

图3 不同浓度氮酮对6-姜酚渗透性的影响
Fig. 3 Effects of different concentrations of azone on 6-gingerol permeability

三者作用有显著性差异 ($P<0.05$), 其中3% 氮酮促渗效果最佳。

6-姜酚具有强心、镇吐、降脂、化痰止咳、抗溃疡、抗肿瘤、抗菌、抗血小板凝聚等多种药理作用^[15], 故对其透皮吸收的研究很有必要, 本实验将为相关经皮给药制剂的开发提供实验依据。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2015年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 14-15.
[2] 李计萍, 王跃生, 马 华, 等. 干姜与生姜主要化学成分的比较研究[J]. 中国中药杂志, 2001, 26(11): 26-29.
[3] 郑少英. 论仲景用生姜与现代药理及应用之比较研究[J]. 海峡药学, 2002, 14(5): 94-95.

[4] 杨 明, 余德顺, 田弋夫, 等. 超临界 CO₂ 萃取与水蒸气蒸馏提取姜油的 GC-MS 分析[J]. 贵州化工, 2011, 36(3): 34-37.
[5] 张科卫, 马彩霞, 缪六舒. 干姜、炮姜中成分的比较[J]. 中成药, 2014, 36(6): 1254-1260.
[6] 龙全江, 徐雪琴. 干姜化学成分、药理作用及加工炮制研究文献分析[J]. 现代中药研究与实践, 2015, 29(1): 82-83.
[7] 王少鹏, 杨 光. 姜酚生物活性研究进展[J]. 中国公共卫生, 2013, 29(10): 1549-1552.
[8] 朱 路, 王贵林. 姜的药理作用研究进展[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2006, 3(3): 321-324.
[9] 苏小妹, 王 芳, 汪国华, 等. 生姜凝胶贴剂的制备及其体外透皮吸收的研究[J]. 江西中医药, 2009, 40(1): 61-63.
[10] 朱卫丰, 张亚红, 刘红宁, 等. 肉桂酸透皮吸收的实验研究[J]. 中成药, 2003, 25(6): 13-15.
[11] 丁宝月. 药物在不同皮肤中的渗透速率研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.
[12] 李理宇, 张东娜, 窦媛媛, 等. 不同促渗剂对氯诺昔康体外经皮吸收的影响[J]. 解放军药理学学报, 2011, 27(1): 20-22.
[13] 朱雯宇, 张 倩, 朱玉欣, 等. 不同浓度促透剂对绿原酸体外透皮吸收的影响[J]. 中兽医医药杂志, 2017, 36(1): 5-8.
[14] 韩 菊, 魏福祥, 王改珍, 等. 生姜中姜酚的性能研究[J]. 食品科技, 2004(4): 63-65.
[15] 王文心. 干姜的化学、药理及临床应用特点分析[J]. 中医临床研究, 2016, 8(6): 146-148.

麻黄-五味子药对提取物制备工艺的优化

王小花, 张建军, 李 伟, 王玉杰, 汤如莹, 王林元*
(北京中医药大学, 北京 100029)

摘要: 目的 优化麻黄-五味子药对提取物制备工艺。**方法** 在单因素试验基础上, 以麻黄碱、伪麻黄碱总转移率, 五味子醇甲转移率为指标, 加醇量、回流次数、回流时间为影响因素, 正交试验优化提取工艺。**结果** 最佳条件为8、6 倍量 70% 乙醇回流提取 2 次, 每次 1.5 h, 提取液减压浓缩干燥 (真空度 ≤ -0.07 MPa), 麻黄碱、伪麻黄碱总转移率 71.03%, 五味子醇甲转移率 74.81%。**结论** 该制备工艺有效成分转移率高, 稳定可行。麻黄-五味子药对采用 70% 乙醇提取时, 既有利于提取五味子木脂素, 又可减少麻黄生物碱在浓缩干燥过程中的损失。

关键词: 麻黄-五味子药对; 制备; 正交试验

中图分类号: R284.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2018)03-0586-06

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2018.03.015

收稿日期: 2017-08-28

作者简介: 王小花 (1992—), 女, 硕士生, 从事中药新技术与新制剂的研究与应用。Tel: 15911125389, E-mail: 15911125389@163.com

* 通信作者: 王林元 (1961—), 男, 副教授, 硕士生导师, 从事中药新技术与新制剂的研究与应用。Tel: (010) 68286099, E-mail: 13381002202@vip.163.com

Preparation optimization for *Ephedrae Herba-Schisandrae chinensis Fructus* drug pair extract

WANG Xiao-hua, ZHANG Jian-jun, LI Wei, WANG Yu-jie, TANG Ru-ying, WANG Lin-yuan*
(Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China)

KEY WORDS: *Ephedrae Herba-Schisandrae chinensis Fructus* drug pair; preparation; orthogonal test

麻黄具有发散风寒、宣肺平喘、利水消肿的功效^[1]，主要活性成分为麻黄碱、伪麻黄碱、甲基麻黄碱、去甲基麻黄碱等生物碱^[2-3]，具有缓解支气管平滑肌痉挛的作用^[4-5]；五味子具有收敛固涩、益气生津、补肾宁心功效^[1]，主要活性成分为五味子醇甲、五味子甲素、五味子乙素等木脂素^[6]，具有镇咳、祛痰及兴奋呼吸系统作用^[2]，两药配伍散敛并举、止咳平喘，作为临床常用药对在《伤寒论》、《金匱要略》中多处可见，如小青龙汤、射干麻黄汤、厚朴麻黄汤等，现代药理研究发现，两药配伍对肺纤维化大鼠的肺部小动脉损伤具有保护作用，可抑制肺微小血管增生^[7-8]。中药传统提取方法为水煎煮提取，但麻黄生物碱易随水蒸气一起蒸馏出^[9]，五味子木脂素类成分很难被充分提出^[10-11]，为了保证制剂疗效，本实验拟采用多指标正交试验法优选麻黄-五味子药对提取物的制备工艺，为两药配伍及相关制剂开发研究提供实验依据。

1 材料

Agilent 1100 Series 液相色谱仪（安捷伦科技有限公司）；KQ3200E 超声波清洗器（昆山市超声仪器有限公司）。甲醇为色谱纯；水为蒸馏水；其余试剂为分析纯。五味子醇甲（批号 110857-201513）、盐酸麻黄碱（批号 171242-200404）、盐酸伪麻黄碱（批号 171237-201208）对照品购自中国食品药品检定研究院。麻黄、五味子均购自河北安国中药材市场，经北京中医药大学中药教研室张建军教授鉴定为正品。

2 方法与结果

2.1 五味子醇甲含有量测定

2.1.1 色谱条件 C₁₈ 色谱柱（4.6 mm × 150 mm，5 μm）；流动相 甲醇-水（65 : 35）；检测波长 250 nm；体积流量 1.0 mL/min。色谱图见图 1。

2.1.2 溶液制备

2.1.2.1 对照品溶液 精密称取五味子醇甲对照品适量，加甲醇制成每 1 mL 含五味子醇甲 0.1 mg

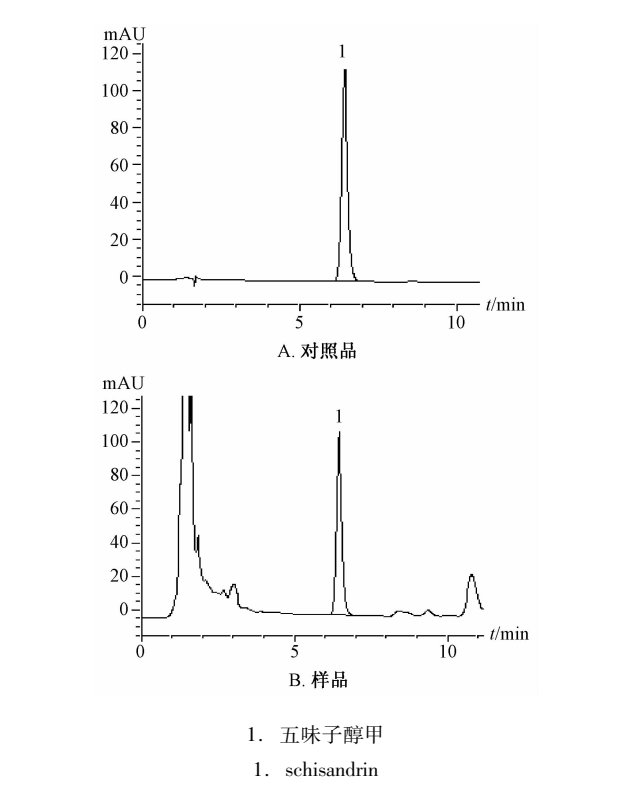


图 1 五味子醇甲 HPLC 色谱图
Fig. 1 HPLC chromatograms of schisandrins

的溶液，即得。

2.1.2.2 供试品溶液 精密称取提取物粉末约 0.3 g，置于 25 mL 量瓶中，加甲醇约 20 mL，超声（功率 250 W、频率 20 kHz）20 min，取出，甲醇定容至刻度，摇匀，滤过，取续滤液，即得。

2.1.3 线性关系考察 吸取“2.1.2.1”项下对照品溶液 2.5、5.0、7.5、10.0、12.5、15.0 μL，在“2.1.1”项色谱条件下测定。以进样量为横坐标（X），峰面积为纵坐标（Y）进行线性回归，得回归方程为 $Y = 1\,736.3X - 11.6$ （ $r = 0.999\,8$ ），在 0.244 ~ 1.464 μg 范围内线性关系良好。

2.1.4 加样回收率试验 精密称取五味子醇甲含有量已知的提取物粉末 6 份，每份约 0.15 g，各加入五味子醇甲约 1 mg，按“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下测定，

测得五味子醇甲加样回收率为 99.08% , RSD 为 2.12% 。

2.2 麻黄碱和伪麻黄碱含量测定

2.2.1 色谱条件 极性乙醚连接苯基键合硅胶色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) ; 流动相甲醇-0.092% 磷酸 (含 0.125% 三乙胺) (1.5 : 98.5) ; 检测波长 210 nm ; 体积流量 1.0 mL/min。色谱图见图 2。

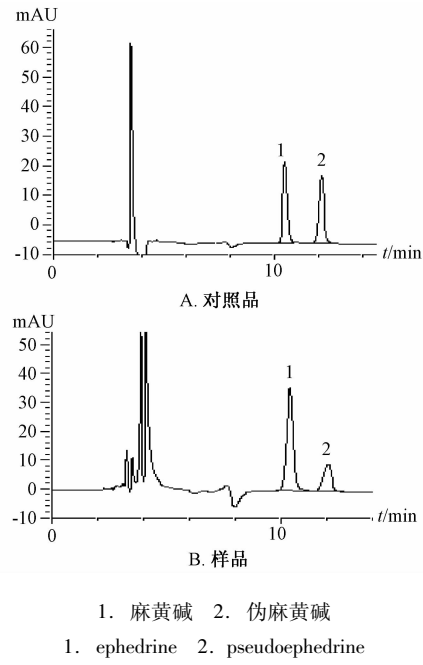


图 2 麻黄碱、伪麻黄碱 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of ephedrine and pseudoephedrine

2.2.2 溶液制备

2.2.2.1 对照品溶液 精密称取盐酸麻黄碱、盐酸伪麻黄碱对照品适量,加甲醇制成每 1 mL 各含 40 μg 对照品的溶液,即得。

2.2.2.2 供试品溶液 精密称取提取物粉末约 0.2 g,置于 25 mL 量瓶中,加 70% 乙醇约 20 mL,超声 (功率 250 W、频率 20 kHz) 20 min,取出,70% 乙醇定容至刻度,摇匀,滤过,取续滤液 1 mL,95% 乙醇定容至 2 mL,加 0.5 g Al₂O₃ 摇匀,静置,取上清,即得。

2.2.3 线性关系考察 分别吸取“2.2.2.1”项下对照品溶液 2.5、5.0、7.5、10.0、12.5、15.0 μL,在“2.2.1”项色谱条件下进样测定。以进样量为横坐标 (X),峰面积为纵坐标 (Y) 进行线性回归,得回归方程分别为 $Y = 1\,708.3X - 13.4$ ($r = 0.999\,8$)、 $Y = 1\,582.6X + 2.5$ ($r = 0.999\,4$),分别在 0.12 ~ 0.72、0.109 ~ 0.654 μg 范围内线性关系

良好。

2.2.4 加样回收率试验 精密称取麻黄碱、伪麻黄碱含量已知的提取物粉末 6 份,每份约 0.1 g,分别加入麻黄碱、伪麻黄碱 1.52、0.42 mg,按“2.2.2.2”项下方法制备供试品溶液,在“2.2.1”项色谱条件下测定,测得两者平均加样回收率分别为 99.67%、100.40%,RSD 分别为 1.95%、2.33%。

2.3 提取工艺优化

2.3.1 麻黄提取溶剂 取麻黄 50 g,分别加 10、8 倍量的水、70% 乙醇,回流提取 1 h,平行 6 份,过滤,合并滤液 (药材量 16 倍),按表 4 参数减压浓缩 (真空度 ≤ -0.07 MPa、温度 ≤ 70 ℃) 至相应药材倍量的体积,测定麻黄碱和伪麻黄碱含量,计算转移率,并按照 2015 版《中国药典》第四部中蒸馏法第一法测定乙醇提取浓缩液中乙醇含量,结果见表 1、图 3。

表 1 麻黄提取溶剂考察结果

Tab. 1 Results of extraction solvent investigation for *Ephedrae Herba*

提取溶剂	浓缩至药材 倍数/倍	乙醇/%	麻黄碱、伪麻黄 碱总转移率/%	麻黄碱、伪麻黄 碱总损失率/%
水	16	0	67.4	0
	12	0	56.9	10.5
	8	0	47.6	19.8
	4	0	40.2	27.2
	2	0	37.3	30.1
	干膏	0	33.8	33.6
70% 乙醇	16	69.7	78.5	0
	12	63.8	78.1	0.4
	8	51.4	77.5	1.0
	4	22.7	76.9	1.6
	2	5.1	71.3	6.2
	干膏	0	66.3	12.2

由表 1 可知,水、70% 乙醇均可将麻黄碱和伪麻黄碱提出,醇提转移率优于水提。结合图 3 可知,麻黄碱和伪麻黄碱在水提液浓缩干燥过程中的损失较大,达 30% 以上;在 70% 乙醇提取液浓缩干燥过程中,当乙醇含量较高时,两者几乎不损失,而含量较低时损失量逐渐增大,总损失率约为 12%,但仍明显低于水提取。因此,本实验采用乙醇提取麻黄,并且其含量显著影响麻黄碱和伪麻黄碱在浓缩干燥过程中的损失率。

2.3.2 五味子破碎及提取溶剂 取五味子 50 g,按表 5 参数分别加 8 倍量水、70% 乙醇,回流提取 1 h,过滤,测定滤液中五味子醇甲含量,并计算转移率,结果见表 2。

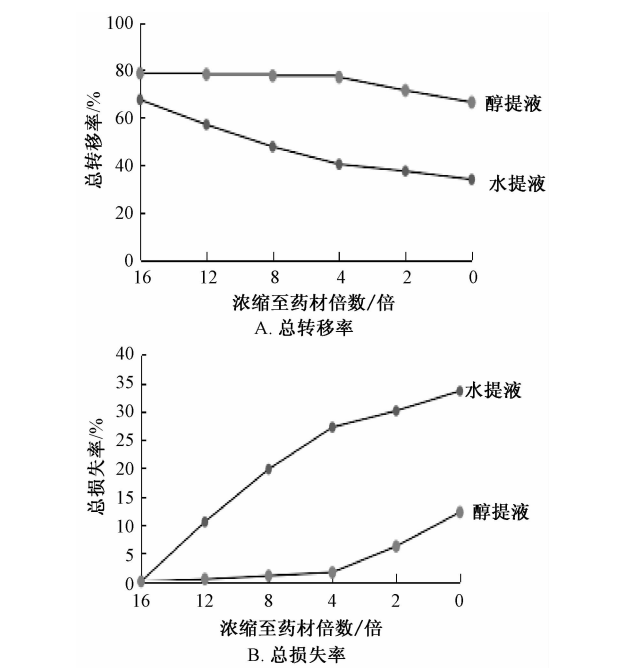


图 3 麻黄碱、伪麻黄碱总转移率和总损失率
Fig. 3 Total transfer and loss rates of ephedrine and pseudoephedrine

表 2 破碎与提取溶剂种类对五味子醇甲转移率的影响		
Tab. 2 Effects of fragmentation and extraction solvent kind on the transfer rate of schisandrins		
提取溶剂	破碎与否	五味子醇甲转移率/%
水	不破碎	5.49
水	破碎(过 10 目筛)	26.77
70% 乙醇	不破碎	16.21
70% 乙醇	破碎(过 10 目筛)	52.91

由表可知，五味子破碎后五味子醇甲转移率显著升高，而且醇提取高于水提取，表明五味子木脂素类成分难溶于水，而且种壳坚实，进一步，阻碍其提取，故本实验将五味子破碎后用乙醇提取。

综上所述，乙醇提取麻黄和五味子时，不仅提取转移率高，而且有利于减少浓缩干燥过程中麻黄生物碱的损失，同时破碎还有利于五味子木脂素的提取。

2.3.3 乙醇体积分数 取破碎五味子（过 10 目筛）24 g、麻黄 30 g，共 4 份，分别加 8 倍量 50%、60%、70%、80% 乙醇回流提取 1 h，测定提取液中麻黄碱、伪麻黄碱、五味子醇甲含量，并计算转移率。结果见表 3。

由表 3 可知，以麻黄碱和伪麻黄碱转移率为指标，60%、70%、80% 乙醇优于 50% 乙醇；以五味子醇甲转移率为指标，70%、80% 乙醇优于 50%、60% 乙醇。但麻黄含有叶绿素等脂溶性成

表 3 乙醇体积分数考察结果		
Tab. 3 Results of ethanol concentration investigation		
乙醇/%	转移率/%	
	麻黄碱和伪麻黄碱	五味子醇甲
50	40.41	35.49
60	45.32	42.80
70	46.31	50.54
80	48.57	52.77

分，当乙醇体积分数大于 70% 时会大量溶出，易使干膏粉吸潮，同时结合实际生产情况，最终确定 70% 乙醇作为提取溶剂。

2.3.4 正交试验优化 以麻黄碱、伪麻黄碱、五味子醇甲转移率为评价指标，加醇量（A）、回流次数（B）、回流时间（C）为影响因素。称取破碎五味子（过 10 目筛）24 g、麻黄 30 g，共 9 份，按 $L_9(3^4)$ 正交表进行提取工艺优化，测定提取液中麻黄碱、伪麻黄碱、五味子醇甲含量，并计算转移率。因素水平见表 4，结果见表 5，方差分析见表 6~7。

表 4 因素水平			
Tab. 4 Factors and levels			
水平	因素		
	A 加醇量/倍	B 提取次数/次	C 提取时间/h
1	6,4,4	1	0.5
2	8,6,6	2	1
3	10,8,8	3	1.5

由方差分析可知，以麻黄碱、伪麻黄碱总转移率为指标时，加醇量（A）和提取次数（B）有显著性差异（ $P < 0.05$ ）；以五味子醇甲转移率为指标时，提取次数（B）有显著性差异（ $P < 0.05$ ）。由直观分析可知，加醇量（A）和提取次数（B）的 2、3 水平优于 1 水平，而且两者差异小，选择 A_2 和 B_2 ；提取时间（C）各水平均有差异，选择 C_3 ，结合实际生产，确定最优提取工艺为 $A_2B_2C_3$ ，即加 8、6 倍量 70% 乙醇回流提取 2 次，每次 1.5 h，麻黄碱、伪麻黄碱总转移率，五味子醇甲转移率均高于 70%。

2.4 浓缩干燥工艺考察 取破碎五味子（过 10 目筛）24 g、麻黄 30 g，共 12 份，按“2.3.3”项下最优工艺提取，在不同真空度下浓缩至不同药材倍量体积，并测定对应的乙醇含量。同时，计算麻黄碱、伪麻黄碱在浓缩干燥阶段的总转移率和总损失率，其中乙醇含量按照 2015 版《中国药典》第四部中蒸馏法第一法测定，结果见图 4、表 8。

表 5 试验设计与结果
Tab. 5 Design and results of tests

试验号	因素				麻黄碱、伪麻黄碱	五味子醇甲
	A	B	C	D(空白)	总转移率/%	转移率/%
1	1	1	1	1	39.31	47.29
2	1	2	2	2	63.77	61.57
3	1	3	3	3	73.65	69.84
4	2	1	2	3	60.39	63.54
5	2	2	3	1	80.94	74.12
6	2	3	1	2	78.53	69.25
7	3	1	3	2	68.4	65.76
8	3	2	1	3	77.47	72.43
9	3	3	2	1	81.73	77.75
麻黄碱、伪麻黄碱总转移率	K_1	58.91	56.03	65.10	67.33	
	K_2	73.29	74.06	68.63	70.23	
	K_3	75.87	77.97	74.33	70.50	
	R	16.96	21.94	9.23	3.18	
五味子醇甲转移率	K_1	59.57	58.86	62.99	66.39	
	K_2	68.97	69.37	67.62	65.53	
	K_3	71.98	72.28	69.91	68.60	
	R	12.41	13.42	6.92	3.08	

表 6 麻黄碱、伪麻黄碱总转移率方差分析
Tab. 6 Analysis of variance for the total transfer rate of ephedrine and pseudoephedrine

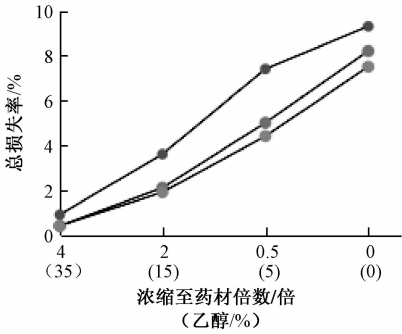
来源	离均差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
A	500.873	2	250.437	26.910	0.036
B	821.466	2	410.733	44.134	0.022
C	130.059	2	65.029	6.988	0.125
D	18.613	2	9.306	—	—

表 7 五味子醇甲转移率方差分析
Tab. 7 Analysis of variance for the transfer rate of schisandrin

来源	离均差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
A	251.574	2	125.787	16.639	0.057
B	298.916	2	149.458	19.771	0.048
C	74.506	2	37.253	4.928	0.169
D	15.119	2	7.560	—	—

表 8 麻黄碱、伪麻黄碱总转移率和总损失率
Tab. 8 Total transfer and loss rates of ephedrine and pseudoephedrine

试验号	真空度/ MPa	浓缩至药材 倍数/倍	乙醇/ %	麻黄碱、伪麻黄 碱总转移率/ %	麻黄碱、伪麻黄 碱总损失率/ %
1	-0.07	4	35.7	79.8	0.9
		2	15.2	77.1	3.6
		0.5	5.4	73.3	7.4
2	-0.05	干膏	0	71.4	9.3
		4	35.2	80.3	0.4
		2	14.9	78.6	2.1
3	-0.03	0.5	5.0	75.7	5.0
		干膏	0	72.5	8.2
		4	34.5	80.3	0.4
		2	14.9	78.8	1.9
		0.5	5.3	76.3	4.4
		干膏	0	73.2	7.5
		未浓缩	69.7	80.7	0



注：3 条曲线从上往下，真空度分别为 -0.07、-0.05、-0.03 MPa
图 4 麻黄碱、伪麻黄碱总损失率
Fig. 4 Total loss rate of ephedrine and pseudoephedrine

由此可知，当浓缩干燥过程中乙醇含有量高于 15% 时，麻黄碱和伪麻黄碱基本不损失；低于 15% 时，两者损失量逐渐增大，总损失率约为 9%。此外，降低真空度可减少麻黄生物碱的损失，但相对于提取液而言对乙醇含有量无显著影响，同时明显增加了浓缩干燥时间。结合实际生产，选择 -0.07 MPa 真空度进行减压浓缩干燥。

2.5 验证试验 取破碎五味子（过 10 目筛）24 g、麻黄 30 g，共 3 份，按“2.3.3”项下最优工艺提取，干膏粉碎，计算麻黄碱、伪麻黄碱总转移率，五味子醇甲转移率，结果见表 9。

表 9 验证试验结果
Tab.9 Results of validation tests

试验号	出膏率/%	麻黄碱、伪麻黄碱/ (mg·g ⁻¹)	五味子醇甲/ (mg·g ⁻¹)	转移率/%	
				麻黄碱、伪麻黄碱	五味子醇甲
1	20.4	18.83	8.52	70.55	75.21
2	20.7	18.72	8.34	71.17	74.70
3	20.1	19.33	8.57	71.36	74.53
平均值	20.4	18.96	8.48	71.03	74.81

3 讨论

本实验中五味子醇甲含有量的测定参考 2015 版《中国药典》五味子药材项下，并进行了方法学考察；麻黄碱、伪麻黄碱含有量的测定在 2015 版《中国药典》麻黄药材项下和文献报道基础上^[12]，对色谱条件及供试品制备方法进行了优化。首先，供试品采用磷酸溶液超声提取，流动相采用甲醇-0.092% 磷酸（含 0.04% 三丁胺和 0.02% 二正乙胺，1.5：98.5），发现麻黄碱和伪麻黄碱色谱峰有干扰。然后，制备供试品时考察了 70% 乙醇超声提取、70% 乙醇超声提取结合 Al₂O₃ 除杂，流动相组成考察了二正丁胺、三乙胺用量，发现采用 70% 乙醇超声提取结合 Al₂O₃ 除杂，以及流动相采用甲醇-0.092% 磷酸（含 0.125% 三乙胺，1.5：98.5）时，可去除五味子成分对以上 2 种成分色谱峰的干扰。

麻黄-五味子是临床常用的止咳平喘药对，本实验对提取、浓缩干燥过程进行了研究，发现与传统水提取相比，乙醇提取时麻黄生物碱、五味子木脂素转移率高，同时还有利于减少前者在浓缩干燥过程中的损失，其原因可能是乙醇沸点低，浓缩干燥时易于挥发，有利于保留该成分；同时五味子富含有机酸类成分^[13]，麻黄、五味子合提时，该类成分可能与麻黄生物碱反应形成盐，从而减少挥发损失。陈绍轩等^[14]对麻黄提取工艺进行了研究，也发现乙醇提取时麻黄碱、伪麻黄碱总转移率高于水提取，酸性乙醇提取高于乙醇提取。综上所述，麻黄-五味子药对采用 70% 乙醇提取时兼顾了两者有效成分，既可保留易随水蒸气一起挥发的麻黄生物碱，又能使水溶性差的五味子木脂素被充分提

出，使其药效得以完全发挥。

参考文献：

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：2015 年版一部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2015.

[2] 张梦婷，张嘉丽，任阳阳，等. 麻黄的研究进展[J]. 世界中医药，2016，11(9)：1917-1921，1928.

[3] Zhao W, Deng A J, Du G H, *et al.* Chemical constituents of the stems of *Ephedra sinica*[J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2009，11(2)：168-171.

[4] 高学敏. 中药学[M]. 北京：中国中医药出版社，2007.

[5] Mei F, Xing X F, Tang Q F, *et al.* Antipyretic and anti-asthmatic activities of traditional Chinese herb-pairs, *Ephedra* and *Gypsum*[J]. *Chin J Integr Med*, 2016，22(6)：445-450.

[6] 杨 擎，曲晓波，李 辉，等. 五味子化学成分与药理作用研究进展[J]. 吉林中医药，2015，35(6)：626-628.

[7] 翟华强，张硕峰，高明超，等. 麻黄和五味子对肺纤维化大鼠肺组织病理形态的影响[J]. 中西医结合学报，2011，9(5)：553-557.

[8] 翟华强，张硕峰，刘 洋，等. 麻黄、五味子影响肺纤维化大鼠血管新生的差异性研究[J]. 北京中医药大学学报，2011，34(5)：313-317.

[9] 匡海学. 中药化学[M]. 北京：中国中医药出版社，2003.

[10] 蒋益萍，张巧艳，张 宏，等. 正交试验优选五味子木脂素类成分的提取工艺[J]. 中成药，2013，35(11)：2390-2394.

[11] 胡 燕，窦志华. 多指标优选五味子种子中木脂素类成分提取工艺[J]. 中南药学，2015，13(10)：1033-1036.

[12] 张若曦，丁 越，张 彤，等. 芩麻方中各味药材对麻黄提取效率的影响研究[J]. 中成药，2013，35(6)：1336-1339.

[13] 李 丽，肖永庆，于定荣，等. HPLC 测定五味子中 3 种有机酸的含量[J]. 中国中药杂志，2011，36(23)：3286-3289.

[14] 张绍轩，李 勇，黄 青，等. 用正交试验优选盐酸乙醇回流法提取麻黄的工艺研究[J]. 中成药，2008，30(5)：758-760.