）method was used for the content determination of imperatorin, isoimperatorin and magnolia in Quchuan Capsules, the chromatographic column was Shiseido Capcell PAK C_{18} column（250 mm×4.6 mm, 5 μm）, the mobile phase was methanol－water（75∶25, *V*/*V*）for imperatorin and isoimperatorin, and acetonitrile－water（40∶60, *V*/*V*）for magnolia, the detection wavelength was 249 nm for imperatorin and isoimperatorin, and 278 nm for magnolia, the flow rate was 1.0 mL/min, the column temperature was 25 ℃, and the injection volume was 10 μL. **Results** TLC spots of *Angelicae Dahuricae Radix*, *Astragali Radix*, *Glycyrrhizae Radix* et *Rhizoma Preparata* cum Melle were clear with good separation and the negative control had no interference. The linear ranges of imperatorin, isoimperatorin and magnolia were 2.096－41.910 μg/mL, 2.086－41.710 μg/mL, 4.156－83.130 μg/mL（*r*＝0.999 9）, respectively. *RSD*s of precision, stability and repeatability tests were less than 2.0%. The average recoveries of imperatorin, isoimperatorin and magnolia were 101.38%, 100.98% and 98.12% with *RSD*s of 0.83%, 1.29%, 1.49%（*n*＝9）, respectively. **Conclusion** The established standard can be used for the quality control of Quchuan Capsules.

Key words: Quchuan Capsules; quality standard; TLC; HPLC

祛喘胶囊由白芷、辛夷、黄芪、炙甘草、紫河车等 5 味药材组方，有固本、祛喘、开窍之功效，临床用于小儿哮喘缓解期的治疗。白芷为方中君药，以欧前胡素和异欧前胡素为代表的 6,7－呋喃香豆素类化合物是其主要药效成分[1－2]，具有解热、消炎、止痛、抗惊厥、抑制肿瘤等药理作用[3－6]。辛夷为方中臣药，能发散风寒、通鼻窍[7]，常用于治疗风寒感冒、鼻塞，其主要有效成分为挥发油、木脂素类和黄酮类化合物[8－9]，其中木兰脂素含量较高，具有一定专属性[10]。黄芪有提高人体免疫力、控制哮喘、降糖、抗衰老等作用[11－14]。黄芪甲苷是黄芪主要有效成分，属皂苷类化合物，具有调节内分泌系统和神经系统、抗炎、抗病毒等药理活性，可用于肺疾病、肝纤维化、糖尿病性肾病等的治疗[15－16]。祛喘胶囊现行质量标准（JSZBZ20090609Z）对制剂中 5 味药材均无定性定量评价方法，给小儿用药带来了安全隐患。本研究中采用薄层色谱（TLC）法对该制剂中的白芷、黄芪、炙甘草进行定性鉴别，采用高效液相色谱（HPLC）法测定其中欧前胡素、异欧前胡素和木兰脂素的含量，为有效控制祛喘胶囊的质量提供参考。现报道如下。

1 仪器与试药

1.1 仪器

Linomat 5 型薄层点样成像仪（瑞士 Camag 公司）；HWS－28 型电热恒温水浴锅（上海一恒科学仪器有限公司）；SC－208A 型冰箱（河南新飞电器集团股份有限公司）；WG2003 型台式干燥箱（中国重庆实验设备场一厂）；Agilent 1260 型高效液相色谱仪，包括在线脱气机、四元梯度泵、自动进样器、G4212B 型 DAD 检测器，Agilent 色谱工作站（安捷伦科技有限公司）；BT125D 型电子天

第一作者：王婧，女，硕士研究生，主管药师，研究方向为药品检验及质量标准，（电子信箱）704279833@qq.com。

平(赛多利斯科学仪器有限公司,精度为十万分之一);SYWQ800型超声波清洗器(山东申仪电子科技有限公司)。

1.2 试药

祛喘胶囊(A医院自制,批号分别为20150428,20160519,20170502);欧前胡素对照品(批号为110826-201616,含量为99.6%),异欧前胡素对照品(批号为110827-201410,含量为99.7%),黄芪甲苷对照品(批号为110781-201717,含量为96.9%),甘草次酸对照品(批号为110723-201715,含量为99.6%),木兰脂素对照品(批号为110882-201607,含量为98.4%),白芷对照药材(批号为120945-200406),均购自中国食品药品检定研究院;硅胶G薄层板(德国Merck公司);甲醇、乙腈均为色谱纯,其余试剂均为分析纯,水为超纯水。

2 方法与结果

2.1 定性鉴别

白芷:取样品内容物1.0 g,精密称定,加乙醚10 mL,超声(功率为700 W,频率为40 Hz,下同)处理30 min,滤过,滤液蒸干,残渣加乙酸乙酯1 mL使溶解,即得供试品溶液。取白芷对照药材粉末1.0 g,精密称定,同供试品溶液制备方法制备对照药材溶液。取欧前胡素和异欧前胡素对照品各适量,加甲醇溶解,制成质量浓度均为1 mg/mL的混合对照品溶液。按祛喘胶囊处方和工艺制备缺白芷的阴性样品,并按供试品溶液制备方法制备阴性对照品溶液。按2015年版《中国药典》(四部)TLC法试验,精密吸取对照品溶液2 μL及对照药材溶液、供试品溶液、阴性对照品溶液各5 μL,分别点于同一硅胶G薄层板上,以石油醚(30~60 ℃)-乙醚(3∶2,*V*/*V*)为展开剂,展开,取出,晾干,置紫外光灯(365 nm)下检视。供试品溶液色谱中,在与对照药材溶液和对照品溶液色谱相应位置上显相同颜色的斑点,阴性对照无干扰,详见图1 A。

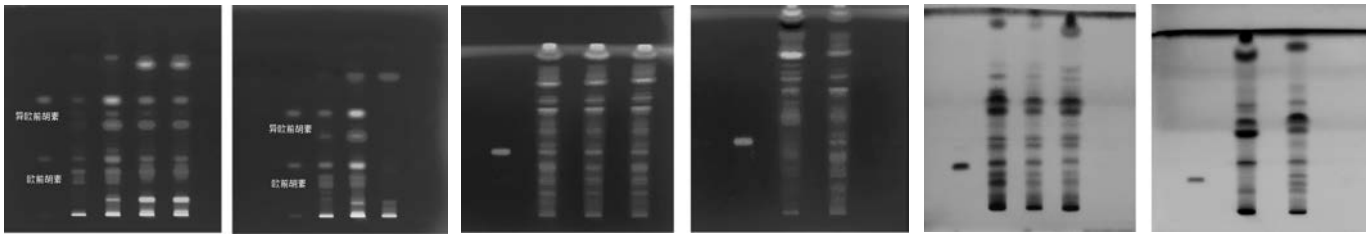
黄芪:取样品内容物1.5 g,精密称定,加水饱和的正丁醇20 mL,超声处理30 min,滤过,用氨试液洗涤2次,每次10 mL,弃去氨液,正丁醇液蒸干,残渣加甲醇1 mL使溶解,即得供试品溶液。取黄芪甲苷对照品,加甲醇溶解,制成质量浓度为1 mg/mL的黄芪对照品溶液。按祛喘胶囊处方和工艺制备缺黄芪的阴性样品,并按供试品溶液制备方法制备阴性对照品溶液。按2015年版《中国药典》(四部)TLC法试验,精密吸取对照品溶液2 μL及供试品溶液、阴性对照品溶液各4 μL,分别点于同一硅胶G薄层板上,以二氯甲烷-乙酸乙酯-甲醇-水(2∶4∶2∶1,*V*/*V*/*V*/*V*)在10 ℃以下放置的下层溶液为展开剂,展开,取出,晾干,置紫外光灯(365 nm)下检视。供试品溶液色谱中,在与对照品溶液色谱相应位置上显相同颜色的斑点,阴性对照无干扰,详见图1 B。

炙甘草:取样品内容物1.0 g,精密称定,加盐酸1.5 mL及三氯甲烷20 mL,加热回流50 min,放冷,滤过,滤液蒸干,残渣加乙醇1 mL使溶解,即得供试品溶液。取甘草次酸对照品,加乙醇溶解制成质量浓度为1 mg/mL的甘草次酸对照品溶液。按祛喘胶囊处方和工艺制备缺炙甘草的阴性样品,并按供试品溶液制备方法制成阴性对照品溶液。按2015年版《中国药典》(四部)TLC法试验,精密吸取对照品溶液2 μL及供试品溶液、阴性对照品溶液各4 μL,分别点于同一硅胶G薄层板上,以石油醚(30~60 ℃)-甲苯-乙酸乙酯-冰醋酸(10∶20∶7∶0.5,*V*/*V*/*V*/*V*)为展开剂,展开,取出,晾干,喷以10%磷钼酸乙醇溶液,105 ℃加热至斑点显色清晰,置日光下检视。供试品溶液色谱中,在与对照品溶液色谱相应位置上显相同颜色的斑点,阴性对照无干扰,详见图1 C。

2.2 欧前胡素、异欧前胡素含量测定

2.2.1 色谱条件

色谱柱:Shiseido Capcell PAK C_{18}柱(250 mm×4.6 mm,



1. 对照品溶液 2. 对照药材溶液 3-5. 供试品溶液 6. 阴性对照品溶液

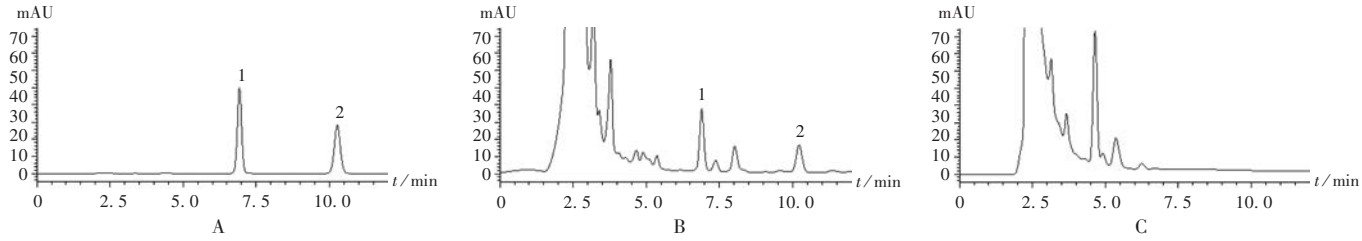
A. 白芷 B. 黄芪 C. 炙甘草

图1 薄层色谱图

1. reference solution 2. reference medicinal materials solution 3-5. test solution 6. negative reference solution

A. *Angelicae Dahuricae Radix* B. *Astragali Radix* C. *Glycyrrhizae Radix* et *Rhizoma Preparata* cun Melle

Fig. 1 TLC chromatograms



1. 欧前胡素 2. 异欧前胡素

A. 对照品溶液 B. 供试品溶液 C. 阴性对照品溶液

图 2 欧前胡素、异欧前胡素高效液相色谱图

1. imperatorin 2. isoimperatorin

A. Reference solution B. Test solution C. Negative reference solution

Fig. 2 HPLC chromatograms of imperatorin and isoimperatorin

5 μm);流动相:甲醇 – 水(75∶25, *V*/*V*);流速:1.0 mL/min;检测波长:249 nm;柱温:25 ℃;进样量:10 μL。

2.2.2 溶液制备

取欧前胡素和异欧前胡素对照品各适量,加甲醇溶解,制成质量浓度均为 20 μg/mL 的混合对照品溶液。取样品内容物 2.5 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,加甲醇 50 mL,密塞,称定质量,超声处理 45 min,放冷,再称定质量,用甲醇补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得供试品溶液。以 2.1 项下白芷阴性对照品溶液作阴性对照。

2.2.3 方法学考察

专属性试验:取 2.2.2 项下混合对照品溶液、供试品溶液、阴性对照品溶液各适量,按 2.2.1 项下色谱条件进样测定,色谱图见图 2。结果阴性对照品溶液色谱中,在与欧前胡素和异欧前胡素对照品溶液色谱相同保留时间处无干扰峰,表明方法专属性良好。

线性关系考察:取欧前胡素对照品 10.52 mg,精密称定,置 100 mL 容量瓶中,加甲醇溶解、定容并逐级稀释成质量浓度分别为 2.096, 8.382, 17.460, 26.190, 31.430, 41.910 μg /mL 的系列欧前胡素对照品溶液。称取异欧前胡素对照品 10.46 mg,精密称定,置 100 mL 容量瓶中,加甲醇溶解、定容并逐级稀释成质量浓度分别为 2.086, 8.343, 17.380, 26.070, 31.290, 41.710 μg/mL 的系列异欧前胡素对照品溶液。取 10 μL,按 2.2.1 项下色谱条件进样测定,记录峰面积。以待测成分质量浓度(*Y*, μg/mL)为纵坐标、峰面积(*X*)为横坐标进行线性回归,得欧前胡素、异欧前胡素回归方程分别为 $Y_1 = 0.040\ 63 X_1 + 0.024\ 33$, $Y_2 = 0.050\ 40 X_2 + 0.057\ 18$, *r* 均为 0.999 9($n = 6$)。结果表明,欧前胡素、异欧前胡素质量浓度分别在 2.096 ~ 41.910 μg /mL 和 2.086 ~ 41.710 μg /mL 范围内与峰面积线性关系良好。

定量限、检测限考察:分别精密量取质量浓度为 0.101 3 mg/mL 的欧前胡素对照品溶液和 0.106 9 mg/mL 的异欧前胡素对照品溶液各适量,倍比稀释,并按 2.2.1 项下色谱条件进样测定,以信噪比(S/N) = 10∶1, 3∶1 时分别计算定量限、检测限。结果欧前胡素、异欧前胡素的定量限分别为 0.040 52 μg 和 0.202 90 μg,检测限分别为 0.014 18 μg 和 0.070 92 μg。

精密度试验:取 2.2.2 项下混合对照品溶液适量,按 2.2.1 项下色谱条件连续进样测定 6 次,记录峰面积。结果欧前胡素、异欧前胡素峰面积的 *RSD* 均为 0.2%($n = 6$),表明仪器精密度良好。

稳定性试验:取 2.2.2 项下供试品溶液(批号为 20170502)适量,分别于室温下放置 0, 4, 8, 10, 12, 18, 24 h 时按 2.2.1 项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果欧前胡素、异欧前胡素峰面积的 *RSD* 分别为 1.8% 和 2.0%($n = 7$),表明供试品溶液在室温放置 24 h 内基本稳定。

重复性试验:称取样品(批号为 20170502)内容物适量,精密称定,各 6 份,按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液,再按 2.2.1 项下色谱条件进样测定,记录峰面积,并计算含量。结果欧前胡素、异欧前胡素含量的 *RSD* 分别为 1.8% 和 1.9%($n = 6$),表明方法重复性良好。

加样回收试验:取已知含量的样品(批号为 20170502)内容物适量,共 9 份,分别加入高、中、低质量浓度的对照品溶液,按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液,再按 2.2.1 项下色谱条件进样测定,记录峰面积,并计算回收率,结果见表 1。

2.2.4 样品中欧前胡素和异欧前胡素含量测定

取 3 批样品内容物各适量,分别按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液,再按 2.2.1 项下色谱条件进样测定,平行测定 3 次,记录峰面积,并计算样品含量。结果见表 2。

2.3 木兰脂素含量测定

2.3.1 色谱条件

色谱柱:Shiseido Capcell PAK C_{18} 柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm);流动相:乙腈 – 水(40∶60, *V*/*V*);流速:1.0 mL/min;检测波长:278 nm;柱温:25 ℃;进样量:10 μL。

2.3.2 溶液制备

取木兰脂素对照品适量,加甲醇溶解制成质量浓度为 40 μg/mL 的木兰脂素对照品溶液。取样品内容物

表1 欧前胡素和异欧前胡素加样回收试验结果（$n=9$）

Tab. 1 Results of the recovery test of imperatorin and isoimperatorin（$n=9$）

取样量	样品含量(mg)		加入量(mg)		测得量(mg)		回收率(%)		$\bar{X}$(%)		RSD(%)	
(g)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.306 2	0.427 6	0.319 1	0.202 6	0.152 4	0.630 8	0.472 8	100.30	100.85				
1.319 0	0.431 8	0.322 2	0.202 6	0.152 4	0.638 1	0.473 3	101.83	99.15				
1.332 6	0.436 3	0.325 6	0.202 6	0.152 4	0.642 7	0.476 6	101.88	99.08				
1.330 4	0.435 6	0.325 0	0.405 2	0.304 6	0.842 8	0.632 5	100.49	100.95				
1.285 2	0.420 8	0.314 0	0.405 2	0.304 6	0.831 1	0.622 8	101.26	101.38	101.38	100.98	0.83	1.29
1.320 1	0.432 2	0.322 5	0.405 2	0.304 6	0.848 1	0.628 4	102.64	100.43				
1.292 2	0.423 1	0.315 7	0.608 0	0.457 0	1.033 3	0.781 5	100.36	101.93				
1.286 1	0.421 1	0.314 2	0.608 0	0.457 0	1.041 9	0.784 8	102.11	102.98				
1.287 6	0.421 6	0.314 6	0.608 0	0.457 0	1.039 2	0.781 0	101.58	102.06				

注：A为欧前胡素，B为异欧前胡素。

Note: A is imperatorin, B is isoimperatorin.

表2 样品中欧前胡素、异欧前胡素和木兰脂素含量测定结果（mg/g，$n=3$）

Tab. 2 Content determination of imperatorin, isoimperatorin and magnolia in the samples（mg/g, $n=3$）

批号	欧前胡素	异欧前胡素	木兰脂素
20150428	0.552 8	0.386 0	0.342 4
20160519	0.334 1	0.243 8	0.283 5
20170502	0.333 0	0.241 5	0.284 0

2.0 g，精密称定，置具塞锥形瓶中，加入70%乙醇20 mL，密塞，称定质量，超声处理45 min，放冷，再称定质量，用70%乙醇补足减失的质量，摇匀，滤过，取续滤液，即得供试品溶液。按祛喘胶囊处方和工艺制备缺辛夷的阴性样品，并按供试品溶液制备方法制备阴性对照品溶液。

2.3.3 *方法学考察*

专属性试验：取2.3.2项下3种溶液各适量，按2.3.1项下色谱条件进样测定，色谱图见图3。结果阴性对照品溶液色谱中，在与木兰脂素对照品溶液色谱相同保留时间处无干扰峰，表明方法专属性良好。

线性关系考察：取木兰脂素对照品10.56 mg，精密称定，置100 mL容量瓶中，加甲醇溶解、定容并逐级稀释成质量浓度为4.156，16.630，31.170，51.960，69.270，83.130 μg/mL的系列木兰脂素对照品溶液。取10 μL，按2.3.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积。以待测成分质量浓度（Y，μg/mL）为纵坐标、峰面积（X）为横坐标进行线性回归，得木兰脂素回归方程 $Y=0.188\,0X+0.173\,4$，$r=0.999\,9$（$n=6$）。结果表明，木兰脂素质量浓度在4.156～83.130 μg/mL范围内与峰面积线性关系良好。

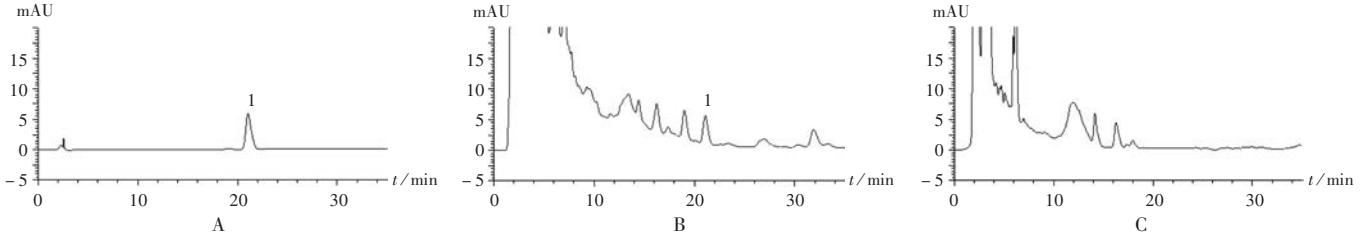
定量限、检测限考察：精密量取质量浓度为0.103 4 mg/mL的木兰脂素对照品溶液适量，倍比稀释，并按2.3.1项下色谱条件进样测定，以 $S/N=10:1$，3∶1时分别计算定量限、检测限。结果木兰脂素的定量限、检测限分别为1.037 3 μg和0.363 1 μg。

精密度试验：取2.3.2项下木兰脂素对照品溶液适量，按2.3.1项下色谱条件连续进样测定6次，记录峰面积。结果木兰脂素峰面积的 *RSD* 为0.40%（$n=6$），表明仪器精密度良好。

稳定性试验：取样品（批号为20170502）适量，依法制备供试品溶液，分别于室温下放置0，4，8，12，18，24，36，48 h时按2.3.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积。结果木兰脂素峰面积的 *RSD* 为1.50%（$n=8$），表明供试品溶液在室温放置48 h内基本稳定。

重复性试验：精密称取样品（批号为20170502）内容物适量，共6份，按2.3.2项下方法制备供试品溶液，再按2.3.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积，并计算含量。结果木兰脂素含量的 *RSD* 为1.70%（$n=6$），表明方法重复性良好。

加样回收试验：取已知含量的样品（批号为20170502）内容物适量，共9份，分别加入高、中、低质量浓度的对照品溶液，按2.3.2项下方法制备供试品溶液，再按2.3.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积，并计算回收率。结果见表3。



1. 木兰脂素

A. 对照品溶液 B. 供试品溶液 C. 阴性对照品溶液

图3 木兰脂素高效液相色谱图

1. magnolia

A. Reference solution B. Test solution C. Negative reference solution

Fig. 3 HPLC chromatogram of magnolia

表 3 木兰脂素加样回收试验结果（$n=9$）

Tab. 3 Results of the recovery test of magnolia（$n=9$）

取样量(g)	样品含量(mg)	加入量(mg)	测得量(mg)	回收率(%)	$\bar{X}$(%)	RSD(%)
1.009 2	0.282 4	0.144 8	0.428 2	100.69		
0.965 7	0.270 2	0.144 8	0.414 0	99.31		
1.001 0	0.280 1	0.144 8	0.420 5	96.96		
1.010 4	0.282 7	0.289 6	0.566 1	97.86		
1.006 5	0.281 6	0.289 6	0.559 5	95.96	98.12	1.49
1.029 4	0.288 0	0.289 6	0.571 9	98.03		
1.023 7	0.286 4	0.413 7	0.691 1	97.82		
1.022 7	0.286 2	0.413 7	0.697 4	99.40		
1.008 1	0.282 1	0.413 7	0.683 5	97.03		

2.3.4 样品中木兰脂素含量测定

取 3 批样品内容物各适量，分别按 2.3.2 项下方法制备供试品溶液，再按 2.3.1 项下色谱条件进样测定，平行测定 3 次，记录峰面积，并计算样品含量。结果见表 2。

3 讨论

黄芪 TLC 鉴别时根据相似相溶原理，用水饱和正丁醇萃取黄芪中皂苷类成分，白芷、炙甘草 TLC 鉴别时通过超声处理和加热回流提取方式制备供试品，即可获得理想洁净的 TLC 图，操作简便，且无多余损耗，制剂中欧前胡素、异欧前胡素、甘草次酸均得到了较好提取，最后展开的 TLC 图斑点清晰、明显。

进行 TLC 鉴别时，一般要求尽量采用对照品和对照药材同时进行比对。本试验中根据祛喘胶囊的处方工艺，白芷中有部分原粉入药，因此选择欧前胡素、异欧前胡素对照品和白芷对照药材同时进行比对；而黄芪和炙甘草由于处方中水煎浓缩工艺，若选择相应对照药材和对照品同时进行比对，则会出现供试品溶液 TLC 图仅显示对照药材中水溶性成分斑点的情况，故仅选择黄芪甲苷、甘草次酸进行比对。

以往 TLC 鉴别以手工点样为主，个体差异较大，效果欠佳。本试验中采用薄层点样成像仪，可消除手工点样的个体差异，保证点样质量。对供试品点样量进行考察，主要从 TLC 图中各组分斑点分离效果、斑点清晰度方面分析，点样量过少会导致部分组分斑点不显现，而点样量过多会引起部分组分斑点重叠，影响 TLC 的分离效果。

测定欧前胡素和异欧前胡素含量的预试验中，考察了甲醇－水（75∶25，V/V），甲醇－5 mmol/L 甲酸（75∶25，V/V），甲醇－1% 冰醋酸（75∶25，V/V）流动相体系。当流动相为甲醇－1% 冰醋酸（75∶25，V/V）时，异欧前胡素峰与相邻色谱峰未完全分离，不符合 HPLC 的系统适用性分离度要求。当流动相为甲醇－5 mmol/L 甲酸（75∶25，V/V）时，HPLC 图的基线不平，而流动相为甲醇－水（75∶25，V/V）时基线平稳且欧前胡素、异欧前胡素峰与相邻色谱峰分离度较好。测定单组分含量时，一般选择其出现波峰吸收处的波长为检测波长，本试验中通过扫描，根据木兰脂素光谱图确定最佳检测波长为 278 nm。

综上所述，本研究中所建立的标准可用于祛喘胶囊的质量控制。

参考文献

[1] 杨小花，胡 晓. 欧前胡素与异欧前胡素的药理学研究进展[J]. 南昌大学学报：医学版，2012，52(3)：95－97.
[2] 王 蕊，刘 军，杨大宇，等. 白芷化学成分与药理作用研究进展[J]. 中医药信息，2020，37(2)：123－128.
[3] 薛艳萍，秦旭华，胡黄婉莹，等. 白芷总香豆素和挥发油镇痛抗炎作用的比较研究[J]. 中国民族民间医药，2016，25(8)：20－25.
[4] 王世祥，马晓毅，贾 璞，等. 白芷总香豆素抗惊厥作用研究[J]. 中国医院药学杂志，2016，36(7)：561－564.
[5] 徐 广，任星宇，罗 敏，等. 鲜白芷挥发油提取工艺优化、成分分析及其抑制酪氨酸酶活性研究[J]. 时珍国医国药，2018，29(8)：1854－1856.
[6] 吴耕书，张荔彦. 五加皮、茜草、白芷对毒激素－L 诱导的恶病质样表现抑制作用的实验研究[J]. 中国中医药科技，1997，4(1)：13－15.
[7] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典（一部）[M]. 北京：中国医药科技出版社，2015：182.
[8] 王 琪，李红玲. 中药辛夷质量标准研究－比色法测定辛夷中总黄酮的含量[J]. 中草药，2003，34(5)：43－44.
[9] 黄晓刚. 两种药用植物化学成分的研究[D]. 成都：四川大学，2006.
[10] 方 红，郭 群，苏 玮，等. 高效液相色谱法测定中药辛夷中木兰脂素的含量[J]. 药物分析杂志，2002，22(5)：342－345.
[11] 邱勇波，刘 锦，武 飞. 黄芪化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国疗养医学，2011，20(5)：435－436.
[12] 邢琼琼，赵 霞. 黄芪多糖治疗哮喘作用机制研究述评[J]. 河南中医，2018，38(10)：1610－1613.
[13] 李文娟，侯 崧，郑恩志. 中药黄芪药理及临床疗效评价研究[J]. 亚太传统医药，2015，23(8)：109－110.
[14] 高月颖. 黄芪的药理作用及临床应用分析[J]. 中国医药指南，2016，14(28)：194－195.
[15] LI L，HOU X，XU R，et al. Research review on the pharmacological effects of astragaloside iv[J]. Fundam Clin Pharmacoly，2017，31(1)：17－36.
[16] REN S，ZHANG H，MU Y，et al. Pharmacological effects ofastragaloside iv：A literature review[J]. J Tradit Chin Med，2013，33(3)：413－416.

（收稿日期：2020－08－06；修回日期：2020－12－10）