

UPLC 法同时测定曼地亚红豆杉中 3 个有效成分的含量

张静^{1,2}, 廖海兵¹, 金永春¹, 刘颖坤¹, 袁珂^{1*}

(1. 浙江农林大学, 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 临安 311300; 2. 河南中医学院药学院, 郑州 450008)

摘要 目的: 建立 UPLC 法同时测定曼地亚红豆杉中 10-脱乙酰基巴卡亭Ⅲ(10-DABⅢ)、三尖杉宁碱和紫杉醇的含量。方法: 采用 Acquity BEH Shield RP 18 色谱柱(2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm) 流动相为水(A) - 乙腈(B) 梯度洗脱(0~8 min, 78% A; 8~11 min, 78% A→65% A; 11~44 min, 65% A) 流速为 0.2 mL · min⁻¹ 检测波长为 227 nm, 柱温 25 °C。结果: 本方法可在 44 min 内完成 10-DABⅢ、三尖杉宁碱和紫杉醇 3 个成分的色谱分析, 且各成分色谱峰之间具有良好的分离度; 10-DABⅢ、三尖杉宁碱、紫杉醇的线性范围分别为 0.010~0.100 μg($r=0.9996$) 和 0.003~0.030 μg($r=0.9995$)、0.080~0.800 μg($r=0.9992$) 和 0.001~0.010 μg($r=0.9997$)、0.020~0.200 μg($r=0.9997$) 和 0.004~0.040 μg($r=0.9998$); 平均加样回收率($n=9$) 分别为 99.8%、97.8%、100.4%。结论: 以 10-DABⅢ、三尖杉宁碱和紫杉醇为目标成分时, 5 月份为 5 年生曼地亚红豆杉的最佳采收期。该方法灵敏度高、准确、简便快速, 可用于曼地亚红豆杉的质量控制。

关键词: 超高效液相色谱; 曼地亚红豆杉; 10-脱乙酰基巴卡亭Ⅲ(10-DABⅢ); 三尖杉宁碱; 紫杉醇; 红豆杉(紫杉; 赤白松); 药用资源开发

中图分类号: R917 文献标识码: A 文章编号: 0254-1793(2011)11-2073-05

UPLC simultaneous determination of three effective components in *Taxus media*

ZHANG Jing^{1,2}, LIAO Hai-bing¹, JIN Yong-chun¹,
LIU Ying-kun¹, YUAN Ke^{1*}

(1. The Nurturing Station for the State Key Laboratory of Subtropical Silviculture Zhejiang Agriculture and Forestry University, Lin'an 311300, China; 2. College of Pharmacy, Henan University of Traditional Chinese Medicine Zhengzhou 450008, China)

Abstract Objective: To develop an UPLC method for the simultaneous determination of 10-deacetyl-baccatin III (10-DAB III), cephalomannine and taxol in *Taxus media*. **Methods:** The sample was separated on an Acquity BEH Shield RP 18 column (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm) with the mobile phase consisting of water (A) - acetonitrile (B) by gradient elution program (0-8 min, 78% A; 8-11 min, 78% A→65% A; 11-44 min, 65% A) at the flow rate of 0.2 mL · min⁻¹, UV detection wavelength at 227 nm, and the column temperature was 25 °C. **Results:** Experimental results showed that a good separation of 10-DAB III, cephalomannine and taxol was achieved in 44 min by UPLC method; The method displayed good linearity of 10-DAB III, cephalomannine, taxol with the correlation coefficients and linear ranges of 0.010-0.100 μg ($r=0.9996$) and 0.003-0.030 μg ($r=0.9995$), 0.080-0.800 μg ($r=0.9992$) and 0.001-0.010 μg ($r=0.9997$), 0.020-0.200 μg ($r=0.9997$) and 0.004-0.040 μg ($r=0.9998$); The average recoveries ($n=9$) were 99.8%, 97.8% and 100.4%. **Conclusions:** The best harvest time of five-year-old *Taxus media* is in May, when 10-DAB III, cephalomannine and taxol are taken as target components. The method is sensitive, accurate, simple and fast. It can be used for quality control of *Taxus media*.

Key words: UPLC; *Taxus media*; 10-DAB III; cephalomannine; taxol; taxod (red poisson); medicinal resource development

红豆杉为红豆杉科(Taxaceae) 红豆杉属(Taxus genus) 植物, 又名紫杉、赤柏松, 全世界共分布有 11

* 通讯作者 Tel: (0571) 63743607; E-mail: yuan_ke001@163.com

个种^[1]。红豆杉中含有多种紫杉烷类似物,其中10余种成分具有抗肿瘤活性^[2]。

紫杉醇(taxol)是从红豆杉中提取得到的一种紫杉烷二萜类化合物,是人类未来20年最有效的抗癌药物之一^[3]。目前,市售紫杉醇主要是从红豆杉中直接提取而得。由于紫杉醇资源极其有限,因此为充分利用资源,保护稀少树种,近几年来从其他部位提取紫杉醇备受关注^[4,5]。

三尖杉宁碱(cephalomannine)是一种与紫杉醇结构十分相近的紫杉烷类化合物,药理实验表明它也具有较强的抗肿瘤活性,并可开发成新的抗肿瘤药或者转化为紫杉醇^[4]。

10-脱乙酰基巴卡亭Ⅲ(10-deacetyl-baccatin Ⅲ, 10-DAB Ⅲ)不仅具有抑制肿瘤的作用,同时也是半合成抗癌物质紫杉醇的重要前体物之一^[6]。Bissery等^[7]还报道了可利用10-DAB Ⅲ合成具有比紫杉醇更高抗氧化活性的多烯他塞(docetaxel)。

曼地亚红豆杉是欧洲红豆杉与东北红豆杉的杂交种,原产于美国,我国在1996年从加拿大引进^[8,9]。它不仅具有生长速度快、适应能力强、生物特性稳定等优点,而且4~5年生的曼地亚红豆杉树皮、枝叶中紫杉醇含量高于70~80年天然红豆杉树皮中的紫杉醇含量,已被美国FDA批准用于提取紫杉醇首选的红豆杉品种之一^[10]。

目前有关红豆杉枝叶中有效成分含量测定的报道,最常见的是针对紫杉烷类化合物的研究^[10-16]。本文建立了UPLC法同时测定曼地亚红豆杉中10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱和紫杉醇的含量,并对不同采收期、不同部位曼地亚红豆杉中这3种有效成分的含量变化规律进行了研究分析,从而为更加合理地利用这一药用资源,更加客观有效地控制及评价曼地亚红豆杉的质量提供参考依据。

1 仪器与试剂

ACQUITY UPLC 超高效液相色谱仪系统(美国Waters公司),配备二元溶剂管理器、自动进样器、光电二极管阵列检测器、二元高压泵;MassLynx V4.1 色谱工作站。Millipore Simplicity 型超纯水器(美国Millipore公司),AUTO SCIENCE 溶剂过滤装置,舒美KQ2200DE 数控超声仪。

对照品10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱、紫杉醇均由西安冠宇生物科技有限公司提供(纯度均大于98%);乙腈为色谱纯,水为超纯水,其他试剂均为分析纯。

实验所用样品采自浙江省常山市曼地亚红豆杉种植基地(由浙江常山曼地亚红豆杉科技开发有限

公司提供),经浙江农林大学药用植物分类学教授楼焯煊鉴定为红豆杉科红豆杉属植物曼地亚红豆杉(*Taxus media* CV. *Hichsii*)的干燥小枝及针叶。药材经40℃干燥,粉碎,过60目筛备用。

2 方法和结果

2.1 溶液的制备

2.1.1 对照品储备液 精密称取10-DAB Ⅲ对照品12.5 mg和15.0 mg,加甲醇制成浓度分别为0.10 mg·mL⁻¹和0.03 mg·mL⁻¹的10-DAB Ⅲ对照品储备液;精密称取三尖杉宁碱对照品8.0 mg和10.0 mg,加甲醇制成浓度分别为0.80 mg·mL⁻¹和0.01 mg·mL⁻¹的三尖杉宁碱对照品储备液;精密称取紫杉醇对照品10.0 mg和10.0 mg,加甲醇制成浓度分别为0.20 mg·mL⁻¹和0.04 mg·mL⁻¹的紫杉醇对照品储备液。避光低温保存,临用鲜配。

2.1.2 供试品溶液 精密称取干燥恒重并过60目筛的曼地亚红豆杉药材粉末约1.0 g,精密称定,加入乙醇50 mL,然后超声(功率500 W,频率40 kHz)处理30 min后,静置过滤,滤渣再以30 mL乙醇超声30 min,再次静置过滤后,滤渣再以20 mL乙醇超声30 min,静置过滤后,合并滤液,于45℃真空浓缩至18 mL左右时,加入蒸馏水2 mL,混匀,并以30 mL石油醚脱色处理1~5次,至石油醚层近无色。乙醇相于45℃真空浓缩至干后,加入二氯甲烷30 mL和蒸馏水15 mL充分萃取,静置分层后,水层再以20 mL二氯甲烷萃取2次,合并二氯甲烷萃取液,减压蒸干,然后用甲醇定容于10 mL量瓶中,微孔滤膜(0.45 μm)滤过,即得。

2.2 色谱条件及系统适应性试验 色谱柱:ACQUITY UPLC BEH Shield RP 18(2.1 mm×100 mm, 1.7 μm);流动相:水(A)-乙腈(B)梯度洗脱(0~8 min,78% A;8~11 min,78% A→65% A;11~44 min,65% A);流速:0.2 mL·min⁻¹,检测波长:227 nm;柱温:25℃;进样量:1 μL。在上述色谱条件下,各相邻色谱峰之间的分离度均大于1.5,拖尾因子在0.95~1.05之间;理论塔板数均大于30000,满足定量要求。色谱图见图1。

2.3 线性关系考察 分别取10-DAB Ⅲ(0.1 mg·mL⁻¹)、三尖杉宁碱(0.8 mg·mL⁻¹)和紫杉醇(0.2 mg·mL⁻¹)的对照品储备液各1 mL于同一10 mL量瓶中,用甲醇定容,即得混合对照品溶液I,用于曼地亚红豆杉枝叶中3个有效成分的含量测定;取10-DAB Ⅲ(0.03 mg·mL⁻¹)、三尖杉宁碱(0.01

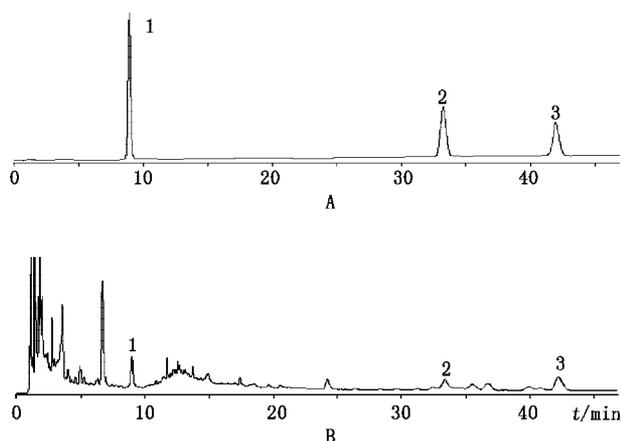


图1 对照品(A)及针叶样品7(B)的色谱图

Fig 1 Chromatograms of reference substances(A) and needle sample 7 (B)

1. 10-脱乙酰基巴卡亭Ⅲ(10-DAB Ⅲ) 2. 三尖杉宁碱(cephalomannine) 3. 紫杉醇(taxol)

mg · mL⁻¹) 和紫杉醇(0.04 mg · mL⁻¹) 的对照品储备液各 1 mL 于同一 10 mL 量瓶中,用甲醇定容,即得混合对照品溶液Ⅱ,用于曼地亚红豆杉小枝中 3 个有效成分的含量测定。在“2.2”项色谱条件下,对混合对照品溶液Ⅰ和Ⅱ分别进样 1, 2, 4, 6, 8, 10 μL 进行分析,并记录峰面积。以进样量(X)为横坐标,峰面积值(Y)为纵坐标绘制标准曲线,并进行回归计算,回归方程见表 1 和表 2。

2.4 精密度试验 精密吸取混合对照品溶液Ⅰ 1 μL,按照“2.2”项下的色谱条件连续进样 6 次,结果 10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱和紫杉醇的 RSD(n=6) 分别为 1.1%, 1.8%, 1.6%;精密吸取混合对照品溶液Ⅱ 1 μL,按照“2.2”项下的色谱条件连续进样 6 次,结果 10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱和紫杉醇的 RSD(n=6) 分别为 0.9%, 1.9%, 1.3%,表明仪器精密度良好。

表 1 混合对照品溶液Ⅰ中 3 个成分的线性回归方程及相关系数

Tab 1 Calibration curves and correlation coefficients of three components in the mixed reference substance solution I

成分(components)	回归方程(regression equation)	r	线性范围(linear range)/μg
10-脱乙酰基巴卡亭(10-DAB Ⅲ)	$Y = 8.05 \times 10^6 X + 1.63 \times 10^4$	0.9996	0.010 ~ 0.100
三尖杉宁碱(cephalomannine)	$Y = 5.08 \times 10^6 X - 4.01 \times 10^4$	0.9992	0.080 ~ 0.800
紫杉醇(taxol)	$Y = 5.49 \times 10^6 X - 2.67 \times 10^4$	0.9997	0.020 ~ 0.200

表 2 混合对照品溶液Ⅱ中 3 个成分的线性回归方程及相关系数

Tab 2 Calibration curves and correlation coefficients of three components in the mixed reference substance solution II

成分(components)	回归方程(regression equation)	r	线性范围(linear range)/μg
10-脱乙酰基巴卡亭(10-DAB Ⅲ)	$Y = 7.96 \times 10^6 X + 1.52 \times 10^4$	0.9995	0.003 ~ 0.030
三尖杉宁碱(cephalomannine)	$Y = 4.97 \times 10^6 X - 3.84 \times 10^4$	0.9997	0.001 ~ 0.010
紫杉醇(taxol)	$Y = 5.22 \times 10^6 X - 2.49 \times 10^4$	0.9998	0.004 ~ 0.040

2.5 重复性试验 取同一批曼地亚红豆杉药材 3 份,按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.2”项的色谱条件进样分析,分别求得 10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱和紫杉醇含量平均值(n=3) 分别为 0.5929, 0.4871, 0.9482 mg · g⁻¹; RSD 分别为 1.5%, 1.7%, 1.8%。

2.6 稳定性试验 取同一批曼地亚红豆杉药材的供试品溶液,室温放置,分别于溶液制备后 0, 1, 2, 6, 12, 24 h,按“2.2”项下的色谱条件进样分析,分别求得 10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱和紫杉醇峰面积的 RSD(n=6) 分别为 1.0%, 1.3%, 1.1%。结果表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.7 加样回收率试验 取“2.5”项下已测定 10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱和紫杉醇含量的曼地亚红豆杉药材粉末 9 份,每 3 份为 1 组,每份约

0.5 g,精密称定后,加入“2.1.1”项下对照品储备液适量,使得加入对照品的量分别约为样品中 10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱和紫杉醇含有量的 80%, 100%, 120%,按“2.1.2”项下方法制备供试溶液,按“2.2”项下的色谱条件进样,计算回收率。结果 10-DAB Ⅲ、三尖杉宁碱和紫杉醇低浓度回收率(n=3) 分别为 100.5%, 99.7%, 101.3%; RSD 分别为 0.7%, 0.6%, 0.8%。中浓度回收率(n=3) 分别为 99.4%, 97.9%, 100.3%; RSD 分别为 1.1%, 1.9%, 0.9%。高浓度回收率(n=3) 分别为 99.5%, 95.9%, 99.5%; RSD 分别为 1.9%, 0.2%, 0.9%。低、中、高浓度平均回收率(n=9) 分别为 99.8%, 97.8%, 100.4%。

2.8 样品测定 分别取不同采收期和不同部位的

曼地亚红豆杉药材各 3 份,精密称定,按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.2”项下的色谱条件进样分析,以外标法分别计算 3 种有效成分含量,结果见表 3 和表 4。

表 3 不同采收期曼地亚红豆杉针叶中 3 个成分的含量 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, $n=3$)

Tab 3 The contents of three components in *Taxus media* leaves collected in various periods

No.	采收时间 (collected time)	10-脱乙酰巴 卡亭(10-DAB III)	三尖杉宁碱 (cephalomannine)	紫杉醇 (taxol)
1	2010-01-10	0.3841	0.2541	0.5301
2	2010-02-25	0.3126	0.2415	0.5058
3	2010-03-14	0.2532	0.2973	0.7341
4	2010-04-06	0.3187	0.0841	0.2488
5	2010-04-22	0.3421	0.1197	0.5606
6	2010-05-13	0.4845	0.3865	0.7905
7	2010-05-22	0.5929	0.4871	0.9482
8	2010-06-02	0.4830	0.2231	0.5576
9	2010-07-08	0.3511	0.2182	0.4671
10	2010-08-02	0.2575	0.1818	0.3598
11	2009-09-15	0.1929	0.1654	0.3252
12	2009-10-08	0.1542	0.1870	0.4591
13	2009-11-25	0.1617	0.2891	0.7198
14	2009-12-10	0.1891	0.2788	0.5451

表 4 不同采收期曼地亚红豆杉小枝中 3 个成分的含量 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, $n=3$)

Tab 4 The contents of three components in *Taxus media* twig collected in various periods

No.	采收时间 (collected time)	10-脱乙酰巴卡亭 (10-DAB III)	三尖杉宁碱 (cephalomannine)	紫杉醇 (taxol)
1	2010-01-10	0.1130	0.0467	0.1621
2	2010-02-25	0.1917	0.0442	0.2429
3	2010-03-14	0.2411	0.0407	0.3017
4	2010-04-06	0.1917	0.0313	0.2124
5	2010-04-22	0.1729	0.0429	0.1921
6	2010-05-13	0.1618	0.0518	0.0706
7	2010-05-22	0.1053	0.0311	0.0749
8	2010-06-02	0.0517	0.0184	0.0814
9	2010-07-08	0.1037	0.0214	0.1477
10	2010-08-02	0.0624	0.0209	0.0946
11	2009-09-15	0.0308	0.0123	0.0439
12	2009-10-08	0.0325	0.0117	0.0611
13	2009-11-25	0.0317	0.0246	0.1317
14	2009-12-10	0.0422	0.0218	0.1638

3 讨论

3.1 检测波长的选择 取混合对照品溶液 I 在

210~400 nm 波长范围扫描,其中 10-DAB III 在 232 nm 处有最大吸收,三尖杉宁碱和紫杉醇均在 227 nm 处有最大吸收。由于三者的最大吸收波长相差不大,且在红豆杉中三尖杉宁碱的含量较低,因此为了便于检测,经综合考虑后最终确定 227 nm 为测定波长。

3.2 流动相的选择 本实验考察了甲醇-水和乙腈-水体系,发现乙腈-水体系的分离效果较好,且无重叠峰,因此选取乙腈-水作为流动相进行梯度洗脱。

3.3 提取条件的选择 10-DAB III、三尖杉宁碱和紫杉醇均易溶于甲醇,且受热不稳定。因此,本实验采用甲醇超声提取,并对提取温度(25, 35, 45, 55 °C)、提取时间(10, 20, 30, 40, 50 min)、提取次数(1, 2, 3, 4 次)以及甲醇用量(10, 20, 30, 40, 50 mL)进行考察。结果表明,以小于 45 °C 的温度,超声提取 3 次,每次 30 min,甲醇用量依次为 50 mL、30 mL、20 mL 的系统对样品进行超声提取时,即可快速有效地将红豆杉中的 10-DAB III、三尖杉宁碱和紫杉醇提取完全。

3.4 氯仿萃取方案考察 本实验对氯仿萃取液的用量(10, 20, 30 mL)和萃取次数(1, 2, 3, 4 次)进行了考察,结果表明,采用 30 mL 氯仿萃取 1 次,再用 20 mL 氯仿萃取 2 次后,不仅能够将目标成分萃取完全,而且节约溶剂用量。

3.5 标准曲线及线性范围的建立 由于针叶和小枝中目标成分的含量差别比较大,而本实验所用 UPLC 仪器仅有 10 μL 的样品定量环,无法在 1 个线性范围内定量,因此本实验分别建立了 2 个标准曲线和线性范围。

3.6 小结 从 5 年生不同采收期曼地亚红豆杉针叶中 10-DAB III、三尖杉宁碱和紫杉醇的含量测定结果可以看出,2010 年 5 月 22 日所采集的药材中 10-DAB III、三尖杉宁碱和紫杉醇的含量均为最高,因此针叶的最佳采收期可预测在 5 月份。从 5 年生不同采收期曼地亚红豆杉小枝中 10-DAB III、三尖杉宁碱和紫杉醇的含量测定结果看,2010 年 3 月 14 日所采集的样品中 10-DAB III 和紫杉醇的含量均为最高,而三尖杉宁碱的含量在全年中的变化均很小,因此小枝的最佳采收期可预测为 3 月份。但由于曼地亚红豆杉药材采收时,针叶和小枝分开采样较困难,而且小枝中 3 个有效成分的含量均远小于针叶,植株中针叶的比例大于小枝,因此综合考虑后,初步推测 5 年生曼地亚红豆杉枝叶的最佳采

收期应为5月份。

3.7 讨论 本实验只测定了5年生不同采收期曼地亚红豆杉不同部位中10-DAB III、三尖杉宁碱和紫杉醇的含量,对于其他生长年限曼地亚红豆杉的最佳采收期的预测有一定的局限性,因此还有待对不同地区、不同生长年限的曼地亚红豆杉中3个有效成分的含量进行系统的测定与对比分析,以确定其他生长年限曼地亚红豆杉的最佳采收期。

参考文献

- 1 TONG Xiao - jie(佟晓杰), FANG Wei - shuo(方唯硕), ZHOU Jin - yun(周金云), *et al.* Studies on the chemical constituents of leaves and twigs of *Taxus cuspidata*(东北红豆杉枝叶化学成分的研究). *Acta Pharm Sin*(药学报), 1994, 29(1): 55
- 2 SHENG Chang - zhong(盛长忠), WANG Shu - fang(王淑芳), WANG Yong(王勇) *et al.* Effect of pH on callus growth, PAL activity and paclitaxel content of plants of *Taxus L.* (pH对红豆杉愈伤组织生长、PAL活性和紫杉醇含量的影响). *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药) 2001, 32(10): 929
- 3 Wani MC, Taylor HL, Wall ME *et al.* Plant antitumor agents the isolation and structure of taxol, a novel antileukemic and antitumor agent from *Taxus brevifolia*. *J Am Chem Soc*, 1971, 93: 2325
- 4 XU Xue - zhe(许学哲). Study on extraction and separation of the taxol(紫杉醇提取分离方法的研究). *J Yanbian Univ(Nat Sci)*(延边大学学报自然科学版), 1998, 24(1): 42
- 5 ZHANG Hong(张鸿), YANG Ming - hui(杨明惠). The analysis of the content of taxol in the different parts of homegrown *Taxus*(国产红豆杉各部位紫杉醇含量分析). *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药) 2000, 31(6): 434
- 6 MA Shu - zhen(马淑贞), WU Mian - bin(吴绵斌). Extraction and purification of 10 - deacetyl baccatin III from *Taxus mairei*(南方红豆杉枝叶10 - 脱乙酰巴卡亭III的分离与纯化). *Chin J New Drug*(中国新药杂志) 2006, 15(13): 1084
- 7 Bissery MC, Guenad D, Voegelin G *et al.* Experimental antitumor activity of taxotere, a taxol analogue. *Cancer Res*, 1991, 51(18): 4845
- 8 FENG Wei(冯巍), TAN Feng(谈锋), XIE Jun(谢峻). Advances in studies on *Taxus media*(曼地亚红豆杉研究进展). *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药) 2007, 38(10): 1589
- 9 QIAO Liang - jie(乔亮杰), MAN Rui - lin(满瑞林), NI Wang - dong(倪网东). Research of extracting and purifying taxol from the branches of *Taxus media*(曼地亚红豆杉枝条中紫杉醇的提取纯化研究). *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2009, 34(8): 973
- 10 WANG Zhi - gang(王志刚), ZHOU Chun - shan(周春山), YAN Jia - liang(颜家良), *et al.* Determination of paclitaxel content in *Taxus media* by HPLC(HPLC测定曼地亚红豆杉枝叶中紫杉醇含量). *Appl Chem Ind*(应用化工) 2007, 36(1): 84
- 11 WANG Xiao - gang(王小刚), HUI Jun - feng(惠俊峰), LEI Yan - ying(雷闫盈). Separation, purification and determination of paclitaxel and 10 - deacetyl baccatin from *Taxus cuspidata* leaves(东北红豆杉枝叶中紫杉醇和10 - 脱乙酰巴卡亭的分离纯化及检测). *Food Drug*(食品与药品) 2006, 8(12): 35
- 12 GUO Na(郭娜), ZHOU Zhi - qiang(周志强), WANG Yang(王洋). Study on the determination method and contents of paclitaxel and cephalomannine of *Taxus cuspidata*(东北红豆杉中紫杉醇及三尖杉宁碱含量测定方法的研究). *Forest Sci Technol*(林业科技), 2009, 34(3): 62
- 13 ZHEN Hua(甄铤), PU Shang - rao(蒲尚绕), ZHANG Xue - yi(张学毅). Study on RP - HPLC determination of 10 - deacetyl - baccatin III in *Taxus media* CV. Hicksii(反相高效液相色谱法测定曼地亚红豆杉中10 - 脱乙酰巴卡亭III含量的研究). *Chin J Pharm Anal*(药物分析杂志) 2008, 28(3): 358
- 14 ZHANG Jie(张洁), XU Xiao - ping(徐小平), LIU Jing(刘静) *et al.* Study on the taxol distribution in different parts of difference sources *Taxus* growing in China(我国不同种类红豆杉不同部位紫杉醇的含量分布研究). *Chin J Pharm Anal*(药物分析杂志), 2008, 28(1): 16
- 15 ZHAO Chun - fang(赵春芳), YU Long - jiang(余龙江). LC - ESI/MS determination of taxol and related taxanes in *Taxus chinensis*(Pilger) Rehd(中国红豆杉中多种紫杉烷同时检测的液质联用方法的建立). *Chin J Pharm Anal*(药物分析杂志) 2006, 26(1): 1
- 16 Kopycki WJ, Elsohly HN, McChesney JD. HPLC determination of taxol and related compounds in *Taxus* plant extracts. *J Liq Chromatogr*, 1994, 17(12): 2569

(本文于2010年11月20日收到)

欢迎投稿

欢迎订阅

欢迎刊登广告