

[7]

Hongkee S. Microencapsulation techniques using ethyl acetate as a dispersed solvent; effects of its extraction rate on the characteristics of PLGA microspheres [J]. *J Controlled Release*, 1997, 47(3): 233-245.

[8]

Li W I, Anderson K W, Deluca P P. Kinetic and thermodynamic modeling of the formation of polymeric microspheres using solvent extraction/evaporation method [J]. *J Controlled Release*, 1995, 37(3): 187-198.

[9]

Chung T W, Huang Y Y, Liu Y Z. Effects of the rate of solvent evaporation on the characteristics of drug loaded PLLA and PL-LA microspheres[J]. *Int J Pharm*, 2001, 212(3): 161-169.

[10]

Gupte A, Ciftci K. Formulation and characterization of Paclitax-el, 5-FU and Paclitaxel + 5-FU microspheres[J]. *Int J Pharm*, 2004, 276(1-2): 93-106.

[11]

蒋朝军, 杨清敏, 胡筱菲, 等. 新型利培酮 PLGA 微球的制备及体外释放研究[J]. *中国药学杂志*, 2011, 46(2): 124-127.

[12]

Maurya S D, Dhakar R C, Aggarawal S, *et al.* Design and evaluation of SRM microsphere of metformin hydrochloride[J]. *IJCP*, 2010, 1(7): 1-5.

[13]

Sirsi S R, Schray R C, Wheatley M A, *et al.* Formulation of polylactide-co-glycolic acid nanospheres for encapsulation and sustained release of poly (ethylene imine) poly (ethylene glycol) copolymers complexed to oligonucleotides[J]. *J Nanobio-technol*, 2009, 7: 1-12.

[14]

Wischke C, Schwendeman S P. Principles of encapsulating hydrophobic drugs in PLA/PLGA microparticles [J]. *Int J Pharm*, 2008, 364(2): 298-327.

龙胆总苷提取物掩味树脂复合物的制备

向志芸, 李小芳*, 朱 宁, 周 维, 李培培
(成都中医药大学药学院, 中药材标准化教育部重点实验室, 四川省中药资源系统研究与开发利用重点实验室——省部共建国家重点实验室培育基地, 四川 成都 611137)

摘要: **目的** 制备龙胆总苷提取物的掩味树脂复合物。**方法** 以 Amberlite IRA-400 阴离子交换树脂为药物载体, 制备龙胆总苷提取物; 以药物质量浓度、树脂与药物的比例、反应温度为指标, 优选掩味树脂复合物的制备方法。然后, 运用差示扫描量热法 (DSC) 和傅里叶变换红外光谱法 (FTIR) 对其进行表征。**结果** 在 335 ℃ 处, 出现了吸热峰和红外图谱的改变, 表明复合物是通过化学作用而结合。最佳制备条件为溶液质量浓度 8 mg/mL, 树脂与药物的比例 1.5 : 1, 反应温度 45 ℃。**结论** 该复合物能有效掩盖龙胆总苷的苦味。

关键词: 龙胆总苷提取物; 掩味; 树脂复合物; DSC; FTIR

中图分类号: R944 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2016)04-0785-06

doi:10. 3969/j. issn. 1001-1528. 2016. 04. 014

Preparation of the resin complexes masking bitterness of *Gentianae Radix* total glycosides extract

XIANG Zhi-yun, LI Xiao-fang*, ZHU Ning, ZHOU Wei, LI Pei-pe
(*College of Pharmacy, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine; The Ministry of Education Key Laboratory of Standardization of Chinese Herbal Medicine; Key Laboratory of Systematic Research, Development and Utilization of Chinese Medicine Resources in Sichuan Province—Key Laboratory Breeding Base of Co-founded by Sichuan Province and MOST, Chengdu 611137, China*)

ABSTRACT: AIM To prepare the resin complexes masking bitterness of *Gentianae Radix* total glycosides extract. **METHODS** With Amberlite IRA-400 anion exchange resin as drug carrier, the *Gentianae Radix* total glycosides extract was prepared. With drug concentration, ratio of resin to drug and reaction temperature as indices, the preparation of resin complexes masking bitterness was optimized. Then they were characterized by differential

收稿日期: 2015-09-10
基金项目: 四川省教育厅重点项目 (15ZA0094)
作者简介: 向志芸 (1990—), 女, 硕士生, 从事中药新剂型及中新技术研究。Tel: 18380228578, E-mail: 498939565@qq.com
* 通信作者: 李小芳 (1964—), 女, 教授, 博士生导师, 从事中药新剂型及中新技术研究。E-mail: lixiaofang918@163.com

scanning calorimetry (DSC) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). **RESULTS** At 335 °C, the endothermic peak and change of infrared spectrum appeared, which showed that the complexes were combined by chemical action. The optimized preparation conditions were the solution concentration of 8 mg/mL, the ratio of resin to drug of 1.5 : 1, and the reaction temperature of 45 °C. **CONCLUSION** These complexes can effectively mask the bitterness of *Gentianae Radix* total glycosides.

KEY WORDS: *Gentianae Radix* total glycosides extract; masking bitterness; resin complexes; DSC; FTIR

离子交换树脂在 1956 年被首次用于控制药物的释放, 后来逐渐发展成掩盖药物不良气味、增加药物稳定性和使药物达到缓释的目的。它是一种带有可离子化功能基团的聚合物, 可通过与药物离子进行交换, 从而形成掩味作用。据统计, 国外上市的大多数药物都使用了 Amberlite 型离子交换树脂作为药用矫味剂^[1], 并得到了较好的矫味效果。因此, 离子交换树脂是一种较理想的药物载体。

龙胆总苷是龙胆科植物龙胆、秦艽等的有效部位, 包括龙胆苦苷、樟牙菜苦苷、樟牙菜苷等^[2]。现代药理研究证明, 龙胆总苷对多种肝损伤具有显著的保护作用, 同时还有抗肿瘤、抗氧化、抗炎镇痛等活性, 具有非常重要的开发价值^[3,4]。然而, 龙胆总苷的苦味强烈, 传统矫味方法(如添加矫味剂)的效果不理想, 限制了其开发利用。本实验以 Amberlite IRA-400 阴离子交换树脂为药物载体, 制备掩味效果较佳的龙胆总苷提取物的树脂复合物, 并运用 DSC 和 FTIR 对其进行表征, 为解决中药不良口感的问题提供了一定研究基础。

1 仪器与试剂

UV-6100 型紫外可见分光光度计(上海美谱达仪器有限公司); IRAffinity-1 傅立叶变换红外光谱仪(岛津企业管理中国有限公司); DSC 差示扫描量热仪(北京恒久科学仪器厂); SB-5200DT 型超声仪(200 W, 40 kHz, 宁波新芝生物科技股份有限公司); BP211DAG 型电子天平(德国 Satorius 公司); DFY-300 型摇摆式高速万能粉碎机(温岭市林大机械有限公司); JB-5 型定时双向数显恒温磁力搅拌器(常州朗越仪器制造有限公司)。

龙胆饮片购自四川新荷花中药饮片股份有限公司(批号 1111044, 产地云南), 粉碎至粗粉, 备用。龙胆总苷对照品购自成都曼思特生物科技有限公司(批号 MUST-14081205)。HPD-100 型大孔树脂(沧州宝恩吸附材料科技有限公司); Amberlite IRA-400 阴离子交换树脂(上海科兴商贸有限公司)。试剂均为分析纯。

2 方法和结果

2.1 龙胆总苷含有量的测定方法

2.1.1 最大吸收波长的确定 分别取不同质量浓度的龙胆总苷对照品溶液, 在 200 ~ 800 nm 处作紫外扫描, 最终确定其最大吸收波长为 274 nm。

2.1.2 对照品溶液的配制 精密称取龙胆总苷 0.003 28 g, 置于 25 mL 棕色量瓶中, 10 mL 70% 乙醇溶解, 定容至刻度, 摇匀, 即得。

2.1.3 供试品溶液的配制^[5] 精密称取一定量的掩味树脂复合物, 置于 10 mL 0.1 mol/L NaCl 溶液中, 45 °C 下恒温振荡 3 h, 过滤, 摇匀, 即得。

2.1.4 线性关系考察 精密吸取对照品溶液 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 mL, 置于 10 mL 量瓶中, 得含龙胆总苷 13.12、19.6、26.24、32.8、39.36 μg/mL 的溶液, 70% 乙醇稀释至刻度。在 274 nm 处, 以 70% 乙醇为空白测定吸光度, 然后以龙胆总苷溶液质量浓度为横坐标(X), 吸光度为纵坐标(Y)进行线性回归, 得回归方程 $Y = 0.019\ 2X + 0.011\ 4$, ($r = 0.999\ 1$), 表明在 13.12 ~ 39.36 μg/mL 范围内线性关系良好。

2.1.5 精密度试验 取同一对照品溶液, 以 70% 乙醇为空白, 在 274 nm 波长处测定吸光度, 连续 5 次。结果, 吸光度分别为 0.400、0.401、0.401、0.400、0.401, RSD 为 0.137%, 表明仪器精密度良好。

2.1.6 重复性试验 取同一供试品溶液 5 份, 按“2.1.2”项下方法进行测定。结果, RSD 为 1.2%, 表明该方法重复性良好。

2.1.7 加样回收率试验 取同一批含有量已知的样品 9 份, 按“2.1.3”项下方法制备供试品溶液, 测定吸光度。结果, 回收率分别为 101.2%、99.8%、98.4%, 平均回收率为 99.8%, RSD 为 0.38%, 说明该方法回收率良好。

2.2 龙胆总苷提取物的制备 精密称取龙胆粗粉 500 g, 12 倍量 60% 乙醇加热回流提取 3 次, 第一次 2 h, 后两次各 1 h, 合并提取液, 减压回收溶剂, 浓缩后离心, 加入适量水, 配成质量浓度为

0.2 g/mL 的龙胆上柱液。然后，过 HPD-100 型大孔树脂，待树脂完全吸附药液后，控制上柱和洗脱流量均为 3 BV/h，用 3 BV 的去离子水洗去树脂表面或内部残留的多糖、无机盐等水溶性杂质，用 5 BV 30% 乙醇洗脱，收集洗脱液，浓缩，真空干燥，粉碎，过 5 号筛，即得。然后，按“2.1”项下方法测得提取物中龙胆总苷的百分含量量为 73.2%。

2.3 龙胆总苷提取物掩味树脂复合物的制备

2.3.1 树脂的预处理 精密称取 Amberlite IRA-400 阴离子交换树脂 50 g，上于树脂柱上，先用 100 mL 95% 乙醇浸泡 24 h，以一定流量动态清洗，再依次用 100 mL 50% 乙醇溶液和 100 mL 去离子水清洗，以充分除去树脂中残留的杂质。60 ℃ 下干燥后，放入干燥器中保存备用^[6]。

2.3.2 离子交换静态制备方法的研究^[7-8] 精密称取一定量龙胆总苷提取物，加适量去离子水，配成一定质量浓度的药物溶液。再加入预处理后的离子交换树脂适量，置于恒温磁力搅拌器上，控制不同温度在设定的转速条件下充分搅拌，并于设定时间取样，测定吸光度，计算龙胆总苷的含有量，按式(1)、(2)计算树脂的载药量 (Q) 及药物利用率 (E)，至龙胆总苷含有量基本不变时，反应达到平衡。然后抽滤，去离子水洗尽药物树脂复合物表面残留的药物，于 50 ℃ 烘箱中干燥至恒重，密封备用。

$$Q = \frac{(C_0 - C_t)}{M_R} V \tag{1}$$

$$E = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\% \tag{2}$$

式中， Q 为 t 时刻单位质量树脂的载药量 (mg/g)； C_0 为初始药物质量浓度 (mg/mL)， C_t 为 t 时刻药物质量浓度 (mg/mL)； V 为药物溶液体积 (mL)； M_R 为树脂质量 (g)。

2.3.3 药物-树脂复合物最佳制备条件筛选^[9]

2.3.3.1 药物质量浓度对离子交换反应的影响

将温度设定为 35 ℃，1.5 g Amberlite IRA-400 阴离子交换树脂在不同起始药物质量浓度 (5、8、10、12、15 mg/mL，含龙胆总苷提取物 0.15 g) 下恒温磁力搅拌，反应 3 h 后取样，计算树脂的载药量 (Q) 及药物利用率 (E)，结果见图 1。由图可知，当温度、离子交换树脂用量一定时，树脂载药量随药物质量浓度的升高而增大，然后趋于平稳，但药物利用率下降。综合考虑，选定质量浓度

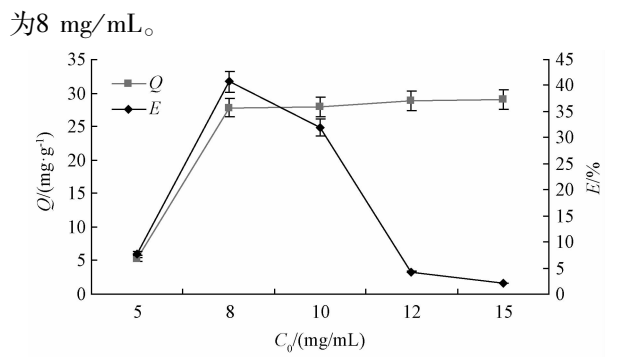


图1 药物质量浓度对树脂载药量 (Q) 及药物利用率 (E) 的影响

Fig. 1 Effects of drug concentration on drug loading of resin (Q) and drug utilization (E)

2.3.3.2 树脂与药物的比例对离子交换反应的影响

将温度设定为 35 ℃，药液质量浓度设定为 8 mg/mL (含龙胆总苷提取物 0.15 g)，离子交换树脂与药物按 1 : 4、1 : 2、1 : 1、2 : 1、3 : 1、4 : 1、5 : 1 的质量比充分混匀，恒温磁力搅拌，反应 3 h 后取样，计算树脂的载药量 (Q) 及药物利用率 (E)，结果见图 2。由图可知，当温度、药物质量浓度一定时，树脂载药量随树脂与药物比例的增大而减小，但药物利用率增大。综合考虑，两条曲线交汇处所对应的树脂与药物比例为最佳比例，即 1.5 : 1。

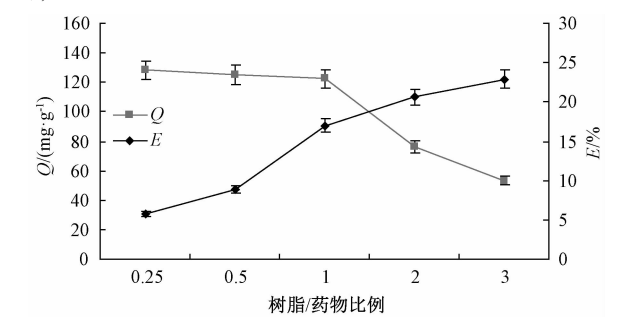


图2 树脂与药物的比例对树脂载药量 (Q) 及药物利用率 (E) 的影响

Fig. 2 Effects of the ratio of resin to drug on drug loading of resin (Q) and drug utilization (E)

2.3.3.3 反应温度对离子交换反应的影响

控制药物质量浓度为 8 mg/mL (含龙胆总苷提取物 0.15 g)，树脂与药物的比例为 1.5 : 1，在 25、35、45、55 ℃ 下恒温磁力搅拌，反应 3 h 后取样，计算树脂的载药量 (Q) 及药物利用率 (E)，结果见图 3。由图可知，当树脂与药物比例、药物质量浓度一定时，两者随温度增大而增大。综合考虑，反

应的最佳温度为 45 ℃。

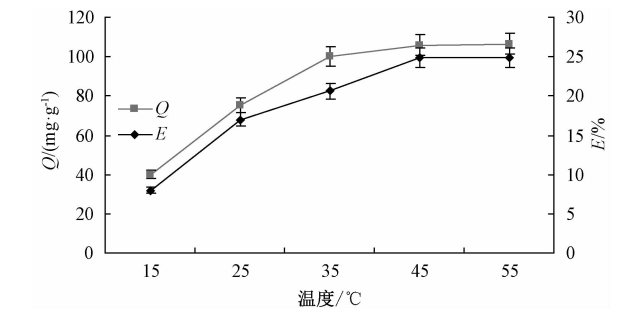


图 3 温度对树脂载药量 (Q) 及药物利用率 (E) 的影响
Fig. 3 Effects of temperature on drug loading of resin (Q) and drug utilization (E)

2.3.3.4 验证试验 平行取样 Amberlite IRA-400 阴离子交换树脂 3 份, 每份 1.5 g, 另取 8 mg/mL 药物 1 g, 45 ℃下恒温磁力搅拌, 反应 3 h 后过滤, 去离子水洗去树脂复合物表面残留的药物, 于 50 ℃烘箱中干燥至恒重, 按“2.1.3”项下方法制备供试品溶液, 测定龙胆总苷的含有量, 计算树脂的载药量(Q)及药物利用率(E)。结果, 3 批树脂复合物的载药量分别为 101.2、100.8、101.8 mg/g, 药物利用率为 24.8%、25.2%、24.5%。

2.4 龙胆总苷提取物掩味树脂复合物的表征

2.4.1 差示扫描量热法 (DSC)^[10-11] 离子交换树脂是具有一定特征吸热峰的聚合物, 可用差示扫描量热分析 (DSC) 法进行直观表征。当药物离子与离子交换树脂发生离子交换反应, 形成树脂复合物后, 可以从 DSC 图中反应其吸收峰的变化。本实验采用该方法分别记录龙胆总苷提取物、空白离子交换树脂 Amberlite IRA-400、树脂复合物、龙胆总苷提取物与离子交换树脂物理混合物质量比为 1:10 的 DSC 图谱。扫描范围 50~500 ℃; 升温速率 10.00 ℃/min; 参比物为空白铝干锅; 样品 10 mg, 结果见图 4。由图可知, 龙胆总苷提取物在 335 ℃处出现吸热峰, 即药物熔融峰; 药物树脂复合物在 328 ℃处形成了新的放热峰; 物理混合物只是两者的简单叠加, 说明药物与离子交换树脂结合, 形成了一种与简单物理混合物不同的新结合物。为进一步解释两者的结合位点, 本实验利用傅里叶变换红外光谱法 (FTIR) 来进行分析。

2.4.2 傅里叶变换红外光谱法 (FTIR)^[11] 采用 KBr 压片法, 分别记录龙胆总苷提取物、空白离子交换树脂 Amberlite IRA-400、树脂复合物、龙胆总苷提取物与离子交换树脂物理混合物质量比为

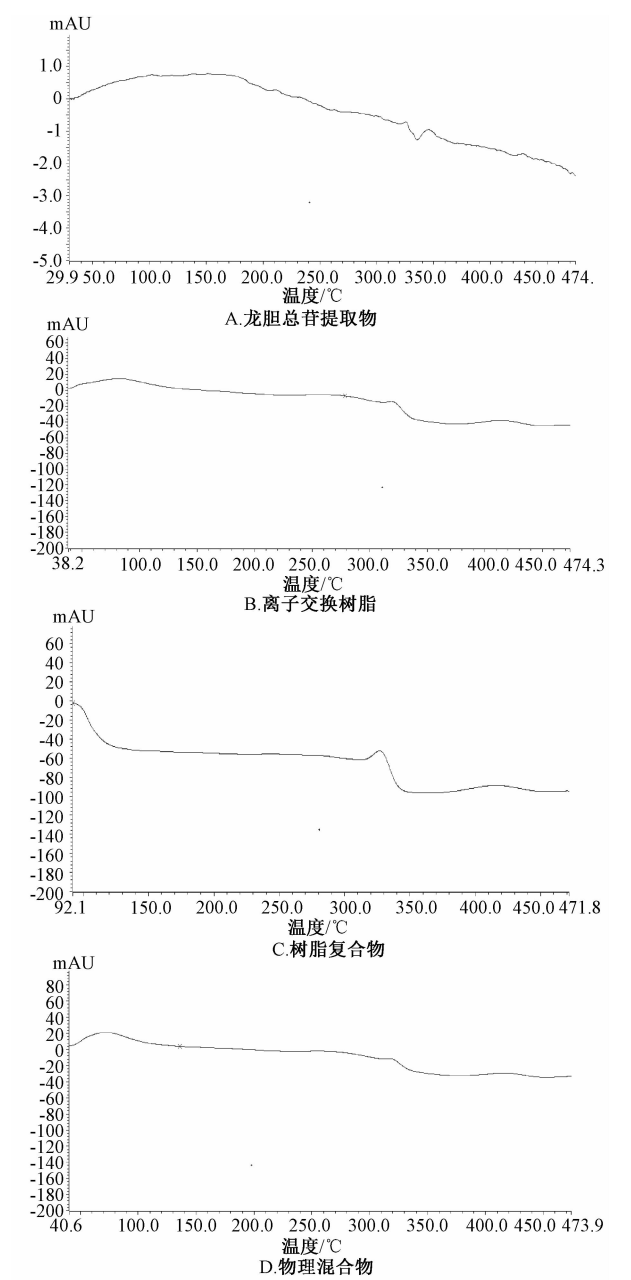


图 4 差示扫描量热分析图
Fig. 4 Differential scanning calorimetry analysis diagrams

1:10 的红外图谱。波长范围 450~4 000 cm^{-1} , 结果见图 5。由图可知, 龙胆总苷提取物在 1 350~1 260 cm^{-1} 处为 O-H 特征吸收峰, 而在 1 076 cm^{-1} 处显 C-O 伸缩振动峰。其中, 图 5 (D) 在这两处均有相应的特征吸收峰, 而空白离子交换树脂和树脂复合物均无; 图 5 (C) 与 (D) 比较, 1 701 cm^{-1} 和 1 076 cm^{-1} 处的特征峰消失。推测可能是树脂中的 $-\text{N}(\text{CH}_3)_3^+$ 与龙胆总苷提取物发生化学键合, 从而导致红外图谱的改变。

2.5 龙胆总苷提取物树脂复合物的掩味评价 本

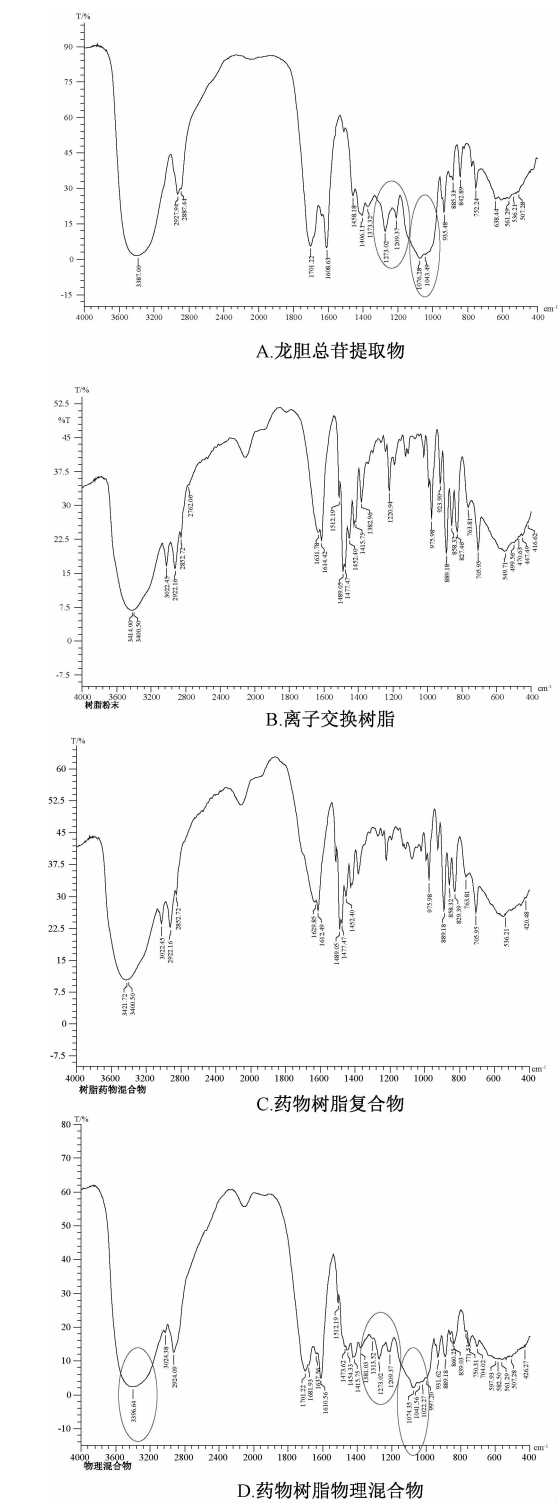


图5 红外光谱图
Fig.5 Infrared spectrograms

实验选用经典人群口感评价法（THTPM），简称口尝法，是评价掩味效果是否有效可行最直接的方法。招募20名健康志愿者，对其详细讲解评价方法，保证实验结果客观准确，苦味评价分为5个等级，分别为0级—没有苦味；1级—微微能够感觉

到苦味；2级—稍有苦味，但可以接受；3级—有明显的苦味；4级—有强烈的苦味，让人难以接受。配制20份药物溶液，每份含1.5 g树脂复合物（含处方量的龙胆总苷），请志愿者口尝，溶液在口腔内停留30 s，及时记录苦度等级，漱口，统计；当志愿者口中无苦味时，再口尝空白树脂溶液，并记录苦度等级，统计每个等级的人数，结果见表1。由表可知，龙胆总苷提取物的树脂复合物能起到较好的掩味效果。

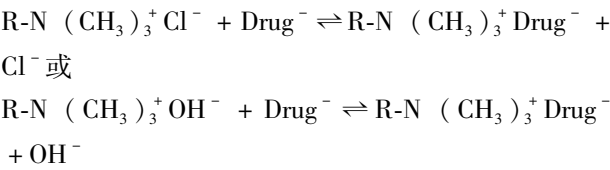
表1 口尝评价结果

Tab.1 Results of taste evaluation					
口尝溶液	0级	1级	2级	3级	4级
药物树脂复合物	19	1	0	0	0
空白树脂	20	0	0	0	0

3 讨论

中药制剂的不良口味普遍难以被患者接受，限制了其发展应用，目前的矫味方法很多，如添加矫味剂、包衣、环糊精包合、微型包囊等^[12]。然而，矫味剂对极苦药物的掩味效果不佳；液体药剂（如溶液剂、混悬剂、糖浆剂或醋剂等）不适合包衣；环糊精包合技术不适合亲水性较强的药物^[13]；微型包囊技术的工艺条件较复杂。本实验选用的离子交换树脂技术是利用药物离子与树脂离子进行交换，非常适用于制备液体药剂，并且能达到良好的掩味效果。

离子交换树脂是一种带有功能基团的网状不溶性惰性高分子材料，能与溶液中的离子小分子（如H⁺、Na⁺、Mg²⁺、Cl⁻等）结合，也可与较大的药物离子结合。根据其原理，它可与带有电荷的药物结合形成不溶性的聚合物，即



当患者口服药物后，在胃肠道中与内源性Cl⁻发生离子交换反应，从而将药物缓慢释放出来以发挥药效，达到缓释、控释和提高生物利用度的目的^[14]。

参考文献：

[1] Leonard G S, Cooper D. Oral liquid compositions containing paraxetine resinate; US, 5811436[P]. 1998-09-22.
[2] 陈国锋. 龙胆总苷粉针剂的药学研究[D]. 上海：复旦大学，2008.
[3] 刘占文，陈长勋，金若敏，等. 龙胆苦苷的保肝作用研究

[J]. 中草药, 2002, 33(1): 47-50.

[4] 玄 敏, 程雪梅, 王长虹, 等. 龙胆和坚龙胆对照提取物的制备[J]. 中成药, 2015, 37(4): 746-751.

[5] 孙艳荣, 王跃生, 梁 玲, 等. 高效液相色谱法测定穿心莲内酯掩味树脂复合物的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2008, 14(10): 4-6.

[6] 孙运栋, 生依灵, 李红菊, 等. 枸橼酸莫沙必利掩味树脂复合物的制备及评价[J]. 中国药理学杂志: 网络版, 2013, 11(5): 100-106.

[7] 周小圆. 黄藤素树脂缓释微囊的制备、表征及释药特性研究[D]. 广州: 广东药学院, 2013.

[8] 李伟男, 南 洋, 杨德强, 等. 夏天无总生物碱-树脂复合物的制备[J]. 中国药理学杂志: 网络版, 2010, 8(1): 17-26.

[9] 葛振中. 无味盐酸苯环壬酯树脂复合物口腔崩解片的研究[D]. 开封: 河南大学, 2014.

[10] 罗 丹, 李小芳, 余 琳, 等. 液固压缩技术增溶剂中的葛根总黄酮[J]. 中成药, 2015, 37(3): 522-525.

[11] 张春月. 盐酸文拉法辛药物树脂液体缓释制剂的研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2005.

[12] 任树龙, 王亚静, 郑 银, 等. 基于苦味产生机制的掩味策略与评价[J]. 中南药学, 2014, 6(14): 562-566.

[13] 雍国平, 李光水, 郑 飞, 等. β -环糊精包合物的结构研究[J]. 高等学校化学学报, 2000, 21(7): 1124-1126.

[14] 吴 静. 双氯芬酸钠药物树脂液体缓释制剂的研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2007.

不同厂家龙胆泻肝丸中龙胆苦苷、栀子苷、黄芩苷的溶出度测定和比较

玄 敏¹, 程雪梅^{1,2}, 王峥嵘^{1,2}, 王长虹^{1,2*}
(1. 上海中医药大学中药研究所, 中药标准化教育部重点实验室, 上海 201203; 2. 上海中药标准化研究中心, 上海 201203)

摘要: **目的** 建立龙胆泻肝丸(龙胆、栀子、黄芩等)中龙胆苦苷、栀子苷、黄芩苷溶出度的检测方法, 并比较 7 个生产厂家 8 批样品的溶出度情况。**方法** HPLC 法测定龙胆泻肝丸中龙胆苦苷、栀子苷、黄芩苷的含有量。以 0.1 mol/L 盐酸为溶出介质进行溶出度试验, 测定不同厂家该药物中 3 种成分的体外溶出度, 绘制累积溶出曲线。然后, 通过相似因子(f_2)法对累积溶出度进行比较。**结果** 龙胆苦苷、栀子苷的溶出参数(T_{50} 和 T_d)无显著性差异($P>0.05$)。与龙胆苦苷和栀子苷相比, 黄芩苷的溶出参数(T_{50} 和 T_d)有显著性差异($P<0.05$)。8 批样品中, 龙胆苦苷和栀子苷的相似因子(f_2)值均大于 50, 而黄芩苷小于 50。**结论** 有必要对龙胆泻肝丸中这 3 种成分进行溶出度测试。

关键词: 龙胆泻肝丸; 龙胆苦苷; 栀子苷; 黄芩苷; 溶出度; HPLC

中图分类号: R927.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2016)04-0790-06

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2016.04.015

Determination and comparison of dissolution rates of gentiopicroside, geniposide and baicalin in Longdan Xiegan Pills from different manufacturers

XUAN Min¹, CHENG Xue-mei^{1,2}, WANG Zheng-tao^{1,2}, WANG Chang-hong^{1,2*}
(1. Institute of Chinese Material Medica, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine; The MOE Key Laboratory for Standardization of Chinese Medicines, Shanghai 201203, China; 2. Shanghai R&D Centre for Standardization of Chinese Medicines, Shanghai 201203, China)

ABSTRACT: AIM To establish a method for determing the dissolution rates of gentiopicroside, geniposide and baicalin in Longdan Xiegan Pills (*Gentiana scabra*, *Gardenia jasminoides*, *Scutellaria baicalensis*, etc.) and to compare the dissolution behaviors of eight samples from seven manufacturers. **METHODS** HPLC was applied to

收稿日期: 2015-06-05
基金项目: 国家药品标准提高暨 2015 版药典科研任务资助 (2012)
作者简介: 玄 敏 (1988—), 女, 硕士生, 研究方向为药物分析及中药质量标准。E-mail: dfzz-0088@163.com
*** 通信作者:** 王长虹 (1964—), 男, 研究员, 博士生导师, 研究方向为中药新制剂与体内过程。Tel: (021) 51322511, E-mail: weh-cxm@163.com

790