

## 柱前衍生 HPLC 分析黄连多糖的单糖组成

范刚, 唐策, 李艳, 杨永东, 张艺\*

(成都中医药大学民族医药学院, 成都 611137)

**[摘要]** **目的:** 建立柱前衍生 HPLC 测定黄连多糖中的单糖组成, 并分析 3 种黄连多糖的单糖差异。**方法:** 采用水提醇沉法提取黄连多糖, 经硫酸水解后, 用 1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮(PMP)柱前衍生, 再利用 HPLC 法分析单糖的 PMP 衍生物。**结果:** 黄连多糖主要由甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖 7 种单糖组成, 其中半乳糖醛酸含量最高, 葡萄糖次之。另外, 雅连多糖、云连多糖和味连多糖中的 7 种单糖的平均摩尔比分别为 1:2.34:0.38:17.58:12.40:6.11:5.93, 1:2.43:0.25:16.76:15.18:6.51:9.78 和 1:3.25:0.40:22.35:12.96:6.66:10.28。**结论:** 建立的方法简便、准确, 重复性好, 可用于黄连多糖中单糖的组成分析和含量测定。雅连多糖、云连多糖和味连多糖中的 7 种单糖含量有差异。

**[关键词]** 黄连多糖; 柱前衍生; 单糖; 云连; 雅连; 味连

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2014)11-0074-05

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2014110074

## Analysis of Monosaccharide Compositions of Polysaccharides in Coptidis Rhizoma by Pre-column Derivatization HPLC Method

FAN Gang, TANG Ce, LI Yan, YANG Yong-dong, ZHANG Yi\*

(College of Ethnic Medicine, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China)

**[Abstract]** **Objective:** To establish a pre-column derivation HPLC method for the determination of monosaccharide compositions in Coptidis Rhizoma polysaccharides, and analyze the monosaccharides differences between three Coptidis Rhizoma polysaccharides. **Method:** The polysaccharides were extracted by hot distilled water, precipitated by alcohol, and hydrolyzed into monosaccharides with  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  sulfuric acid. The hydrolysate was derivatized with PMP, and then the PMP derivates of monosaccharides were analyzed by HPLC method. **Result:** The Rhizoma Coptidis polysaccharides were composed of mannose, rhamnose, glucuronic acid, galacturonic acid, glucose, galactose and arabinose. Among them, the content of galacturonic acid was the most abundant, followed by glucose. In addition, the average molar ratio of seven monosaccharides of *C. deltoidea* polysaccharide, *C. teeta* polysaccharide and *C. chinensis* polysaccharide were 1:2.34:0.38:17.58:12.40:6.11:5.93, 1:2.43:0.25:16.76:15.18:6.51:9.78 and 1:3.25:0.40:22.35:12.96:6.66:10.28, respectively. **Conclusion:** The established method in this study is simple, accurate, reproducible, and can be used for the analysis of monosaccharide compositions of Coptidis Rhizoma polysaccharides. The content of seven monosaccharides of *C. deltoidea* polysaccharide, *C. teeta* polysaccharide and *C. chinensis* polysaccharide are different.

**[Key words]** Coptidis Rhizoma polysaccharide; pre-column derivatization; monosaccharide; *Coptis chinensis*; *C. deltoidea*; *C. teeta*

**[收稿日期]** 20131124(001)

**[基金项目]** 四川省教育厅项目(13ZB0315); 成都中医药大学科技发展基金项目(ZRMS201342)

**[第一作者]** 范刚, 博士, 讲师, 从事中药质量控制研究, Tel:028-61800160, E-mail:fangang1111@163.com

**[通讯作者]** \* 张艺, 博士, 博士生导师, 研究员, 从事中药质量控制及药效物质基础研究, Tel:028-61800160, E-mail:9006zmy@sina.com

黄连为常用中药,始载于《神农本草经》,列为上品。黄连“止消渴”,历代本草多有记载。现代研究表明,黄连及其生物碱类成分对糖尿病具有明显的改善作用,如黄连总生物碱能够显著降低四氧嘧啶诱导的小鼠血糖升高<sup>[1]</sup>。另外,课题组前期研究发现<sup>[2]</sup>,黄连水煎液、生物碱类和多糖组分均能明显增强 3T3-L1 脂肪细胞胰岛素抵抗模型对葡萄糖的摄取和利用,且水煎液的药效作用明显优于各有效组分,表明黄连多糖与生物碱类组分一样,具有改善胰岛素抵抗的生物活性。同时,课题组采用<sup>1</sup>H-NMR代谢组学技术解析了黄连提取液的化学组成<sup>[3-4]</sup>,结果发现提取液中糖类成分含量较高,显示出良好的开发利用价值。

多糖是由单糖聚合而成的天然高分子多聚物。现代研究表明,中药多糖具有良好的降血糖活性,如黄芪多糖<sup>[5]</sup>、人参多糖<sup>[6]</sup>、地黄多糖<sup>[7]</sup>等。多糖的单糖组成分析是获取多糖结构信息和多糖质量控制的重要环节<sup>[8]</sup>。然而,目前黄连多糖的研究主要集中于药理活性和含量测定<sup>[9-10]</sup>。鉴于多糖为黄连药材中的主要组分,并且具有降血糖、抗氧化等活性,因此有必要系统研究黄连多糖的单糖组成。本文采用经典的柱前衍生 HPLC 法<sup>[11-12]</sup>,对黄连多糖中的单糖进行了组成分析,并研究了 3 种黄连(味连、雅连和云连)的单糖差异,为黄连多糖的开发利用、生物活性及其构效关系研究提供科学依据。

## 1 材料

1200 系列高效液相色谱仪(美国 Agilent),ULUP-I-10T 型优普超纯水机(成都超纯科技有限公司),CQ-250 型超声波清洗器(上海必能信有限公司),Sartorius BP121s 型电子天平(北京赛多利斯科学仪器有限公司),FreeZone 型冷冻干燥仪(美国 Labconco 公司),TDZ5-WS 型多管架自动平衡离心机(湘南湘仪实验室仪器开发有限公司)。

D-甘露糖(批号 140651-200602)、D-葡萄糖(批号 110833-200503)、D-葡萄糖醛酸(批号 140648-200602)、D-半乳糖醛酸(批号 111646-200301)、阿拉伯糖(批号 1506-200001)、鼠李糖(批号 111683-200401)、半乳糖(批号 100226-201105)对照品均购自中国食品药品检定研究院,1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮(PMP)购自成都市科龙化工试剂厂,乙腈为色谱纯,水为超纯水,其他试剂均为分析纯。

黄连样品经成都中医药大学民族医药学院张艺研究员鉴定,分别为毛茛科植物黄连 *Coptis chinensis* Franch.、三角叶黄连 *C. deltoidea* C. Y. Cheng et

Hsiao 和云连 *C. teeta* Wall. 的干燥根茎,药材依次习称为“味连”、“雅连”和“云连”。

## 2 方法与结果

**2.1 黄连多糖的提取** 取干燥的黄连药材粉末 5 g,精密称定,加入 95% 乙醇 50 mL 回流提取 2 次,每次 2 h,弃去提取液,药渣加 15 倍量的水,90 °C 水浴回流提取 4 h,重复 2 次,合并提取液,减压浓缩至 20 mL,用 Sevage 法除去蛋白。水层加入无水乙醇使其含醇量为 80%,4 °C 下静置 24 h,离心得沉淀,沉淀加 80% 乙醇 50 mL,搅拌并超声 5 min,离心,弃去上清液,重复此操作至上清液无色(3~5 次),沉淀再先后用无水乙醇、乙醚和丙酮多次洗涤,冷冻干燥,得黄连总多糖。

### 2.2 溶液的制备

**2.2.1 对照品溶液的制备** 分别取甘露糖、葡萄糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、阿拉伯糖、鼠李糖、半乳糖对照品适量,精密称定,置于 10 mL 量瓶中,加水溶解并定容至刻度,摇匀,配制成含甘露糖 500  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、葡萄糖 1 124  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、葡萄糖醛酸 155  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、半乳糖醛酸 1 198  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、阿拉伯糖 1 316  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、鼠李糖 305  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  和半乳糖 791  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的对照品混合溶液,备用。

**2.2.2 供试品溶液的制备** 取黄连多糖样品 20 mg,精密称定,置于 10 mL 具塞试管中,加水 1 mL 溶解,再加入 2  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  硫酸溶液 2 mL,摇匀,密封,在 110 °C 沸水浴中水解 8 h,取出,冷却,用 8  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  氢氧化钠水溶液中和至 pH 约 7.0,用水稀释定容至 5 mL,摇匀,备用。

**2.3 衍生化产物的制备** 取单糖对照品混合溶液和供试品溶液各 200  $\mu\text{L}$ ,分别置于 10 mL 离心管中,各依次加入 0.5  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  PMP 甲醇溶液 200  $\mu\text{L}$  和 0.3  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液 200  $\mu\text{L}$ ,混匀,70 °C 水浴加热反应 30 min,取出,冷却至室温,加入 0.3  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  盐酸溶液 200  $\mu\text{L}$  中和,混匀后再用 1 mL 三氯甲烷萃取,涡旋混合,静置,弃去下层有机相,如此重复操作 3 次,水相定容至 1 mL,过 0.45  $\mu\text{m}$  微孔滤膜,备用。

**2.4 色谱条件** Kromasil  $\text{C}_{18}$  色谱柱(4.6 mm  $\times$  250 mm, 5  $\mu\text{m}$ ),检测波长 250 nm,流速 1.0  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ,柱温 30 °C,进样量 10  $\mu\text{L}$ ,流动相乙腈(A)-0.1  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  磷酸盐缓冲液(pH 6.8)(B),梯度洗脱(0~10 min, 16% A;10~30 min, 16%~18% A;30~50 min, 18%~19% A;50~60 min, 19% A)。

**2.5 线性关系的考察** 分别精密吸取混合对照品

溶液 0.2, 0.5, 1, 2, 4, 10 mL, 置于 10 mL 量瓶中, 加水稀释至刻度, 摇匀, 配制成系列混合对照品溶液。按 2.3 项下方法进行衍生化处理, 在上述色谱条件下进行 HPLC 测定, 记录色谱图。以对照品浓度 ( $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) ( $X$ ) 对色谱峰峰面积 ( $Y$ ) 进行线性回归, 绘制标准曲线。甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖和阿拉伯糖的回归方程分别为  $Y = 13.287X + 131.99$  ( $r^2 = 0.9991$ ),  $Y = 7.4493X + 67.189$  ( $r^2 = 0.9993$ ),  $Y = 18.32X + 37.112$  ( $r^2 = 0.9991$ ),  $Y = 13.705X + 226.57$  ( $r^2 = 0.9993$ ),  $Y = 13.29X + 264.11$  ( $r^2 = 0.9995$ ),  $Y = 15.463X + 241.12$  ( $r^2 = 0.999$ ),  $Y = 16.602X + 392.57$  ( $r^2 = 0.9996$ ), 结果表明甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖分别在 10 ~ 500, 6.1 ~ 305, 3.1 ~ 155, 23.96 ~ 1198, 22.48 ~ 1124, 15.82 ~ 791, 26.32 ~ 1316  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  线性关系良好。

## 2.6 方法学考察

**2.6.1 精密度试验** 精密吸取混合对照品溶液, 按 2.3 项下方法进行衍生化处理, 在上述色谱条件下连续进样 6 次, 记录峰面积。结果甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖和阿拉伯糖色谱峰峰面积的 RSD 分别为 0.62%, 0.48%, 0.25%, 1.10%, 0.54%, 0.47% 和 0.44%, 表明仪器精密度良好。

**2.6.2 稳定性试验** 取黄连多糖衍生化后的供试品溶液, 分别于 0, 2, 4, 8, 16, 24 h 测定, 记录峰面积。结果甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖和阿拉伯糖色谱峰峰面积的 RSD 分别为 1.31%, 1.61%, 1.54%, 0.92%, 1.24%, 0.53% 和 1.36%, 表明黄连多糖衍生化溶液在 24 h 内稳定性较好。

**2.6.3 重复性试验** 取黄连多糖 6 份, 按 2.2.2 项下方法平行制备供试品溶液, 再按 2.3 项下方法进行衍生化处理, 在上述色谱条件下进行 HPLC 测定, 记录峰面积, 计算含量。结果甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖和阿拉伯糖含量的 RSD 分别为 2.14%, 2.37%, 2.98%, 1.66%, 2.13%, 2.80% 和 2.34%, 表明该方法重复性良好。

**2.6.4 加样回收率试验** 取已知含量的黄连多糖样品 6 份, 每份约 0.01 g, 精密称定, 置具塞试管中, 分别精密加入不同量的甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖和阿拉伯糖对照品适量, 按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液, 再按 2.3

项下方法进行衍生化处理, 在上述色谱条件下进行 HPLC 测定, 计算加样回收率, 结果见表 1。

表 1 黄连中各单糖的加样回收率

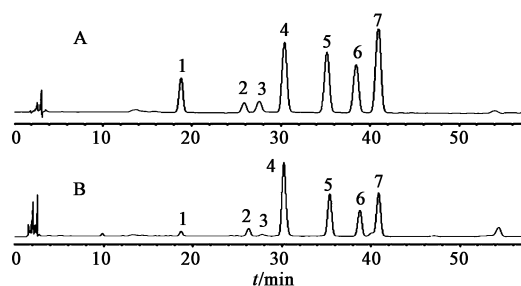
单糖	样品中量 / $\mu\text{g}$	加入量 / $\mu\text{g}$	测得量 / $\mu\text{g}$	回收率 /%	平均 回收率 /%	RSD /%
甘露糖	31.73	45.00	75.02	96.20	97.70	2.26
	32.04	45.00	75.06	95.60		
	31.10	45.00	76.55	101.00		
	31.41	45.00	74.61	96.00		
	31.73	45.00	76.59	99.69		
	32.04	45.00	76.01	97.71		
鼠李糖	144.48	125.05	266.13	97.28	98.23	2.61
	145.92	125.05	265.19	95.38		
	141.66	125.05	261.62	95.93		
	143.09	125.05	265.97	98.26		
	144.48	125.05	271.38	101.48		
	145.92	125.05	272.28	101.05		
葡萄糖醛酸	14.07	15.04	28.95	99.03	97.20	1.84
	14.07	15.04	28.57	96.45		
	13.39	15.04	27.69	95.16		
	13.53	15.04	27.89	95.48		
	14.21	15.04	28.91	97.74		
	14.07	15.04	29.00	99.35		
半乳糖醛酸	1054.10	1162.06	2162.18	95.35	97.75	2.57
	1096.68	1162.06	2246.47	98.94		
	1086.06	1162.06	2202.48	96.07		
	1075.39	1162.06	2246.37	100.77		
	1086.06	1162.06	2192.30	95.20		
	1096.68	1162.06	2260.83	100.18		
葡萄糖	576.36	505.80	1080.45	99.66	98.37	2.49
	581.99	505.80	1068.57	96.20		
	565.07	505.80	1060.20	97.89		
	570.69	505.80	1089.68	102.61		
	576.36	505.80	1070.91	97.78		
	581.99	505.80	1068.08	96.10		
半乳糖	299.84	355.95	653.49	99.36	97.46	2.04
	302.81	355.95	656.69	99.42		
	293.99	355.95	636.30	96.17		
	296.96	355.95	636.98	95.52		
	299.84	355.95	639.14	95.32		
	302.81	355.95	655.11	98.98		

续表 1

单糖	样品中量 /μg	加入量 /μg	测得量 /μg	回收率 /%	平均 回收率 /%	RSD /%
阿拉伯糖	423.49	493.50	897.64	96.08	99.14	2.36
	427.65	493.50	923.25	100.43		
	415.20	493.50	905.55	99.36		
	419.33	493.50	926.96	102.86		
	423.49	493.50	906.64	97.90		
	427.65	493.50	912.30	98.21		

**2.7 样品含量测定** 分别取不同品种黄连药材,按 2.1 项下方法制备总多糖,按 2.2.2 项下方法操作制备供试品溶液,再按 2.3 项下方法进行衍生化处

理,在上述色谱条件下进行测定,采用外标一点法计算 7 种单糖成分的含量。HPLC 见图 1,含量测定结果见表 2。



1. 甘露糖;2. 鼠李糖;3. 葡萄糖醛酸;4. 半乳糖醛酸;  
5. 葡萄糖;6. 半乳糖;7. 阿拉伯糖

图 1 对照品(A)和黄连样品(B)衍生产物的 HPLC

表 2 不同品种黄连多糖中各单糖的含量测定( $n=3$ )

mg·g<sup>-1</sup>

No.	药材名	样品来源	甘露糖	鼠李糖	葡萄糖 醛酸	半乳糖 醛酸	葡萄糖	半乳糖	阿拉 伯糖
1	雅连	四川省雅安市洪雅县瓦屋山泥巴杠	8.74	13.05	2.03	99.56	77.02	32.35	38.21
2	雅连	四川省雅安市洪雅县七里坪	6.62	14.17	2.18	102.16	72.75	35.39	31.23
3	雅连	四川省雅安市洪雅县瓦屋山水磨沟	4.07	14.28	2.61	103.38	75.74	38.12	35.18
4	雅连	四川省雅安市洪雅县燕远村	6.05	14.68	2.36	105.88	65.52	36.95	34.35
5	雅连	四川省雅安市洪雅县黑林村	4.10	13.00	1.98	108.95	75.87	37.87	36.51
6	云连	云南省大理市	5.73	15.01	1.30	102.22	90.06	39.56	60.85
7	云连	云南省大理市三月街药材市场	6.52	14.73	1.60	97.26	94.67	38.02	65.72
8	云连	云南省迪庆藏族自治州中甸县	6.48	14.71	1.83	103.28	86.85	42.59	59.39
9	云连	云南省昆明市菊花园药材市场	5.94	15.44	1.55	110.61	102.92	40.36	55.37
10	味连	重庆市石柱县黄水镇	3.94	16.02	1.91	99.80	62.00	29.99	43.24
11	味连	四川省大邑县斜源镇高水涧林场	5.01	15.78	1.91	91.83	50.67	30.98	46.88
12	味连	四川省彭州白鹿镇红华村 2 组	3.08	14.72	1.58	105.48	56.47	29.07	42.42
13	味连	四川省大邑县斜源镇仰天窝林场	5.43	12.30	1.73	106.70	59.78	30.74	50.45
14	味连	四川省峨眉山市龙池镇金川村	5.08	14.38	1.79	99.96	63.29	29.40	48.74

### 3 讨论

本文考察了 Xtimate<sup>TM</sup> C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm)、依利特 SinoChrom ODS-BP C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm)、Wondasil C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm)、Kromasil C<sub>18</sub> (4.6 mm×250 mm,5 μm) 色谱柱对 7 种单糖衍生物的分离效果,结果 Kromasil C<sub>18</sub> 色谱柱分离效果最佳。考察了醋酸盐缓冲液、磷酸盐缓冲液对 7 种单糖衍生物分离效果的影响,结果 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 磷酸盐缓冲液作流动相时,各单糖组份能得到较好的分离。另外,通过 DAD 全波长扫描确定甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖的 PMP 衍生

物的最大吸收均在 250 nm 左右,与相关文献报道<sup>[13]</sup>一致,因此最终选择 250 nm 为检测波长。

本文成功建立了黄连多糖中 7 种单糖成分的 PMP 柱前衍生高效液相色谱分析方法,该方法准确可靠,具有较好的重复性和稳定性,适合于黄连药材中多糖的单糖组成测定。从图 1 和表 2 可知,黄连多糖中主要含有半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖,其中半乳糖醛酸含量最高,葡萄糖次之,而甘露糖、鼠李糖和葡萄糖醛酸含量较低。

本文对 3 种黄连(雅连、味连和云连)多糖进行了单糖组成分析。结果发现 3 个黄连品种的单糖组成相似,均含有 7 个单糖成分,但各单糖的含量及比

例有一定的差异。由表2可知,雅连多糖、云连多糖和味连多糖中甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖的平均摩尔比分别为1:2.34:0.38:17.58:12.40:6.11:5.93,1:2.43:0.25:16.76:15.18:6.51:9.78和1:3.25:0.40:22.35:12.96:6.66:10.28,表明3种黄连药材中的多糖结构明显不同。黄连为多基源药材,现代研究表明,不同品种的黄连药材其药理作用有一定的差异,如雅连治疗复发性口疮的疗效明显优于味连<sup>[14]</sup>,而味连的抗菌效果要优于雅连和云连<sup>[15]</sup>。物质基础决定药材的疗效,本文的研究结果对于阐明3种黄连的药效差异及其合理利用都具有重要的意义。当然,3种黄连多糖的单糖含量差异是否与其生物活性差异直接相关还需要进一步的研究。

#### [参考文献]

[1] 朱红卫,唐礼可. 黄连总碱对小鼠降糖作用研究[J]. 云南中医中药杂志,2008,29(7):59.

[2] 李佳川,孟宪丽,范昕建,等. 黄连改善胰岛素抵抗药效物质基础研究[J]. 中国中药杂志,2010,35(14):1855.

[3] Fan G, Zhang M Y, Zhou X D, et al. Quality evaluation and species differentiation of *Rhizoma coptidis* by using proton nuclear magnetic resonance spectroscopy [J]. *Anal Chim Acta*, 2012, 747:76.

[4] Fan G, Tao L H, Yue Q H, et al. Metabolic discrimination of *Rhizoma Coptidis* from different species using <sup>1</sup>H-NMR spectroscopy and principal component analysis [J]. *Planta Med*, 2012, 78(6):641.

[5] 徐寒松,吴青,谢晓云,等. 黄芪多糖对2型糖尿病患者外周血内皮祖细胞PI3K/Akt/eNOS信号通路的影响[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2011,4

(23):23.

[6] 杨明,崔志勇,王岩,等. 人参多糖对动物正常血糖及各种实验性高血糖的影响[J]. 中国中药杂志,1992,17(8):500.

[7] 赵平鸽,刘晓. 地黄多糖的提取纯化及其对糖尿病小鼠血糖的影响研究[J]. 海峡药学,2010,22(9):29.

[8] 刘宇,娄燕,张耀文,等. 柱前衍生HPLC分析酸枣仁汤中多糖的单糖组成[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(17):121.

[9] 范刚,唐策,杨永东,等. 黄连多糖的总糖含量及糖醛酸含量测定研究[C]. 中国民族药创新发展学术研讨会论文集,2012:137.

[10] 吴玉娟. 黄连多糖的提取及活性研究[D]. 成都:西南交通大学,2007.

[11] 马定远,陈君,李萍,等. 柱前衍生化高效液相色谱法分析多糖中的单糖组成[J]. 分析化学,2002,30(6):702.

[12] Lv Y, Yang X B, Zhao Y, et al. Separation and quantification of component monosaccharides of the tea polysaccharides from *Gynostemma pentaphyllum* by HPLC with indirect UV detection [J]. *Food Chem*, 2009, 112:742.

[13] 梁军,夏永刚,杨炳友,等. 柱前衍生化-HPLC法分析麻黄多糖ESP-B1的单糖组成[J]. 中草药,2011,42(10):1985.

[14] 曾洁萍,丁红,阎博华,等. 雅连、味连治疗复发性口疮疗效差异性——分层区组、随机双盲、平行对照、多中心临床试验报[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(20):265.

[15] Feng X, Yan D, Zhao K J, et al. Applications of microcalorimetry in the antibacterial activity evaluation of various *Rhizoma coptidis* [J]. *Pharm Biol*, 2011, 49:348.

[责任编辑 顾雪竹]

欢迎投稿

欢迎订閱