

## 双柏喷膜剂塑料包材吸附性研究

欧斯健<sup>1</sup>, 朱小凤<sup>2</sup>, 何坦<sup>3</sup>, 张龙开<sup>1</sup>, 刘东辉<sup>1</sup>, 魏刚<sup>1\*</sup>

1. 广州中医药大学 新药开发研究中心, 广东 广州 510006

2. 广西梧州制药集团股份有限公司, 广西 梧州 543004

3. 广州白云山中一药业有限公司, 广东 广州 510530

**摘要:** **目的** 考察3种医用塑料包材对双柏喷膜剂中各成分的吸附性, 选择合适双柏喷膜剂的包装材料。**方法** 将双柏喷膜剂分装在聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚丙烯(PP)、高密度聚乙烯(HDPE)塑料喷雾瓶中, 分别进行影响因素试验与常规留样试验, 分别对样品溶液进行性状检查、喷瓶材料性质考察、喷瓶内部颜色检查, 筛选较佳包材进行相容性长期试验, 观察喷瓶内壁颜色变化以及采用HPLC法测定药物质量浓度和瓶壁吸附药物的量。**结果** 3种包材载药后颜色变化程度: HDPE>PP>PET, PP瓶出现硬度、冲击强度下降; PET瓶对蒽醌类成分芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚等产生微量吸附, 其他成分均未产生吸附; 贮存在PET瓶中的双柏喷膜剂, 各成分除在水溶液中不稳定的大黄酚、大黄素甲醚外, 其他药物的量均稳定。**结论** PET适宜作为双柏喷膜剂的包装材料。

**关键词:** 双柏喷膜剂; 聚对苯二甲酸乙二醇酯; 相容性试验; 吸附性; 蒽醌

**中图分类号:** R283.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2013)18-2537-05

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.18.009

## Adsorption studies on plastic packaging materials of Shuangbai Film Spraying Agent

OU Si-jian<sup>1</sup>, ZHU Xiao-feng<sup>2</sup>, HE Tan<sup>3</sup>, ZHANG Long-kai<sup>1</sup>, LIU Dong-hui<sup>1</sup>, WEI Gang<sup>1</sup>

1. New Drug Research & Development Center, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China

2. Guangxi Wuzhou Pharmaceutical Group Limited by Share Ltd., Wuzhou 543004, China

3. Guangzhou Baiyunshan Zhongyi Pharmaceutical Co., Ltd., Guangzhou 510530, China

**Abstract: Objective** To investigate the components adsorbability of Shuangbai Film Spraying Agent (SFSA) packaged by three types of plastic medicinal materials, and to optimize the packaging material for SFSA. **Methods** SFSA was dispensed in polyethylene terephthalate (PET), polypropylene (PP), and high density polyethylene (HDPE) plastic spraying bottles and the factors influencing test and conventional sample test were carried out. The characteristics of sample solution and spraying bottles and the internal color of spraying bottles were inspected, the optimal packaging material was screened for compatibility long-term test, the wall color changes of spraying bottles were observed, and the contents of drug concentration and the bottle wall adsorption were determined by HPLC. **Results** The degree of change in color after six months of the three types of drug packaging material was HDPE > PP > PET; The hardness and impact strength of PP bottle decreased. PET bottles only adsorbed small quantities of aloe-emodin, rhein, emodin, chrysophanol, emodin, and none of the other ingredients. The chrysophanol and emodin were unstable in the aqueous solution, and the contents of other indicator components of SFSA in the PET bottle were stable. **Conclusion** PET is suitable to be the packaging materials of SFSA.

**Key words:** Shuangbai Film Spraying Agent; polyethylene terephthalate; compatibility test; adsorption; anthraquinone

塑料应用于医学领域越来越广泛。医用塑料主要有聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、高密度聚乙烯(HDPE)、聚丙烯(PP)和聚苯乙烯等。中药复方由于成分复杂,

收稿日期: 2013-04-07

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2008BAI53B074)

作者简介: 欧斯健(1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向为中药新药研究与指纹图谱分析。Tel: (020)39358519 E-mail: luckyoujsj@163.com

\*通信作者 魏刚, 研究员, 博士生导师, 研究方向为中药新药研究与指纹图谱分析。Tel: (020)39358519 E-mail: weigang021@163.com

中药制剂中的有效成分可能与包装材料发生黏附或化学反应,随着放置时间的增加,导致制剂中有效成分的量下降,塑料包材逐渐变黄、且质地随之变脆,这一现象一定程度上制约了其在中药包装材料尤其是中药液体制剂包装材料中的应用<sup>[1-2]</sup>。中药液体制剂在包装材料中被吸附、丢失,使药物浓度不稳定,导致用药剂量不准确,从而造成药效学异常,早已引起广泛关注。经过大量调查,本研究针对 PET、PP、HDPE 3 种常用的塑料材料,以双柏喷膜剂作为研究基础,研究 3 种材料对中药液体制剂的吸附性,确定最佳的双柏喷膜剂包装材料。

## 1 仪器和材料

LC—20AT 型高效液相色谱仪(日本岛津);二极管阵列检测器(DAD,日本岛津);Sartorius CP225D 十万分之一天平(德国赛多利斯);RE—2000A 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂),洛氏硬度计 HR—150A(上海伦捷机电仪表有限公司),LHH—150GSD 综合药品稳定性试验箱(上海一恒科学仪器有限公司)。

对照品芦荟大黄素(批号 795-931)、大黄酸(批号 110757-200706)、大黄素(批号 110756-200110)、大黄酚(批号 110796-200716)、大黄素甲醚(批号 110758-200509)、盐酸小檗碱(批号 0713-9906)、盐酸巴马汀(批号 110732-200506)、槲皮苷(批号 111538-200504)、没食子酸(批号 110831-200302)均购自中国药品生物制品检定所。

色谱纯乙腈、甲醇均为 Merack 公司;分析纯 NaOH(天津市大茂化学试剂厂)、甲醇(广东光华化学厂有限公司)、磷酸二氢钾(天津市福晨化学试剂厂)、十二烷基磺酸钠(成都市科龙化工试剂厂)、磷酸(成都市科龙化学试剂厂)。

PET 塑料喷雾瓶(50 mL)、HDPE 塑料喷雾瓶(50 mL)、PP 塑料喷雾瓶(50 mL)广州漆鑫塑料包装有限公司。双柏喷膜剂(广州中医药大学新药研发中心自制,3 批次:110926、110928、110930)。

## 2 方法与结果

### 2.1 双柏喷膜剂包材初步筛选

**2.1.1 供试载药瓶制备** 将双柏喷膜剂分装在 PET、PP、HDPE 塑料喷雾瓶中,加盖密封,得供试载药瓶。

**2.1.2 影响因素试验<sup>[3]</sup>** 将 3 种供试载药瓶置于 40℃、相对湿度 90%、4 500 lx 条件下,密封,放置 10 d,于第 10 天取样。对供试载药瓶进行外观检查、

喷瓶内部颜色检查以及药液性质检查。检查结果发现在光照、高湿因素试验条件下,3 种载药瓶中药液性质均符合要求;药瓶外部也未出现油滴;药瓶性质也未发生改变。高温因素试验结果发现,取样的 HDPE 瓶内壁开始出现浅黄色,PET 与 PP 瓶均未出现,其他检查均符合要求。

**2.1.3 常规留样检查** 将供试载药瓶于室温下放置,避光保存,分别在放置 0、1、2、3、5、6 个月后取样,对样品溶液进行性状检查、包材物理性质检查、喷瓶内部颜色检查。性状检查、包材物理性质检查结果见表 1~2。喷瓶内部颜色变化:HDPE 瓶内部从第 1 个月开始出现淡黄色、随着时间延长颜色逐渐加深,第 6 个月时瓶身内部呈黄棕色;PP 瓶内部从第 2 个月开始出现浅黄色,随着时间延长颜色有所加深,第 6 个月时瓶身呈淡黄色;PET 瓶内部在第 3 个月出现浅黄色、随着时间延长颜色略有加深,但变化轻微,第 6 个月时瓶身内部颜色仍为浅黄色。

表 1 3 种包装材料中双柏喷膜溶液性状检查结果

Table 1 SFSA properties in three types of packaging materials

材 料	澄明度	颗粒	沉淀	分层	异嗅	颜色
PET	良好	无	无	无	无	棕色
PP	良好	无	无	无	无	棕色
HDPE	良好	无	无	无	无	棕色

表 2 3 种塑料瓶物理性质变化

Table 2 Physical property changes of three types of plastic bottles

材 料	硬 度		冲击强度 / (J·m <sup>-1</sup> )	
	空白	放置后	空白	放置后
PET	98	97	76.1	75.9
PP	42	37	41.1	34.7
HDPE	75	74	70.5	69.8

3 种包材中,PET 瓶与 HDPE 瓶物理性质均未发生严重变化;而 PP 瓶的冲击强度与硬度均出现一定程度的下降,瓶子部分出现脆裂现象,与空白药瓶相比,硬度较小且易碎,并不适宜继续存放药液。

PET 塑料喷瓶从放置 3 个月后,瓶身开始出现浅黄色,其后放置时间瓶身颜色均未加深;PP 喷瓶放置 2 个月后开始出现浅黄色,随着放置时间加长,瓶身颜色逐渐加深;HDPE 喷瓶放置 1 个月后瓶身

即出现发黄现象,随着放置时间加长,瓶身颜色逐渐加深。颜色变化程度:HDPE>PP>PET。

根据影响因素试验与常规留样试验结果,发现PET塑料瓶的瓶壁颜色变化最小,且性质稳定;PP塑料瓶瓶壁颜色变化较大,且瓶身出现脆裂现象,硬度、冲击强度下降,并不适用继续存放药液;HDPE塑料瓶性质稳定,但瓶身颜色变化严重,其对药物吸附性极强,严重影响药物稳定性。综上所述,PET适合作为双柏喷膜剂初选包材,为进一步考察PET与双柏喷膜剂的相容性,根据《药品包装材料与药物相容性试验指导原则》,延长考察时间,并增加考察批次。

## 2.2 PET与双柏喷膜剂相容性长期试验

将3批次双柏喷膜剂分装到PET塑料喷雾瓶与玻璃瓶中,室温下放置,避光保存,分别在放置0、3、6、9、12个月 after 取样,对样品溶液进行性状检查、喷瓶内部瓶壁颜色检查、药液各指标成分量的变化测定并与玻璃瓶中药液各指标成分量进行比较、瓶身吸附药物量变化测定。

**2.2.1 性状检查** 3批次双柏喷膜剂性状均未出现异常,并未出现颗粒、沉淀、分层、异嗅,澄明度良好。

**2.2.2 喷瓶颜色变化** 取PET塑料喷雾瓶0、3、6、9、12个月所得的拍照用样品,在自然光下对归类好的样品进行拍照,观察喷瓶颜色变化。

PET瓶装载药物12个月 after,3批喷瓶内部颜色均在3个月出现浅黄色,与初试结果一致,随着放置时间延长,瓶身颜色略有加深,9个月 after 瓶身颜色基本不变。

**2.2.3 色谱条件** 根据本课题组前期研究结果,按照文献报道<sup>[4-5]</sup>色谱条件,对双柏喷膜剂中5种游离蒽醌、没食子酸、盐酸巴马汀、盐酸小檗碱、槲皮苷进行定量测定。

### 2.2.4 对照品溶液的制备

(1) 5种游离蒽醌对照品溶液的配制:取芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚适量,精密称定,加甲醇溶解,配制成含芦荟大黄素26.4 μg/mL、大黄酸28.8 μg/mL、大黄素26.4 μg/mL、大黄酚29.2 μg/mL、大黄素甲醚21.0 μg/mL的混合对照品溶液。

(2) 没食子酸对照品溶液的配制:取没食子酸对照品适量,精密称定,加50%甲醇溶液溶解,配制成含没食子酸48.2 μg/mL的对照品溶液。

(3) 盐酸巴马汀和盐酸小檗碱溶液的配制:取盐酸巴马汀和盐酸小檗碱对照品适量,精密称定,加甲醇溶解,配制成含盐酸巴马汀50.3 μg/mL,盐酸小檗碱51.4 μg/mL的混合对照品溶液。

(4) 槲皮苷对照品溶液的配制:取槲皮苷对照品适量,精密称定,加甲醇溶解,配制成含槲皮苷51.5 μg/mL的对照品溶液。

**2.2.5 线性关系考察** 分别精密吸取“2.2.4”项下对照品溶液0.1、0.2、1、2、5 mL至5 mL量瓶中,加甲醇稀释至刻度,得系列质量浓度的对照品溶液。精密吸取各质量浓度的对照品溶液10 μL,按“2.2.1”项下色谱条件测定峰面积,以药物质量浓度为横坐标(X),峰面积积分值为纵坐标(Y),进行线性回归,求得各对照品的回归方程与线性范围:芦荟大黄素  $Y=23\ 704 X+201.17$ ,  $r=0.999\ 9$ , 0.52~26.4 μg/mL; 大黄酸  $Y=21\ 871 X+27.106$ ,  $r=0.999\ 9$ , 0.58~28.8 μg/mL; 大黄素  $Y=23\ 186 X+37.473$ ,  $r=0.999\ 8$ , 0.53~26.4 μg/mL; 大黄酚  $Y=24\ 851 X+513.66$ ,  $r=0.999\ 8$ , 0.58~29.2 μg/mL; 大黄素甲醚  $Y=21\ 945 X+335.09$ ,  $r=0.999\ 8$ , 0.42~21.0 μg/mL; 没食子酸  $Y=15\ 454 X+11\ 813$ ,  $r=0.999\ 9$ , 1.64~48.2 μg/mL; 槲皮苷  $Y=19\ 594 X+8\ 639.6$ ,  $r=0.999\ 7$ , 1.03~51.5 μg/mL; 盐酸巴马汀  $Y=39\ 418 X+1\ 436.2$ ,  $r=0.999\ 7$ , 1.00~50.3 μg/mL; 盐酸小檗碱  $Y=39\ 642 X+1\ 618.9$ ,  $r=0.999\ 8$ , 0.97~51.4 μg/mL。

**2.2.6 药液定量测定供试品的制备** 分别精密吸取各批次装载在PET瓶和玻璃瓶中放置0、3、6、9、12个月的双柏喷膜剂样品溶液1 mL置5 mL量瓶中,加甲醇稀释至刻度,摇匀,用0.45 μm的微孔滤膜滤过,取续滤液,得供试品溶液。

**2.2.7 药液定量测定** 精密吸取各对照品溶液及药液定量测定供试品溶液各10 μL,按“2.2.3”项下色谱条件进样分析。3批双柏喷膜剂放置0、3、6、9、12个月 after,各指标成分量的变化测定结果见表3。

3批双柏喷膜剂成分的量,除在大黄酚、大黄素甲醚的量出现大幅下降外,其他成分较稳定,成分的量均达90%以上。大黄酚、大黄素甲醚均出现下降,且其下降趋势和玻璃瓶中一致。

**2.2.8 包材对药物成分的吸附量定量测定供试品溶液制备** 取PET塑料喷瓶,装入3批次药液,放置0、3、6、9、12个月 after 倾尽药液,用蒸馏水洗净喷瓶内部3次,装入50 mL甲醇,超声30 min,溶液

表 3 双柏喷膜剂在 PET 喷瓶与玻璃瓶中放置时各成分量的变化

Table 3 Content changes of constituents in SFSA kept in PET and glass bottles

批号	时间 / 月	容器	相对质量分数 / %										
			芦荟大黄素	大黄酸	大黄素	大黄酚	大黄素甲醚	盐酸巴马汀	盐酸小檗碱	没食子酸	槲皮苷		
110926	0	PET 喷雾瓶	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		玻璃瓶	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	3	PET 喷雾瓶	96.23	97.78	98.12	77.87	93.16	93.81	94.24	99.40	99.32		
		玻璃瓶	97.21	97.50	99.36	83.33	95.49	95.34	95.71	96.54	98.98		
	6	PET 喷雾瓶	96.29	97.28	97.34	76.06	90.26	92.87	94.14	97.58	98.18		
		玻璃瓶	96.60	96.60	99.24	78.50	92.24	95.10	95.81	96.78	97.15		
9	PET 喷雾瓶	96.77	95.04	95.17	75.00	89.50	94.60	94.61	94.66	96.54			
	玻璃瓶	96.51	96.46	98.69	64.50	88.21	94.36	94.38	94.10	94.45			
12	PET 喷雾瓶	97.64	94.62	95.18	76.11	89.57	94.66	93.55	92.62	95.15			
	玻璃瓶	96.20	96.01	98.50	65.12	83.10	94.20	94.82	94.52	95.22			
110928	0	PET 喷雾瓶	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		玻璃瓶	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	3	PET 喷雾瓶	99.65	99.50	99.74	84.60	96.97	97.26	97.26	97.89	94.13		
		玻璃瓶	98.21	98.46	98.24	90.14	94.61	98.54	97.71	96.37	95.21		
	6	PET 喷雾瓶	99.08	98.55	99.27	76.05	88.58	96.17	96.99	97.52	92.46		
		玻璃瓶	97.50	98.82	98.50	80.20	90.31	94.31	97.51	97.85	95.23		
	9	PET 喷雾瓶	99.95	97.40	97.68	75.94	91.47	96.53	95.82	92.63	92.34		
		玻璃瓶	96.11	98.16	97.18	79.85	88.67	94.82	95.27	95.46	91.20		
	12	PET 喷雾瓶	97.58	96.51	97.52	77.10	89.92	96.05	94.48	92.97	91.98		
		玻璃瓶	96.63	97.85	96.66	75.56	85.16	94.01	94.82	95.10	91.97		
	110930	0	PET 喷雾瓶	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
			玻璃瓶	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3		PET 喷雾瓶	97.72	99.95	99.38	71.56	73.58	94.63	96.34	99.90	94.00		
		玻璃瓶	97.51	98.17	99.28	68.48	70.32	95.72	96.58	94.41	95.27		
6		PET 喷雾瓶	96.33	99.21	98.08	68.26	69.92	94.36	95.72	98.96	93.62		
		玻璃瓶	96.66	98.13	99.21	67.46	61.11	95.32	95.75	93.55	95.83		
9		PET 喷雾瓶	95.23	97.23	97.07	66.55	66.77	94.27	95.61	95.81	93.21		
		玻璃瓶	96.55	96.14	98.48	66.68	52.57	94.38	94.62	93.82	94.56		
12		PET 喷雾瓶	95.27	96.14	95.52	69.62	69.31	93.22	96.61	93.07	91.54		
		玻璃瓶	95.00	96.10	99.20	64.10	56.11	94.20	94.14	92.15	91.22		

蒸干, 残渣用甲醇溶解, 最后定容至 2 mL, 刻度, 摇匀, 用 0.45  $\mu\text{m}$  微孔滤膜滤过, 取续滤液即得。

**2.2.9 吸附量定量测定** 精密吸取各对照品溶液及吸附量定量测定供试品溶液 10  $\mu\text{L}$ , 按“2.2.3”项下色谱条件进样分析。

3 批双柏喷膜剂放置 3、6、9、12 个月后, PET 塑料瓶对双柏喷膜剂中各指标成分的吸附量与吸附率结果见表 4, 盐酸巴马汀、盐酸小檗碱、没食子

酸、槲皮苷均未检测出。

3 批喷瓶均对双柏喷膜剂中大黄蒽醌类成分产生吸附, 但吸附量极少, 结合药液含量测定结果分析, 其吸附量不足以影响药液稳定性。

### 3 讨论

药液放置 12 个月后, PET 喷雾瓶对药液中 5 种大黄蒽醌类成分产生微量吸附, 其他成分均未检出, 推断瓶身变黄是由于大黄蒽醌类成分吸附产生。

表4 喷瓶对各指标成分的吸附量与吸附率

Table 4 Adsorption capacity and adsorption rate of each index content by spray bottles

批号	时间 / 月	芦荟大黄素		大黄酸		大黄素		大黄酚		大黄素甲醚	
		吸附量 / ( $\mu\text{g}\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附率 / ( $\%\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附量 / ( $\mu\text{g}\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附率 / ( $\%\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附量 / ( $\mu\text{g}\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附率 / ( $\%\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附量 / ( $\mu\text{g}\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附率 / ( $\%\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附量 / ( $\mu\text{g}\cdot\text{瓶}^{-1}$ )	吸附率 / ( $\%\cdot\text{瓶}^{-1}$ )
110926	3	1.67	0.072	0.45	0.008	4.95	0.118	20.49	0.651	9.75	1.347
	6	2.33	0.101	0.80	0.014	6.14	0.146	27.35	0.869	13.47	1.860
	9	2.59	0.112	1.10	0.019	6.46	0.153	24.16	0.768	7.86	1.086
	12	2.67	0.116	0.80	0.014	8.28	0.198	27.20	0.865	14.73	2.035
110928	3	3.27	0.108	0.93	0.013	8.30	0.167	28.62	0.909	13.72	1.934
	6	3.13	0.103	1.03	0.015	7.46	0.152	26.25	0.833	12.98	1.829
	9	5.56	0.183	2.43	0.034	8.83	0.180	29.11	0.924	19.52	2.751
	12	3.10	0.102	0.89	0.013	8.47	0.172	23.91	0.759	18.98	2.675
110930	3	0.72	0.031	0.29	0.005	2.99	0.070	7.52	0.230	2.48	0.307
	6	1.83	0.079	0.55	0.009	4.56	0.107	20.95	0.639	7.03	0.870
	9	3.10	0.134	1.50	0.025	8.17	0.192	27.00	0.824	10.06	1.245
	12	2.14	0.093	0.84	0.014	6.82	0.160	21.99	0.671	6.48	0.802

大黄酚与大黄素甲醚放置 3 个月后其量均大幅下降，且其下降趋势与玻璃瓶中其量下降趋势一致，结合喷瓶对大黄酚与大黄素甲醚吸附量远低于两者的减少量，由此推断，大黄酚与大黄素甲醚的量下降，是其自身水中不稳定性导致。

由瓶壁吸附量结果发现，PET 材料对大黄蒽醌类成分在 6 个月的时候达到峰值，其后时间点的吸附量基本维持不变，可推断 PET 材料对大黄 5 种蒽醌类成分的吸附量达到饱和。

本实验从塑料包材吸附性角度，考察多种包材与双柏喷膜剂相容性，筛选出 PET 为双柏喷膜剂的包装材料，并对 PET 进行长期稳定性考察，结果 PET 瓶中各主要成分的量符合要求，瓶身材料性质稳定，未出现软化、脆裂、出油等现象。课题组后续将进一步完成双柏喷膜剂中挥发性成分定量测定的研究。由于溶剂含有乙醇，可能造成塑料瓶成分的迁移至药液中，迁移物质的定性定量方法有待进一步研究。

PET 塑料瓶具有惰性好、耐低温性能好，能提供足够的机械强度，对气体、微生物有一定的阻隔性，适合作为药物贮存材料<sup>[6]</sup>，但由于 PET 材料性质关系，在高温条件下可能出现软化变形，因此 PET

塑料瓶需避免存放于高温环境。HDPE、PP 塑料瓶耐压、耐磨、耐酸、耐醇、耐碱性好，阻湿性能较好，但不宜存放含芳香挥发性药物<sup>[7-8]</sup>、蒽醌类药物。

参考文献

- [1] 白冰. 中成药包装的发展概要 [J]. 机电信息, 2008, 17: 53-55.
- [2] 胡兴军. 医药用塑料包装的主要形式及特点 [J]. 广东包装, 2006(2): 18-21.
- [3] 木巴拉克·伊明江, 贺冰, 迪力努尔·艾合买提. 不同包装材料对宣肺清热颗粒剂稳定性的影响研究 [J]. 新疆医科大学学报, 2009, 32(9): 1240-1246.
- [4] 陈慕媛, 黄月纯, 刘东辉, 等. 双柏散中蒽醌、没食子酸与生物碱的含量测定 [J]. 中药新药与临床药理, 2009, 20(5): 453-456.
- [5] 刘东辉, 陈慕媛, 黄月纯, 等. 双柏散中槲皮苷与薄荷脑的含量测定研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2009, 15(12): 4-7.
- [6] 郑俊民. 药用高分子包装材料学 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2006.
- [7] 秦荣新, 刘百义. 三种不同材料塑料瓶对复方薄荷含漱液的吸附作用 [J]. 山西医药杂志, 2009, 38(9): 865-866.
- [8] 翟连强. 塑料类容器对贮存药物的影响 [J]. 中国药房, 1995, 6(3): 41-42.