

- TLR4-MyD88-mediated NF- $\kappa$ B and MAPK signaling pathways [J]. *Phytotherapy Research*, 2019, 33(3): 756-767.
- [21] 葛 飞. 金荞麦对溃疡性结肠炎的抗炎作用及机制研究 [D]. 南京: 南京中医药大学, 2016.
- [22] 张 涛, 耿 壮, 刘方超, 等. 人脐带间充质干细胞对 I 型糖尿病小鼠皮肤组织 AGEs/RAGE/NF- $\kappa$ B 信号通路影响的研究 [J]. 中国糖尿病杂志, 2019, 27(3): 224-228.
- [23] 苏绍红, 张 琳, 张俊峰. 白芍总苷对动脉粥样硬化大鼠 TNF- $\alpha$  / P38MAPK / NF- $\kappa$ B / RBP4 信号通路及其血清 IL-17, IL-27, IL-33 影响的研究 [J]. 新中医, 2019, 51(7): 18-21.
- [24] 黄 伟, 张 林. “泻剂结肠”的研究进展 [J]. 西南军医, 2015, 17(2): 224-226.
- [25] Hod K, Sperber A D, Maharshak N, et al. Serum cholinesterase activity is elevated in female diarrhea-predominant irritable bowel syndrome patients compared to matched controls [J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2018, 30(12): e13464.
- [26] 朱俊宇, 范 霞, 梁华平. AhR 调控炎症细胞因子的研究进展 [J]. 免疫学杂志, 2017, 33(1): 73-77.
- [27] 何 芳, 曾彩雯, 夏春华, 等. 核受体对细胞色素 P450 的调控作用研究进展 [J]. 中国临床药理学与治疗学, 2012, 17(10): 1195-1200.

## 灯心草煨炭炮制工艺的优化

孟则敬, 吕彤彤, 李媛媛, 王 巍, 鞠成国\*  
(辽宁中医药大学药学院, 辽宁 大连 116600)

**摘要:** 目的 优化灯心草煨炭炮制工艺。方法 采用正交试验结合多指标加权分析方法, 以煨制时间、煨制温度、投药质量与容器容积比为考察因素, 以炭素含量、炮制后得率、饮片外观性状等为评价指标, 优化灯心草煨炭炮制工艺。结果 灯心草最佳煨炭工艺为取适量灯心草, 控制投药质量与容器容积之比为 3 g/L, 250 °C 密闭煨制 15 min, 待冷后取出。结论 该最优方法稳定可行, 可用于灯心草煨炭。

**关键词:** 灯心草; 灯心炭; 正交试验; 炮制工艺; 煨炭

中图分类号: R283

文献标志码: B

文章编号: 1001-1528(2021)05-1361-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2021.05.050

中药灯心草为灯心草科植物灯心草 *Juncus effusus* L. 的干燥茎髓<sup>[1]</sup>。味甘、淡, 性微寒。归心、肺、小肠经<sup>[2]</sup>。具有清心火、利小便的功效, 可治疗心烦失眠、尿少涩痛<sup>[3]</sup>。2020 年版《中国药典》收录灯心草及其炮制品灯心炭。灯心炭为净灯心草经过煨炭法制得<sup>[4]</sup>。灯心炭饮片呈细圆柱形的段。表面黑色。体轻, 质松脆, 易碎。气微, 味微涩。灯心炭具有止血生肌的功效, 《本草蒙筌》《神农本草经疏》等古籍记载灯心炭可用于治疗外伤、急性咽喉炎、口舌生疮<sup>[5-7]</sup>。现代药理研究表明, 灯心草具有抗炎、抗氧化、降血压、抗焦虑、镇静等作用<sup>[8-12]</sup>, 经煨制加工后的灯心炭则具有止血、保肝的药理作用<sup>[13]</sup>。

目前对灯心炭饮片及煨炭工艺的研究较少, 尚无揭示灯心炭煨制影响因素的研究, 亦无规范煨炭工艺的研究。传统炮制理论认为“大抵血热则行, 血冷则凝……见黑则止”<sup>[14]</sup>, 即血见黑止, 中药制炭后, 可增强其止血疗伤的功效。现代对炭药的研究表明, 炭素等成分在成炭后含量的增加与止血作用增强密切相关<sup>[15-17]</sup>。炭素作为灯心炭发

挥止血活性的有效成分<sup>[13]</sup>, 具有可吸附色素的物理特性<sup>[18]</sup>, 可视为衡量炭药饮片质量的重要指标之一<sup>[19-20]</sup>。本实验以炭素含量、炮制后得率、饮片外观性状等为评价指标, 采用  $L_9(3^4)$  正交试验对煨制工艺进行优化, 以期为今后灯心炭饮片生产的规范化、标准化、工业化提供依据。

### 1 材料

1.1 仪器 T6 新世纪紫外-可见分光光度计 (北京普析分析仪器有限公司); AE240 型电子分析天平 (十万分之一, 瑞士 Mettler-Toledo 公司); FA1004B 型电子天平 (上海精密科学仪器有限公司); DFT-100 型高速万能粉碎机 (浙江温岭市林大机械有限公司); Milli-Q Integral 型纯水仪 (大连烽火源科技有限公司); SHA-C 型台式往复恒温振荡器 (江苏亿通电子有限公司)。

1.2 试剂与药物 亚甲基蓝色素 (美国赛默飞世尔公司, 批号 MS10301)。灯心草购自安国药材市场, 经辽宁中医药大学中药鉴定教研室翟延君教授鉴定为灯心草科植物灯心草 *Juncus effusus* L. 的干燥茎髓。磷酸二氢钾 (天津致远化

收稿日期: 2020-03-09

基金项目: 国家重点研发计划 (2018YFC1707200)

作者简介: 孟则敬 (1996—), 女, 硕士生, 从事中药炮制工艺与原理研究。Tel: (0411) 85890146, E-mail: meng\_zj@qq.com

\* 通信作者: 鞠成国 (1979—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为中药炮制工艺与原理。Tel: (0411) 85890146, E-mail: jcg7092357@

学试剂有限公司,批号 2017081021)、磷酸氢二钠(天津风船化学试剂科技有限公司,批号 201605)均为分析纯;水为超纯水。

## 2 方法与结果

2.1 灯心炭饮片制备 取适量净灯心草饮片,平整铺开,置外壁较薄、容积较小的金属锅中(以不同的投药质量与容器容积比值,选定不同的饮片质量及金属锅)。将金属锅倒扣放置于供热均匀、容积较大的煨锅中,以适量的河砂包埋,进行密封及保温处理。以不同的煨制时间、不同的煨制温度加热煨锅,煨制,煨制一段时间后,停止加热,放冷,取出容器内饮片,即得。

### 2.2 灯心炭饮片吸附力测定

2.2.1 亚甲基蓝水分测定 取亚甲基蓝粉末 0.3 g,置于已干燥至恒定质量的扁形称量瓶中,精密称定质量,置于 105 °C 环境中干燥至恒定质量,称量,计算亚甲基蓝的含水量为 20.99%。

2.2.2 亚甲基蓝对照品溶液制备 取磷酸二氢钾粉末 3.6 g、磷酸氢二钠粉末 14.3 g,完全溶解于 1 000 mL 水中,制得 pH 约为 7 的缓冲溶液。取亚甲基蓝粉末 0.15 g,精密称定,置 100 mL 量瓶中,以 60 °C 的缓冲溶液溶解并稀释至刻度,摇匀,制得以亚甲基蓝干燥品含量计浓度为 1.3 g/L 的对照品原液。精密量取 1.5 mL 亚甲基蓝对照品原液,置 100 mL 量瓶中,以 60 °C 的缓冲溶液溶解并稀释至刻度,摇匀,制得以亚甲基蓝干燥品含量计质量浓度为 0.018 8 mg/mL 的对照品溶液。

2.2.3 供试品溶液制备 取“2.1”项下灯心炭饮片,粉碎,过 9 号筛,取灯心炭粉末 0.1 g,精密称定,置于 100 mL 具磨口塞的锥形瓶中。精密加入亚甲基蓝对照品溶液 25 mL,轻轻振摇,使样品粉末全部湿润后,立即置于往复恒温振荡器上,25 °C 振荡 20 min (300 次/min),滤过,取续滤液,即得。

2.2.4 供试品溶液吸附力测定 取“2.2.3”项下供试品溶液,置于石英比色皿中,使用紫外-可见分光光度计,以缓冲溶液为空白值,在 665 nm 波长下测定吸光度(A),根据吸光度计算出供试品溶液中未被灯心炭样品吸附的残留的亚甲基蓝含量( $m_{留}$ )。计算精密加入的亚甲基蓝的量( $m$ )与供试品溶液中未被灯心炭样品吸附的残留的亚甲基蓝含量( $m_{留}$ )的差值即为亚甲基蓝的被吸附量( $m_{吸}$ )。以亚甲基蓝被吸附量( $m_{吸}$ )与样品质量( $M$ )的比值(单位为 mg/g)来表示吸附力,计算式如下。吸附力结果记为  $W_i$ ,  $i$  为各项试验序号。

$$W_i = \frac{m_{吸}}{M} = \frac{m - m_{留}}{M}$$

2.2.5 线性关系考察 精密量取“2.2.3”项下亚甲基蓝对照品溶液,分别以不同体积倍数的 60 °C 的缓冲溶液稀释,得一系列比例稀释的对照品溶液。在“2.2.4”项操

作下测定吸光度,以吸光度(A)为纵坐标,以对照品溶液中亚甲基蓝含量(X)为横坐标,进行线性回归,得方程  $A = 10.028X + 0.0137$  ( $r = 0.9990$ ),在 0.009 4 ~ 0.376 0 mg 范围内线性关系良好。

2.2.6 精密度试验 取“2.7”项下正交试验 7 号供试品溶液,在“2.2.4”项操作下测定 6 次吸光度,平均吸光度为 0.472, RSD 为 0.51%。

2.2.7 稳定性试验 取“2.7”项下正交试验 7 号供试品溶液,在“2.2.4”项操作下于 0、15、30、45、60、75 min 测定吸光度,平均吸光度为 0.470, RSD 为 0.40%。

2.2.8 重复性试验 取 6 份“2.7”项下正交试验 7 号样品,按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.2.4”项操作下测定吸光度,平均吸附力为 4.250 4 mg/g, RSD 为 0.05%。

2.2.9 加样回收率试验 取 6 份 0.1 g “2.7”项下正交试验 7 号样品粉末(过 9 号筛),精密称定,置于 100 mL 具磨口塞的锥形瓶中。精密加入亚甲基蓝粉末 2.25 mg (以亚甲基蓝干燥品计为 0.47 mg),精密加入 2 mL 60 °C 的缓冲溶液,轻轻振摇,使亚甲基蓝完全溶解,立即置于往复恒温振荡器上,25 °C 振荡 20 min (300 次/min),滤过,取续滤液,在“2.2.4”项操作下测定吸光度,计算得平均加样回收率为 101.19%, RSD 为 0.88%。见表 1。

表 1 亚甲基蓝加样回收率试验结果 (n=6)

原有量/mg	加入量/mg	测得量/mg	回收率/%
0.425 5	0.470 0	0.044 4	99.69
0.425 0	0.470 0	0.045 5	101.19
0.425 0	0.470 0	0.045 5	101.19
0.426 3	0.470 0	0.044 6	102.09
0.425 9	0.470 0	0.044 5	100.88
0.425 0	0.470 0	0.045 9	102.08

### 2.3 灯心炭饮片的主观性评价

2.3.1 外观颜色评价 以国际比色标准“劳尔比色(RAL-K7)”作为灯心炭饮片外观颜色的评价依据,设置 5 分制评价方式,饮片颜色接近劳尔比色色卡中的墨黑色(RAL9005-jet black)即评为 5 分,饮片颜色接近劳尔比色卡中的黑褐色(RAL8022-black brown)、灰褐色(RAL8019-grey brown)、赭石棕色(RAL8001-ochre brown)、沙黄色(RAL1002-sand yellow)即评分由 4 分依次递减至 1 分。外观颜色评分记为  $c_i$ ,  $i$  为各项试验序号。

2.3.2 外观一致性评价 基于“2.3.1”项下的颜色评价,设置 5 分制评价方式,以饮片的最深颜色与选取的 5 个色卡颜色进行比色,目测最深颜色的饮片数量约有 90% 即评为 5 分,最深颜色饮片进行比色后目测其数量约从 80%、70%、60% 降低至 50%,即评分由 4 分依次递减至 1 分。外观一致性评分记为  $u_i$ ,  $i$  为各项试验序号。

2.3.3 质地脆碎度评价 设置 3 分制评价方式,手捻不碎、手感其韧性与灯心草生品饮片相似即评为 3 分,轻碰即碎、手感已无灯心草生品饮片的韧性即评分为 1 分,手感韧性介于上述二者之间的即评分为 2 分。质地脆碎度评

分记为  $h_i$ ,  $i$  为各项试验序号。

2.4 得率评价 在煅制前后对饮片进行称量, 记录, 计算煅制后质量比煅制前质量比值, 即为得率。得率结果记为  $Y_i$ ,  $i$  为各项试验序号。

2.5 各项评价权重分配 由于“2.3”项下的评价基于主观操作, 可归于一类, 为降低人为误差, 设置主观性评价

指标  $S_i$ ,  $i$  为各项试验序号, 计算式为  $S_i = 0.8 \times \frac{c_i}{c_{\max}} + 0.8 \times$

$$\frac{u_i}{u_{\max}} + 0.2 \times \frac{h_i}{h_{\max}}$$

因灯心草生品饮片质地疏松多孔, 取饮片按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液, 在“2.2.4”项方法下测定吸光度, 计算吸附力。结果可知, 灯心草生品粉末可吸附一定量的亚甲基蓝色素, 平均吸附力为 3.410 2 mg/g。又考

表 2 煅制温度考察结果

煅制温度/℃	吸附力/(mg·g <sup>-1</sup> )	得率/%	颜色评分	一致性评分	脆碎度评分	外观性状	综合评分/分
190	3.358 7	60.90	2	2	3	0.52	72.97
210	3.330 1	57.55	2	4	3	0.68	78.56
230	3.842 0	56.50	3	3	3	0.68	82.85
250	4.021 1	49.80	4	4	3	0.84	89.22
270	4.214 9	50.30	5	4	3	0.92	94.62
290	4.425 4	47.85	5	5	1	0.87	93.37

由表可知, 不同温度煅制时, 外观性状及炭素含量有所差异, 表明煅制温度是影响灯心草饮片外观及炭素含量的主要因素。根据综合评分, 270℃煅炭效果最好。

2.6.2 煅炭时间考察 取饮片 5 份, 每份 2 g, 平整铺开, 置容积为 0.5 L 的金属容器内, 进行密封及保温后, 将金

表 3 煅制时间考察结果

煅制时间/min	吸附力/(mg·g <sup>-1</sup> )	得率/%	颜色评分	一致性评分	脆碎度评分	外观性状	综合评分/分
6	3.828 6	54.05	1	2	3	0.44	73.23
9	4.000 9	49.33	4	3	2	0.69	83.89
12	4.455 0	42.60	4	4	2	0.77	88.91
15	4.380 6	35.15	5	5	2	0.93	92.34
18	4.309 7	33.50	5	5	1	0.87	88.23

2.6.3 煅炭容器容积考察 取饮片 5 份, 每份 2 g, 平整铺开, 置容积为 0.2、0.4、0.6、0.8、1 L 的金属容器内, 进行密封及保温后, 将金属容器置于体积合适的煅制容器

表 4 容器容积考察结果

容器容积/L	吸附力/(mg·g <sup>-1</sup> )	得率/%	颜色评分	一致性评分	脆碎度评分	外观性状	综合评分/分
0.2	3.514 9	61.90	1	2	3	0.44	69.20
0.4	3.706 7	53.40	3	2	2	0.53	72.11
0.6	4.522 0	51.67	4	5	2	0.85	92.30
0.8	4.634 0	48.35	5	5	2	0.93	95.62
1	4.589 5	44.50	5	5	1	0.87	91.14

2.6.4 投药量 取饮片 5 份, 每份质量分别为 1、1.5、2、2.5、3 g, 平整铺开, 置容积为 1 L 的金属容器内, 进行密封及保温后, 将金属容器置于体积合适的煅制容器中。以煅制温度 270℃进行密封保温煅制, 煅制 12 min 后, 停止

考虑到样品得率在工业化生产中对效益的重要影响, 因此加入得率为考察指标。综上, 对灯心草饮片进行多指标综合评价时, 规定吸附力评分、主观性评分以及得率评分的权重系数分别为 0.4、0.4 及 0.2。综合评分 OD 值计算式为

$$OD = 0.4 \times \frac{S_i}{S_{\max}} + 0.4 \times \frac{W_i}{W_{\max}} + 0.2 \times \frac{Y_i}{Y_{\max}}$$

2.6 单因素试验

2.6.1 煅炭温度考察 取饮片 6 份, 每份 2 g, 平整铺开, 置容积为 0.5 L 的金属容器内, 进行密封及保温后, 将金属容器置于体积合适的煅制容器中。以煅制温度 190、210、230、250、270、290℃密封保温煅制 10 min 后, 停止加热, 放冷 10 min, 小心取出金属容器内饮片, 备用, 结果见表 2。

属容器置于体积合适的煅制容器中。以煅制温度 270℃进行密封保温煅制, 煅制 6、9、12、15、18 min 后, 停止加热, 放冷 10 min, 小心取出金属容器内饮片, 备用, 结果见表 3。根据综合评分, 煅炭 15 min 效果最好。

中。以煅制温度 270℃进行密封保温煅制, 煅制 12 min 后, 停止加热, 放冷 10 min, 取出金属容器内饮片, 备用, 结果见表 4。由此可知, 容器的选择会影响灯心草的煅制。

加热, 放冷 10 min, 取出金属容器内饮片, 备用, 结果见表 5。由此可知, 当投药量改变时, 综合评分结果接近, 表明投药量不是影响灯心草煅制的主要因素。结合“2.6.3”项下结果, 推测容器容积与投药量 2 个因素共同

作用将会影响灯心草的煨制,故选择投药质量与容器容积比作为正交试验因素。

表5 投药量考察结果

投药量/g	吸附力/(mg·g <sup>-1</sup> )	得率/%	颜色评分	一致性评分	脆碎度评分	外观性状	综合评分/分
1	4.480 5	42.30	4	3	1	0.63	87.19
1.5	4.426 9	44.70	4	3	2	0.69	90.92
2	4.531 7	43.70	5	4	2	0.85	98.88
2.5	4.602 4	42.15	5	4	2	0.85	98.80
3	4.609 0	43.40	5	4	2	0.85	99.42

2.7 正交试验 根据单因素考察的结果,对煨制时间、煨制温度、投药质量与容器容积比3个因素各取3个水平,以吸附力、主观性评价以及得率为评价指标,取药材9份,

进行L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交试验。因素水平设计见表6,正交试验结果见表7,方差分析见表8。

表6 因素水平

水平	因素		
	A 煨制时间/min	B 煨制温度/℃	C 投药质量与容器容积比值/(g·L <sup>-1</sup> )
1	9	250	2
2	12	270	3
3	15	290	4

表7 试验设计与结果

试验号	因素				吸附力/(mg·g <sup>-1</sup> )	得率/%	颜色评分	一致性评分	脆碎度评分	外观性状	综合评分/分
	A	B	C	D							
1	1	1	1	1	3.865 1	38.18	4	4	2	0.77	80.65
2	1	2	2	2	4.068 2	45.63	3	3	3	0.68	81.15
3	1	3	3	3	4.581 8	50.50	2	2	3	0.52	80.53
4	2	1	2	3	3.530 9	41.03	5	5	2	0.93	85.67
5	2	2	3	1	4.595 2	53.96	3	3	3	0.68	88.78
6	2	3	1	2	4.607 6	48.60	1	2	3	0.44	76.63
7	3	1	3	2	4.250 3	47.78	4	3	2	0.69	84.10
8	3	2	1	3	3.826 9	40.38	5	4	1	0.79	81.71
9	3	3	2	1	4.622 1	54.30	4	4	3	0.84	96.00
K <sub>1</sub>	80.777	83.473	79.663								
K <sub>2</sub>	83.693	83.880	87.607								
K <sub>3</sub>	87.270	84.387	84.470								
R	6.493	0.914	7.944								

表8 方差分析

来源	离均差平方和	自由度	F值	P值
A	63.463	2	50.528	<0.05
B	1.256	2	1	>0.05
C	96.039	2	76.464	<0.05
误差	1.260	2	-	-

注: F<sub>0.05</sub>(2,2)=19。

结果表明,因素A煨制时间和因素C投药质量与容器容积比是影响的主要因素,各因素影响程度依次为C>A>B。根据K值结果,A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>为正交试验最优方案。由于因

素B煨制温度的影响程度无显著性差异,考虑到生产成本,实际操作中可选择较低的温度进行煨制。综上所述,确定灯心草的最佳煨制工艺为A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>,即灯心草最佳煨炭工艺为取适量灯心草,控制投药质量与容器容积之比为3g/L,250℃密闭煨制15min,待冷后取出。

2.8 验证试验 取3批灯心草生品,按正交试验优选的最佳工艺煨制3份灯心草样品,按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.2.4”项条件下测定吸附力,按“2.3”“2.4”项下方法进行主观性评价与得率评价。结果见表9,可知平均综合评分为99.82分,表明工艺稳定可行。

表9 验证试验结果 (n=3)

试验号	吸附力/(mg·g <sup>-1</sup> )	得率/%	颜色评分	一致性评分	脆碎度评分	外观性状	综合评分/分
1	4.614 0	52.60	4	5	3	0.92	99.77
2	4.607 3	52.56	4	5	3	0.92	99.70
3	4.612 9	53.20	4	5	3	0.92	99.99

### 3 讨论

炭药历史悠久、品种丰富，是中医临床用药的重要组成部分。其中炒炭类中药品种多于煨炭类，故现代化学与药理研究多聚焦于炒法制炭，而对煨炭法研究较少<sup>[21]</sup>。本实验旨在探究灯心草煨炭工艺的影响因素，以期为中药煨炭的工业化、标准化、规范化生产奠定基础。

灯心草质轻、蓬松，单因素试验结果表明煨制前灯心草置于容器中的状态，即灯心草质量与容器容积的比例，是影响灯心草煨制工艺的重要因素之一。综合评价煨炭质量时，引入国际色卡标准颜色评价饮片的外观，使煨炭质量可视化，具有一定的合理性。

炭素是灯心炭发挥止血作用的有效成分之一，本研究参考木质活性炭的标准<sup>[22]</sup>，用炭药吸附亚甲基蓝色素的量表示饮片中炭素的含量，采用紫外分光光度法，应用广泛、操作简便、方法易行。

### 参考文献：

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：2020年版一部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2020.

[2] 高学敏. 中药学[M]. 北京：中国中医药出版社，2002：264.

[3] 中华人民共和国药政管理局. 全国中药炮制规范[S]. 北京：人民卫生出版社，1988：221.

[4] 贾天柱. 中药炮制学[M]. 北京：中国中医药出版社，2015：157.

[5] 李时珍. 本草纲目（金陵本新校注）[M]. 王庆国，主校. 北京：中国中医药出版社，2013：556.

[6] 陈嘉谟. 本草蒙筌[M]. 北京：中国中医药出版社，2013：179.

[7] 缪希雍. 神农本草经疏[M]. 北京：中医古籍出版社，2017：174.

[8] Ma W, Zhang Y, Ding Y Y, et al. Cytotoxic and anti-inflammatory activities of phenanthrenes from the medullae of *Juncus effusus* L.[J]. *Arch Pharm Res*, 2016, 39(2): 154-160.

[9] Bús C, Tóth B, Stefkó D, et al. Family juncaceae: promising

source of biologically active natural phenanthrenes [J]. *Phytochem Rev*, 2018, 17(4): 833-851.

[10] Wang Y G, Wang Y L, Zhai H F, et al. Phenanthrenes from *Juncus effusus* with anxiolytic and sedative activities [J]. *Nat Prod Res*, 2012, 26(13): 1234-1239.

[11] 李贵云, 王小红, 杨立华, 等. 基于成分敲除技术辨识灯心草抗焦虑的主要有效成分[J]. *中草药*, 2014, 45(6): 825-827.

[12] Li X, Qiao Y, Wang X, et al. Dihydrophenanthrenes from *Juncus effusus* as inhibitors of OAT1 and OAT3. [J]. *J Nat Prod*, 2019, 82(4): 832-839.

[13] Cheng J, Zhang M, Sun Z, et al. Hemostatic and hepatoprotective bioactivity of junci medulla carbonisata-derived carbon dots. [J]. *Nanomedicine (Lond)*, 2019, 14(4): 431-446.

[14] 葛可久. 十药神书注解[M]. 陈修园, 注. 福州：福建科学技术出版社，1982：4.

[15] 李水清, 周苏娟, 孟江, 等. 基于主成分分析和聚类分析法的栀子炭质量评价研究[J]. *广东药科大学学报*, 2017, 33(4): 457-460; 478.

[16] 周倩, 孙立立, 张泰, 等. 中药制炭止血浅析[J]. *中成药*, 2009, 31(5): 779-781.

[17] 单鸣秋, 张丽, 丁安伟. 中药炭药的研究进展[J]. *中草药*, 2008, 39(4): 631-634.

[18] 张明月, 李锋民, 卢伦, 等. 芦苇生物炭对亚甲基蓝的吸附特性研究[J]. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 2016, 46(12): 96-103.

[19] 和颖颖. 白茅根炭品的止血机理及质量标准研究[D]. 南京：南京中医药大学，2009.

[20] 朱琼花. 牡丹皮炭质量控制及代谢组学的初步研究[D]. 广州：广东药学院，2015.

[21] 刘艳菊, 毛维伦. 关于“炒炭存性”标准的建立与应用[J]. *湖北中医杂志*, 2005, 27(2): 52-53.

[22] 国家质量技术监督局. GB/T 12496.10-1999, 木质活性炭试验方法：亚甲基蓝吸附值的测定[S]. 北京：中国标准出版社，2005：2.