

RP-HPLC 法测定不同产地及不同部位 马蓝中六种活性成分的含量

肖春霞^{1,2}, 杨万霞², 涂江涛², 苑春茂²,
黄烈军², 胡永², 段玉书^{1,2}, 顾玮^{2*}, 郝小江^{2,3*}

¹贵州大学药学院, 贵阳 550025; ² 省部共建药用植物功效与利用国家重点实验室 贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室, 贵阳 550000; ³ 中国科学院昆明植物研究所 植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室, 昆明 650201

摘要:建立了 RP-HPLC 法测定马蓝中色胺酮、2-苯并噁唑酮、靛玉红、靛蓝、阿克苷和角胡麻苷六种活性成分含量的方法, 并对不同产地及不同部位药材含量进行了分析。采用 ZORBAX SB-C₁₈ 色谱柱(4.6 × 250 mm, 5 μm), 以乙腈和水为流动相梯度洗脱, 流速为 1 mL/min; 检测波长 280 nm; 柱温 30 ℃。马蓝中六种化学成分分离良好, 各成分含量与峰面积在测定范围内均呈良好的线性关系($r \geq 0.9991$), 加样回收率分别为 100.25%、99.93%、100.46%、99.94%、99.92%、100.02%, RSD 值分别为 1.46、0.13、0.52、0.09、0.16、0.40。该方法简便快捷、重现性好, 可为南板蓝根药材的品质评价和质量控制标准提供科学依据。

关键词: 含量测定; 马蓝; RP-HPLC; 不同产地; 不同部位;

中图分类号: R927.2; Q946

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2018.7.016

Determination Analysis of Six Bioactive Constituents Different Parts in Different Habitats of *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek by RP-HPLC

XIAO Chun-xia^{1,2}, YANG Wan-xia², TU Jiang-tao², YUAN Chun-mao², HUANG Lie-jun²,
HU Yong², DUAN Yu-shu^{1,2}, GU Wei^{2*}, HAO Xiao-jiang^{2,3*}

¹College of pharmacy, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

²State Key Laboratory of Functions and Applications of Medicinal Plants, The Key Laboratory of Chemistry for Natural Products of Guizhou Province and Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550000, China;

³State Key Laboratory of Phytochemistry and Plant Resources in West China, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China

Abstract: This research aims to establish a RP-HPLC method for analysis of bioactive constituents such as tryptanthrin, 2(3H)-benzoxazolinone, indirubin, indigo, acteoside, martynoside of different parts of *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek in different habitats. The chromatographic separation was performed on ZORBAX SB-C₁₈ column(4.6 × 250 mm, 5 μm) with gradient elution consisting of acetonitrile and water at a flow rate 1 mL/min. The UV detection wavelength was 280 nm and the column temperature was set at 30 ℃. The six kinds of compounds in *B. cusia* separated well, and the linear relation was obtained ($r \geq 0.9991$). The average recoveries were 100.25%, 99.93%, 100.46%, 99.94%, 99.92% and 100.02%, with RSD 1.46, 0.13, 0.52, 0.09, 0.16 and 0.40. The method is simple, quick, and good reproducibility, which can provide the basis for the rational use of the active parts of *B. cusia*.

Key words: content determination analysis; *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek; RP-HPLC; different habitats; different parts

马蓝 *Baphicacanthus cusia* (Nees) Breme 为爵床科 Acanthaceae 马蓝属多年生草本植物^[1], 广泛分布

于我国西南、华南及华东地区, 具有悠久而广泛的民间及临床药用历史^[2]。马蓝作为我国的一种传统中药, 其根及根茎入药被称为“南板蓝根”, 长期以来被用来治疗流行性感、流行性脑脊髓膜炎、脑炎、病毒性肺炎、腮腺炎、肝炎、丹毒、火眼、神昏吐等症^[3,4]。叶或茎叶经加工制得的干燥粉末或团块称

收稿日期: 2018-01-03 接受日期: 2018-05-23

基金项目: 贵州省自然科学基金(黔科合 J 字[2015]2105 号); 国家自然科学基金(31600280)

* 通信作者 Tel: 86-871-63804492; E-mail: haoxj@mail.kib.ac.cn, guwei@mail.kib.ac.cn

为青黛,具有清热解毒、凉血止血、清肝泻火的功效^[5]。2015 版《中国药典》规定南板蓝根为爵床科植物马蓝的干燥根茎及根,并将靛蓝和靛玉红作为鉴别是否为南板蓝根基原植物的依据^[1]。许多文献研究均将靛蓝和靛玉红作为评价南板蓝根品质优劣的标准^[6]。现代研究表明,靛玉红对癌细胞的生长和扩散有明显的抑制作用^[7,8],可用于临床上治疗慢性粒细胞性白血病^[9];靛蓝既是一种染料又具有保肝作用^[10],但两者表现的药理作用与南板蓝根临床治疗流感和消炎解毒的功效并无相关。

本课题组一直致力于从南板蓝根中发现与评价有临床应用价值的抗病毒及抗炎等有效成分^[11,12],从南板蓝根中分离得到的一些其他高含量化合物表现出了抗流感病毒活性以及抗菌活性,例如:2-苯并噁唑酮具有抗流感病毒(H1N1)的活性^[11]。有关文献报道,色胺酮具有较强的抗炎及抗大肠杆菌的活性^[13];角胡麻苷和阿克苷都具有较强的抗炎活性^[14,15],据报道,阿克苷还具有体外抗真菌、抗氧化以及诱导早幼粒细胞白血病 HL-60 细胞死亡等活性^[16,17]。

基于除靛蓝和靛玉红外其他四种成分都是南板蓝根中的主要活性成分,因此选定色胺酮(1)、2-苯并噁唑酮(2)、靛玉红(3)、靛蓝(4)、阿克苷(5)、角胡麻苷(6)共六种成分,运用 RP-HPLC 的方法对其不同产地的不同药用部位进行含量分析,对比了不同产地与不同部位之间各成分的含量差异,该结果可为南板蓝根药材的品质评价和质量控制标准提供科学依据。

1 仪器与材料

1.1 仪器

超声波振动仪(SK7200,上海科导超声仪器有限公司);旋转蒸发仪(OSB-2100,倍捷科技有限公司);循环真空泵(SHZ-D,巩义市予华仪器有限公司);万分之一分析天平(AL204,梅特勒托利多仪器有限公司);高效液相色谱仪(G200911GY/R,安捷伦科技有限公司,美国);水浴锅(HWS-24);烘箱(WGLL-230BE,天津市泰斯特仪器有限公司);粉碎机;5 号筛。

1.2 材料

化合物标准品色胺酮、2-苯并噁唑酮、靛玉红、阿克苷、角胡麻苷由本课题组前期分离得到,2-苯并噁唑酮、阿克苷、角胡麻苷标准品已发表相关文章^[12,13],色胺酮和靛玉红标准品经 NMR 和 MS 鉴定结构,以上标准品经 HPLC(HITACHI Primaide,色谱柱:SunFire™ C₁₈, 10 × 150 mm, 10 μm)对其进行纯度检测,纯度 ≥ 98%;靛蓝标准品(CAS:482-89-3,纯度 ≥ 98%)购自南京森贝伽生物科技有限公司。乙腈为色谱纯;甲醇为分析纯;水为双纯水,以上试剂均购买于天津科密欧化学试剂有限公司。

马蓝药材来源见表 1,不同产地马蓝植物的不同部位样品为实地采集,经贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室顾玮副研究员鉴定为爵床科马蓝(*Baphicacanthus cusia* (Nees) Breme)植物的根茎及根、地上部分。

表 1 马蓝药材来源

Table 1 Source of *Baphicacanthus cusia* (Nees) Breme

样品编号 No.	产地 Source	部位 Part	采集时间 Acquisition time
S1	贵州省罗甸县罗悃镇	地上部分	2017. 09
S2	贵州省罗甸县罗沟村	根茎及根	2017. 09
S3	贵州省丹寨县雄期村	地上部分	2017. 09
S4	贵州省丹寨县雄期村	根茎及根	2017. 09
S5	贵州省丹寨县排倒村	地上部分	2017. 09
S6	贵州省丹寨县排倒村	根茎及根	2017. 09
S7	贵州省独山县	根茎及根	2015. 09
S8	广西省桂林市	地上部分	2017. 12
S9	广西省桂林市	根茎及根	2017. 12
S10	云南省红河市	根茎及根	2017. 10
S11	广东省广州市	地上部分	2017. 09
S12	广东省广州市	根茎及根	2017. 09
S13	福建省书峰乡书峰村	根茎及根	2017. 10
S14	福建省书峰乡百松村	根茎及根	2017. 10
S15	福建省书峰乡四黄村	根茎及根	2017. 10

2 方法与结果

2.1 色谱条件

2.1.1 色胺酮,靛玉红,靛蓝的色谱条件

色谱柱: ZORBAX SB-C₁₈ (4.6 × 250 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈(A)-水(B)系统, 梯度洗脱程序为: 0~5 min, 8%(A); 5~10 min, 20%(A); 10~20 min, 30%(A); 20~30 min, 40%(A); 30~40 min, 45%(A); 40~45 min, 60%(A); 45~55 min, 80%(A); 55~65 min, 90%(A); 流速: 1 mL/min; 检测波长: 280 nm; 进样量: 20 μL; 柱温: 30 ℃。

2.1.2 2-苯并噁唑酮,阿克昔,角胡麻苷的色谱条件

色谱柱: ZORBAX SB-C₁₈ (4.6 × 250 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈(A)-水(B)系统, 梯度洗脱程序为: 0~5 min, 5%(A); 5~10 min, 10%(A); 10~20 min, 12%(B); 20~30 min, 15%(A); 30~50 min, 20%(A); 50~60 min, 25%(A); 60~70 min, 80%(A); 70~80 min, 90%(A); 流速: 1 mL/min; 检测波长: 280 nm; 进样量: 10 μL; 柱温: 30 ℃。

2.2 供试品溶液的制备

2.2.1 色胺酮,靛玉红,靛蓝供试品溶液的制备

精密称取各产地马蓝(根茎及根、地上部分)样品粉末(过5号筛)2 g, 至100 mL锥形瓶中, 加入70%甲醇100 mL, 水浴提取7 h, 滤过, 浓缩至干, 浸

膏用适量甲醇溶解并定容至25 mL容量瓶中, 摇匀, 过0.45 μm微孔滤膜, 即得, 见RP-HPLC图1B。

2.2.2 2-苯并噁唑酮,阿克昔,角胡麻苷供试品溶液的制备

精密称取各产地马蓝(根茎及根、地上部分)样品粉末(过5号筛)2 g, 至100 mL锥形瓶中, 加入70%甲醇100 mL, 水浴提取7 h, 滤过, 浓缩至干, 浸膏依次用乙酸乙酯、正丁醇萃取并分别配制成3、5 mL溶液, 过0.45 μm微孔滤膜, 即得。乙酸乙酯萃取部分见RP-HPLC图1D, 正丁醇萃取部分见RP-HPLC图1E。

2.3 标准品溶液的制备

取1、2、3、4、5、6化学标准品适量, 精密称定, 每个化学标准品用甲醇溶解后分别配制成浓度为2、1、0.1、0.05 mg/mL的溶液, 作为标准品溶液。将0.1 mg/mL的1、3、4标准品溶液按一定比例混合, 配制成混合标准品溶液①, 见RP-HPLC图1A; 0.1 mg/mL的2、5、6标准品溶液按一定比例混合配制成混合标准品溶液②, 见RP-HPLC图1C。

2.4 线性关系的考察

精密吸取2.3项下不同浓度的标准品溶液分别进样, 按2.1.1、2.1.2项下方法测定。以标准品绝对量(μg)为横坐标(X), 峰面积(A)为纵坐标(Y), 绘制标准曲线, 结果见表2。

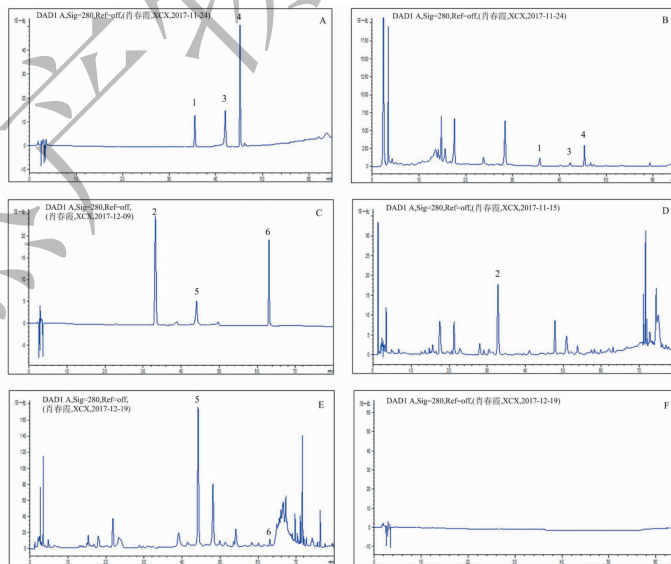


图1 混合标准品及供试品的 RP-HPLC 谱图

Fig. 1 RP-HPLC Chromatograms of mixed standard and *B. cusia*

注: A、C: 混合标准品溶液; B、D、E: 供试品溶液; F: 空白干扰; 1: 色胺酮; 2: 2-苯并噁唑酮; 3: 靛玉红; 4: 靛蓝; 5: 阿克昔; 6: 角胡麻苷。

Note: A, C: mixed standard solution; B, D, E: test solution; F: blank interference; 1: tryptanthrin; 2: 2-(3H)-benzoxazolinone; 3: indirubin; 4: indigo; 5: acteoside; 6: martynoside.

表 2 6 种化学成分的线性回归方程
Table 2 Linear regression equations of six compounds

化合物 Compounds	回归方程 Regression equation	<i>r</i>	线性范围 Linear range (μg)
色胺酮	$y = 365.3x - 3.004$	0.999 9	0.050 ~ 6.500
2-苯并噁唑酮	$y = 995.5x + 5.295$	0.999 9	0.010 ~ 4.000
靛玉红	$y = 1404. x - 11.62$	0.999 5	0.010 ~ 4.500
靛蓝	$y = 687.3x + 7.585$	0.999 9	0.050 ~ 2.000
阿克苷	$y = 207.8x - 10.97$	0.999 1	0.100 ~ 50.000
角胡麻苷	$y = 399.5x + 0.324$	0.999 9	0.025 ~ 1.000

2.5 精密度实验

取 2.3 项下混合标准品溶液①②,分别按 2.1.1、2.1.2 项下色谱条件连续进样测定 6 次,测定 6 种化合物的峰面积并计算其 RSD 值。结果显示色胺酮、2-苯并噁唑酮、靛玉红、靛蓝、阿克苷、角胡麻苷的 RSD 值分别为 1.2%、1.9%、0.2%、1.1%、0.4%、1.4%,表明仪器精密度良好。

2.6 稳定性实验

取马蓝样品 S7,按 2.2.1、2.2.2 制备成供试品溶液,分别按 2.1.1、2.1.2 项下色谱条件进样,分别于 0、3、6、9、12、24 h 测定 6 种化合物的峰面积,并计算其 RSD 值。结果显示色胺酮、2-苯并噁唑酮、靛玉红、靛蓝、阿克苷、角胡麻苷的 RSD 值分别为 1.8%、1.8%、0.6%、0.4%、0.5%、1.4%,表明供试

品在 24 h 内稳定。

2.7 重复性实验

取马蓝样品 S7(6 份),按 2.2.1、2.2.2 制备成供试品溶液,分别按 2.1.1、2.1.2 项下色谱条件连续进样测定 6 次,测定 6 种化合物的峰面积并计算其 RSD 值。结果显示色胺酮、2-苯并噁唑酮、靛玉红、靛蓝、阿克苷、角胡麻苷的 RSD 值分别为 1.2%、1.5%、0.5%、1.5%、0.4%、1.3%,表明测试方法重复性良好。

2.8 加样回收率实验

取已知含量的马蓝样品 S7(6 份),按 2.2.1、2.2.2 制备成供试品溶液,然后精密加入混合标准品溶液①②,分别按 2.1.1、2.1.2 项下色谱条件测定,记录峰面积,计算回收率,结果见表 3。

表 3 6 种化学成分的加样回收率
Table 3 Retrieving rates of six compounds

化合物 Compounds	原有量 Original (μg)	加入量 Added (μg)	测得量 Found (μg)	加样回收率 Recovery (μg)	平均回收率 Mean racovery	RSD
1	35.59	20.00	55.99	102.00	100.25	1.46
	35.77	20.00	55.43	98.30		
	34.91	20.00	55.17	101.30		
	35.08	20.00	55.23	100.75		
	34.91	20.00	55.00	100.45		
	35.25	20.00	54.99	98.70		
2	523.99	500.00	1 023.91	99.98	99.93	0.13
	523.68	500.00	1 022.93	99.85		
	525.81	500.00	1 024.92	99.82		
	524.80	500.00	1 023.70	99.78		
	522.64	500.00	1 022.90	100.05		
	524.33	500.00	1 024.85	100.10		

续表 3(Continued Tab. 3)

化合物 Compounds	原有量 Original (μg)	加入量 Added (μg)	测得量 Found (μg)	加样回收率 Recovery (μg)	平均回收率 Mean racovery	RSD
3	16.79	15.00	31.90	100.73	100.46	0.52
	16.81	15.00	31.89	100.53		
	16.80	15.00	31.92	100.80		
	16.95	15.00	31.88	99.53		
	16.71	15.00	31.85	100.93		
	16.89	15.00	31.92	100.20		
4	44.79	45.00	89.71	99.82	99.94	0.09
	44.96	45.00	89.89	99.84		
	44.94	45.00	89.96	100.04		
	44.92	45.00	89.94	100.04		
	44.91	45.00	89.88	99.93		
	44.89	45.00	89.86	99.93		
5	738.23	700.00	1437.91	99.95	99.92	0.16
	736.80	700.00	1437.15	100.05		
	739.67	700.00	1438.83	99.88		
	738.71	700.00	1438.22	99.93		
	743.26	700.00	1440.60	99.62		
	738.23	700.00	1438.76	100.08		
6	225.84	200.00	425.10	99.63	100.02	0.40
	224.66	200.00	425.02	100.18		
	226.34	200.00	425.63	99.65		
	224.33	200.00	425.74	100.71		
	225.16	200.00	424.91	99.88		
	524.33	500.00	1024.85	100.10		

2.9 样品测定

取各产地马蓝(根茎及根、地上部分)样品,按2.2.1、2.2.2 制备成供试品溶液,每批平行3 份,分别按2.1.1、2.1.2 项下色谱条件进行测定,记录峰面积,计算样品中各化学成分的含量,计算公式如下,结果见表4。

$$S(\mu\text{g/g}) = \frac{X \times V}{M}$$

式中X:根据样品测得的峰面积,带入线性回归方程所得的样品质量(μg),V:供试品的定容体积(mL)/进样体积(μL)×1000,M:样品质量(g),S:化学成分的含量。

3 讨论与结论

3.1 流动相的选择

参考有关文献^[18]并通过预实验比较了乙腈-水,乙腈-0.05% 乙酸水溶液,甲醇-水,甲醇-0.05%

乙酸水溶液等多种流动相的洗脱条件,考察各组分之间以及与杂质峰的分离情况,结果以本文所选流动相进行梯度洗脱时,分离度较好,基线较平。另外,在待测组分出峰后,通过提高流动相中乙腈比例可以消除样品中的杂质对连续进样带来的干扰。

3.2 检测波长的选择

在实验中,通过全波长扫描(200 ~ 400 nm)确定了六种待测组分在280 nm 处均有最大吸收。在最大吸收波长下测定,提高了检测的灵敏度,另外,在同一波长条件下完成马蓝中六种成分的含量测定,方便快捷。

3.3 供试品制备方法的确定

在制备供试品溶液时通过乙酸乙酯和正丁醇分别萃取,对极性差异较大的化合物进行了纯化,除去了部分杂质成分,经RP-HPLC 检测时,待测成分能达到较好的分离,使待测成分准确定量。

表 4 不同产地及不同部位马蓝中 6 种化学成分的含量(平均值±SD,n=3)

Table 4 Content determination results of the six compounds in *B. cusia* (Mean±SD,n=3)

样品 Sample	化合物含量 Compounds content (μg/g)					
	色胺酮	2-苯并噁唑酮	靛玉红	靛蓝	阿克苷	角胡麻苷
S1	1 728.72±0.000 1	268.43±0.001 0	443.20±0.002 4	122.00±0.004 5	—	—
S2	210.62±0.001 0	160.90±0.000 2	155.39±0.002 6	86.85±0.0003	710.75±0.000 1	15.25±0.000 1
S3	36.19±0.010 0	79.20±0.000 1	61.41±0.000 1	34.93±0.0001	69.29±0.000 4	101.61±0.000 1
S4	—	3.15±0.000 1	12.94±0.000 1	15.83±0.000 1	69.29±0.000 3	6.62±0.000 1
S5	127.55±0.000 5	78.37±0.000 1	136.40±0.010 0	69.30±0.000 510	607.47±0.001 0	53.93±0.000 1
S6	19.42±0.000 4	237.27±0.000 1	84.96±0.000 1	210.89±0.000 1	364.29±0.000 1	46.98±0.000 1
S7	19.42±0.000 1	237.27±0.000 1	84.96±0.000 1	210.89±0.000 1	364.29±0.001 0	81.40±0.000 1
S8	882.92±0.000 1	160.64±0.000 1 1	337.05±0.000 1	263.77±0.000 1 6	285.42±0.001 0	39.47±0.000 2
S9	74.60±0.000 1	110.31±0.001 9	390.12±0.001 1	108.86±0.000 1	400.67±0.000 8	8.87±0.000 1
S10	72.12±0.000 2	330.80±0.000 3	217.64±0.001 0	65.75±0.001 0 1	356.15±0.001 6	71.32±0.000 1
S11	29.26±0.000 7	—	239.68±0.000 1	140.46±0.001 5	—	—
S12	17.45±0.000 1	—	18.41±0.000 1	17.60±0.000 3	385.83±0.003 6	8.81±0.000 3
S13	22.76±0.000 4	57.12±0.000 5	26.87±0.000 4	37.70±0.000 4 1	071.57±0.000 2	18.63±0.000 4
S14	16.86±0.000 1	16.38±0.000 4	25.56±0.000 2	54.25±0.000 7	820.25±0.000 3	15.63±0.000 1
S15	67.58±0.000 1	126.30±0.000 3	92.62±0.000 3	54.30±0.000 1	32.91±0.005 6	18.13±0.000 3

注:—:表示未检出。
Note:—:Indicate that it is not detected.

3.4 讨论

由表 4 可以看出,不同产地马蓝的不同部位几种活性成分的含量差异较大。其中,贵州省罗甸县罗悃镇的马蓝地上部分色胺酮含量最高;广西省桂林市马蓝地上部分靛玉红含量最高;贵州省丹寨县排倒村马蓝地上部分阿克苷含量最高;云南省红河市马蓝根茎及根部分 2-苯并噁唑酮含量较高;广西省桂林市马蓝地上部分靛蓝含量较高;贵州省丹寨县雄期村马蓝地上部分角胡麻苷含量较高。在线性范围内,贵州省罗甸县罗悃镇马蓝地上部分及广东省广州市马蓝地上部分未检出阿克苷和角胡麻苷;贵州省丹寨县雄期村的马蓝根茎及根中未检出色胺酮;广东省广州市的马蓝地上部分、根茎及根中均未检出 2-苯并噁唑酮。造成不同活性成分含量的差异可能跟当地的气候条件、土壤情况以及海拔高度有关。南板蓝根作为贵州省道地药材^[19],其中阿克苷、胡麻苷、色胺酮含量明显高于其他产地。

3.5 小结

本实验建立了 RP-HPLC 法测定马蓝中色胺酮、2-苯并噁唑酮、靛玉红、靛蓝、阿克苷、角胡麻苷六种活性成分含量的方法,经方法学考察,具有良好的

精密度、稳定性和重复性。对不同产地及不同部位药材含量进行分析比较,对比了各产地与各部位之间的含量差异,该结果可为南板蓝根药材的品质评价和质量控制提供科学依据。

致谢:感谢广东省微生物研究所刘洪新副研究员,国家海洋局第三海洋研究所杨献文研究员,及中科院广西植物研究所等部门在样品收集过程中提供的支持和帮助。

参考文献

1 Chinese Pharmacopoeia Commission (国家药典委员会). Pharmacopoeia of the People's Republic of China; Vol I (中华人民共和国药典:第一部)[M]. Beijing:China Medical Science Press,2015:245.

2 Chinese Academy of Sciences,Chinese ethnography editorial board(中国科学院中国植物志编辑委员会). Flora Reipublicae Popularis Sinicae(中国植物志)[M]. Beijing:Science Press,2002,70:113.

3 Nanjing University of Chinese Medicine(南京中医药大学). Dictionary of traditional Chinese medicine(中药大辞典)[M]. Shanghai:Shanghai science and Technology Press, 2006:1726.

- 4 Cheng PP(程佩佩), Xia Y(夏叶), Fang Y(方玉), *et al.* Determination of indigo and indirubin in *Baphicacanthus cusia* from different producing areas and medicinal parts by RP-HPLC[J]. *Her Med* (医药导报), 2015, 34: 1363-1366.
 - 5 Chinese Pharmacopoeia Commission(国家药典委员会). Pharmacopoeia of the People's Republic of China: Vol I (中华人民共和国药典:第一部)[M]. Beijing: China Medical Science Press, 2000: 169-170.
 - 6 Du PX(杜沛欣), Zhang DY(张丹雁), Liu JM(刘军民), *et al.* Study on the determination method of the south in leaves of indirubin in HPLC[J]. *Chin Med Mat* (中药材), 2008, 31: 611-613.
 - 7 Zhang XL, Song YJ, Wu YY, *et al.* Indirubin inhibits tumor growth by antitumor angiogenesis via blocking VEGFER2-mediated JAK/STAT3 signaling in endothelial cell[J]. *Int J Cancer*, 2011, 129: 2502-2511.
 - 8 Nicolaou KA, Iliadis V, Evdokiou A, *et al.* Induction of discrete apoptotic pathways by bromo-substituted Indirubin derivatives in invasive breast cancer cells[J]. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2012, 425: 76-83.
 - 9 Wu LM(吴莲明). Study on the treatment of effective components of chronic myeloid leukemia Qingdai[J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1978, 6: 1-5.
 - 10 Yao JM(姚建明), Wu YM(吴远明). Progress in the production and application of Indigo dyes[J]. *Fine and Specialty Chem* (精细与专用化学品), 2013, 21: 13-18.
 - 11 Gu W, Wang W, Li XL, *et al.* A novel isocoumarin with anti-influenza virus activity from *Strobilanthes cusia*[J]. *Fitoterapia*, 2015, 107: 60-62.
 - 12 Gu W, Zhang Y, Hao XJ, *et al.* Indole alkaloid glycosides from the aerial parts of *Strobilanthes cusia*[J]. *J Nat Prod*, 2014, 77: 2590-2594.
 - 13 Irina GA, Taisiya VM. Studies on anti-inflammatory action of tryptanthrin, using a model of DSS-induced colitis of mice and magnetic resonance imaging[J]. *Appl Magn Reson*, 2015, 46: 781-791.
 - 14 Ihsan C. Biodiversity of phenylethanoid Glycosides[J]. *Neurosci lett*, 2002, 137-149.
 - 15 Kim KH, Kim S, Min YJ, *et al.* Anti-inflammatory phenylpropanoid glycosides from *Clerodendron trichotomum* leaves[J]. *Arch Pharmacol Res*, 2009, 32: 7.
 - 16 Intzar A, Punita S, Krishan AS, *et al.* In vitro antifungal activities of amphotericin B in combination with acteoside, a phenylethanoid glycoside from *Colebrookea oppositifolia* [J]. *J Med Microbiol*, 2011, 60: 1326-1336.
 - 17 Chen CH, Lin YS, Chen MY, *et al.* Antioxidant and antihypertensive activities of acteoside and its analogs[J]. *Bot Stud*, 2012, 53: 421-429.
 - 18 Chun YL(陈奕龙). Study on quality standard of the leaves of *Baphicacanthus cusia* (Nee) Bremek [D]. Guangzhou: Guangzhou University of Chinese Medicine (广州中医药大学), 2014.
 - 19 Zhang X(张旭), He MH(何明辉), Wei CX(魏成熙). Experiment in the cultivation of the introduced herb variety-banlangen in Guizhou province[J]. *J Anhui Agri Sci* (安徽农业科学), 2010, 38: 18730-18731.
-
- (上接第 1213 页)
- 10 Wang YF(王跃峰), Zhang KF(张可锋), Zhou YQ(周雨晴), *et al.* Protective effect and related mechanism of total flavonoids from *Marchantia convoluta* on acute hepatic injury induced by carbon tetrachloride in rats[J]. *Lishizhen Med Mater Med Res* (时珍国医国药), 2017, 28: 277-279.
 - 11 Cao QS(曹庆生), Li ZC(李志超), Yang BY(杨宝友), *et al.* Protective influence of the flavonoids of *Ardisia japonica* on acute liver injury in the mice caused by carbon tetrachloride[J]. *West China J Pharm Sci* (华西药学杂志), 2016, 31(1): 43-45.
 - 12 Liu W, Zheng J, Xing R. Clinical significance of a scoring formula of liver injury for the preoperative evaluation of patients with liver cirrhosis[J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2014, 26(1): 95-100.
 - 13 Zhang KF, Gao Y, Zhong ML, *et al.* Hepatoprotective effects of *Dicliptera chinensis* polysaccharides on dimethylnitrosamine-induced hepatic fibrosis rats and its underlying mechanism[J]. *J Ethnopharmacol*, 2016, 179: 38-44.
 - 14 Zhang SL(张石蕾), You SP(由淑萍), Liu T(刘涛), *et al.* Preventive effects of total flavonoids from *Nymphaea candida* on CCl₄ induced acute liver injury in mice[J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2016, 28: 2017-2020.
 - 15 Zhai KF, Duan H, Cao WG, *et al.* Protective effect of *Rabdosia amethystoides* (Benth) Hara extract on acute liver injury induced by Concanavalin A in mice through inhibition of TLR4-NF- κ B signaling pathway[J]. *J Pharmacol Sci*, 2016, 130(2): 94-100.
 - 16 Ren J, Meng S, Yan B, *et al.* Protectin D1 reduces concanavalin A-induced liver injury by inhibiting NF- κ B-mediated CX3CL1/CX3CR1 axis and NLR family, pyrin domain containing 3 inflammasome activation[J]. *Mol Med Rep*, 2016, 13: 3627-3638.
 - 17 Chunhua M, Hongyan L. Protective effect of pilose antler peptide on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in mice[J]. *Int J Biol Macromol*, 2017, 99: 648-654.