

HPLC双波长等基线融合结合校正因子法测定虎杖中3种成分的含量[△]

郭 茜*,孟宪生#,包永睿,王 帅(辽宁中医药大学药学院,辽宁大连 116600)

中图分类号 R284.1;R927.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2013)47-4461-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2013.47.15

摘要 目的:为虎杖中白藜芦醇苷、大黄素、大黄素甲醚的含量测定提供更为简便、合理、可靠的方法。方法:采用高效液相色谱法。色谱柱为Agilent TC-C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm),柱温为25℃,流动相为0.1%甲酸水溶液-乙腈(梯度洗脱),流速为1 ml/min,检测波长为254 nm(大黄素、大黄素甲醚)与319 nm(白藜芦醇苷)。使用Matlab 7.1编程进行谱图融合;在此基础上,以虎杖中大黄素为内参物,建立其与白藜芦醇苷、大黄素甲醚的相对校正因子,计算白藜芦醇苷和大黄素甲醚的含量,并对不同产地虎杖中3种成分含量校正因子法的计算值与外标法实测值进行比较。结果:白藜芦醇苷、大黄素与大黄素甲醚的进样量分别在0.29~1.76、0.75~4.51、0.05~0.31 μg范围内与各自峰面积积分值呈良好的线性关系(r 分别为0.999 0、0.999 8、0.999 6);精密度、重复性、稳定性试验的RSD<3%;平均加样回收率分别为98.50%、101.68%、99.22%,RSD分别为1.81%、2.03%、2.44%(n 均为6)。采用校正因子法与外标法测得不同产地虎杖中3种成分的含量差异无统计学意义。结论:该试验为虎杖的质量控制提供了一种更为简便、合理、可靠的方法。

关键词 高效液相色谱法;双波长等基线融合;校正因子;虎杖;白藜芦醇苷;大黄素;大黄素甲醚;含量测定

Content Determination of 3 Components of *Polygonum cuspidatum* by HPLC Dual Wavelength Baseline Fusion Combined with Correction Factor

GUO Qian, MENG Xian-sheng, BAO Yong-ru, WANG Shuai (College of Pharmacy, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Liaoning Dalian 116600, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To establish a simple, reasonable and reliable method for the content determination of polydatin, emodin and physcion in *Polygonum cuspidatum*. METHODS: HPLC method was adopted. The determination was performed on Agilent TC-C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm) column with mobile phase consisted of 0.1% formic acid-acetonitrile (gradient elution) at flow rate of 1 ml/min. The column temperature was 25℃ and the detection wavelengths were set at 254 nm (emodin, physcion) and 319 nm (polydatin). Matlab 7.1 programming was used for chromatogram fusion; using emodin as internal standard, the relative correction factors of polydatin and physcion were established to calculate the contents of polydatin and physcion. The contents of 3 components from different producing areas calculated by correction factor method were compared with the measured values of external standard method. RESULTS: The linear ranges of polydatin, emodin and physcion were 0.29-1.76 μg ($r=0.999 0$), 0.75-4.51 μg ($r=0.999 8$) and 0.05-0.31 μg ($r=0.999 6$). RSDs of precision, reproducibility and stability tests were all lower than 3%. Average recovery rates were 98.50% (RSD=1.81%, $n=6$), 101.68% (RSD=2.03%, $n=6$) and 99.22% (RSD=2.44%, $n=6$). The contents of 3 components in *P. cuspidatum* by above 2 methods had no significant difference. CONCLUSIONS: The method is simple, reasonable and reliable for quality control of *P. cuspidatum*.

KEY WORDS HPLC; Dual wavelength baseline fusion; Correction factor; *Polygonum cuspidatum*; Polydatin; Emodin; Physcion; Content determination

虎杖系蓼科植物虎杖 *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. 的干燥根茎和根,性微寒,味微苦,归肝、胆、肺经,具有利湿退黄、清热解毒、散瘀止痛、止咳化痰等功效^[1]。白藜芦醇苷属多羟基芪类化合物,有较强的生物活性,对保护心肌细胞、抑制血管平滑肌细胞、抗血小板聚集、改善微循环等有显著的作用^[2];大黄素、大黄素甲醚等蒽醌类成分具有抗菌、免疫抑制、解痉、止咳、利尿等作用^[3]。文献报道有关虎杖药材含量测定的方法

大多以单一类指标成分来评价药材质量,尚不能充分反映药材的整体质量;也有测定多种成分含量的,但需采用不同色谱条件和不同前处理方法,操作烦琐、过程复杂、检测时间较长。

鉴于此,笔者利用二极管阵列检测器(DAD)可多波长同时检测的特点,以芪类与蒽醌类两类成分的最大紫外吸收波长下测定的最大峰面积进行双波长等基线覆盖融合,再结合以大黄素为内参物的相对校正因子,建立在同一色谱条件下分离并测定虎杖中白藜芦醇苷、大黄素、大黄素甲醚含量的方法,解决了虎杖等药材质量控制中对对照品供应不足的问题。

1 材料

1.1 仪器

1100型高效液相色谱(HPLC)仪,含ChemStation工作站等(美国Agilent公司);LC-20AT型HPLC仪,含LCsolution工

[△] 基金项目:国家科技重大专项课题(No.2010ZX09401-304-515)

* 硕士研究生。研究方向:药物分析。E-mail: 610070447@qq.com

通信作者:教授,博士研究生导师,博士。研究方向:中药组分配伍、代谢组学及药品质量分析。电话:0411-87406496。E-mail: mxsvvv@126.com

工作站、DAD等(日本岛津公司);HS6150型超声波清洗器(天津市恒奥科技发展有限公司);CP225D型十万分之一电子分析天平(德国Sartorius公司)。

1.2 试剂

白藜芦醇苷、大黄素、大黄素甲醚对照品(中国食品药品检定研究院,批号分别为1535-200001、0756-200110、110758-200610);甲酸(色谱纯,天津市科密欧化学试剂开发中心);乙腈(色谱纯,美国Tedia公司);水为去离子水,其他试剂均为分析纯。

1.3 药材

7批虎杖药材分别购买于山东、贵州、江西、四川、云南、湖北、福建,经辽宁中医药大学翟延君教授鉴定均为真品。

2 方法与结果

2.1 色谱条件^[4]与系统适用性试验

色谱柱:Agilent TC-C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm)、Diamonsil-C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm)、Wondasil-C₁₈ Superb(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:0.1%甲酸水溶液(A)-乙腈(B),梯度洗脱(0~25 min, 22% B→44% B; >25~26 min, 44% B→57% B; >26~45 min, 57% B→76% B);流速:1 ml/min;柱温:25℃;检测波长:254 nm(大黄素、大黄素甲醚)、319 nm(白藜芦醇苷);进样量:10 μl。在此色谱条件下,理论板数按白藜芦醇苷、大黄素和大黄素甲醚峰计算应均不低于4 000;被测峰与相邻峰之间的分离度均>1.5;对称因子均在0.95~1.05之间。

2.2 供试品溶液的制备

取虎杖药材粉末(过60目筛)约2 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,加甲醇50 ml,称定质量,超声提取(功率:200 W,频率:40 kHz)40 min,放冷,再次称质量,以甲醇补足减失的质量,滤过,取续滤液适量,以0.45 μm微孔滤膜滤过,即得。

2.3 混合对照品溶液的制备

精密称取白藜芦醇苷、大黄素、大黄素甲醚对照品各适量,置于同一10 ml量瓶中,加甲醇溶解并稀释至刻度,摇匀,制备成每1 ml溶液中分别含白藜芦醇苷60 μg、大黄素150 μg、大黄素甲醚10 μg的混合对照品溶液。

2.4 图谱融合方法

2.4.1 图谱波长筛选 精密吸取供试品溶液10 μl,采用DAD进行全波长扫描,可知虎杖样品在230~400 nm波长范围内有吸收^[5]。其中,254、319 nm波长处所选目标峰分别有较大吸收,且这两处吸收峰有一定的互补性。因此,本试验选取254、319 nm为检测波长。

2.4.2 融合图谱生成 分别从ChemStation工作站中导出254 nm和319 nm谱图结果dif格式的数据文件,将其转化为数据矩阵,再使用Matlab 7.1进行编程,将相同保留时间的色谱峰按最大峰面积覆盖融合,使其成为一张能够同时反映两波长信息的色谱图^[6]。不同波长和融合后的HPLC图见图1。

2.5 融合后图谱的方法学考察

2.5.1 线性关系考察 分别精密吸取混合对照品溶液5、10、15、20、25、30 μl,按“2.1”项下色谱条件依次注入液相色谱仪,记录254 nm和319 nm波长下的色谱图,再按“2.4.2”项下方法融合两波长图谱。以对照品进样量为(x)为横坐标,峰面积积分值(y)为纵坐标,进行线性回归,得白藜芦醇苷、大黄素、大黄素甲醚的回归方程分别为 $y=8\ 377.8x+1\ 293.00$ ($r=0.999\ 0$, $n=6$)、 $y=3\ 932.0x-216.45$ ($r=0.999\ 8$, $n=6$)、 $y=3\ 983.5x+$

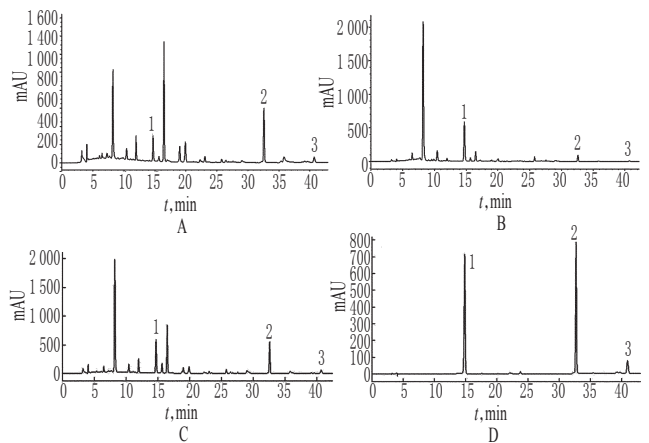


图1 高效液相色谱图

A.254 nm波长下样品;B.319 nm波长下样品;C.融合后对照品;D.融合后样品;1.白藜芦醇苷;2.大黄素;3.大黄素甲醚

Fig 1 HPLC chromatograms

A.sample at 254 nm; B.sample at 319 nm; C.substance control after fusion; D.sample after fusion; 1. polydatin; 2. emodin; 3. physcion

16.76($r=0.999\ 6$, $n=6$)。结果表明,白藜芦醇苷、大黄素与大黄素甲醚的进样量分别在0.29~1.76、0.75~4.51、0.05~0.31 μg范围内与各自峰面积积分值呈良好的线性关系。

2.5.2 精密度试验 精密吸取虎杖(产地:山东)供试品溶液10 μl,按“2.1”项下色谱条件连续进样测定6次,记录254 nm和319 nm波长下的色谱图,再按“2.4.2”项下方法融合两波长图谱。结果显示,白藜芦醇苷、大黄素、大黄素甲醚峰面积的RSD分别为2.40%、0.70%、1.36%(n 均为6),表明本方法精密度良好。

2.5.3 稳定性试验 取同一虎杖(产地:山东)供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件分别于0、4、8、12、16、20 h进样10 μl,记录254 nm和319 nm波长下的色谱图,再按“2.4.2”项下方法融合两波长图谱。结果显示,白藜芦醇苷、大黄素、大黄素甲醚峰面积的RSD分别为1.19%、2.06%、2.72%(n 均为6),表明供试品溶液在20 h内基本稳定。

2.5.4 重复性试验 称取同一批虎杖药材(产地:山东)粉末约2 g,共6份,精密称定,分别按“2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录254 nm和319 nm波长下的色谱图,再按“2.4.2”项下方法融合两波长图谱,计算样品含量。结果显示,白藜芦醇苷、大黄素、大黄素甲醚平均含量的RSD分别为2.41%、1.73%、1.39%(n 均为6),表明本方法重复性良好。

2.5.5 加样回收率试验 精密称取已知含量的虎杖药材(产地:山东)粉末6份,每份约1 g,分别精密加入白藜芦醇苷0.75 mg、大黄素3.00 mg与大黄素甲醚0.17 mg,按“2.2”项下方法制备供试品溶液,并按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录254 nm和319 nm波长下的色谱图,并按“2.4.2”项下方法融合两波长图谱,计算加样回收率,结果见表1。

2.6 相对校正因子法推算样品含量

2.6.1 相对校正因子的计算 虎杖药材中,大黄素与其他成分的分离度较好,且稳定性较高,因而以大黄素作为内参物来测算校正因子。相对校正因子的公式为 $f_{ks} = f_k/f_s = W_k \times A_s / W_s \times A_k$ (式中, k 代表大黄素, s 代表其余两种成分, f 为相对校正因子, W 为进样量, A 为峰面积)^[7-8]。以混合对照品融合后的液相数

表1 加样回收率试验结果(n=6)

Tab 1 Results of recovery tests(n=6)

成分	称样量,g	样品含量,mg	加入量,mg	测得量,mg	回收率,%	\bar{x} ,%	RSD,%
白藜芦醇苷	1.026 1	1.564 8	0.750 0	2.315 1	100.04	98.50	1.81
	0.990 7	1.510 8	0.750 0	2.239 7	97.18		
	0.996 8	1.520 1	0.750 0	2.248 6	97.13		
	1.045 1	1.593 8	0.750 0	2.328 8	98.00		
	1.032 4	1.574 4	0.750 0	2.333 1	101.16		
	0.998 1	1.522 1	0.750 0	2.251 0	97.18		
大黄素	1.026 1	6.261 2	3.000 0	9.350 3	102.97	101.68	2.03
	0.990 7	6.045 2	3.000 0	9.105 2	102.09		
	0.996 8	6.082 5	3.000 0	9.151 8	102.31		
	1.045 1	6.377 2	3.000 0	9.474 1	103.23		
	1.032 4	6.300 0	3.000 0	9.354 3	101.81		
	0.998 1	6.090 4	3.000 0	8.971 6	97.69		
大黄素甲醚	1.026 1	0.360 1	0.170 0	0.523 4	96.07	99.22	2.44
	0.990 7	0.347 7	0.170 0	0.521 2	102.04		
	0.996 8	0.349 9	0.170 0	0.521 5	100.94		
	1.045 1	0.366 8	0.170 0	0.538 6	101.07		
	1.032 4	0.362 4	0.170 0	0.529 0	98.01		
	0.998 1	0.350 3	0.170 0	0.515 5	97.15		

据进行计算,得出以大黄素为内参物的白藜芦醇苷、大黄素甲醚的相对校正因子,详见表2。

表2 相对校正因子

Tab 2 Relative correction factor

进样量, μ l	$f_{\text{白藜芦醇苷/大黄素}}$	$f_{\text{大黄素甲醚/大黄素}}$
5	2.733	1.181
10	2.839	1.134
15	2.842	1.156
20	2.784	1.098
25	2.761	1.171
\bar{x}	2.792	1.148
RSD,%	1.73	2.85

2.6.2 样品含量测定 精密吸取虎杖供试品溶液适量,按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录254 nm和319 nm波长下的色谱图,再按“2.4.2”项下方法融合两波长图谱,记录峰面积,以峰面积按外标法计算大黄素的含量,再以相对校正因子法测定白藜芦醇苷、大黄素甲醚的含量($W_i = A_i/A_s \times W_s \times f_{is}$)。

2.6.3 相对校正因子重现性考察 试验考察了Agilent 1100、岛津 LC-20AT 两种 HPLC 仪和 Agilent TC-C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μ m)、Diamonsil-C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μ m)、Wondasil-C₁₈ Superb(250 mm×4.6 mm, 5 μ m)3种色谱柱的相对校正因子,结果见表3。

2.6.4 待测组分色谱峰定位 利用相对保留值[$r_{s:k} = t_{R(s)}/t_{R(k)}$](式中, t_{R} 为保留时间, r 为相对保留值, s 为其余两种成分, k 为内参物)定位,结果见表4。表4显示,RSD<5%,表明在不同HPLC仪和不同色谱柱下相对保留值波动较小。因此,在对照品短缺的情况下,可利用相对保留值结合DAD提取相对保留时间一致的色谱峰的光谱图对待测组分峰定位。

2.7 校正因子法与外标法计算含量的比较

取各批样品适量,分别按“2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,每个产地连续进样测定3次,取平均值,分别以校正因子法和外标法计算含量,结果见表5。

由表5可知,分别采用校正因子法与外标法测定虎杖中3

表3 相对校正因子重现性考察结果

Tab 3 Results of repeatability test of relative correction factor

HPLC仪	色谱柱	$f_{\text{白藜芦醇苷/大黄素}}$	$f_{\text{大黄素甲醚/大黄素}}$
Agilent 1100	Agilent TC-C ₁₈	2.839	1.134
	Diamonsil-C ₁₈	2.698	1.147
	Wondasil-C ₁₈ Superb	2.597	1.139
岛津LC-20AT	Agilent TC-C ₁₈	2.720	1.161
	Diamonsil-C ₁₈	2.706	1.132
	Wondasil-C ₁₈ Superb	2.699	1.159
\bar{x}		2.710	1.145
RSD,%		2.84	1.09

表4 不同仪器不同色谱柱下待测组分的相对保留值

Tab 4 Relative retention value of measuring component by different instruments under different chromatographic columns

HPLC仪	色谱柱	$r_{\text{白藜芦醇苷/大黄素}}$	$r_{\text{大黄素甲醚/大黄素}}$
Agilent 1100	Agilent TC-C ₁₈	0.450	1.248
	Diamonsil-C ₁₈	0.476	1.198
	Wondasil-C ₁₈ Superb	0.423	1.251
岛津LC-20AT	Agilent TC-C ₁₈	0.431	1.220
	Diamonsil-C ₁₈	0.445	1.215
	Wondasil-C ₁₈ Superb	0.418	1.264
\bar{x}		0.440	1.233
RSD,%		4.84	2.06

表5 校正因子法与外标法测定结果比较(mg/g)

Tab 5 Comparison of correction factor method and external standard method(mg/g)

药材产地	白藜芦醇苷		大黄素	大黄素甲醚	
	校正因子法	外标法	外标法	校正因子法	外标法
山东	1.525	1.530	6.101	0.351	0.328
贵州	1.926	1.931	6.640	0.251	0.256
江西	2.255	2.252	4.972	1.220	1.188
四川	1.619	1.630	5.144	0.662	0.667
云南	0.992	1.026	6.890	0.714	0.720
湖北	2.121	2.118	5.645	1.090	1.111
福建	1.894	1.914	6.41	1.420	1.397

种成分的含量,经t检验 $P>0.05$,表明两种方法的测定结果差异无统计学意义。

3 讨论

本试验基于虎杖中两类(芪类与蒽醌类)化学成分的紫外吸收特征,筛选提取具有代表性和互补性的254 nm、319 nm波长处的色谱图进行融合,双波长等基线融合后所得图谱在信号大小、分离度均化性、信噪比等方面均优于此两波长下的图谱,遵循了图谱信息最大化的原则^[9]。

在一定线性范围内,成分的量(质量或浓度)与检测器响应成正比。因此,测定时以虎杖中大黄素为内参物,在融合后图谱的基础上建立该成分与白藜芦醇苷、大黄素甲醚之间的相对校正因子,能够在白藜芦醇苷、大黄素甲醚对照品缺乏的情况下计算两者的量,实现以一测多。

本试验将外标法实测组分的含量与相对校正因子法推算的含量进行比较,经t检验可知二者间差异无统计学意义,说明试验中得到的校正因子具有较高的可信度。

HPLC双波长等基线融合结合校正因子测定药材中成分含量的方法,可在不同成分最大吸收波长融合图谱的基础上

RP-HPLC法同时测定艾叶及其炮制品中棕矢车菊素和异泽兰黄素的含量^Δ

周倩*, 孙立立#, 江波, 戴衍朋(山东省中医药研究院, 济南 250014)

中图分类号 R284.1;R927.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2013)47-4464-03

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2013.47.16

摘要 目的:建立同时测定艾叶及其炮制品(醋艾叶、艾叶炭、醋艾炭)中棕矢车菊素和异泽兰黄素含量的方法,为控制艾叶及其炮制品质量提供新的评价指标。方法:采用反相高效液相色谱法。色谱柱为Agilent Eclipse XDB-C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm),流动相为乙腈-0.2%磷酸溶液(37:63, V/V),流速为1.0 ml/min,柱温为25℃,检测波长为330 nm。结果:棕矢车菊素和异泽兰黄素的质量浓度分别在0.01~0.20、0.01~0.16 mg/ml范围内与各自峰面积积分值呈良好的线性关系(r 分别为0.999 5、0.999 9);精密性、稳定性、重复性试验的RSD<3%;平均加样回收率分别为99.72%、101.19%,RSD分别为1.48%、0.90%(n 均为6)。两种成分在艾叶、醋艾叶中含量较高,在艾叶炭和醋艾炭中含量极低或未检测到。结论:该方法简便、易行,测定结果准确、重复性好,可用于评价和控制艾叶和醋艾叶饮片的质量。

关键词 反相高效液相色谱法;艾叶;棕矢车菊素;异泽兰黄素;含量测定;炮制

Simultaneous Determination of Eupatilin and Jaceosidin in *Artemisia argyi* and Its Processed Products by RP-HPLC

ZHOU Qian, SUN Li-li, JIANG Bo, DAI Yan-peng(Shandong Academy of TCM, Jinan 250014, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To develop a method for simultaneous determination of eupatilin and jaceosidin in *Artemisia argyi* and its processed products (*A. argyi* acetum, *A. argyi* carbonisata, *A. argyi* carbonisata with vinegar), and to provide new evaluation index for quality control of *A. argyi* and its processed products. METHODS: RP-HPLC method was adopted. The determination was performed on Agilent Eclipse XDB-C₁₈ column(250 mm×4.6 mm, 5 μm) with mobile phase consisted of acetonitrile-0.2% phosphoric acid(37:63, V/V) at the flow rate of 1.0 ml/min. The column temperature was 25℃ and detection wavelength was set at 330 nm. RESULTS: The linear ranges were 0.01-0.20 mg/ml for eupatilin($r=0.999\ 5$) and 0.01-0.16 mg/ml for jaceosidin($r=0.999\ 9$). RSDs of precision, reproducibility and stability tests were lower than 3%. The average recoveries were 99.72% (RSD=1.48%, $n=6$) and 101.19% (RSD=0.90%, $n=6$). The content of eupatilin and jaceosidin were higher in *A. argyi* and *A. argyi* acetum, while in *A. argyi* carbonisata and *A. argyi* carbonisata with vinegar, the two compound were not detected or very low. CONCLUSIONS: The method is simple, convenient, accurate and reproducible, and can be used for quality control and evaluation of *A. argyi* and *A. argyi* acetum decoction piece.

KEY WORDS RP-HPLC; *Artemisia argyi*; Eupatilin; Jaceosidin; Content determination; Processing

测定其含量,避免校正因子法难以准确推算单一波长下吸收较小成分含量的不足,又可实现以单一对照品计算其他成分的含量。

综上,本方法简便、合理、可靠,可较全面、真实地揭示虎杖药材的内在质量特征。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 2010年版. 北京:中国医药科技出版社, 2010: 194-195.
- [2] 于绍华. 虎杖的功效及药理作用研究进展[J]. 中国健康月

^Δ 基金项目:国家自然科学基金资助项目(No.81173545); 国家中医药管理局中医药行业科研专项项目(No.200807039); 《山东省中药炮制规范》2012版标准研究课题

* 助理研究员, 硕士。研究方向:中药炮制。电话:0531-82949829。E-mail:merveilleqq@163.com

通信作者:研究员。研究方向:中药新药与中药炮制原理。电话:0531-82949829。E-mail:xingerx@163.com

刊, 2011, 30(5):46.

- [3] 李菁雯, 陈祥龙, 孟祥智. 虎杖及其提取物的研究进展[J]. 中医药学报, 2011, 30(5):141.
- [4] 施翠英, 邓放, 任波. 应用HPLC法探究虎杖泻心汤中蒽醌类成分的含量[J]. 中国药房, 2012, 23(11):1 010.
- [5] 孟宪生, 艾立, 罗国安, 等. 基于腰痛宁指纹图谱多指标成分定量方法研究[J]. 中成药, 2009, 31(5):657.
- [6] 卫仲河, 孟宪生, 包永睿, 等. HPLC三波长融合法对芒硝三棱相畏物质基础研究[J]. 中药材, 2011, 34(6):914.
- [7] 江生. 校正因子法测定盐酸帕洛诺司琼异构体的含量[J]. 中国药业, 2008, 17(17):14.
- [8] 罗祖良, 仇峰, 韦日伟, 等. 相对校正因子在中药多指标测定中的应用研究进展[J]. 中草药, 2012, 43(7):1 448.
- [9] 侯志飞, 孙国祥. 栀子双波长融合高效液相色谱数字化指纹图谱研究[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(9):2 353.

(收稿日期:2012-12-02 修回日期:2013-01-24)