

熟大黄炮制工艺优选及判定标准量化研究

肖井雷¹, 刘玉翠², 刘媛媛¹, 李波¹, 朱键勋¹, 姜大成^{1*}

1. 长春中医药大学 吉林省长白山中药资源工程研究中心, 吉林 长春 130117

2. 吉林省昌农实业有限公司, 吉林 长春 130000

摘要: **目的** 优选熟大黄的炮制工艺, 并量化炮制终点判定标准。**方法** 以芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚和总蒽醌的量为考察指标, 采用单因素与正交设计相结合的方法, 确定熟大黄的炮制工艺; 采用色差计量化炮制产品的颜色值。**结果** 熟大黄的炮制工艺: 大黄加 30% 黄酒闷润 3.5 h, 置 100 °C 蒸制 1.5 h。蒸制时间对大黄中总蒽醌的量具有显著性影响, 而闷润时间和蒸制温度的影响无统计学意义。色度 L (4 mm)、a (4 mm、8 mm)、b (4 mm) 值与总蒽醌、大黄素甲醚、大黄素、芦荟大黄素、总蒽醌的量呈 (极) 显著性正 (负) 相关; 正态性检验表明, 大黄酸的量与色度 b (8 mm) 值具有良好的正态性, 且呈极显著正相关, 线性回归方程为 $Y=0.007 X+0.288$ 。**结论** 熟大黄炮制过程中, 可以通过测定其色度 L、a、b 值, 科学地判定炮制终点, 也为深入研究中药炮制终点判定方法奠定了基础。

关键词: 大黄; 熟制; 正交设计; 蒽醌类成分; HPLC; 颜色量化

中图分类号: R283.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2017)08-1571-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.08.014

Study on process optimization and judgment standard of quantitative of cooked *Rhei Radix et Rhizoma*

XIAO Jing-lei¹, LIU Yu-cui², LIU Yuan-yuan¹, LI Bo¹, ZHU Jian-xun¹, JIANG Da-cheng¹

1. Changbai Mountain Traditional Chinese Medicine Resources Engineering Research Center in Jilin Province, Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun 130117, China

2. Jilin Province Changnong Industrial Co., Ltd., Changchun 130000, China

Abstract: **Objective** To optimize the processing technology of cooked *Rhei Radix et Rhizoma* (RRR), and to quantify the judgment standard of concocting end point. **Methods** The optimum technology of combination of single factor and orthogonal design was used to determine the optimum technology of aloe-emodin, rhein, emodin, chrysophanol, emodin, and total anthraquinone. The color value of processed products was quantified using the color difference measurement. **Results** The steaming time had significant effect on the content of total anthraquinone in RRR, but the steaming time and steaming temperature had no statistical significance. The values of L (4 mm), a (4 mm, 8 mm), and b (4 mm) were significantly positive (negative) with chrysophanol, emodin, emodin, aloe-emodin, and total anthraquinone. The results showed that there was a significant positive correlation between rhein and b (8 mm) values, and the linear regression equation was $Y = 0.288 + 0.007 X$. **Conclusion** The best processing technology of cooked RRR is: RRR and 30% yellow wine were moisten for 3.5 h, set at 100 °C steam for 1.5 h. Concocted the end point of cooked RRR processing scientifically determine that can be determined by the L, a, and b color values. And also for the in-depth study of traditional Chinese medicine concocted the end to determine the method laid the foundation.

Key words: *Rhei Radix et Rhizoma*; cooked; orthogonal design; anthraquinone; HPLC; color quantification

大黄 *Rhei Radix et Rhizoma* 为蓼科大黄属植物掌叶大黄 *Rheum palmatum* L.、唐古特大黄 *Rheum tanguticum* Maxim. ex Balf. 或药用大黄 *Rheum*

officinale Baill. 的干燥根及根茎。具有泻下攻积、清热泻火、凉血解毒、逐瘀通经、利湿退黄的功效。现在临床上主要有生大黄、酒大黄、熟大黄、大黄

收稿日期: 2016-11-28

基金项目: 中医药行业科研专项: 吉林省代表区域中药资源保护利用 (2012070002-05); 吉林省教育厅项目 (吉教科合字 [2016] 第 25 号)

作者简介: 肖井雷 (1977—), 男, 副教授, 植物学博士, 从事中药资源与质量标准化研究。Tel: (0431)86172581 E-mail: 517932668@qq.com

*通信作者 姜大成 (1959—), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为中药资源与质量标准化研究。Tel: (0431)86172581 E-mail: 517932668@qq.com

炭 4 种制品^[1-3]。《中国药典》2015 年版中对大黄生品和 3 种炮制品的游离蒽醌和总蒽醌的量进行了规定^[1]，但未见以此指标成分优选其炮制工艺的有关研究报道。同时，《中国药典》2015 年版也对熟大黄的炮制终点判定标准进行了规定，但其中涉及颜色指标的描述较为模糊，主观性较强，无法科学准确判定炮制终点^[4-5]。本研究参照《中国药典》2015 年版的指标，采用高压蒸汽锅、单因素与正交设计相结合，对熟大黄炮制工艺进行了优选。利用色度空间理论^[6]，对与大黄炮制“火候”相关的颜色^[7]指标进行了量化研究，为熟大黄药材的炮制规范化生产提供了理论依据。

1 仪器与材料

LC210 型高效液相色谱仪，上海仪电分析仪器有限公司；NH310 型彩色色差仪，深圳市三恩驰科技有限公司；103 型高速中药粉碎机，瑞安市永历制药机械有限公司；YXQ-LS-50A 型立式压力蒸汽灭菌器，上海博讯实业有限公司医疗设备厂；AL204 型电子天平，梅特勒-托利多仪器有限公司；KQ-250 型超声波清洗器，昆山市超声仪器有限公司；DHG-9070A 型电热恒温鼓风干燥箱，上海精宏实验设备有限公司。

大黄药材购于长春市宏检大药房，经长春中医药大学姜大成教授鉴定为蓼科大黄属植物掌叶大黄 *Rheum palmatum* L. 的根及根茎；对照品芦荟大黄素（批号 SS0253，质量分数 ≥ 98%）、大黄酸（批号 SS0246，质量分数 ≥ 98%）、大黄素（批号 SS0248，质量分数 ≥ 98%）、大黄酚（批号 SS0247，质量分数 ≥ 99%）、大黄素甲醚（批号 SS0245，质量分数 ≥ 99%）均购于中国食品药品检定研究院；黄酒，山东青岛即墨老酒厂，酒精度 11.5%，规格 1 800 mL/桶，半甜型；甲醇为色谱纯；其余试剂为分析纯；水为重蒸馏水。

2 方法与结果

2.1 定量测定^[8]

2.1.1 色谱条件 以十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂；以甲醇-0.1%磷酸溶液（85：15）为流动相；检测波长为 254 nm。理论板数按大黄素峰计算不低于 3 000。样品与对照品色谱图见图 1。

2.1.2 对照品溶液的制备 精密称取芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚对照品适量，加甲醇分别制成含芦荟大黄素 80.5 μg/mL、大黄酸 79.0 μg/mL、大黄素 79.5 μg/mL、大黄酚 81.0 μg/mL、

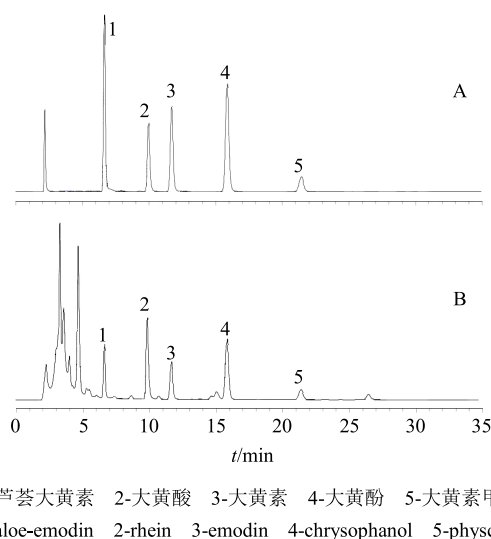


图 1 对照品 (A) 与样品 (B) HPLC 图

Fig. 1 HPLC of reference substances (A) and sample (B)

大黄素甲醚 39.5 μg/mL 的对照品溶液；分别精密量取上述对照品溶液各 2 mL，混匀，即得。

2.1.3 供试品溶液的制备 取本品粉末（过 4 号筛）约 0.5 g，精密称定，置具塞锥形瓶中，精密加入甲醇 25 mL，称定质量，加热回流 1 h，放冷，再称定质量，用甲醇补足减失的质量，摇匀，滤过，取续滤液，即得。

2.1.4 线性关系考察 分别精密吸取对照品溶液 1、3、5、7、9、12 μL，按“2.1.1”项下的色谱条件进样，测定其峰面积值，以峰面积（Y）对进样量（X）进行回归处理，得 5 种成分的回归方程及线性范围，结果分别为芦荟大黄素 $Y=20\ 602\ X-10\ 112$ ， $r=0.999\ 5$ ，线性范围 16.1~193.2 ng；大黄酸 $Y=11\ 043\ X-58\ 915$ ， $r=0.999\ 1$ ，线性范围 15.8~189.6 ng；大黄素 $Y=15\ 554\ X-85\ 978$ ， $r=0.999\ 3$ ，线性范围 15.9~190.8 ng；大黄酚 $Y=24\ 175\ X-13\ 551$ ， $r=0.999\ 0$ ，线性范围 16.2~194.4 ng；大黄素甲醚 $Y=42\ 647\ X-21\ 990$ ， $r=0.999\ 6$ ，线性范围 7.9~98.4 ng。

2.1.5 精密度试验 精密吸取对照品溶液 10 μL，连续进样 6 次，记录芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚的峰面积值，计算其 RSD 分别为 1.32%、0.96%、1.11%、0.62% 和 1.26%，表明仪器精密度良好。

2.1.6 稳定性试验 精密吸取供试品溶液 10 μL，分别于制备后的 0、3、6、9、12、24 h 进样测定，记录芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚的峰面积值，计算其 RSD 分别为 1.61%、

1.36%、1.65%、0.86%和 1.38%，表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.1.7 重复性试验 称取样品粉末（过 4 号筛）各约 0.5 g，精密称定，按“2.1.3”项下方法制备 6 份供试品溶液，进样分析，记录芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚的峰面积值，计算质量分数的 RSD 分别为 2.31%、1.95%、1.56%、0.93%和 2.04%，表明该方法的重复性良好。

2.1.8 加样回收率试验 称取样品粉末（过 30 目筛）各约 0.1 g 6 份，精密称定，置 10 mL 量瓶中，分别精密加入一定体积 5 种对照品储备液，加甲醇至 9.5 mL，按“2.1.3”项下方法制成 10 mL 供试品溶液，测定并计算各成分的加样回收率以及 RSD。结果芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚和大黄素甲醚的平均回收率分别为 101.36%、97.89%、99.63%、100.52%和 99.77%，RSD 分别为 1.39%、2.02%、1.18%、1.62%和 1.54%。

2.1.9 样品测定 分别精密吸取各供试品溶液 10 μ L，注入高效液相色谱仪，测定各成分峰面积，计算各成分在样品中的量。

2.2 单因素实验

本研究考察了最佳黄酒用量、闷润时间、蒸制时间和蒸制温度，因素水平见表 1。各因素分别称取 6 份大黄（每份 100 g），1 份用作对照品，其余 5 份按各因素水平试验。在 40 $^{\circ}$ C 烘箱中烘干，粉碎（过 4 号筛），按《中国药典》2015 年版大黄项下规定的方法测定芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚的量，结果见表 2。依据蒽醌类化合物性质，以游离蒽醌总量的高低作为考察指标，

表 1 单因素考察水平表

Table 1 Single factor investigation level table

水平	黄酒用量/mL	闷润时间/h	蒸制时间/h	蒸制温度/ $^{\circ}$ C
1	0	0.0	0.0	0
2	30	2.0	1.0	100
3	40	2.5	1.5	105
4	50	3.0	2.0	110
5	60	3.5	2.5	115
6	70	4.0		

结果表明最佳的黄酒用量为 30 mL、闷润时间为 4 h、蒸制时间为 1.5 h、蒸制温度为 105 $^{\circ}$ C。

2.3 正交设计试验

《中国药典》2015 年版规定熟大黄照酒蒸或酒炖法炮制，据文献报道^[9-11]影响其炮制品质的因素主要有辅料用量、闷润时间、蒸制温度、蒸制时间等，但辅料用量对炮制内在成分影响不大，结合本研究的单因素试验结果，正交试验选择了蒸制温度（A）、闷润时间（B）、蒸制时间（C）3 个因素进行考察。以芦荟大黄素、大黄素、大黄素甲醚、大黄酸、大黄酚 5 种蒽醌的量及其总量为考察指标，结果见表 3、4。

从表 4 的方差分析结果看，仅 C 因素对大黄中总蒽醌的量具有显著性影响，而 A 和 B 因素的影响无统计学意义；由于因素 A、B 对试验无显著性影响，故考虑生产成本而选择的因素 A、B 均为 1 水平，结合直观分析综合考虑，熟大黄的炮制工艺条件为 A₁B₁C₂，即将干净的大黄切片，加 30% 的黄酒闷润 3.5 h，置 100 $^{\circ}$ C 蒸制 1.5 h，取出，晾凉，筛去碎屑，即可。

表 2 样品中化学成分量与颜色指标量化值

Table 2 Sample chemical composition content and color quantization value

因素	水平	指标性成分质量分数/%						颜色指标量化值		
		芦荟大黄素	大黄酸	大黄素	大黄酚	大黄素甲醚	总量	L	a	b
黄酒用量	生品	0.218 5	0.512 4	0.196 8	0.321 0	0.166 9	1.415 5	16.81	20.11	-26.19
	1 (0 mL)	0.130 3	0.336 5	0.152 5	0.176 3	0.104 5	0.900 0	15.70	21.42	-36.98
	2 (30 mL)	0.137 1	0.425 5	0.189 7	0.209 0	0.125 1	1.086 3	15.38	22.38	-40.81
	3 (40 mL)	0.134 2	0.405 4	0.151 6	0.187 5	0.105 2	0.983 9	15.69	21.25	-36.75
	4 (50 mL)	0.145 9	0.384 8	0.177 5	0.180 5	0.107 7	0.996 5	15.56	21.62	-38.29
	5 (60 mL)	0.131 8	0.408 5	0.198 6	0.202 4	0.116 3	1.057 5	15.33	21.99	-40.59
	6 (70 mL)	0.111 7	0.345 2	0.156 2	0.191 5	0.110 7	0.804 6	15.38	21.93	-40.07
闷润时间	1 (0 h)	0.130 3	0.336 5	0.152 5	0.176 3	0.104 5	0.900 0	15.74	20.80	-36.34
	2 (2.0 h)	0.140 1	0.327 2	0.171 3	0.224 3	0.122 2	0.985 1	15.58	20.99	-37.80

续表 2

因素	水平	指标性成分质量分数/%						颜色指标量化值		
		芦荟大黄素	大黄酸	大黄素	大黄酚	大黄素甲醚	总量	L	a	b
闷润时间	3 (2.5 h)	0.140 6	0.413 7	0.195 9	0.290 7	0.148 2	1.189 0	15.68	21.08	-37.10
	4 (3.0 h)	0.137 6	0.354 3	0.173 5	0.278 5	0.149 8	1.093 7	15.79	20.81	-35.71
	5 (3.5 h)	0.160 0	0.400 5	0.189 0	0.327 9	0.159 1	1.236 5	15.58	21.13	-37.92
	6 (4.0 h)	0.167 1	0.416 5	0.243 9	0.323 5	0.165 8	1.316 8	15.66	21.02	-37.13
蒸制时间	1 (0 h)	0.204 4	0.486 7	0.245 6	0.431 3	0.184 7	1.552 7	16.84	20.41	-26.19
	2 (1.0 h)	0.122 4	0.449 8	0.113 5	0.136 0	0.041 8	0.863 4	15.86	20.71	-34.90
	3 (1.5 h)	0.155 6	0.411 6	0.165 7	0.181 1	0.054 9	0.968 9	15.76	21.86	-35.83
	4 (2.0 h)	0.119 6	0.358 7	0.131 0	0.180 9	0.062 0	0.852 3	15.83	20.59	-35.05
蒸制温度	5 (2.5 h)	0.115 7	0.442 1	0.119 2	0.139 5	0.041 3	0.857 8	15.66	20.98	-36.97
	1 (0 °C)	0.119 6	0.446 1	0.127 1	0.151 4	0.038 8	0.882 9	16.35	21.71	-30.72
	2 (100 °C)	0.115 1	0.457 7	0.109 2	0.141 3	0.035 5	0.858 8	15.70	22.11	-37.01
	3 (105 °C)	0.094 9	0.315 9	0.107 7	0.112 7	0.031 9	0.907 3	15.81	22.03	-35.69
正交试验	4 (110 °C)	0.135 8	0.425 6	0.144 9	0.152 8	0.048 3	0.663 1	15.60	22.31	-38.09
	5 (115 °C)	0.129 4	0.430 8	0.119 5	0.157 3	0.045 8	0.882 8	15.53	22.05	-38.58
	1	0.088 0	0.269 8	0.148 4	0.314 6	0.173 3	0.994 0	16.46	19.36	-29.10
	2	0.138 1	0.443 2	0.271 9	0.515 0	0.265 8	1.634 1	16.74	19.24	-26.50
	3	0.146 9	0.280 6	0.252 5	0.395 9	0.176 5	1.052 4	16.46	19.33	-28.89
	4	0.152 0	0.404 4	0.246 3	0.591 6	0.298 1	1.692 5	16.46	19.48	-28.96
	5	0.113 5	0.376 2	0.278 9	0.480 6	0.257 2	1.506 4	16.29	19.62	-30.68
	6	0.133 2	0.255 2	0.152 1	0.323 3	0.190 0	0.953 8	16.40	19.64	-29.70
	7	0.151 7	0.341 0	0.265 3	0.621 1	0.293 2	1.672 3	16.42	19.31	-29.35
	8	0.165 9	0.381 3	0.242 3	0.541 2	0.263 6	1.594 3	16.41	19.69	-29.56
	9	0.148 1	0.328 0	0.250 0	0.547 9	0.271 3	1.545 3	16.66	19.35	-27.31

表 3 正交试验设计与结果

Table 3 Orthogonal experiment design and result

试验号	A/°C	B/h	C/h	D (空白)	质量分数/(mg·g ⁻¹)					
					芦荟大黄素	大黄酸	大黄素	大黄酚	大黄素甲醚	总量
1	100 (1)	3.5 (1)	1.0 (1)	(1)	0.880	2.698	1.484	3.146	1.733	9.941
2	100 (1)	4.0 (2)	1.5 (2)	(2)	1.381	4.432	2.719	5.150	2.658	16.340
3	100 (1)	4.5 (3)	2.0 (3)	(3)	1.469	2.806	2.525	3.959	1.765	10.524
4	105 (2)	3.5 (1)	1.5 (2)	(3)	1.520	4.044	2.463	5.916	2.981	16.924
5	105 (2)	4.0 (2)	2.0 (3)	(1)	1.135	3.762	2.789	4.806	2.572	15.064
6	105 (2)	4.5 (3)	1.0 (1)	(2)	1.332	2.552	1.521	3.233	1.900	9.538
7	110 (3)	3.5 (1)	2.0 (3)	(2)	1.517	3.410	2.653	6.211	2.932	16.723
8	110 (3)	4.0 (2)	1.0 (1)	(3)	1.659	3.813	2.423	5.412	2.636	15.943
9	110 (3)	4.5 (3)	1.5 (2)	(1)	1.481	3.280	2.500	5.479	2.713	15.453
K ₁	36.805	43.588	35.422	40.458						
K ₂	41.526	47.347	48.717	42.601						
K ₃	48.119	35.515	42.311	43.391						
R	11.314	11.832	13.295	2.933						

2.4 验证试验

称取 3 份大黄 (每份 100 g), 按照最佳工艺条件进行验证, 结果见表 5, 总蒽醌的平均质量分数为 1.663 5%, RSD 为 0.04%, 表明该最佳工艺合理可行。

表 4 方差分析

Table 4 Analysis of variance table

因素	偏差平方和	自由度	F 比	显著性
A	21.529 1	2	14.0214	
B	24.366 6	2	15.8694	
C	29.472 5	2	19.1947	$P < 0.05$
D (误差)	1.535 4	2		

$$F_{0.05}(2, 2) = 19.00 \quad F_{0.01}(2, 2) = 99.00$$

表 5 验证试验结果

Table 5 Verification of test results

序号	质量分数/(mg·g ⁻¹)					
	芦荟大黄素	大黄酸	大黄素	大黄酚	大黄素甲醚	总量
1	1.731	4.074	2.451	5.768	2.611	16.635
2	1.737	4.083	2.455	5.774	2.579	16.628
3	1.742	4.096	2.454	5.767	2.583	16.642

2.5 样品颜色值测量^[12-16]

将上述各样品粉碎, 用色差仪在 D₆₅ 光源、4 mm 和 8 mm 口径、SCE 模式下, 测量颜色的 L、a、b 值, 结果见表 2。

2.6 指标成分与色度值相关性分析

采用 SPSS 19.0 统计学软件进行相关性分析^[17], 秩检验相关性数据见表 6, 结果表明: 色度 a 值 (4 mm) 与大黄酚、大黄素甲醚、大黄素、总蒽醌的量呈极显著负相关, 表明其值越大, 化学成分量越低; 色度 a 值 (8 mm) 与大黄酚、大黄素甲醚、大黄素、总蒽醌的量呈极显著正相关, 与芦荟大黄素量呈显著正相关, 表明其值越大, 化学成分量越高; 色度 b 值 (4 mm) 与大黄酚、大黄素甲醚、总蒽醌量呈极显著正相关, 与大黄素量呈显著正相关, 表明其值越大, 化学成分量越高; 色度 L 值 (4 mm) 与大黄酚、大黄素甲醚、总蒽醌量呈极显著正相关, 与大黄素量呈显著正相关, 表明其值越大, 化学成分量越高。正态性检验表明, 大黄酸与色度 b (8 mm) 值具有良好的正态性, 且有极显著正相关 ($r = 0.509$, $P = 0.003 < 0.01$), 线性回归分析得出方程为 $Y = 0.288 + 0.007 X$ 。

表 6 秩检验相关性数据

Table 6 Rank test correlation data

成分	a (4 mm)	a (8 mm)	b (4 mm)	L (4 mm)
大黄酚	$r = -0.723^{**} (P = 0.000)$	$r = 0.493^{**} (P = 0.004)$	$r = 0.515^{**} (P = 0.003)$	$r = 0.504^{**} (P = 0.003)$
大黄素甲醚	$r = -0.761^{**} (P = 0.000)$	$r = 0.490^{**} (P = 0.004)$	$r = 0.534^{**} (P = 0.002)$	$r = 0.523^{**} (P = 0.002)$
大黄素	$r = -0.624^{**} (P = 0.000)$	$r = 0.490^{**} (P = 0.004)$	$r = 0.412^{*} (P = 0.019)$	$r = 0.397^{*} (P = 0.024)$
芦荟大黄素	—	$r = 0.412^{*} (P = 0.019)$	—	—
总蒽醌	$r = -0.671^{**} (P = 0.000)$	$r = 0.450^{*} (P = 0.01)$	$r = 0.524^{**} (P = 0.002)$	$r = 0.520^{**} (P = 0.002)$

*代表具有显著性相关 ($P < 0.05$), **代表具有极显著性相关 ($P < 0.01$)

*represent a significant correlation ($P < 0.05$), **represent a very significant correlation ($P < 0.01$)

3 讨论

本实验确定的熟大黄的炮制工艺为大黄加 30% 的黄酒闷润 3.5 h, 置 100 °C 烘制 1.5 h; 大黄酒炙过程中, 可以通过测定其 L、a、b 色度值, 科学地判定炮制终点, 也为深入研究中药炮制终点判定标准奠定了基础。

熟大黄炮制方法历代本草都有记载^[18-19], 但辅料黄酒是否为熟大黄炮制的主要影响因素, 文献未见报道, 故本研究考察了辅料用量对熟大黄化学成分的影响。另外, 闷润时间在 5 h 后, 对成分影响不大, 故本研究对最少闷润时间进行了考察, 并采

用高压灭菌锅对蒸制温度进行了考察。

据报道大黄炮制前后蒽醌类成分的量变化极为显著^[20-21], 尤其是蒽醌苷类成分经熟制后其量显著降低, 个别成分甚至完全消失。故本研究仅以游离蒽醌的量高低初步判定熟大黄炮制终点, 其结合性蒽醌苷类成分变化规律有待进一步研究。

中药炮制是一个动态变化过程, 在炮制过程中药材内部物理结构、化学成分, 都会随着外界环境的变化而变化, 而现有判定标准无法准确对炮制的“适中”颜色进行定量阐述^[22]。鉴于中药炮制中存在的共性问题, 本实验采用色差计对熟大黄炮制终

点进行了颜色量化研究,为解决中药炮制的关键共性技术问题——“颜色”的准确把握,提供了一种高效、简便、精确、稳定的新方法及新思路^[23]。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] Zheng Q X, Wu H F, Guo J, *et al.* Review of rhubarbs: Chemistry and pharmacology [J]. *Chin Herb Med*, 2013, 5(1): 9-32.
- [3] 赵玲, 胡昌江, 耿媛媛, 等. 生、熟大黄及其在下瘀血汤中对热结血瘀模型大鼠血液流变学的影响 [J]. *药物评价研究*, 2014, 37(2): 113-116.
- [4] 殷放宙, 吴晓燕, 毛春芹, 等. 光谱颜色科学研究进展及其在中药领域中应用前景分析 [J]. *光谱学与光谱分析*, 2013, 33(9): 2315-2320.
- [5] 刘红亮, 晏仁义, 郭健, 等. 厚朴“发汗”前后药材颜色及气味差异的数值化研究 [J]. *中国中药杂志*, 2013, 38(1): 45-48.
- [6] 李雪莲. 白术麸炒过程中颜色与物质基础变化相关性研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2015.
- [7] 殷放宙, 吴晓燕, 李林, 等. 炮制火候对饮片颜色的影响 [J]. *中草药*, 2013, 44(16): 2252-2256.
- [8] 毛春芳, 施忠, 罗琳, 等. HPLC 法同时测定大黄中芦荟大黄素等 11 种成分的量 [J]. *中草药*, 2014, 45(16): 2400-2403.
- [9] 江文君. 熟大黄炮制沿革的研究 [J]. *中药通报*, 1988, 13(10): 3-6.
- [10] 崔春利, 王蓓, 邓翀, 等. 响应面法优化熟大黄炮制工艺 [J]. *中国中医药信息杂志*, 2014, 21(9): 98-102.
- [11] 刘志坚, 徐建伟. 酒炙大黄的炮制工艺研究 [J]. *浙江中医杂志*, 2012, 47(10): 766-767.
- [12] 黄学思, 李文敏, 张小琳, 等. 基于色彩色差计和电子鼻的槟榔炒制火候判别及其指标量化研究 [J]. *中国中药杂志*, 2009, 34(14): 1786-1790.
- [13] 梅剑平. 家具专卖店光环境氛围感知及照明设计方法研究 [J]. *南京林业大学*, 2012, 36(5): 517-518.
- [14] 李敏, 张宏伟, 于娜. 色差计在检验家具漆膜方面的应用 [J]. *林业机械与木工设备*, 2014, 42(4): 47-50.
- [15] 丁银忠, 赵兰, 黄卫文, 等. 故宫博物院藏宋代官窑瓷器釉的颜色无损测定 [J]. *故宫博物院院刊*, 2010(5): 146-152.
- [16] 沈晓君, 史勇, 赵红菲, 等. 五味子果核的色泽与化学成分的相关性研究 [J]. *中草药*, 2017, 48(6): 1216-1219.
- [17] 柳清, 洪燕, 汪永忠, 等. 苍耳子清炒改砂炒炮制工艺研究 [J]. *中草药*, 2016, 47(15): 2656-2662.
- [18] 张学兰. 大黄炮制研究简述 [J]. *山东中医药大学学报*, 2002, 26(5): 399-400.
- [19] 李先端, 黄璐琦. 炮制对中药大黄 5 种蒽醌成分含量的影响 [J]. *中国中药杂志*, 2005, 30(12): 904-907.
- [20] 李丽, 肖永庆. 大黄饮片炮制前后物质基础变化规律研究 [J]. *中国中医药杂志*, 2012, 27(4): 803-813.
- [21] 唐文文, 李国琴, 宋平顺, 等. 大黄干燥方法研究 [J]. *中草药*, 2013, 44(4): 424-429.
- [22] 孟庆安, 刘恩顺. 实现中药颜色客观化表达的研究思路探讨 [J]. *天津中医药大学*, 2014, 31(11): 697-699.
- [23] 刘玉东. 银花炭的最佳炮制温度探讨 [J]. *山东中医杂志*, 1993, 12(1): 43-45.